

# Trésor

## DIRECTION GÉNÉRALE

Étude comparative internationale

#Benchmarkinternational

### Stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle

Contributions des services économiques des pays suivants :

Allemagne, Canada, Estonie, États-Unis,

Israël, Italie, Royaume Uni, Russie

*Une analyse comparée réalisée*

*à la demande de la Direction générale des entreprises*

novembre 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..... 9**

**CANADA..... 19**

**ESTONIE ..... 33**

**ÉTATS-UNIS..... 45**

**ISRAËL..... 59**

**ITALIE..... 75**

**ROYAUME-UNI..... 87**

**RUSSIE .....117**

## INTRODUCTION

*Ce dossier, réalisé pour le compte de la Direction générale des entreprises, comprend 8 fiches pays analysant les stratégies nationales en matières d'intelligence artificielle dans ces États.*

### 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. De nombreux pays et organismes se sont ainsi penché sur le sujet de l'intelligence artificielle et de son impact sur nos sociétés.

En France, une première démarche a été engagée au cours du premier trimestre 2017 et a conduit à la publication d'un rapport intitulé « #FrancelA ». Une seconde étape, consistant à approfondir cette réflexion, est aujourd'hui en cours. Une mission a été confiée par le Premier ministre au député Cédric Villani, avec pour objet de proposer des mesures de politique publique permettant de favoriser le développement d'acteurs français de l'intelligence artificielle, de déterminer les applications de ces technologies dans le secteur public et d'identifier les implications éthiques du développement de systèmes automatiques.

Le présent questionnaire vient compléter l'étude conduite par la DG Trésor en février 2017 auprès de 8 pays (États-Unis, UK, Allemagne, Suède, Suisse, Japon, Chine, Corée). Pour les pays déjà consultés en 2017 (États-Unis, UK, Allemagne), une simple mise à jour est demandée pour les questions numérotées de 1 à 10. Les questions numérotées de 11 à 16 ne faisaient pas partie du premier questionnaire.

La finalité de cette étude est d'une part d'alimenter les travaux de M. Cédric Villani, et d'autre part de préparer la stratégie du Gouvernement pour l'intelligence artificielle. Le Premier ministre, M. Edouard Philippe, a en effet demandé au Secrétaire d'État chargé du Numérique, M. Mounir Mahjoubi, de définir une stratégie nationale sur le sujet. Cet exercice pourrait 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 ? Quels sont les acteurs concernés ?

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle ? 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 ?

Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? *(s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question)*

Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Commentaires éventuels du pays questionné :

III Situation française – Réponse pour la France au questionnaire





## ALLEMAGNE

Pour les « éléments locaux de contexte du pays questionné », les « commentaires éventuels du pays concerné » ainsi que pour les questions 1 à 10, il convient de se reporter au document annexe (questions identiques à l'ECI de février dernier – pas de nouveaux développements majeurs). Les réponses 11 à 16 sont notamment le fruit d'un échange avec le professeur Antonio Krüger, directeur scientifique de l'Innovative Retail Laboratory DFKI (Centre allemand de recherche pour l'intelligence artificielle) et de la société GLOBUS SB-Warenhaus Holding, avec la contribution également du service du conseiller pour les affaires sociales de l'ambassade de France en Allemagne.

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'économie et de l'énergie (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 (cf. le document en annexe pour la version FR).

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.bmw.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](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](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.

Le BMBF considère que 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. Le point de contact pour davantage d'informations à ce sujet est le professeur Antonio Krüger, qui travaille au DFKI ([antonio.krueger@dfki.de](mailto:antonio.krueger@dfki.de)).

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 automatique, 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*.

Le BMBF nous informe par ailleurs que selon des informations qui leur ont été transmises par des investisseurs, 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). Les mêmes sources font état de la création d'une vingtaine de startups aux États-Unis depuis 2011 dans le même domaine. Selon Alexis Hue, ambassadeur du French Tech Hub Berlin, la difficulté inhérente 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 (source : société Asgard, 2017 – <https://medium.com/@bootstrappingme/the-german-artificial-intelligence-landscape-b3708b325124#.ljqe7bvff>) :

- 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<sup>ème</sup> hub européen pour les startups de l'AI, après Londres et Paris.

Enfin, en plus de Parlamind (citée ci-dessus), Zeitgold et smacc.io figurent également parmi les entreprises identifiées comme les principales jeunes entreprises innovantes du secteur sont les plus prometteuses.

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. Le premier document consolidé est attendu pour juin 2017.

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 qualifiées 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 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. Les PME paraissent en revanche selon le ministère davantage sur une position défensive et se limitent souvent à explorer les possibilités pour leurs propres applications uniquement.

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 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, selon le ministère.

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 et le risques 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 présentera pour sa part en juin 2017 un document de position relatif à l'informatisation des décisions via l'IA et le big data. 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.

### Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Cf. pour l'essentiel les réponses 1, 3 et dans une moindre mesure les réponses 7 et 9 du document annexe.

Le ministère fédéral de l'éducation et de la Recherche (BMBF) a mis en place toute une batterie de programmes, qui visent à développer une politique industrielle spécifique. Notre interlocuteur au DFKI nous signale en particulier la mise en place de la plateforme « Lernende Systeme » (systèmes d'apprentissage). Cf. le lien suivant en DE pour le cadre de l'initiative: <https://www.bmbf.de/de/innovationsschub-mit-kuenstlicher-intelligenz-4781.html> ainsi que le lien suivant pour le site internet de la plateforme (site disponible en EN et en DE, l'anglais apparaissant comme la première langue) : <https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>.

Le BMBF, qui pilote cette plateforme lancée en mai 2017, souhaite que celle-ci soit la deuxième grande plateforme axée sur la numérisation de l'industrie, à côté de la plateforme « Industrie 4.0 » (équivalent de l'Industrie du Futur, que coprésident le BMBF et le ministère fédéral de l'économie et de l'énergie).

Membres de la plateforme : Johanna Wanka (ministre fédérale de l'éducation et de la Recherche), Prof. Dieter Spath (président de l'acatech – Académie allemande des technologies) – le comité de pilotage de la plateforme est présidé par la première et codirigé par le second, et est composé de scientifiques, de responsables politiques et de représentants des milieux d'affaires : le prof. Reimund Neugebauer (président de la société Fraunhofer), Prof. Wolfgang Wahlster (président du comité de direction du DFKI) et Ralf Klinkenberg (co-fondateur de la société Rapidminer), Reinhard Ploss (président du comité exécutif d'Infineon), Elmar Degenhart (président du comité exécutif de Continental), le prof. Holger Hanselka (président du KIT – Institut technologique de Karlsruhe), Hanna Köpcke (fondatrice et directrice technique de la société Webdata Solutions) et Frank Riemensperger (président du comité de direction de la société Accenture), Regina Ammicht Quinn (Université Eberhard Karls de Tübingen), Hans Dietl (Otto Bock Healthcare Products) et Tanja Rückert (SAP).

Les travaux du comité de pilotage s'articulent étroitement avec ceux des sept groupes de travail composant la plateforme :

- Quatre groupes de travail interdisciplinaires :
  - Groupe de travail (GT) 1 : « Catalyseurs technologiques et science des données » (travail axé sur les *learning systems* ; censé alimenter les six autres groupes de travail) ;
  - GT 2 : « Avenir du travail et interactions Homme-machine » (interface en matière de production et avec la plateforme Industrie 4.0) ;
  - GT 3 : « Sécurité des technologies de l'information, vie privée, cadre juridique et éthique » (travail axé sur les *learning systems*) ;
  - GT 4 : « Innovation des *business models* » (identification de nouveaux *business models* et du potentiel économique des *learning systems*).
- Trois groupes de travail sur les applications de l'intelligence artificielle (AI) :
  - GT 5 : « Mobilité et systèmes de transport intelligents » (solutions technologiques et en termes d'infrastructures, sécurité et aspects juridiques) ;
  - GT 6 : « Services de santé, technologies médicales, soins » (solutions *learning systems* en matière de prévention, diagnostics et traitements médicaux ; protection des données) ;
  - GT 7 : « Environnements hostiles à l'Homme » (applications des *learning systems* dans les situations dangereuses ; transparence des *learning systems*, pouvoir décisionnel des individus).

Cette plateforme s'inscrit dans le cadre du Forum Hightech « systèmes autonomes » (cf. le lien suivant en DE – <http://www.hightech-forum.de/themen/autonome-systeme/> et en EN – <http://www.hightech-forum.de/en/expert-forums/autonomous-systems/>), qui regroupe 80 experts scientifiques, des milieux économiques, ministériels, du monde syndical et de la protection des consommateurs, se répartissant en six groupes de travail :

- Quatre groupes de travail sur les utilisations et les applications de l'AI : (i) production industrielle (direction : Norbert Gaus, Siemens), (ii) transports routiers et ferroviaires (direction : Kay Euler, Deutsche Bahn), (iii) *smart home* (direction : Johannes Hauck, Hager Group) et (iv) environnements hostiles à l'Homme (direction : Jürgen Beyerer, Institut Fraunhofer pour l'optronique, technologies des systèmes et exploitation d'images) ;
- Deux groupes de travail sur des thèmes transversaux d'importance particulière : (i) systèmes autonomes recourant à des technologies pionnières (direction : le prof. Wolfgang Wahlster, DFKI) et défis sociétaux et cadre juridique (direction : Holger Brackemann, Fondation Warentest – équivalent de l'Institut national de la consommation).

### Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

Le *brain drain* est un sujet très important et très sensible en Allemagne, par ailleurs « pas évident à gérer » (selon notre interlocuteur au DFKI), en raison notamment des salaires conséquents qui sont versés à la *Silicon Valley*. La tâche principale est de garder tant les jeunes entreprises en Allemagne de même que les entreprises du *Mittelstand* (qui inclut les « champions cachés ») ainsi que de favoriser de la meilleure manière possible les transferts technologiques des centres de recherche d'excellence en matière d'IA (comme le DFKI). La promotion des transferts technologiques est fortement soutenue par des programmes de soutien dédiés du BMBF (cf. les réponses 2, 5 et 6 du document annexe).

### Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

Non, aucune réforme de la formation professionnelle n'a été entreprise en Allemagne afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle. Le patronat allemand dispose d'importantes marges de manœuvre dans la mise en œuvre de la politique de formation professionnelle. Si des changements majeurs s'imposent dans un métier en particulier en raison de l'automatisation/de l'IA, la branche en question prendra cela en main (cela a récemment été le cas en matière d'e-commerce). Voir aussi les liens suivants : [https://www.lbbw.de/enhub/artikelseite/artikel\\_detailseite\\_55680.html](https://www.lbbw.de/enhub/artikelseite/artikel_detailseite_55680.html) (en EN), sur la manière dont l'IA va modifier le travail (source : Banque régionale du Bade-Wurtemberg) et [http://doku.iab.de/regional/bb/2017/regional\\_bb\\_0217.pdf](http://doku.iab.de/regional/bb/2017/regional_bb_0217.pdf) (en DE), sur l'analyse des créations potentielles de métiers et d'emplois résultantes de l'automatisation (source : Institut de recherche sur le marché du travail et les professions de la région Berlin-Brandebourg – institut rattaché à l'Agence fédérale de l'emploi).

À l'occasion d'un congrès intitulé « Travail 4.0 » et organisé le 22 avril 2015 à Berlin, la ministre du Travail et des Affaires sociales (Andrea Nahles) a dévoilé un « Livre vert sur le Travail 4.0 » (cf. le lien suivant vers le document en EN : [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/arbeiten-4-0-green-paper.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/arbeiten-4-0-green-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=2)) qui présente les principaux défis et questions soulevés par la révolution numérique en cours. Ce document vise à servir de support à un autre débat sur l'avenir du monde du travail avec tous les acteurs concernés (décideurs économiques, politiques et sociaux, experts, citoyens). Un site internet ([www.arbeitenviernull.de](http://www.arbeitenviernull.de)) sert notamment de plateforme pour un dialogue large et ouvert avec toutes les parties prenantes.

Ce livre vert liste un grand nombre de questions autour de six axes :

- Un travail pour tous : sécuriser la participation au travail ;
- Conciliation entre vie familiale et vie professionnelle ;
- Des salaires et une protection sociale justes ;
- Développement des formations et des compétences ;
- Préserver la dignité du travail ;
- Développer l'esprit d'entreprise et la démocratie participative.

Les rôles du dialogue social et de l'UE sont mis en avant ; sept leviers sont identifiés :

- Droit du travail ;
- Représentation des salariés ;
- Négociation collective ;
- Santé et la sécurité au travail ;
- Politique de l'emploi ;
- Système de retraites obligatoires et assurance accident-maladie du travail.

Un « Livre blanc sur le Travail 4.0 » a suivi en mars 2017 (cf. le lien suivant en EN : [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=3)).



Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? (*s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question*)

Notre interlocuteur au DFKI considère qu'en matière de politique des données, l'Allemagne a des dispositions législatives relativement contraignantes. En particulier, le sujet de l'*open data* doit selon lui être bien davantage favorisée afin notamment que les startups et les instituts de recherche aient un accès à ces données.

Tout en ayant conscience de la nécessité d'ouvrir l'accès aux données pour les nouveaux modèles d'affaires innovants, le curseur se situe relativement en direction de la protection des données. La problématique de la *datensparsamkeit* et de la *datenvermeidung* (qui pourrait être traduit en français par « minimisation des données » ou « austérité des données ») est souvent mise en avant. Ce concept a d'ailleurs servi de cadre à la conception de la loi fédérale sur la protection des données<sup>1</sup>.

En matière d'intégration du *free flow of data* dans les accords de libre-échange, aucune position n'a été à ce jour formellement arrêtée au niveau du gouvernement fédéral.

Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

Des premiers projets ont été menés de manière relativement concluantes avec l'« Arbeitsagentur » (Agence fédérale du Travail – pôle emploi allemand) ainsi que la police. Notre interlocuteur au DFKI estime toutefois que l'Allemagne est en retard dans ce domaine par rapport aux pays scandinaves surtout.

Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Selon le DFKI, le secteur de la santé est particulièrement important dans la mesure où l'interface entre les citoyens et l'administration peut potentiellement être fortement améliorée. Grâce à l'IA, les systèmes pourraient être plus justes et équitables et pourraient mieux s'adapter aux demandes des citoyens – au lieu de l'inverse. Dans le domaine des transports et de l'énergie, l'IA aura sans aucun doute une grande influence également.

Les principales startups allemandes d'IA en santé : stickIT, kaia health, Healthcare X.O, Medx ; Xbird et Heuro Labs (cf. le lien suivant, en EN, pour davantage de détails sur la ventilation sectorielle des startups allemandes : <https://medium.com/@bootstrappingme/the-german-artificial-intelligence-landscape-b3708b325124#.ljpqe7bvjf>).

---

<sup>1</sup> Qui fait l'objet de dispositions législatives précises en Allemagne (*Bundesdatenschutzgesetz § 3a Datenvermeidung und datensparsamkeit*), les concepts de *privacy by design* – *privacy by default* étant par ailleurs régulièrement mis en avant en Allemagne.



## CANADA

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 ? Quels sont les acteurs concernés ?

L'intelligence artificielle (IA) est un important vecteur de croissance au Canada. Le pays a fortement contribué au développement de cette discipline dès les années 1990 et se positionne comme un chef de file mondial dans ce domaine. Afin de ne pas perdre l'avantage comparatif dont ils profitent à présent, les gouvernements canadiens ont réalisé de nouveaux investissements en faveur de la recherche en IA et de l'adoption de nouvelles technologies, plutôt que d'intervenir au travers d'une stratégie unique.

Le gouvernement fédéral consacre dans son budget pour 2017-2018 une enveloppe de 125 MCAD au lancement d'une stratégie pancanadienne en matière d'IA, pour soutenir la recherche ainsi que l'attraction et le maintien de talents dans les universités canadiennes (chercheurs de niveau maîtrise, stagiaires). L'enveloppe fédérale sera répartie entre les villes de Montréal (40 MCAD), de Toronto (40 MCAD) et d'Edmonton (25 MCAD) et permettra de financer les principaux instituts de recherche. L'objectif est de renforcer la coopération entre les centres canadiens d'expertise en IA. La gestion des fonds est confiée à l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), qui bénéficie aussi d'un soutien fédéral de 35 MCAD sur cinq ans à compter de 2017-2018. Présidé par Alan Bernstein, l'ICRA, dont le siège est situé à Toronto, jumelle des chercheurs canadiens à des réseaux de recherche internationaux dans le domaine de l'IA et du *deep learning*.

Le Fonds en recherche d'excellence Apogée Canada<sup>2</sup> a permis d'octroyer une enveloppe globale de 900 MCAD à 13 institutions postsecondaires canadiennes en 2016. Une somme de 213,2 MCAD a été attribuée à l'Université de Montréal, HEC Montréal, Polytechnique Montréal et l'Université McGill. L'Institut de valorisation des données (IVADO) spécialisé dans les données massives et l'IA a quant à lui été soutenu à hauteur de 93,6 MCAD, auxquels s'ajoutent la contribution du secteur privé (110,4 MCAD), les financements d'établissements d'enseignement supérieur – HEC Montréal, Polytechnique Montréal et l'Université de Montréal – (30,1 MCAD), et l'aide du gouvernement provincial du Québec (14,9 MCAD).

Des soutiens provinciaux viennent appuyer la stratégie pancanadienne en matière d'IA. Dans son budget 2017-2018, la Province du Québec prévoit de consacrer 2,5 MdCAD à la recherche et l'innovation sur cinq ans. Un montant de 830 MCAD devrait être investi dès 2017-2018 dont 180 MCAD pour encourager la recherche dans les établissements d'enseignement supérieur et 100 MCAD pour la création d'une grappe en IA. Le gouvernement de l'Ontario a par ailleurs injecté 50 MCAD dans l'IA par le biais de l'Institut Vecteur (Toronto) qui profite aussi d'un financement complémentaire du secteur privé (80 MCAD sur dix ans).

La coopération Québec-Ontario en matière d'IA a été renouvelée grâce à un nouvel accord conclu en septembre 2017 à l'occasion de la rencontre des Conseils des ministres des deux provinces. Le Premier ministre québécois Philippe Couillard et Kathleen Wynne, son homologue ontarienne, ont annoncé la conclusion d'un nouvel accord pour renforcer la coopération des deux provinces dans le développement de l'IA. Cet accord qui s'appuie sur les investissements existants, devrait permettre à l'Ontario et au Québec d'appuyer la conception et la commercialisation de nouvelles technologies (ex. véhicules autonomes, reconnaissance vocale, imagerie et diagnostics médicaux). D'autres formes de coopération ont précédé celles-ci (ex. partenariat stratégique entre

---

<sup>2</sup> Le fonds Apogée est régi par un comité directeur composé des présidents des trois organismes du gouvernement fédéral qui subventionnent la recherche (Conseil de recherches en sciences humaines, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, Instituts de recherche en santé du Canada), en lien avec les ministères fédéraux de la Santé et de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique (ISDE).

l'Institut Vecteur, l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal – MILA – et l'Alberta Machine Intelligence Institute – AMII).

L'Initiative des supergrappes d'innovation (ISI) offre aussi de nouvelles opportunités dans le développement de l'IA au Canada. L'IA figure en effet parmi les secteurs cibles de l'ISI lancée le 24 mai 2017 par le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique, Navdeep Bains. Le 10 octobre, 9 *clusters* ont été pré-sélectionnés<sup>3</sup>, parmi lesquels un supercluster dédié aux « chaînes d'approvisionnement axées sur l'intelligence artificielle » dans la Province du Québec. Le projet est co-présidé par Louis Roy, président d'OPTEL, entreprise spécialisée dans l'offre de solutions de traçabilité pour les produits pharmaceutiques et les dispositifs médicaux, et par Hélène Desmarais (Centre d'entreprises et d'innovation de Montréal, HEC Montréal). Cette initiative pourrait permettre d'établir d'ici 2022 une nouvelle plateforme mondiale de chaînes d'approvisionnement dans les secteurs de la vente de détail, de la fabrication et de l'infrastructure. Le consortium qui devrait siéger à Montréal, implique plus de 60 entreprises (Optel, AgroPur, Aldo, Alimentation Couche-Tard, Bell Canada, Groupe CGI etc.) et des institutions de recherche de premier plan dont l'IVADO (900 scientifiques dont 150 chercheurs de Polytechnique Montréal, HEC Montréal, Université de Montréal et McGill), l'Institut Vecteur, la Faculté d'ingénierie de l'Université de Waterloo, l'Université Laval et l'Université de Toronto. Les entreprises du consortium se sont à ce stade engagées à investir 420 MCAD dans ce projet.

La stratégie de soutien au domaine de l'IA au Canada est en outre appuyée par l'initiative du secteur privé. Plusieurs géants des technologies de l'information et de la communication (TIC) et d'autres grandes entreprises se sont récemment implantés dans les villes de Montréal et Toronto où ils ont créé des laboratoires de recherche en IA, en tirant profit de la proximité avec les équipes de recherche déjà présentes sur place. Le hub de Montréal en est un bon exemple avec l'installation récente des laboratoires de Microsoft, Google, Samsung et Facebook. L'ouverture du Centre de recherche et technologie spécialisé en IA « cortAIX » de Thales consolide aussi la réputation de Montréal en tant que pôle international dans ce secteur de haute technologie. Les chercheurs de cortAIX auront pour mission de développer des solutions d'IA pour venir notamment en appui des compagnies aériennes, des opérateurs de satellites et des contrôleurs aériens dans leur prise de décision. Ce nouveau centre de recherche sera exploité en collaboration avec le MILA, l'IVADO et l'Institut Vecteur.

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

La position de tête qu'occupe le Canada à l'échelle mondiale dans la recherche fondamentale en IA, est en grande partie attribuable aux travaux réalisés sur les techniques du *deep learning* par les chercheurs Geoffrey Hinton (Université de Toronto, Google Brain), Yoshua Bengio (Université de Montréal, MILA/IVADO, IBM, Element AI) et Yann LeCun (Université de New York, Facebook) dans les années 1990. Au travers de son programme sur l'« Apprentissage automatique, apprentissage biologique », l'ICRA fondé en 1982 a lui aussi joué un rôle central dans le développement de ces nouvelles technologies. Ce programme est aujourd'hui codirigé par Yoshua Bengio et Yann LeCun. Ces pionniers de la technique du *deep learning*, à l'origine des grands bouleversements qu'apporte l'IA, ont été formés et travaillent au Canada, ou y ont gardé des liens étroits.

Grâce à ces avancées, les universités canadiennes ont été en capacité d'attirer de nombreux étudiants et chercheurs. La Province du Québec est celle qui présente avec la ville de Montréal la plus grande concentration de chercheurs en IA – 250 chercheurs au stade du doctorat à McGill et l'UdeM. Montréal constitue de ce point de vue le 1<sup>er</sup> pôle de recherche universitaire au Canada. Elle profite aussi d'un important bassin d'étudiants en IA (environ 9000), répartis entre des programmes d'informatique (6194), d'informatique et génie informatique (1149), de mathématiques (1360), de mathématiques appliquées (113) et de probabilités et statistiques (141)<sup>4</sup>.

Les chercheurs dans le domaine de l'IA au Canada sont reconnus mondialement pour leurs travaux sur la vision par ordinateur, le langage naturel, la reconnaissance de la parole, l'apprentissage par renforcement et d'autres champs d'expertise complémentaires à l'IA, notamment la science des données, la recherche opérationnelle et

<sup>3</sup> Les consortiums sont invités à soumettre des propositions détaillées d'ici le 24 novembre prochain. À l'issue du processus d'examen qui devrait aboutir en mars 2018, les cinq lauréats se partageront une enveloppe de 950 MCAD sur cinq ans (2017-2022). Le montant des contributions versées variera de 125 MCAD à 250 MCAD avec, pour contrepartie, des fonds du secteur privé équivalents au financement du gouvernement fédéral.

<sup>4</sup> Montréal International, « Le Grand Montréal : plaque tournante de l'intelligence artificielle », 2017.

l'imagerie médicale. Ces technologies ont un rôle de premier plan dans des secteurs tels que la robotique (dont l'automobile), les télécommunications, les applications informatiques, la santé ou encore la finance.

La recherche de pointe en santé s'illustre par exemple à Montréal avec les travaux des :

- Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie (LIO) : système de radiographie biplan ;
- Laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle (LIVIA) de l'École de technologie supérieure (ÉTS) : traitement de maladies cardiovasculaires et du cerveau par les avancées technologiques en imagerie médicale (mégadonnées et apprentissage automatique). ;
- Laboratoire d'ingénierie cognitive et sémantique (LiNCS) : systèmes de détection automatique des états émotionnels d'un patient ;
- Chaire de recherche sur les nouvelles pratiques de soins infirmiers (CRSI) : interventions virtuelles et personnalisées d'infirmières auprès de patients atteints de maladies chroniques (prise de médicaments, activité physique *etc.*) ;
- Chaire de recherche du Canada en analytique et logistique des soins de santé de Polytechnique Montréal : outils d'aide à la prise de décision selon les besoins en soins des patients (soins à domicile, logistique hospitalière *etc.*).

D'après le rapport du Comité consultatif sur l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale (2017)<sup>5</sup>, le Canada représentait en 2015 4 % des publications mondiales dans le domaine de l'IA. L'IA était ainsi en 9<sup>ème</sup> position des disciplines derrière la médecine personnalisée qui concentre le plus grand nombre de publications canadiennes (près de 7 % des publications mondiales).

### 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'écosystème canadien de l'IA se structure autour de centres de recherche (*ex.* ICRA, IVADO, MILA, Institut Vecteur), d'incubateurs et accélérateurs (*ex.* MaRS Discovery District), et de jeunes *startups* et entreprises technologiques réputés pour leurs performances. Les technologies de l'IA sont intégrées dans diverses productions industrielles et l'IA joue indirectement un rôle sur la compétitivité de l'économie canadienne.

L'écosystème des *startups*, comme les principaux pôles de recherche en IA, se concentrent à Montréal, dans le corridor technologique Toronto-Waterloo et à Edmonton. Le Canada compte 550 *startups* spécialisées dans un domaine de l'IA dont 245 à Toronto-Kitchener-Waterloo, 90 à Montréal et une dizaine à Edmonton<sup>6</sup>. Parmi les *startups* les plus dynamiques figurent notamment :

- À Montréal : Element AI (solutions novatrices pour le compte de grandes entreprises) ; Automat (messagerie et robotique) ; Nuance (processus du langage naturel) ; Fluent.ai (reconnaissance vocale) ;
- À Toronto-Waterloo : Integrate.ai (amélioration de l'offre des entreprises) ; Crowdcare (collecte et analyse de données d'appareils mobiles en appui aux clients) ; Cyclica (bilan de l'efficacité de nouveaux médicaments) ; Beagle (analyse automatisée de contrats commerciaux).

<sup>5</sup> Examen du soutien fédéral aux sciences, « Investir dans l'avenir du Canada : consolider les bases de la recherche au pays », 2017.

<sup>6</sup> Données communiquées en juin 2017 par Jean-François Gagné, co-fondateur et PDG de Element AI.

**ELEMENT AI**

Depuis sa création en 2016 par Jean-François Gagné et Yoshua Bengio, la startup montréalaise Element AI a rencontré un vif succès.

Element AI est spécialisée dans le développement de solutions novatrices en IA pour le compte de grandes entreprises qui ne possèdent pas d'expertise dans ce domaine. La startup ambitionne de connecter des entrepreneurs et des chercheurs pour développer des technologies et les intégrer au fonctionnement de leur organisation. Element AI met au point des applications dans les domaines de la cybersécurité, de la technologie de pointe, de la fabrication industrielle, de la logistique, des transports et de la robotique.

En juin 2017, Element AI a obtenu un financement record de 137,5 MCAD, ce qui représente l'une des plus importantes levées de fonds au monde dans le domaine de l'IA. Cet investissement record fait de l'entreprise un des nouveaux chefs de file en matière d'IA au Canada.

**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 ?**

Plusieurs universités canadiennes proposent des enseignements et des cursus qui s'appuient sur les développements les plus récents de l'IA et du *deep learning* (ex. informatique et recherche opérationnelle), notamment :

- dans la Province du Québec : l'Université de Montréal, l'Université McGill, Polytechnique Montréal, HEC Montréal, l'École de technologie supérieure (Montréal), l'Université Laval (Québec) ;
- dans la Province de l'Ontario : l'Université de Toronto et la Rotman School of Management, la Faculté d'ingénierie de l'Université de Waterloo, l'Université de Guelph.

L'IVADO et le MILA proposent en outre des programmes de formation sur les techniques de l'IA adressés aux étudiants mais aussi à des professionnels.

Dans l'accord de coopération Québec-Ontario en matière d'IA (septembre 2017), les deux provinces ont inscrit comme priorité de soutenir le développement de programmes de formation qui « reflètent l'évolution de l'écosystème de l'IA » et d'étudier les besoins de main d'œuvre dans les universités et les entreprises « afin de soutenir la croissance en IA et la manière dont l'immigration et la mobilité peuvent répondre à ces besoins ».

**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 IA au Canada est soutenue par le biais de différents canaux :

- l'enveloppe fédérale de 125 MCAD dédiée au lancement d'une stratégie pancanadienne en matière d'IA, axée sur le soutien de la recherche dans les principaux hubs de l'IA au Canada (Montréal, Toronto, Edmonton) ;
- le Fonds en recherche d'excellence Apogée Canada (fédéral) qui a permis d'octroyer 900 MCAD à 13 institutions postsecondaires canadiennes en 2016, dont 213,2 MCAD à l'Université de Montréal, HEC Montréal, Polytechnique Montréal et l'Université McGill, et 93,5 MCAD à l'IVADO ;

- les budgets provinciaux du Québec et de l'Ontario qui, en appui de la stratégie pancanadienne, viennent soutenir la recherche et l'innovation en IA (100 MCAD pour la création d'une grappe en IA au Québec et 50 MCAD injectés dans l'Institut Vecteur en Ontario).

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) ?

Dans un rapport récent, le Conseil consultatif en matière de croissance économique<sup>7</sup> fait état de plusieurs obstacles à la commercialisation de la recherche sur l'IA parmi lesquels, notamment, le manque de coordination entre les établissements de recherche.

La proximité géographique de grands groupes, *startups*, accélérateurs et incubateurs, et de centres de pôles de recherche spécialisés en IA, dans les régions métropolitaines de Toronto et Montréal, installe d'une part les conditions favorables aux transferts de technologie entre le monde de la recherche académique et les entreprises.

L'effort de transfert devrait aussi être soutenu par l'ISI lancée en mai 2017 par le ministère fédéral de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique. L'ISI devrait contribuer à l'élargissement des débouchés commerciaux et inciter à une plus grande collaboration entre les secteurs public et privé et le milieu universitaire. Pour cela, elle organise les provinces et territoires canadiens autour d'axes pluridisciplinaires stratégiques désignés pour chaque grand *cluster*. Chaque axe se veut cohérent avec l'emplacement des principaux laboratoires et *startups* impliqués dans chaque discipline. Parmi les 9 *clusters* présélectionnés en octobre dernier, le *cluster* dédié aux « chaînes d'approvisionnement axées sur l'intelligence artificielle » devrait être implanté à Montréal et être centré sur les provinces du Québec et de l'Ontario.

L'Institut Vecteur (placé au sein de *MaRS Discovery District*), le MILA, l'IVADO et l'AMII facilitent la collaboration entre universités, incubateurs/accélérateurs et entreprises afin de faire progresser la recherche en IA, et constituent des ponts de transfert technologique pour les entreprises désireuses d'adopter de nouvelles technologies en IA au Canada. Parmi les exemples récents de partenariats de R&D stratégiques, l'IVADO et le transporteur interurbain par autocars Keolis (Québec) ont signé un accord de collaboration lors de l'édition 2017 du Congrès mondial des systèmes de transports intelligents (STI) à Montréal. Ce partenariat a pour objectif de soutenir le développement de solutions de mobilité innovantes grâce à l'utilisation des mégadonnées (*Big Data*).

L'incubateur d'entreprises spécialisées dans l'IA, Next AI, 3<sup>ème</sup> programme de NEXT Canada, a été par ailleurs lancé en début d'année 2017 à Toronto. Première initiative de rassemblement des *startups* du domaine de l'IA au Canada, le jeune incubateur devrait lui aussi permettre de soutenir les entreprises émergentes en IA en leur donnant accès à des financements, du mentorat et un réseau.

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) ?

Plusieurs dispositifs de soutien fédéral au développement des entreprises innovantes existent au Canada, mais ne ciblent pas spécifiquement les entreprises spécialisées dans l'IA. La capacité à lever des fonds demeure une problématique pour l'ensemble des entreprises canadiennes porteuses d'un projet d'innovation. L'échelon fédéral se positionne comme un facilitateur de l'innovation, à travers des mécanismes de financement indirect et direct, compte tenu de l'autonomie relative des provinces dans la conduite des politiques de développement économique.

1°/ Le programme des crédits Recherche scientifique et développement expérimental (RS&DE), administré par l'Agence du revenu du Canada (ARC), compte parmi les mesures de soutien indirect aux activités de R&D en

<sup>7</sup> Conseil consultatif en matière de croissance économique, « Libérer l'innovation pour stimuler la mise à l'échelle et la croissance », février 2017.

entreprise. Le programme de RS&DE adresse principalement un soutien par le biais de crédits remboursables versés aux petites entreprises. Le taux applicable aux sociétés privées sous contrôle canadien (SPCC) est majoré à 35 % des dépenses admissibles pour un seuil maximal de 3 MCAD investis (20 % au-delà de ce montant). Le taux de subvention ordinaire appliqué aux grandes entreprises est de 15 %. Les dépenses courantes de R&D (ex. coûts de la main d'œuvre, matériaux, frais généraux, contrats de RS&DE) et des dépenses de capital (hors immeubles) peuvent être déduites du revenu imposable. Ce mécanisme fédéral compte parmi les plus incitatifs en Amérique du Nord en matière de recherche. Il est une mesure phare du programme de soutien à l'innovation au Canada, puisqu'il représente 3,1 MdCAD en 2014 sur les 5 MdCAD annuels dédiés, tous mécanismes confondus, aux entreprises par le fédéral (hors mécanismes de prêts).

Le programme RS&DE est appuyé par divers compléments provinciaux (environ 1,5 MdCAD). L'Ontario met par exemple à disposition des entreprises des programmes d'encouragements fiscaux tels que le crédit d'impôt à l'innovation (CIIO), le crédit d'impôt pour les entreprises parrainant les instituts de recherche (CIOEPIR), le crédit d'impôt pour la recherche et le développement (CIORD) et les débits et crédits d'impôt transitoires. Au Québec, les entreprises ont entre autres accès au crédit d'impôt remboursable pour le développement des affaires électroniques (CDAE) et au crédit d'impôt remboursable en technologie de l'information. Cette dernière mesure concerne des sociétés qui exercent leurs activités dans le domaine de la conception de systèmes informatiques ou l'édition de logiciels. Le Québec propose par ailleurs un congé fiscal pour les chercheurs étrangers, afin de faciliter le recrutement à l'étranger de chercheurs contributeurs à des projets d'innovation dans des entreprises privées de la province.

2°/ Le fédéral intervient également par le biais de programmes d'assistance directe prenant la forme de subventions, de prêts bonifiés, de prestations de services et de marchés publics, et accompagnés par des initiatives à l'échelle provinciale. Les trois organismes subventionnaires fédéraux (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, Conseil de recherches en sciences humaines, Institut de recherche en santé) ont un rôle essentiel puisqu'ils sont les premiers bailleurs de fonds externes des programmes de recherche universitaire et des bourses d'études post-licence et postdoctorales. Ces conseils interviennent notamment dans les programmes des Réseaux de centres d'excellence – RCE – et des Centres d'Excellence en Commercialisation et en Recherche – CECR – (environ 20 sur le territoire, dont *MaRS* à Toronto) qui, depuis 2007, apportent une réponse plus concrète aux besoins de commercialisation des entreprises. Le fédéral subventionne d'autre part l'innovation par le biais de fondations spécialisées telles que la Fondation Canadienne pour l'Innovation (FCI). D'autres initiatives telles que le Programme des chaires de recherche du Canada (117,6 MCAD au titre du programme Canada 150), le Programme des coûts indirects, les Chaires d'excellence en recherche du Canada (CERC) et les programmes Mitacs (221 MCAD sur cinq ans dès 2017-2018) complètent le soutien de l'innovation en amont.

En cohérence avec la nouvelle orientation donnée à sa politique de l'innovation ces dix dernières années, le gouvernement fédéral cherche néanmoins à accélérer le passage à l'échelle commerciale, s'éloignant du prisme traditionnel des S&T centré sur la recherche universitaire. Premier système d'aides directes, le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), administré par le CNRC et doté d'une enveloppe annuelle de près de 270 MCAD dans le budget 2017-2018<sup>8</sup>, appuie l'adoption de nouvelles technologies et d'autres activités non couvertes par les crédits RS&DE dans les PME. Néanmoins, ces programmes ont dans l'ensemble un impact limité puisqu'ils s'adressent pour l'essentiel aux petites entreprises et demeurent fragmentés. Le Canada continue d'afficher une forte dépendance aux incitations fiscales pour encourager la R&D en entreprise.

Le gouvernement fédéral consacre enfin, par l'intermédiaire de la Banque de développement du Canada (BDC), des fonds de capital-risque (400 MCAD sur trois ans dès 2017-2018) afin d'augmenter le potentiel de croissance de grandes entreprises en démarrage et d'inciter à la mobilisation du secteur privé.

---

<sup>8</sup> CNRC, « La science et l'innovation à l'œuvre pour le Canada. Rapport annuel 2015-2016 », 2016.



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 Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC)<sup>9</sup> a réalisé en 2015 une étude qualitative auprès des milieux industriel et académique au Canada prenant appui sur l'IA. Le CTIC fait état de plusieurs lacunes dans le domaine de l'IA au Canada : un nombre insuffisant de diplômés de l'enseignement supérieur ; une demande insuffisante de l'industrie en matière d'expertise en IA ; de faibles financements de R&D en IA ; un impact économique de l'IA qui reste difficile à évaluer ; une adoption insuffisante de nouvelles technologies en IA. Les secteurs économiques concernés par les développements de l'IA seraient ainsi peu préparés aux bouleversements qu'induiront ces nouvelles technologies. Pour pallier cette situation, le Canada doit d'après le CTIC établir une stratégie afin de suivre le rythme des transformations économiques liées à l'IA. Cette stratégie intégrerait un financement consacré à la R&D, l'encouragement de cursus universitaires spécialisés, le classement des sciences comme priorité nationale, une politique d'immigration moins restrictive pour les étudiants qualifiés en IA, ainsi que le soutien aux industries prioritaires.

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) ?

L'accord de coopération Québec-Ontario en matière d'IA conclu en septembre 2017 prévoit d'engager des discussions avec les dirigeants d'entreprises de technologie quant aux questions éthiques et aux effets sociaux associés à l'IA, et aux possibilités d'y répondre par le biais de la réglementation. Cette coopération devrait également permettre d'évaluer les risques associés à la collecte et à l'analyse des renseignements personnels qu'implique certaines techniques de l'IA comme l'apprentissage automatique (*machine learning*). Cet accord prévoit de formuler des recommandations afin de mieux protéger la sécurité et la confidentialité des renseignements personnels dans l'utilisation des technologies associées à l'IA.

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 Canada dans des projets de plus grande envergure en IA est entière, que ce soit au travers de la coopération internationale en matière de recherche ou de l'ancrage de centres de recherche canadiens dans des réseaux internationaux d'échange. Compute Canada (Calcul Canada) offre par exemple une infrastructure de calcul informatique de pointe à des fins de recherche aux échelles nationale et internationale, notamment dans les techniques de l'IA.

La recherche sur les techniques d'IA dans le domaine de la santé a par ailleurs créé des opportunités de coopération entre la France et le Canada. Dans les années 1990, une équipe de chercheurs franco-québécois affiliés au Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie (LIO) et au Laboratoire de biomécanique (LBM) de l'École nationale supérieure d'arts et métiers, en lien avec le groupe français EOS Imaging (anciennement Biospace Med), ont créé un nouveau système de radiographie numérique biplan à faible dose de radiation baptisé « EOS ». La technologie EOS qui permet d'obtenir une reconstruction 3D du système ostéoarticulaire, a été depuis installée dans des hôpitaux en France et au Canada et s'est exportée aux États-Unis (New Jersey).

---

<sup>9</sup> CTIC, « L'intelligence artificielle au Canada : où en sommes-nous ? », avril 2015.

Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

La stratégie adoptée par le Canada vise à organiser autour des principaux centres de recherche en IA (ex. Institut Vecteur, MILA) un environnement économique large qui intègre des *startups*, des PME et des grandes entreprises technologiques (ex. Facebook, Google). Cette stratégie repose sur la mise à disposition par les grandes villes canadiennes (principalement Montréal et Toronto) d'importantes surfaces destinées à accueillir des *startups*, des PME et de grandes entreprises actives dans ce domaine.

Dans ses mesures de soutien à l'innovation, le gouvernement fédéral du Canada procède selon une démarche axée sur quelques technologies transverses. L'ISI, lancée en mai 2017 par le ministère fédéral de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique, cible des secteurs à forte croissance dont certains prennent appui sur les techniques de l'IA : la fabrication de pointe ; l'agroalimentaire ; les technologies propres ; l'industrie du numérique ; la santé et les biosciences ; les ressources propres ; l'infrastructure et les transports. Le supercluster dédié aux « chaînes d'approvisionnement axées sur l'intelligence artificielle » figure parmi les projets pré-sélectionnés en octobre 2017. Bien que ce consortium d'entreprises aura son siège social à Montréal et sera centré sur le Québec et l'Ontario, il pourrait cependant avoir un impact à l'échelle fédérale.

Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

L'un des principaux défis pour le Canada est de maintenir sa position de tête dans le domaine de l'IA et, par conséquent, d'attirer et de retenir les chercheurs et les entrepreneurs sur son territoire, et de faire croître les *startups* susceptibles de s'y implanter.

Le Canada est à la recherche d'une meilleure stratégie pour conserver plus de chercheurs qu'il n'a été capable de le faire dans les années 1990 au moment des avancées sur l'IA et le *deep learning*. Malgré les atouts dont disposait le pays, plusieurs des chercheurs pionniers ont poursuivi leurs travaux de recherche aux États-Unis ou ont été recrutés par des géants mondiaux de la technologie (ex. Google, Facebook, Apple). Le chercheur Geoffrey Hinton, toujours Professeur au Département d'informatique de l'Université de Toronto, est aussi membre de l'équipe Google Brain (Google). Yann LeCun est quant à lui Directeur du laboratoire de recherche en intelligence artificielle de Facebook. Yoshua Bengio travaille en tant que consultant pour IBM et a cofondé la société Element AI, mais reste toutefois indépendant en tant que directeur du MILA. Ruslan Salakhutdinov, ancien doctorant auprès de Geoffrey Hinton, dirige la division de l'IA d'Apple et est Professeur à la Carnegie Mellon School of Computer Science (Pittsburgh).

La fuite des cerveaux dans le domaine de l'IA et plus largement des sciences, est un enjeu abordé de façon récurrente au Canada depuis une vingtaine d'années : le Canada perdrait ses meilleurs éléments au profit des États-Unis, notamment ses chercheurs et ses jeunes diplômés issus de l'enseignement supérieur. Les économistes Brahim Boudarbat et Marie Connolly, associés au Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO), y ont consacré une étude en 2013<sup>10</sup>. Ils montrent que ce phénomène est relativement marginal puisqu'il ne concerne que 2 % des diplômés depuis 1995. Néanmoins, il s'amplifie selon le niveau et le domaine d'études, en particulier pour les titulaires d'un doctorat de mathématiques, d'informatique et de sciences de l'information. L'expatriation des chercheurs et jeunes diplômés de l'enseignement supérieur serait attribuable aux rares occasions d'emploi à l'échelle locale au Canada pour des niveaux de spécialisation élevés.

<sup>10</sup> CIRANO (B. Boudarbat, M. Connolly), « Exode des cerveaux : Pourquoi certains diplômés d'études postsecondaires choisissent-ils de travailler aux États-Unis ? », août 2013.

L'étude montre pour autant que la mobilité des diplômés canadiens est dans l'ensemble temporaire et que le Canada tire profit de cette situation.

Des efforts sont actuellement déployés par le gouvernement fédéral pour inverser cette tendance. La stratégie pancanadienne en matière d'IA adresse principalement cet enjeu par la création de centres de formation et de recherche d'excellence intégrés à la chaîne de valeur économique locale. Sous l'impulsion des gouvernements fédéral et de l'Ontario, l'Institut Vecteur a été inauguré en mars 2017 et implanté sur le District de la découverte *MaRS* à Toronto. Parmi ses objectifs, l'Institut doit permettre de former des diplômés canadiens et internationaux aux stades de la maîtrise et du doctorat, et de les inciter à poursuivre leurs recherches au Canada. Geoffrey Hinton compte parmi ses scientifiques fondateurs et y occupe le poste de conseiller scientifique principal. La plupart de ses membres sont affiliés à l'Université de Toronto. La Province de l'Ontario a injecté 50 MCAD dans l'Institut Vecteur, qui bénéficiera aussi de l'appui du gouvernement fédéral et d'un financement complémentaire du secteur privé de 80 MCAD sur 10 ans (30 entreprises dont Google Brain). L'Institut Vecteur travaillera en lien étroit avec des équipes de recherche d'universités en Alberta et au Québec. Il collaborera en outre avec des partenaires industriels issus des secteurs de la santé, de la banque, de la comptabilité, de l'assurance, de la vente, des télécommunications, de l'industrie manufacturière, des technologies, du transport, de l'exploitation minière, de la construction et de la logistique pour commercialiser l'IA dans tous les domaines de l'industrie. D'autres centres de recherche en intelligence artificielle devraient jouer un rôle tout aussi important dans l'attraction de talents au Canada, en particulier le MILA et l'IVADO. L'AMII, placé au sein de l'Université de l'Alberta à Edmonton et dirigé par Osmar Zaiane, suit lui aussi un modèle relativement semblable.

La réputation du Canada en matière d'IA semble d'autre part confortée par l'installation récente de géants mondiaux de la technologie dans ses principaux hubs (Montréal et Toronto). Le Canada a bénéficié de plusieurs investissements récents d'entreprises de technologie américaines à Montréal et Toronto, ce qui renforce sa visibilité sur le plan international : Google<sup>11</sup>, Microsoft<sup>12</sup>, Samsung<sup>13</sup>, Facebook<sup>14</sup> et Uber<sup>15</sup>. Deepmind dont Google a fait l'acquisition en 2014 (groupe Alphabet) s'est également implantée au Canada au travers de deux nouveaux laboratoires de recherche à Edmonton et Montréal. L'unité créée à Edmonton devrait travailler en lien étroit avec l'Université de l'Alberta et, notamment, avec les chercheurs Richard Sutton, Michael Bowling et Patrick Pilarski.

#### LE FACEBOOK ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH A MONTREAL

Facebook a annoncé en septembre 2017 l'ouverture d'un nouveau laboratoire de recherche en IA et un investissement de plus de 7 MUSD à Montréal. Le Facebook Artificial Intelligence Research (FAIR) travaillera en partenariat avec l'ICRA, le MILA, l'Université McGill et l'Université de Montréal. Les recherches du FAIR pourraient permettre d'améliorer l'efficacité des assistants virtuels à partir des systèmes de dialogue en ligne. L'équipe, dirigée par Joëlle Pineau (Université McGill, co-directrice du Reasoning and Learning Lab), comprend une dizaine de chercheurs mais devrait employer une trentaine de personnes à l'horizon 2018. Montréal devient ainsi en 2017 la 4<sup>ème</sup> ville à accueillir un laboratoire du FAIR après New York, Paris et Menlo Park (Californie).

Une étude de la *Canadian Venture Capital and Private Equity Association*<sup>16</sup> montre qu'en 2016, l'investissement en capital-risque au Canada a poursuivi sa croissance pour la 7<sup>ème</sup> année consécutive. L'investissement s'est en effet élevé à 3,2 MdCAD pour un ensemble de 530 transactions, soit une progression annuelle de 41 % en dollars investis et un sommet atteint depuis l'année 2001. Onze transactions (chacune supérieure à un montant de 50 MCAD) ont en particulier contribué à ces niveaux exceptionnels d'investissements (montant total de 1 MdCAD),

<sup>11</sup> En novembre 2016, Google a annoncé un investissement de 4,5 MCAD dans la recherche sur l'IA à Montréal. Cette enveloppe financera sur trois ans les travaux de huit chercheurs associés au MILA : Yoshua Bengio ; Pascal Vincent ; Aaron Courville ; Simon Lacoste-Julien ; Laurent Charlin ; Christopher Pal ; Doina Precup ; Joëlle Pineau. Google a également annoncé la création d'un laboratoire de recherche montréalais sur le *deep learning* dirigé par Hugo Larochelle et qui travaillera en lien étroit avec les établissements universitaires de la ville. En outre, Sidewalks Labs, filiale d'Alphabet (société mère de Google) devrait transformer le quartier Quayside à Toronto en une ville pilote tournée vers les nouvelles technologies (« smart city »).

<sup>12</sup> En 2017, Microsoft a annoncé l'acquisition de la startup Maluuba, spécialisée dans le langage machine, et le versement sur une période de cinq ans de subventions pour la recherche en IA à l'Université de Montréal (6 MCAD) et l'Université McGill (1 MCAD).

<sup>13</sup> Samsung a confirmé en septembre 2017 l'ouverture d'un laboratoire d'IA à Montréal, en partenariat avec le Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal.

<sup>14</sup> Depuis septembre 2017, Facebook travaille sur de nouveaux algorithmes en IA dans son nouveau laboratoire de recherche montréalais, le premier de l'entreprise au Canada. Ses recherches pourraient permettre d'améliorer l'efficacité des assistants virtuels.

<sup>15</sup> En mai 2017, Uber a recruté Raquel Urtasun, professeure à l'Université de Toronto, pour diriger à Toronto un nouveau laboratoire d'IA axé sur la technologie des véhicules autonomes.

<sup>16</sup> Association canadienne du capital de risque et d'investissement, *Aperçu du marché canadien du capital de risque en 2016*, février 2017.

dont six en TIC (656 M CAD). L'investissement s'est de manière générale dirigé vers le secteur des TIC pour 2 M CAD, soit un total de 330 transactions. La tendance en investissement en capital-risque est soutenue en Ontario et au Québec et ces deux provinces continuent de concentrer le gros de l'activité avec respectivement +55 % et +47 % sur la période 2015-2016. En matière de *private equity*, la situation est quelque peu différente : la domination du pétrole et du gaz sur ce marché a entraîné une baisse globale de 40 % entre 2015 et 2016 (soit 13,7 M CAD), mais le nombre de transactions est à la hausse (de 424 à 536 transactions). Le secteur des TIC représente néanmoins le 2<sup>ème</sup> secteur d'activité sur ce marché (2,5 M CAD) et a crû de 352 %, tandis que le secteur des technologies propres, au 3<sup>ème</sup> rang, a connu une progression de 200 % (2 M CAD). À nouveau, l'Ontario et le Québec concentrent la plupart de ces activités (respectivement plus de 5 M CAD pour 85 transactions et 3,8 M CAD pour 344 transactions), aux côtés de l'Alberta (3,3 M CAD et 50 transactions). Huit des dix investisseurs les plus importants étaient situés au Québec.

Une autre étude préparée par PwC et CB insights<sup>17</sup>, révèle que le secteur de l'IA au Canada aurait reçu 191 M USD en financements en 2017 (soit 22 transactions), à la fin du mois d'octobre. L'investissement sous forme de capital-risque dans des entreprises canadiennes aurait atteint son plus haut niveau des deux dernières années au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre de 2017. Ces chiffres demeurent néanmoins partiels.

Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'intelligence artificielle ?

Un « Plan pour l'innovation et les compétences du Canada » a été intégré au budget du gouvernement fédéral pour l'exercice 2017-2018. Ce plan encourage la création d'emplois dans six secteurs prioritaires de l'innovation qui s'appuient notamment sur les techniques de l'IA : la fabrication de pointe ; l'agroalimentaire ; les technologies propres ; les industries numériques ; les sciences biologiques et de la santé ; les ressources propres.

Plusieurs études ont été consacrées aux effets de l'automatisation des emplois au Canada dont celles du Brookfield Institute en 2017<sup>18</sup>. Cette étude fait ressortir que le potentiel d'automatisation des emplois dans les secteurs d'activités au Canada varie fortement, allant de 30 % de l'activité pour les services éducatifs jusqu'à 69 % dans l'hébergement et la restauration. Dans l'ensemble, 46 % des activités sont susceptibles d'être automatisées, ce qui représente un potentiel de 7,7 millions d'emplois au Canada. Les secteurs d'activités les plus concernés par l'automatisation des emplois sont : l'hébergement et les services de restauration ; le transport et l'entreposage ; la fabrication ; les mines, carrières, l'extraction de pétrole et de gaz ; l'agriculture et la pêche.

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? (*s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question*)

Dans un discours prononcé en juillet 2017, le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique, Navdeep Bains, a rappelé que l'objectif du gouvernement fédéral était d'« encourager la libre circulation des données en vue de stimuler l'innovation ». D'après l'Open Data Index du World Wide Web (2012), le Canada est au 8<sup>ème</sup> rang mondial en matière d'adoption de données ouvertes, derrière les États-Unis (1<sup>er</sup> rang),

<sup>17</sup> PwC, Rapport MoneyTree, chiffres arrêtés à fin octobre 2017.

<sup>18</sup> Brookfield Institute, « Automation across the nation : understanding the potential impacts of technological trends across Canada », June 2017. Accessible au lien : <http://brookfieldinstitute.ca/wp-content/uploads/2017/06/Automation-Across-the-Nation-ONLINE.pdf>.

le Mexique, Singapour, le Royaume-Uni, la Nouvelle-Zélande, l'Irlande et l'Australie. S'il veut être un chef de file de l'IA, le Canada doit par conséquent faciliter la libre circulation des données.

#### 1. Données des administrations publiques au Canada

En juin 2013, le Premier ministre canadien, Stephen Harper, a officiellement adopté la Charte du G8 pour l'ouverture des données publiques. Depuis 2012, le Canada est par ailleurs signataire du Partenariat pour un gouvernement transparent (PGT). Un plan d'action a été élaboré par le gouvernement fédéral pour la période 2014-2016 et reprend notamment les engagements du Canada pour l'ouverture des données publiques. Un portail est en outre consacré depuis 2013 à l'accès aux données ouvertes du gouvernement fédéral. Au-delà du fédéral, neuf provinces et territoires ont adopté des licences de données ouvertes. Une nouvelle Charte internationale sur les données ouvertes a été élaborée en 2015.

#### 2. Données des particuliers collectées à des fins commerciales

S'agissant des particuliers, le Canada facilite la circulation des données à des fins commerciales tout en assurant la protection des données personnelles dans le secteur privé, grâce à un cadre législatif et réglementaire rigoureux : Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques (fédéral) – LPRPDE – ; Personal Information Protection Act (Alberta) ; Personal Information Protection Act (Colombie-Britannique) ; Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé (Québec)<sup>19</sup>. Ces lois relativement similaires régissent la collecte, l'utilisation, la communication et la gestion de renseignements personnels dans le cadre d'une activité commerciale exercée au Canada. Ces données peuvent éventuellement être diffusées à l'échelle internationale (LPRPDE). La LPRPDE concilie le droit d'un individu à la protection des données personnelles et la nécessité qu'ont les organisations de recueillir et d'utiliser ces renseignements à des fins commerciales légitimes.

### Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

De premières applications technologiques en matière d'IA ont été mises en place au sein des administrations publiques du Canada par l'intermédiaire du programme d'approvisionnement stratégique « Programme d'innovation Construire au Canada » (PICC). L'approvisionnement stratégique au Canada désigne l'ensemble des politiques guidées par la demande, créées par le gouvernement fédéral dans l'objectif de stimuler l'innovation par l'intermédiaire de marchés conclus avec des PME. Au moyen d'un processus concurrentiel, ce programme de pression de l'offre permet au gouvernement d'acheter des biens et services novateurs non commercialisés (ex. véhicules automobiles, énergies renouvelables, défense), pour les mettre à l'essai dans ses ministères et auprès d'autres partenaires. Le PICC, devenu permanent en 2012, est doté d'une enveloppe annuelle pour 2017-2018 de 40 MCAD. Depuis le lancement du programme, 240 contrats (soit 100 MCAD) ont été attribués, principalement à des PME.

L'innovation BitFence a été par exemple présélectionnée dans le cadre du 6<sup>ème</sup> appel à proposition du PICC. La PME BitFence inc. (Ottawa) a conçu un logiciel de gestion de données classifiées à partir des techniques de l'IA. Cette technologie surveille, à partir d'une « empreinte utilisateur » unique, la sécurité des données secrètes, contrôle les accès des utilisateurs et détecte les accès non autorisés. BitFence peut ainsi être un outil utile aux structures visées par des menaces de cybersécurité. Il peut également être un moyen pour ces entités de mieux contrôler l'accès à des données sensibles.

L'accord de coopération Québec-Ontario en matière d'IA, renouvelé en septembre 2017, prévoit que les deux provinces examinent la manière dont les services publics du Canada pourront profiter des applications technologiques pour accroître la performance de l'État et améliorer les services aux citoyens et aux entreprises. Cette réflexion conjointe devrait en partie porter sur des applications dans les secteurs de la santé, du transport, de l'énergie et des changements climatiques.

<sup>19</sup> Ces lois ne s'appliquent pas dans les contextes suivants : institutions fédérales auxquelles s'applique la *Loi sur la protection des renseignements personnels* ; renseignements personnels recueillis, utilisés ou communiqués à des fins personnelles ou domestiques ; renseignements personnels recueillis uniquement à des fins journalistiques, artistiques ou littéraires ; certaines données des employés d'une organisation (nom, titre, adresse, numéro de téléphone).

## Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

L'IA dans le secteur de la santé est un marché en plein essor au Canada, porté par des géants des nouvelles technologies mais aussi par de jeunes entreprises. La recherche au Canada encourage notamment des développements en matière de lutte contre les maladies graves et chroniques, de dépistage précoce et de prévention, de gestion des effets du vieillissement démographique et de réduction du temps d'attente dans les hôpitaux.

1. La recherche de pointe en intelligence artificielle dans le domaine de la santé s'appuie sur plusieurs unités de recherche spécialisées, notamment situées à Montréal.
  - École de technologie supérieure (ÉTS)
    - Le Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie (LIO) dirigé par le professeur Jacques de Guise, a mis au point un système de radiographie biplan grâce à l'IA qui facilite le diagnostic par imagerie médicale (détermination plus rapide d'un diagnostic, probabilité d'erreur réduite, diminution de la dose de rayons X et des coûts de traitements pour le patient). Cette technologie répond à un besoin déjà identifié par l'industrie de la santé. D'autres projets, en cours de développement, pourraient permettre de concevoir des outils de suivi automatique des tumeurs du foie, des reins et des poumons afin d'optimiser le traitement du cancer par radiothérapie. Le laboratoire LIO est affilié à l'École de technologie supérieure (ÉTS) et au Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM). Il entretient des liens étroits avec les milieux industriels et universitaires, tant au niveau national qu'international ;
    - Le Laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle (LIVIA) – Professeur Christian Desrosiers – a mis au point des outils médicaux qui contribuent à l'amélioration des traitements de maladies cardiovasculaires et du cerveau par les avancées technologiques en imagerie médicale. À partir des données d'images de différentes régions du cerveau ayant des rôles particuliers, le LIVIA conçoit des algorithmes qui les analysent de façon indépendante et automatique. Les résultats de cette recherche pourraient mener à la conception de biomarqueurs plus performants, qui permettront aux cliniciens et aux professionnels de l'industrie de poser un meilleur diagnostic ;
    - Le Laboratoire d'ingénierie cognitive et sémantique (LiNCS) – Professeurs Patrick Cardinal et Éric Granger – s'appuie également sur les progrès récents en IA pour développer des systèmes de détection automatique des états émotionnels d'un patient. L'algorithme développé par les chercheurs pourrait être utilisé dans le traitement des maladies telles que la dépression et la dysarthrie, en développant par exemple des applications mobiles ou des robots médicaux pour aider les professionnels à prendre des décisions dans des délais rapides.
  - Université de Montréal
    - La Chaire de recherche sur les nouvelles pratiques de soins infirmiers (CRSI) développe des outils de soutien destinés aux personnes souffrant d'une maladie chronique (cancer, diabète, VIH, insuffisance rénale, etc.) dont les besoins sont complexes et nécessitent un suivi personnalisé. Les travaux de la Chaire ont permis la mise au point du concept novateur TAVIE (Traitement, Assistance Virtuelle Infirmière et Enseignement), adapté à chaque type de maladie. Il s'agit d'interventions virtuelles et personnalisées d'infirmières auprès des patients, afin de les engager dans un processus de ré-apprentissage (prise de médicaments, activité physique, etc.). Ces interventions sont accessibles en temps réel à partir d'une application web.
  - Polytechnique Montréal
    - La Chaire de recherche du Canada en analytique et logistique des soins de santé rattachée à Polytechnique Montréal, développe des outils d'aide à la prise de décision selon les besoins spécifiques des patients (soins à domicile, logistique hospitalière etc.). La Chaire collabore avec AlayaCare autour de la conception d'un outil de suivi en temps réel des patients à distance afin

de mieux prédire la détérioration de leur état de santé, et de minimiser les risques de réhospitalisation.

2. Plusieurs startups implantées à Montréal travaillent par ailleurs au développement d'applications pratiques.

La PME montréalaise Imagia associe les avancées en *deep learning*, IA et radiomique, afin de détecter des tumeurs cancéreuses à un stade précoce et de proposer aux patients un traitement personnalisé adapté. La PME travaille notamment avec le MILA. En collaboration avec deux sociétés canadiennes, Satis (Vancouver) et Cadens (Montréal), Imagia a récemment développé un logiciel permettant la classification des polypes dans la lutte contre le cancer du côlon (projet « ai4gi »).

AlayaCare a développé un logiciel destiné aux agences de soins de santé à domicile, à partir des récentes avancées en apprentissage machine. Il s'agit d'un système d'alerte intelligent qui favorise une meilleure affectation du personnel infirmier et qui permet de savoir si un patient à domicile nécessite une intervention. L'objectif de cette application est de réduire le taux de réadmission à l'hôpital.

Le groupe de santé Tactio développe des solutions de télésurveillance des patients à partir des technologies mobiles. En utilisant la plateforme TactioRPM, les professionnels de santé sont en mesure d'offrir des services de suivi continu auprès de patients présentant des conditions de santé particulières. Ce système de télésurveillance est déjà utilisé dans plusieurs pays par des groupes hospitaliers comme Carolinas Healthcare System, des fournisseurs de services de santé comme AXA Assistance, des assureurs comme la Mutuelle générale de l'Éducation nationale (MGEN) et des laboratoires de recherche clinique comme le National Institutes of Health (NIH).

CARTaGENE est une plateforme publique regroupant des données et des échantillons biologiques représentatifs de la diversité génomique des Québécois. Chapeauté par le Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine, elle a été développée dans le but de soutenir les efforts de recherche et de faciliter l'émergence de nouveaux projets dans le domaine de la santé. Les recherches de pointe pourraient mener à une identification plus rapide des patients susceptibles de répondre favorablement à un traitement donné (médecine personnalisée) ou permettre de mieux prédire les facteurs qui influencent leur santé (santé personnalisée). Cette initiative a donné lieu à des collaborations au Canada, aux États-Unis, en Suisse et au Royaume-Uni, tant avec les universités qu'avec les entreprises.

3. Toronto présente également des applications pratiques dans le secteur de la santé à partir des techniques de l'IA et du *deep learning*.
  - L'entreprise WinterLight Labs, hébergée au JLABS de Toronto, a créé des technologies afin d'analyser le discours et le langage et de détecter d'éventuelles déficiences cognitives et des maladies mentales. WinterLight Labs permet d'évaluer l'état cognitif et le niveau linguistique de l'interlocuteur, y compris la diversité lexicale, la complexité syntaxique, le contenu sémantique et l'acoustique ;
  - Cyclica exploite la biophysique, la chémoinformatique et l'IA pour apporter un appui aux entreprises pharmaceutiques dans l'analyse de l'efficacité et de l'innocuité de nouveaux médicaments ;
  - Deep Genomics prend appui sur la technique du *deep learning* pour aider les généticiens, les biologistes moléculaires et les chimistes à développer de nouvelles thérapies. Cette startup a développé le logiciel « Saturne » pour la recherche de molécules et l'identification de molécules pouvant contribuer à la mise au point de nouveaux produits.





## ESTONIE

Listes des entretiens réalisés :

- M. Marten KAEVATS, Conseiller numérique du Premier ministre ;
- M. Tanel TAMMET, Professeur en science informatique à l'Université technologique de Tallinn (TTU) ;
- M. Jaak VILO, Directeur de l'Institut de Science informatique à l'Université de Tartu ;
- Mme Tea DANILOV, Directrice du Centre de Prévoyance (Forsight Center) de la chancellerie du Parlement estonien ;
- M. Allan AKSIIM, membre du groupe d'experts sur les véhicules autonomes, cofondateur de la fondation pour les technologies du futur ;
- Mme Karmen TUK, associée au cabinet juridique Triniti Law ;
- M. Kaur VIRUNURM, Directeur du département R&D en matière de cyber-sécurité de l'autorité estonienne des systèmes d'information de l'État.

### Éléments de contexte :

L'Estonie a engagé une révolution numérique dès le milieu des années 1990 en déployant une offre de services publics numériques à destination des citoyens estoniens. Le secteur privé a largement contribué à la mise en place des solutions numériques du gouvernement, notamment grâce à la signature de partenariats publics privés.

La politique volontariste et avant-gardiste de l'Estonie en matière de numérique lui a permis d'acquérir un avantage compétitif vis-à-vis des autres nations européennes. La numérisation des services publics s'est par surcroît accompagnée de l'émergence d'un écosystème d'entreprises et de startups spécialisées dans les technologies de l'information et de la communication.

### L'industrie estonienne des TIC :

Aujourd'hui, le poids des TIC dans l'économie nationale est considérable. Le secteur des nouvelles technologies représente 6,3% du PIB estonien, pour un chiffre d'affaires de 1,65 milliards d'euros en 2016 (+8% comparé à 2015). La valeur ajoutée de l'industrie des TIC se monte quant à elle à 635 millions d'euros. Le secteur emploie plus de 20 000 individus, soit 4,7% de la population active. Au cours des cinq dernières années, 4 000 emplois ont été créés dans les TIC et les salaires du secteur ont augmenté de 42% pour atteindre 1 900€ en moyenne en 2016, soit 1,7 fois le salaire moyen estonien. Le pays souffre néanmoins d'une pénurie de main d'œuvre qualifiée : les 500 ingénieurs diplômés chaque année en Estonie ne suffisent pas à répondre aux besoins des entreprises des TIC, qui devront recruter 37 000 employés supplémentaires d'ici 2020 d'après une estimation du gouvernement.

En 2016, 5 000 entreprises opéraient dans le secteur des TIC. Ce sont majoritairement des microentreprises de moins de dix salariés. Ces entreprises se répartissent selon différentes spécialisations : programmation (50%), production sonore et vidéo (35%), information et édition (10%). Le secteur de la programmation représentait à lui seul 39% du chiffre d'affaires des TIC en 2016.

Certaines de ces entreprises sont spécialisées dans la robotique et l'apprentissage automatique, deux domaines consubstantiels à l'intelligence artificielle. De nombreuses autres ont acquis une expertise solide en analyse et traitement de données, et peuvent également être assimilées au champ de l'intelligence artificielle. Il est en revanche difficile de regrouper ces entreprises en fonction d'un critère technologique eu égard à la diversité de leurs activités et de leurs cibles de marché.

### L'approche du gouvernement en matière d'intelligence artificielle :

L'Estonie souhaite se maintenir à la pointe des nouvelles technologies et tirer profit des opportunités offertes par l'émergence de l'économie numérique. L'approche du gouvernement est empreinte de libéralisme, et l'Estonie préfère en général ajuster la législation en vigueur afin de tenir compte des évolutions technologiques à venir, plutôt que de créer ex nihilo un cadre juridique s'appliquant à une technologie en particulier. La stratégie publique en matière d'intelligence artificielle ne fait pas exception : le gouvernement ambitionne en effet de créer une personnalité juridique pour tous les algorithmes sans restriction, sans subordonner l'octroi de cette personnalité à des critères technologiques figés qui ignoreraient le caractère polymorphe et versatile de la technologie. Les algorithmes seraient alors considérés comme des personnes « numériques » auxquelles le droit s'applique en l'état.

Le cas particulier de l'intelligence artificielle est abordé sous l'angle des véhicules sans chauffeur. Cela peut surprendre de prime abord, étant donné l'absence de constructeurs automobiles nationaux en Estonie. L'enjeu sous-jacent est en réalité de permettre à l'Estonie de devenir un « terrain d'essai » pour les entreprises, et d'anticiper les bouleversements que laisse augurer l'incorporation de l'intelligence artificielle au secteur des transports. En outre les véhicules autonomes peuvent être considérés comme des « robots sur roues », ce qui motive l'Estonie à adapter sa législation de telle sorte qu'elle ne s'applique pas seulement aux véhicules autonomes, mais à tous les algorithmes.

### La légalisation des véhicules autonomes, premier pas vers « une loi robot » ?

L'Estonie a été l'un des premiers pays à adopter une loi permettant la circulation de véhicules sans chauffeur sur la voie publique. En septembre 2016, le bureau du Premier ministre a formé un groupe d'experts sur les véhicules autonomes, en collaboration avec les directions des Transports et de l'Investissement du ministère de l'Economie et des Communications. L'un des objectifs était d'identifier les ajustements juridiques et réglementaires indispensables à la circulation de véhicules sans chauffeur sur les routes estoniennes. Le travail du groupe d'experts a donné lieu à l'adoption d'une loi votée par le Parlement estonien le 2 mars 2017, autorisant la circulation de véhicules autonomes de niveaux 1 à 3 (barème de l'Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles) sous la supervision d'une personne physique capable de reprendre contrôle du véhicule en cas de besoin. Cette loi a notamment permis à l'Estonie de mettre en service une ligne de bus sans chauffeur à l'occasion du lancement de sa présidence du Conseil de l'Union Européenne. Un amendement du Traffic Act adopté par le Parlement le 14 juin 2017 a ensuite autorisé la circulation sur la voie publique de robots autonomes non accompagnés. Cet amendement permet notamment à l'entreprise estonienne Starship de tester ses robots-livreurs en environnement urbain.

Le groupe d'experts mené par M. Pirko Konsa poursuit actuellement sa réflexion dans le but de définir un cadre permettant la circulation des véhicules de niveaux d'autonomie 4 et 5. Pour l'heure, 4 scénarios sont envisagés :

- La création d'une entité juridique ex nihilo pour les « agents-robots ». Les agents-robots seraient dotés d'une personnalité juridique alternative à celles accordées aux personnes physiques et morales, et qui leur conférerait une capacité juridique limitée.
- L'assimilation des robots intelligents à des objets de droit pouvant réaliser une transaction pour le compte de leurs propriétaires. La capacité d'autonomie du robot serait reconnue par une provision s'inspirant du statut juridique de l'animal.
- La création d'une loi, le Robotic Act, qui définirait à la fois le statut légal du robot intelligent et les droits et devoirs de son producteur et de son propriétaire. Le propriétaire du robot ne saurait ici permettre au robot d'agir ou de décider de manière autonome, et serait donc pleinement responsable des actes du robot.

- Un ajustement de la loi s'appliquant aux véhicules motorisés afin de permettre la circulation de tous les véhicules autonomes indépendamment de leur niveau d'automatisation.

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 ? Quels sont les acteurs concernés ?

Il n'existe pas de véritable stratégie nationale dans le domaine de l'intelligence artificielle. L'approche estonienne est ascendante et les initiatives émanent du secteur privé. Le gouvernement dispose de plusieurs programmes d'aides destinés à accompagner le développement des TIC, mais aucun d'entre eux n'a été conçu spécifiquement pour l'intelligence artificielle. De manière générale, le gouvernement se réserve la possibilité de financer des projets au cas par cas, lorsque cela lui semble opportun.

Depuis septembre 2017, le conseiller national pour le numérique, M. Marten Kaevats, s'est vu confier la tâche d'élaborer une stratégie estonienne pour l'intelligence artificielle. M. Kaevats est le conseiller direct du Premier ministre pour le numérique ; il travaille en étroite collaboration avec M. Siim Sikkut, Secrétaire général adjoint du ministère de l'Economie pour les Communications et les Systèmes d'information de l'État.

#### **Le projet de « loi robot » : conférer une personnalité juridique aux algorithmes**

M. Kaevats incarne à lui seul la stratégie du gouvernement en matière d'intelligence artificielle. Aucun plan d'action n'a été élaboré par le gouvernement estonien à ce stade, mais la formation d'un groupe de travail est prévue pour le printemps 2018. Ce groupe de travail aura pour mission d'élaborer un projet de « loi robot », et devrait permettre de donner corps au premier des 4 scénarios identifiés par le groupe d'experts. Plus précisément, la loi robot doit permettre de conférer aux algorithmes une personnalité juridique et un statut de représentant légal. En vertu de cette loi, un algorithme pourrait donc acheter ou vendre des services pour le compte de son propriétaire. En revanche il ne posséderait pas la citoyenneté estonienne. Le projet de loi ne devrait pas inclure de détails techniques, afin de tenir compte du caractère évolutif de la technologie numérique.

Le projet de loi doit être soumis au vote du Parlement estonien au printemps 2019, idéalement au lendemain des élections législatives de mars. Le gouvernement prévoit d'allouer 200 000€ au groupe de travail, dont la composition n'a pas encore été arrêtée. Le cabinet juridique Triniti Law y sera associé. En parallèle, le gouvernement souhaite consacrer une enveloppe de 0,5 M€ à l'enseignement dans le domaine de l'intelligence artificielle.

#### **Création d'un registre répertoriant les algorithmes en activité**

Le projet estonien s'inscrit dans le cadre plus large de l'Internet des objets et de l'utilisation d'algorithmes à des fins économiques. M. Kaevats souhaite qu'à terme tous les algorithmes soient inscrits sur un registre géré par l'autorité estonienne des systèmes d'information de l'État (RIA). Ce registre permettra de recenser tous les algorithmes en activité, sans différenciation de capacités ou de domaine d'application. L'enregistrement des algorithmes leur permettra d'acquérir une personnalité et un statut juridique, et de jouir des droits qui leur sont attachés. En contrepartie, les propriétaires des algorithmes devront s'engager à réserver une partie des capacités de traitement, de mémoire et de connectivité des machines à l'interactivité avec les autres algorithmes et le réseau informatique. Cette disposition peut s'apparenter à une forme de taxe « robot » en nature.

Enfin, le gouvernement compte créer une plateforme de gestion des incidents impliquant des algorithmes. Cette plateforme, fonctionnant grâce à la technologie blockchain, doit permettre de collecter les données relatives aux accidents impliquant des algorithmes et de les communiquer directement à la police. Grâce à la traçabilité et à l'invulnérabilité des données permises par la blockchain, ces données pourront ensuite être utilisées devant une cour de justice traditionnelle. Un projet pilote pour le développement de la blockchain devrait voir le jour l'année prochaine, sous l'égide du ministre de l'économie, du bureau du Premier ministre et de Guardtime (une entreprise estonienne qui figure parmi les leaders mondiaux pour la technologie blockchain).

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

Historiquement, deux universités sont spécialisées dans les TIC en Estonie : l'Université technologique de Tallinn (TTU) et l'Université de Tartu. Ces deux universités proposent des formations en TIC qui intègrent des cours sur l'intelligence artificielle, sans qu'aucune d'elles ne lui soit spécifiquement dédiée.

Environ 60 étudiants sont diplômés chaque année du master à plus forte concentration «intelligence artificielle » de l'Université technologique de Tallinn. Au sein de l'université de Tartu, l'Institut de science informatique s'intéresse à la recherche dans les domaines de la vision par ordinateur, des véhicules autonomes et de la robotique. Il dispose d'un budget annuel de 6M€ et accueille chaque année 190 étudiants en licence, 200 en master, et 60 doctorants. Une chaire est dédiée à la science des données et accueille des groupes de recherche en Neurosciences computationnelles, en bio-informatique et exploration de données (ou data mining) et en apprentissage automatique. Ces groupes de recherche conceptualisent et utilisent des méthodes d'apprentissage automatique et d'exploration des données, et contribuent ainsi à la recherche en intelligence artificielle. Des technologies consubstantielles de l'intelligence artificielle sont également développées et employées par la chaire dédiée au Traitement automatique du langage naturel.

## 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 développement et l'adoption des technologies de l'intelligence artificielle sont loin d'être le fait majoritaire en Estonie. Trois types d'acteurs peuvent néanmoins être identifiés :

- Les entreprises de robotique : Starship (robots livreurs), Milrem (robots militaires), Fits Me (reconnaissance de silhouettes humaines) ;
- Les entreprises disposant de larges bases de données clients. Elles ont recours à l'apprentissage automatique et à l'analyse de données, notamment pour la détection des opérations frauduleuses. C'est le cas de Skype, de Transferwise, mais aussi des principales banques commerciales (SEB, Swedbank) qui disposent en général de départements informatiques extrêmement compétents.
- Les startups : Lingvist (plateforme d'apprentissage de langues), Proekspert (contrôle des systèmes d'information).

Ces acteurs fonctionnent indépendamment les uns des autres, et développent leurs solutions en interne. On ne peut véritablement parler d'écosystème de l'intelligence artificielle à ce stade. Parmi les entreprises innovantes les plus prometteuses, on peut citer :

- Starship ;
- Milrem ;
- Lingvist ;
- MindTitan (apprentissage automatique, apprentissage profond et exploration de données) ;
- AlphaBlues (agent conversationnel) ;
- Askrobin (agent conversationnel) ;
- Investly (invoice finance) ;
- RealEyes (reconnaissance faciale).

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 ?

Il n'existe pas pour l'heure de formation adaptée aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle. En revanche les formations en TIC intègrent souvent des cours portant sur l'intelligence artificielle, au niveau du master comme de la licence.

En 2018, l'université de Tartu lancera une formation en science informatique incluant une spécialisation en science des données, en remplacement de l'actuel master en exploration de données. La science des données est indispensable à l'apprentissage automatique, à la création de réseaux neuronaux artificiels, ou encore à la programmation neurolinguistique.

Au sortir de l'université, les étudiants en TIC n'éprouvent aucune difficulté à trouver un emploi dans l'écosystème de Tech local. En effet, le marché du travail est caractérisé par une situation de pénurie de main-d'œuvre qualifiée, dont d'aucuns pensent qu'elle pourrait entraver le développement du secteur des TIC à terme. Les étudiants sont souvent l'objet d'un démarchage de la part des entreprises pendant leurs études, et environ 85% des étudiants en master travaillent en parallèle de leurs études. Les universités ont aménagé les horaires des formations en proposant une large offre de cours du soir, afin de permettre aux étudiants d'aller au terme de leurs études. Certains étudiants renoncent néanmoins à terminer leur formation pour se consacrer pleinement à leur vie professionnelle.

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 ?

Si la recherche académique en intelligence artificielle ne fait pas encore l'objet de financements de la part de l'État, le gouvernement souhaite néanmoins consacrer une enveloppe de 0,5 M€ au volet éducation l'année prochaine. Le détail du déploiement de l'aide n'est pas encore connu.

Plusieurs programmes publics existent déjà, qui pourraient soutenir la recherche en intelligence artificielle. La Fondation des technologies de l'information pour l'éducation (HITSA) supervise le programme « IT Academy » et octroie chaque année des subventions pouvant aller jusqu'à 75 000€ aux projets visant à renforcer les compétences des étudiants en TIC afin de répondre aux évolutions du marché du travail. Tous les établissements d'enseignement supérieur peuvent candidater à ce programme, et des projets liés à l'intelligence artificielle pourraient en bénéficier dans le futur. L'IT Academy est le résultat d'une coopération entre les universités, les entreprises des TIC et l'État. Le programme est financé par le ministère de la Recherche et de l'Éducation, et bénéficie du soutien de Skype.

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 centres de compétences en TIC**

Le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques existe en partie grâce au truchement de deux « centres de compétences » actifs dans le domaine des TIC. Ces centres de compétences rassemblent au sein d'une même structure une université et des entreprises souhaitant développer des projets

en partenariat avec la recherche académique. Ce programme est piloté par l'agence publique Enterprise Estonia (équivalent de notre Business France), mais l'initiative commandant la création d'un centre de compétence revient aux entreprises et aux universités.

Les deux centres de compétences dédiés aux TIC sont :

- Le Tartu STACC, accolé à l'université de Tartu. Le STACC a été créé en 2009, et s'est spécialisé dans l'analyse de données et l'apprentissage automatique. Il compte une vingtaine d'entreprises et organisations de tailles et de secteurs d'activité divers parmi ses membres (Cybernetica AS, Regio AS, Plumb OÜ, Quretec OÜ, Register OÜ, Telema AS, Positium LBS OÜ, Smartmatic, Cybernetica, Centre of Excellence for Internet Voting OÜ, Estonian E-Health Foundation, Centar - Estonian Center for Applied Research, The North Estonia Medical Centre, Tartu University Hospital, Estonian Health Insurance Fund), aux côtés du ministère de l'Economie et des Communications et de l'autorité estonienne des systèmes d'information de l'État.
- Le Tallinn ELIKO, qui collabore avec l'université technologique de Tallinn. Eliko est spécialisé dans la programmation IT et les systèmes de contrôle des données. Il rassemble une vingtaine d'entreprises et organisations majoritairement issues du secteur des TIC (Artec Design, ASAN Security Technologies, Cybernetica, Degeetia, Elvior, FlyDog Marine, GoSwift, Haapsalu Neurological Rehabilitation Centre, Injeq, ITT Group, Martem, Norcar Group, North Estonia Medical Centre, Positium, Protobios, Reach-U, Ridango, Safetoact, Selfdiagnostics, Sirius Microwave, Telegrupp, Testonica, Threed Systems, West Tallinn Central Hospital). Eliko a lancé un programme dédié à l'Internet des objets en 2015.

Ces centres de compétences reçoivent des financements du fonds européen de développement économique et régional. Il n'y a pas de projet spécifiquement dédié à l'intelligence à ce jour.

### **Le programme NUTIKAS**

Lancé en août 2015 par le ministère de la Recherche et de l'Education et piloté par le Conseil estonien pour la Recherche, ce programme a pour ambition de favoriser la recherche appliquée et le développement de produits dans les domaines à forte croissance de la spécialisation intelligente. 3 domaines à forte croissance ont été identifiés dans la stratégie estonienne pour la RDI (2014-2020) :

- L'application des TIC aux autres secteurs d'activité (cyber-sécurité, industrie 4.0, etc.) ;
- Les technologies et services de la santé (biotechnologie, développement de services IT, etc.) ;
- L'utilisation plus efficace des ressources.

Les appels à projets auxquels les entreprises se portent candidates sont lancés par la Fondation Archimède. Les projets sont ensuite examinés par le Conseil estonien pour la Recherche, et peuvent faire l'objet d'un financement allant de 20 000€ à 2M€, dans la limite de 9M€ par appel à projet. Pour l'instant, aucun appel à projet ne concerne directement l'intelligence artificielle.

### **Le programme de subventions d'Enterprise Estonia**

Un autre programme mis en œuvre par Enterprise Estonia vise à soutenir le développement des entreprises, notamment à travers l'innovation, le développement de produits et la planification. L'un des objectifs de ce programme est d'aider les entreprises à améliorer leur compétitivité sur les marchés étrangers. La participation au programme est soumise à plusieurs conditions : elle s'adresse aux entreprises industrielles et aux entreprises de la « spécialisation intelligente » qui emploient un minimum de 8 salariés, justifient de 3 ans d'activité préalable, et ont une première expérience à l'export, ou à défaut ont augmenté les salaires de 10% par an en moyenne au cours des trois années précédant la date de leur candidature. Ces entreprises doivent aussi bénéficier de perspectives de croissance solides et évidentes, et démontrer leur capacité à introduire de nouveaux produits ou services sur le marché.

Les entreprises qui remplissent ces conditions reçoivent une aide allant jusqu'à 500 000€, qui couvre : le recrutement et la formation de nouveaux talents ; le développement de nouveaux précédés de production ; le

développement des activités de vente et de marketing ; le développement de nouveaux produits ou services ; l'achat d'équipement destiné à la production de nouveaux produits (jusqu'à 200 000€). La part maximale de l'aide dans le coût total du projet varie selon la taille de l'entreprise : elle est de 25% pour une grande entreprise, de 35% pour les entreprises de taille moyenne, et de 45% pour les petites entreprises. L'enveloppe totale pour ce programme est de 73M€ par an.

### Le système d'information de la recherche ETIS

Afin de favoriser la mise en relation entre les chercheurs et les institutions de R&D, le ministère de la Recherche et de l'Éducation a créé ETIS, un système d'information sur la recherche géré par le Conseil estonien pour la Recherche et qui répertorie l'information disponible au niveau national concernant les institutions de R&D, les chercheurs, les projets en cours et les programmes de subventions disponibles. Ce forum de la recherche permet aux chercheurs d'échanger de l'information, de candidater à des programmes de subventions, de présenter leur travaux de recherche aux institutions de R&D, etc.

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) ?

Aucune mesure n'a été mise en place à ce jour.

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 ?

Aucune action n'a pu être identifiée.

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) ?

⇒ Des réflexions sur l'impact de l'intelligence artificielle sont menées par deux institutions en particulier :

- Le Foresight Center : cette unité indépendante rattachée à la chancellerie du Parlement estonien a pour missions d'identifier et d'analyser les tendances de long terme de la société estonienne, et d'établir des scénarios d'évolution. Dirigé par un conseil composé de 5 membres, le Foresight Center s'emploie également à sensibiliser les membres du Parlement aux bouleversements induits par les technologies du futur. Ce centre a été créé au début de l'année 2017 et collabore avec une cinquantaine de scientifiques et d'experts d'horizons différents. 3 études ont été lancées et concernent : le futur de la e-gouvernance (dont l'intégration de l'intelligence artificielle aux services publics numériques) ; le marché du travail (avenir du travail et automatisation) ; et la productivité de long-terme.
- La fondation pour les Technologies du futur : cette ONG promeut les discussions autour de l'intelligence artificielle. Elle a remporté un appel d'offres du gouvernement pour sensibiliser la population à la thématique des véhicules sans chauffeur.

- ⇒ Un travail d'information est également mené par les experts du gouvernement, qui réalisent des présentations à destination des membres du Parlement pour leur présenter les enjeux liés aux véhicules sans chauffeur ainsi que les nouvelles tendances technologiques. Ces experts sont M. Marten Kaevats, conseiller numérique du Premier ministre ; M. Allan Aksim, membre du groupe d'expert sur les véhicules autonome, et M. Johann Peetre, du département Transports du ministère de l'Economie et des Communications.
- ⇒ Un séminaire a par ailleurs été organisé le 2 mars 2017, au moment de l'adoption de la législation encadrant la circulation de véhicules autonomes, à l'initiative du groupe d'experts du bureau du Premier ministre. Cet événement a été organisé en collaboration avec le cluster estonien des TIC (ITL) et le réseau de coopération pour les systèmes de transport intelligent (ITS Estonia). Il a donné lieu à des présentations réalisées par l'Administration des routes, la Fondation pour les technologies du futur et plusieurs entreprises du secteur. Les sujets abordés au cours du séminaire portaient sur les risques associés à la circulation de véhicules autonomes, les conséquences environnementales, les retours d'expériences des utilisateurs et les plans de court terme de l'Estonie pour leur développement.

Une étude du cabinet de conseil McKinsey publiée en octobre 2017 (Shaping the future of work in Europe's 9 digital front-runner countries) analyse les conséquences économiques de l'automatisation grâce à l'intelligence artificielle. D'après le cabinet, le potentiel d'automatisation de l'industrie manufacturière et des transports sont respectivement de 64% et 60%, pour un moyen tous secteurs d'activité confondus de 46%. Le scénario intermédiaire prévoit pour la période 2016-2030 :

- Une création nette d'emplois de l'ordre de +1,6% (scénario pessimiste : -0,4% ; scénario optimiste : +5,9%) ;
- Une augmentation supplémentaire du PIB par habitant de 1,8% (scénario pessimiste : +0,9% ; scénario optimiste : +3,1%).

Enfin M. Jaan Tallinn, ancien fondateur de Skype, finance des études sur les risques posés par l'intelligence artificielle et participe régulièrement à des conférences sur ce thème<sup>20</sup>. Ses mises en garde contre le développement anarchique de l'intelligence artificielle lui ont valu le surnom « d'Elon Musk estonien. »

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

L'Estonie a fait de l'Europe numérique et de la libre circulation des données l'une des priorités de sa Présidence du Conseil de l'UE. Les conclusions du Sommet numérique de Tallinn du 6 octobre 2017 incluent des mesures horizontales à mettre en œuvre au niveau européen afin de favoriser l'appropriation des TIC émergentes par les administrations publiques. La déclaration de Tallinn met notamment l'accent sur « l'analyse de données, l'intelligence artificielle et la blockchain. »

Par ailleurs l'Administration estonienne des routes collabore de façon étroite avec les administrations homologues des États membres sur le thème des véhicules autonomes, notamment pour la définition de normes de sécurité communes s'appliquant à ces véhicules.

---

<sup>20</sup> <https://futureoflife.org/bai-2017>



Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Aucune politique industrielle n'a été lancée sur l'intelligence artificielle. L'approche estonienne est ascendante, et laisse le pouvoir d'initiative entre les mains des entreprises et des universités.

On peut citer à cet égard le Centre Génome de l'Université de Tartu : en 2000, la Fondation estonienne du génome a lancé un projet visant à constituer une biobanque nationale contenant les données généalogiques, les dossiers médicaux et le génome d'un échantillon de plusieurs milliers d'individus représentatif de la composition de la population estonienne. La biobanque contient actuellement les génomes de plus de 50 000 individus, dont 3 000 ont été entièrement séquencés. Ces données sont utilisées à des fins scientifiques, dans les domaines des bio-statistiques, de la génomique fonctionnelle et de la bio-informatique. Elles peuvent être utilisées à des fins d'analyse des données et d'apprentissage automatique.

Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

L'Estonie est peu concernée par le phénomène de fuite des cerveaux, encore moins le secteur des TIC. Les étudiants en TIC jouissent d'une employabilité élevée. En outre les universités estoniennes se tournent de plus en plus vers les étudiants étrangers pour accroître les effectifs aux niveaux licence et master. La structure de la pyramide des âges de l'Estonie témoigne en effet d'un tarissement du nombre d'étudiants Estoniens, que l'Estonie tente de compenser en attirant des étudiants étrangers. Une étude de 2017 montre que les 2/3 des étrangers diplômés d'un master de l'université de Tartu résidaient toujours en Estonie un an après leur diplomation. Par ailleurs l'université de Tartu a créé il y a deux ans des masters de conversion IT, qui permettent à des étudiants d'autres spécialisations de se reconvertir dans les technologies de l'informatique et de la communication.

Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

- Une étude menée par M. Siim Sikkut, Secrétaire général adjoint du ministère de l'Economie pour les Communications et les Systèmes d'information de l'État, révèle que 70% des emplois existant seront automatisés dans le futur. De manière générale, le gouvernement se base sur les conclusions d'une analyse publiée par l'Oxford Group en 2013. Des études plus approfondies et se focalisant sur la société estonienne sont nécessaires.
- Une conférence sur le Futur du Travail s'est tenue à Tallinn les 13 et 14 septembre dernier, dans le cadre de la Présidence estonienne du Conseil de l'Union Européenne. Les intervenants étaient invités à réfléchir sur les conséquences de la digitalisation et de l'automatisation sur l'emploi, et à proposer des réponses politiques à mettre en œuvre au niveau de l'Union Européenne et des États membres. Une seconde conférence de la même veine a eu lieu le 28 novembre 2017.

- L'autorité estonienne des Qualifications (Kutsekoda), fondation créée en 2001 par la Chambre de commerce et d'industrie estonienne, la Confédération des employeurs estoniens, le ministère des Affaires sociales et les Confédérations des syndicats estoniens, commande chaque année à l'OSKA un rapport sur l'évolution du marché du travail en Estonie. L'OSKA s'attache à prédire les besoins en main d'œuvre des différents secteurs de l'économie pour les 10 ans à venir. Toutefois les conséquences éventuelles de l'émergence de l'intelligence artificielle ne sont pas réellement prises en compte.

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? *(s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question)*

La politique estonienne de la donnée est iconoclaste et avant-gardiste. Elle repose sur trois principes essentiels :

- La libre circulation des données et la simplification des reconnaissances mutuelles ;
- La neutralité du réseau et le libre accès à Internet ;
- Chaque citoyen est propriétaire de ses données.

Les données étant la matière première alimentant les algorithmes, l'Estonie est un fervent défenseur de la libre circulation des données. Son système d'e-gouvernance mis en place dès le début des années 2000 lui confère un avantage compétitif sur les pays les moins avancés en la matière. En effet, elle dispose déjà de plusieurs bases de données indispensables au déploiement d'applications reposant sur l'intelligence artificielle.

Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

- Du côté de l'administration, il n'y a pas d'exemple à ce jour d'application de l'intelligence artificielle aux services publics. Le comité technique créé par la Fondation estonienne pour la recherche, sous l'égide du ministère de l'Economie, a approuvé le principe de l'application de l'intelligence artificielle aux services publics numériques. L'Estonie souhaite dans le futur développer des services publics proactifs, qui anticiperont les besoins des citoyens estoniens, grâce à l'apprentissage automatique. Elle veut notamment permettre aux citoyens estoniens de jouir de leurs droits sans jamais avoir à en faire la demande. L'objectif affirmé est de créer « un État invisible ». En ce qui concerne les commandes publiques, des contrats sécurisés par la technologie blockchain sont à l'étude.
- De son côté, l'Autorité des systèmes d'information de l'État (RIA) recherche des applications prometteuses dans le domaine de la cyber-sécurité. RIA s'est engagée dans la recherche sur l'apprentissage automatique et la lutte contre la propagation des logiciels malveillants.

Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Parmi les startups spécialisées dans le domaine de la santé les plus prometteuses, on peut citer :

- Quretec : architecte de la biobanque estonienne ; cette startup spécialisée dans les bio-statistiques et la bio-analytique développe des logiciels d'analyse de données santé ;
- Transformative : une startup spécialisée dans l'analyse prédictive ;
- Protobios : aide au diagnostic médical grâce à l'analyse bio-informatique ;
- Ignite : propose des solutions de santé sécurisées au moyen de la technologie blockchain.



## 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 ? Quels sont les acteurs concernés ?

D'un côté, des plans stratégiques, voire des stratégies, ont bel et bien été établis aux États-Unis par l'administration fédérale et ils sont présentés ci-après, de l'autre, et notamment du fait du changement de contexte politique intervenu en novembre 2016 il n'existe pas de plan privilégié doté de ressources dédiées.

En 2016, à la fin du mandat du président Obama, le *National Science and Technology Council* (NSTC) rattaché au bureau exécutif du Président des États-Unis, a publié trois documents sur l'intelligence artificielle (IA) assisté notamment du *Council of Economic Advisors* (CEA) et du *National Economic Council* (NEC) pour le dernier d'entre eux :

- Un [premier rapport](#) (octobre 2016) traite de l'IA en général.

Ce rapport a notamment identifié plusieurs secteurs qui pourraient bénéficier des innovations liées à cette technologie : santé, transport, énergie et développement durable, renseignement et défense, justice pénale, économie sociale et solidaire, et e-gouvernement.

L'industrie du transport est présentée comme la plus avancée en matière d'application commerciale de l'IA : des prototypes de véhicules autonomes sont d'ores et déjà autorisés à l'expérimentation sur les routes de plusieurs États fédérés.

Dans ce rapport, les autorités publiques sont identifiées comme des acteurs essentiels pour :

- la formation professionnelle à destination des travailleurs dont les métiers sont exposés par le risque de substitution par (ou de collaboration accrue avec) des machines intelligentes ;
- la formation des élèves visant à combler les besoins grandissant de l'industrie technologique en matière de compétences informatiques ;
- le financement de la recherche sur l'IA et l'identification des secteurs et métiers d'avenir afin d'aligner les priorités de la recherche avec les besoins économiques ;
- la mobilisation des différentes parties prenantes afin de concevoir des standards en matière de cyber sécurité ainsi que de permettre un travail transparent sur les éventuels biais discriminants et actions inattendus des algorithmes.

- Un [deuxième rapport](#) du sous-comité dédié au *machine-learning* et à l'IA (octobre 2016) présente une proposition de stratégie en sept points afin d'orienter la R&D sur l'IA. On peut en retenir les préconisations suivantes pour les autorités fédérales :
  - o investir dans : (i) des projets de recherche de long terme visant à obtenir des découvertes scientifiques à fort impact ; (ii) des projets de recherche visant à développer les champs de collaboration possible entre les humains et l'IA ; (iii) des projets visant à rendre disponibles des données publiques à partir desquelles les IA peuvent s'entraîner ; (iv) des projets de recherche en sciences sociales visant à préciser et résoudre les enjeux éthiques, juridiques, et sociétales de la diffusion de l'IA.

- être à l'initiative de la mise en place : (i) d'outils d'évaluation et de standards dans les domaines de la sécurité des systèmes IA ; (ii) de projections économiques sur les besoins en main d'œuvre des industries de demain.

- Un [troisième rapport](#) (décembre 2016) plus spécifique discute l'impact de l'IA sur l'économie.

À court terme, le rapport souligne que la principale conséquence économique attendue est l'automatisation des tâches à mesure que la technologie se développe. Selon ce rapport, les gains de productivité générés devraient contribuer à la croissance économique mais l'automatisation pourrait affecter négativement les emplois faiblement rémunérés (car les tâches associées sont considérées moins complexes et plus répétitives), ce qui pourrait accroître les inégalités économiques.

À long terme, les auteurs de ce rapport estiment que les conséquences de l'intégration de la technologie dépendent à la fois de l'ampleur et la vitesse de diffusion de l'IA mais aussi des politiques publiques mises en place. La priorité économique des pouvoirs publics sur cet aspect économique devrait être de s'assurer que les travailleurs exposés puissent bénéficier d'une conversion vers des emplois où l'homme est davantage en situation de collaboration plutôt qu'en compétition avec la machine.

Enfin le rapport a recommandé le déploiement d'une stratégie s'appuyant sur trois axes :

- (i) D'abord le soutien à l'innovation est considéré comme prioritaire afin de conserver le leadership technologique des États-Unis. La recherche, notamment en matière d'IA appliquée à la cyberdéfense peut être un champ privilégié par les autorités pour faire avancer l'industrie. De plus, le législateur doit s'assurer du caractère concurrentiel des différents marchés de l'IA. Par ailleurs, la qualité des algorithmes peut être accrue grâce à la diversification des profils travaillant sur leur conception.
- (ii) Ensuite l'investissement dans la formation en suscitant les vocations aux métiers de la science et de la technologie dans les écoles, en multipliant à travers le territoire les formations d'ingénieurs, et en développant des programmes de formation professionnelle en alternance avec le concours du secteur privé.
- (iii) Enfin le renforcement des amortisseurs sociaux (protection sociale, chômage, etc.) pour prévenir les difficultés des travailleurs en transition, voire la mise en place d'une politique de redistribution temporaire dans l'hypothèse d'un chômage technologique significatif.

Depuis l'investiture de D. Trump, et la mise en place d'une nouvelle administration, la stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle n'a pas été amendée.

Sur le plan de la réglementation applicable au véhicule autonome (véhicules personnels et non véhicules professionnels du type poids lourds), l'administration Trump, par la voix de la Secrétaire au Transport Elaine Chao a relâché certaines des conditions imposées jusqu'à présent aux constructeurs pour mener à bien des expérimentations.

L'inflexion qui semble être donnée par l'administration est la suivante : les réglementations, et notamment celles associées à l'innovation, ont tendance à être assouplies, s'insérant au programme économique plus général de déréglementation de l'Administration Trump.

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

Les grandes universités de recherche aux États-Unis ont toutes un département ou au moins un laboratoire, dédié à l'IA. Les universités de la côte ouest (les campus de l'Université de Californie, Stanford, l'université de Washington à Seattle) ainsi que les instituts technologiques comme le MIT ou encore Georgia Tech et Carnegie Mellon sont très actives dans la recherche en IA. A titre d'exemple, le MIT et Carnegie Mellon University totalisent chacune plus de 1000 publications liées à l'IA.

La recherche dans les domaines afférents à l'IA est aussi supportée par des agences fédérales comme la DARPA ou la NASA, ainsi que par des départements de l'administration fédérale tels que ceux de l'énergie et de la sécurité intérieure dont les applications de l'intelligence artificielle représentent un enjeu dans la systématisation de certaines missions aussi bien qu'une transformation de leurs activités de surveillance d'infrastructures.

En prenant un peu de recul, on peut constater qu'après une période de moindre activité, le domaine de l'IA est redevenu un domaine de recherche très actif en partie grâce aux progrès dans les infrastructures de calculs (calcul haute performance, cloud computing) et à la demande croissante pour traiter et raisonner sur des volumes de plus en plus importants de données peu ou pas structurées (textes, images). L'IA et notamment le domaine de l'apprentissage automatique qui est très lié au domaine des statistiques et des sciences cognitives ont trouvé dans le Big Data un important champ d'application.

D'autres domaines d'excellence associés à l'IA comme la robotique, la vision, le traitement des images et le traitement automatique des langues ont une forte dynamique aux États-Unis dans les grandes universités mais aussi dans les centres de R&D des géants de l'Internet (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) et autres acteurs de l'industrie du numérique tels que IBM avec IBM Watson ou Intel, sans oublier les nombreuses startups qui gravitent autour de cet écosystème exceptionnel.

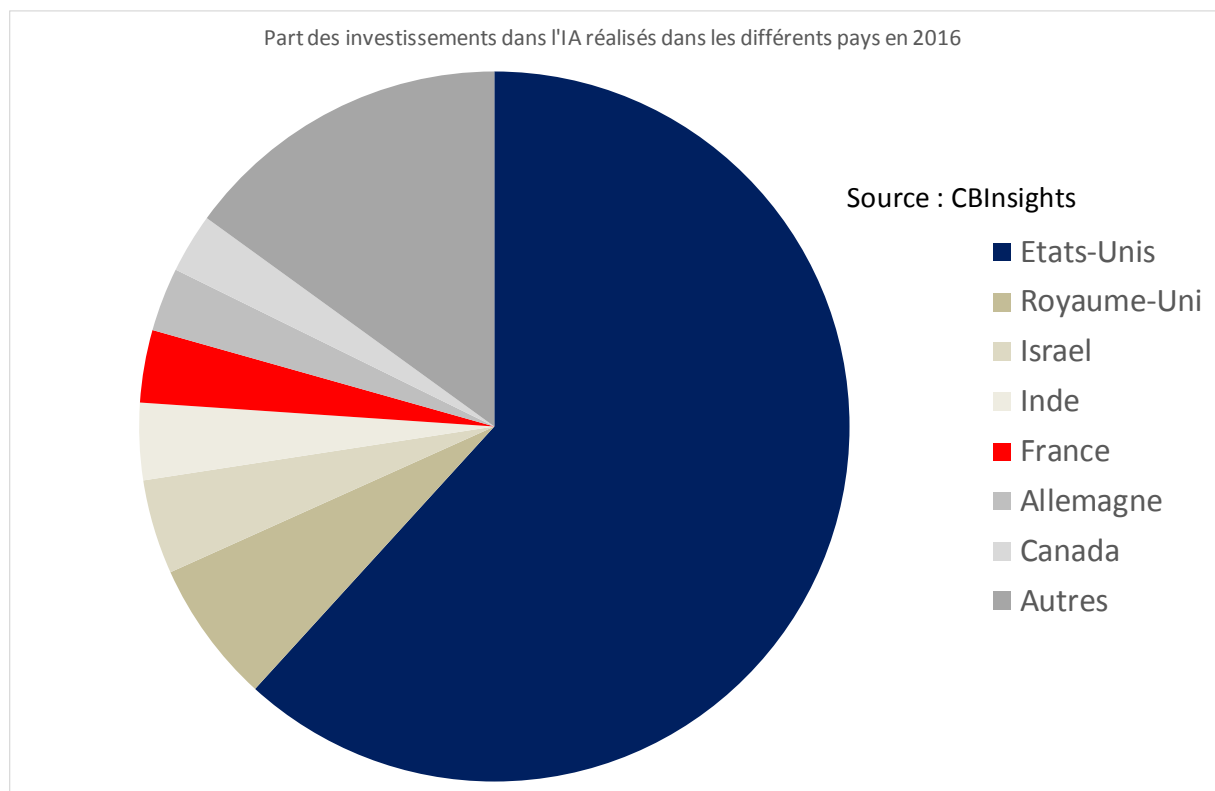
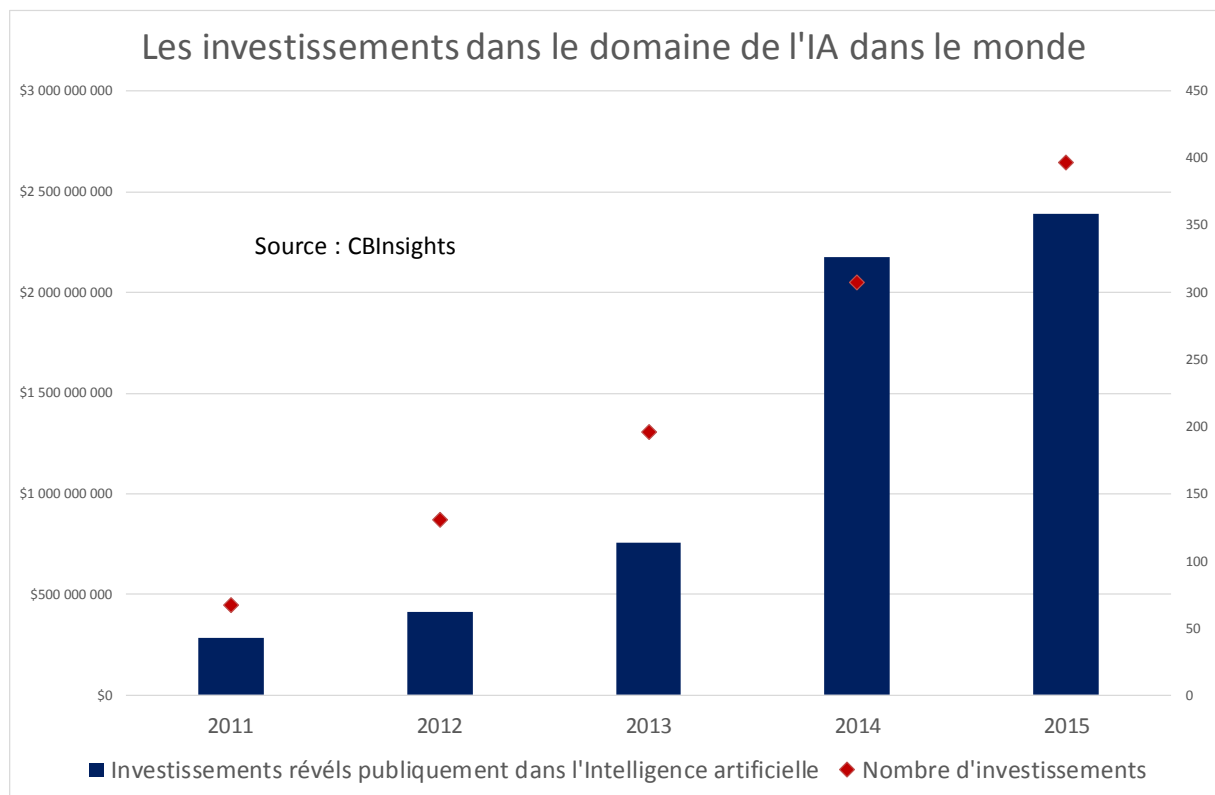
Il est délicat de ressortir des domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA tant les États-Unis jouent un rôle majeur dans la plupart des domaines. Cependant, la capacité du pays à faciliter les liens entre recherche académique et innovation permet de voir rapidement l'application de résultats de recherche dans des domaines telles que les voitures autonomes, la médecine personnalisée, l'imagerie médicale ou la cyber sécurité.

### 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 États-Unis se présentent comme l'un des pays les plus matures pour la généralisation de l'incorporation des innovations issues de l'intelligence artificielle. Les revenus générés par cette incorporation de l'IA devraient fortement progresser en Amérique du Nord qu'il s'agisse d'ailleurs de l'incorporation aux tissus d'entreprises aux États-Unis mais aussi à l'ensemble des entreprises dans le monde. Pour mémoire, le secteur des semi-conducteurs, avec Intel pour les processeurs CPU ou NVIDIA pour les processeurs GPU, indispensables au développement de l'intelligence artificielle, sont des entreprises américaines, en position de monopole sur leurs produits et services à l'échelle globale. Le cabinet de conseil en stratégie Tractica estime une montée des revenus de 1 000 milliards USD en 2019 à 3 000 milliards USD en 2024.

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'IA. Intel a annoncé avoir investi 15 Mds USD pour Mobil Eye, une startup israélienne permettant l'accélération de programmes sur le véhicule autonome. Cela étant, les entreprises hors des NTIC, investissent également massivement. Ford a ainsi annoncé le 13 février avoir investi 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 d'après CBInsights, un agrégateur en ligne de données sur les entreprises. Les États-Unis ont représenté près des deux tiers de ces investissements en capital-risque dans le domaine de l'intelligence artificielle. Cela étant, 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*.

Voici quelques exemples d'utilisation de l'IA pour 5 ex-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

Les 2 principales startups actuelles américaines en intelligence artificielle sont Zoox et Insidesales.com. Elles ont atteint le statut de « licorne » avec des valorisations supérieures à 1 Md USD. La startup Zymergen a également réussi à lever plus de 170M USD. Parmi les autres levées de fonds on peut enfin citer Dataminr, Culance, Anki, Sentient Tech. qui ont levé plus de 100M USD chacune.

#### 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 ?

Malgré un nombre croissant de formations et un nombre de places en augmentation pour la plupart d'entre elles, les besoins actuels ne semblent pas couverts et la demande augmente de façon très importante dans les principaux segments de l'IA (vision, robotique, traitement du langage naturel, ...).

Parmi les formations les plus cotées, on peut citer : UC San Diego (Bachelor), Georgia State University (Bachelor et Master en Computer Science orientés IA), Purdue University (spécialité de Bachelor en Machine Intelligence), Columbia Univ of City of NY (spécialité de Bachelor), Rensselaer Polytechnic Institute (Bachelor en sciences cognitives, options Robotique et Intelligence Artificielle), Harvard (option de Computer Science au sein de l'Artificial Intelligence Research Group), Ohio State University (Bachelor en Informatique spécialisée IT et IA avec le Lab for AI Research), University of Rochester (Bachelor et Master en Machine learning et AI), Northwestern (Bachelor en IA et deep learning, Intelligent Information Lab), Oregon State Univ (Bachelor en IHM comprenant une option IA, Machine learning et Data Science), Indiana Univ (Bachelor en conception des systèmes intelligents), Univ of Massachusetts - Amherst (Bachelor spécialisé en IA), University of Illinois (Bachelor en IA, robotique et cybernétique), University of Michigan (Bachelor et Master avec des cursus dédiés IA et Robotique), UC Berkeley (Bachelor en informatique option sciences cognitives par l'intermédiaire du CITRIS, BLISS et BVLC), University of Pennsylvania (Bachelor Art/Science en sciences cognitives, cursus machine learning), University of Georgia (Bachelor en sciences cognitives et Master spécialisé en IA, Institute for Artificial Intelligence), Stanford (Bachelor et Master dédiés en IA et Interaction entre l'homme et la machine), University of Washington (Bachelor en Interaction entre l'Homme et la Machine avec des cursus IA) ou l'University of Tennessee-Knoxville (Bachelor en IA).

Certaines universités américaines sont considérées comme les meilleures du monde en intelligence artificielle (Massachusetts Institute of Technology, Carnegie Mellon University<sup>21</sup>). Leur point commun, outre la qualité reconnue de leurs formations en IA, est que ce sont toutes des universités ayant des groupes de recherche spécialisés dans ce domaine, attirant de nombreux doctorants. Il faut également noter le grand nombre de ces formations comprenant une section “interaction entre l’Homme et la Machine”, car les grands volumes de données traitées par l’IA exigent désormais des modalités d’interaction et de visualisation d’un genre nouveau.

En parallèle de ces formations académiques classiques, on trouve des cursus professionnels dispensés par des instituts privés (Ecole42, Holberton School, General Assembly) ou des cours en-ligne (Coursera, Udemy, ...) qui offrent d’excellentes alternatives pour l’apprentissage du codage informatique dédié à l’IA.

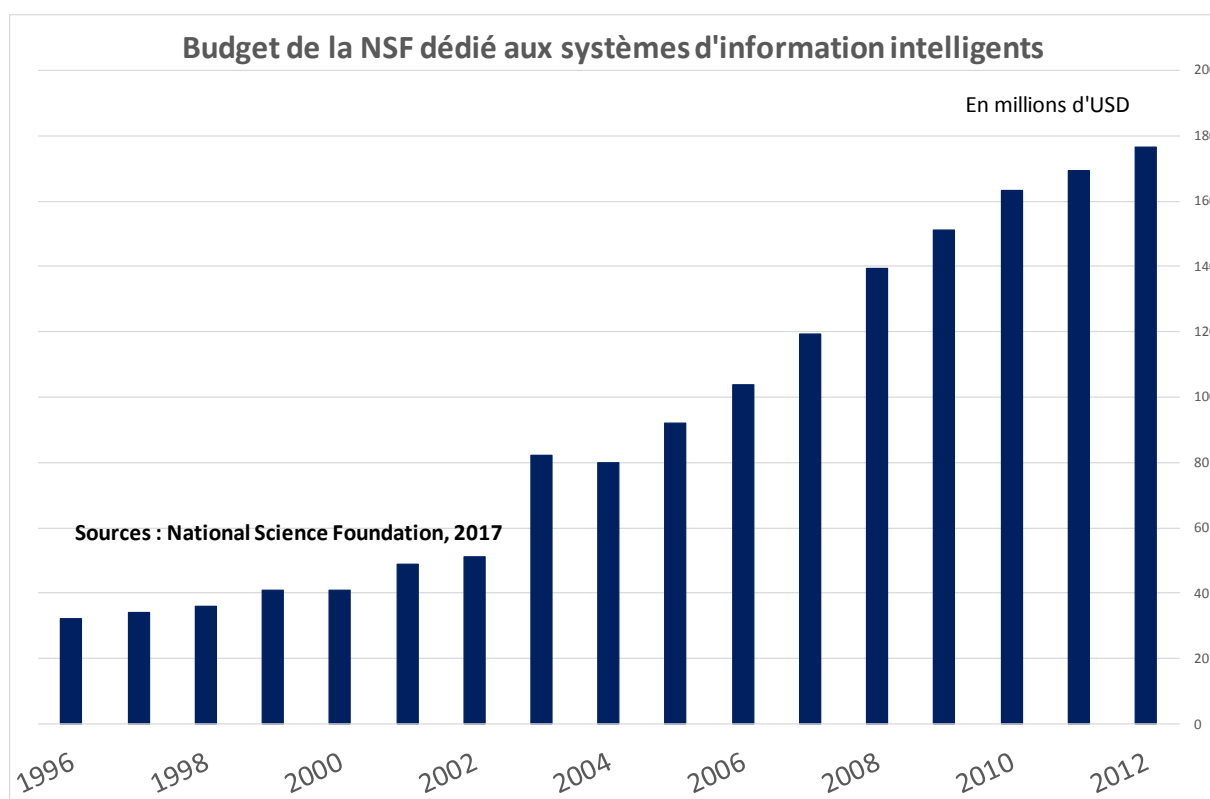
---

<sup>21</sup> <https://www.timeshighereducation.com/data-bites/which-countries-and-universities-are-leading-ai-research>

**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 Maison Blanche a mis en place en mai 2016 un sous-comité spécifique au sein du *National Science and Technology Council* (NSTC), chargé de suivre les évolutions du secteur et de coordonner les activités fédérales sur le sujet. En parallèle ont été tenues quatre sessions publiques de travail entre les mois de mai et juillet 2016, visant à engager la discussion avec le grand public et surtout à produire une évaluation des opportunités, risques, et implications réglementaires et sociales de l'intelligence artificielle, de même qu'une série de recommandations dotées d'un plan stratégique afin de se donner les moyens de les mettre en œuvre. Ces travaux ont abouti dans les trois rapports présentés à la question 1.

La principale agence gouvernementale de financement de la recherche fondamentale civile, la National Science Foundation (NSF), a, de fait, depuis une dizaine d'années, connu une croissance soutenue (en moyenne de 9% par an) des volumes d'investissements dans la recherche en intelligence artificielle, consacrant désormais plus de 200 M USD annuels aux systèmes d'information intelligents (dont l'IA est une sous-catégorie).



Ceci étant, il est notable que le financement fédéral ne compte plus désormais, tous domaines confondus, que pour 44% de la recherche fondamentale aux États-Unis (pour la première fois depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale, et contre plus de 70% il y a quarante ans). Si cette tendance est très largement conditionnée par l'industrie pharmaceutique, la recherche en intelligence artificielle n'y échappe pas. Sans même évoquer le passage des chercheurs en IA dans l'industrie, une illustration récente en est la course industrielle aux armements dans l'établissement de laboratoires en partenariat avec ou proches des grandes universités (IBM Watson et son partenariat de 240M\$ avec le MIT, Microsoft Research AI ou le fait qu'une partie de l'investissement de 15 milliards de dollars d'Alibaba dans le développement de laboratoires en IA s'effectuera en Californie et dans l'État de Washington).

## 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) ?

Aux États-Unis, le transfert de technologies entre la recherche académique et les entreprises ne s'appuie que très peu sur des incitations et se déploie de façon autonome et fluide entre les acteurs, la porosité entre ces deux mondes étant parfois telle qu'on a du mal à distinguer ce qui relève de l'université ou de l'industrie : aller-retour incessants du corps enseignant vers l'entreprise, mécénat industriel omniprésent sur les campus, professionnalisation de la valorisation des brevets, consortiums de recherche partenariale publique-privée, etc.

Pourtant, en fonction des domaines, on peut constater que le fonctionnement de ce métabolisme "public-privé" est plus ou moins encadré et régulé. A une extrémité du spectre on trouve la recherche médicale, pour des raisons de déontologie, d'organisation d'essais cliniques, de sommes colossales en jeu ou de partage de la propriété intellectuelle. Plusieurs caractéristiques de la recherche en intelligence artificielle positionnent aujourd'hui ce domaine à l'extrême inverse de la recherche médicale, en terme de "translation" vers le monde économique :

- Les entreprises disposent des immenses volumes de données nécessaires à l'entraînement des réseaux de neurones, mais les experts de l'architecture et du "réglage" de ces réseaux appartiennent au monde académique, d'où une exigence de collaboration naturelle (voir question 12) ;
- La faible brevetabilité du logiciel et la puissance du mouvement *open source* conduisent une grande partie des algorithmes et de la structure des réseaux à être partagés librement (les principaux *frameworks* de développement en IA sont aujourd'hui accessibles librement) ;
- Le *deep learning* étant encore plutôt aujourd'hui un savoir-faire qu'une véritable science, il est possible de partager beaucoup de choses entre académie et industrie (ce qui reste en interne relève du secret commercial plutôt que de brevets) ;
- Les inquiétudes affichées sur l'hyperpuissance de l'IA par de nombreux acteurs du domaine ont conduit à un mouvement de mise en commun et d'ouverture des efforts de recherche (Open AI, Partnership on AI, ...)
- La grande dispersion des domaines connexes à l'intelligence artificielle (mathématiques, statistiques, électronique, neurosciences, informatique, ...) favorise le foisonnement des échanges entre partenaires publics et privés.

L'intelligence artificielle étant par ailleurs considérée comme l'équivalent de l'électricité au XIX<sup>ème</sup> siècle, pour reprendre les propos d'Andrew Ng<sup>22</sup>, la plupart des acteurs impliqués dans ce domaine ont bien compris qu'une collaboration précoce et très ouverte allait permettre un gain important pour l'ensemble de l'écosystème américain : autour des universités et des industriels, on voit ainsi la participation des fonds en capital risque, des banques, des médias, des fournisseurs de services et d'infrastructures, des collectivités locales, etc.

## 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 mesures de soutien au développement des entreprises spécialisées dans l'IA se concentrent principalement autour : (i) d'actions d'*Open Data* au [niveau fédéral](#) ou au niveau local (par exemple [à New York](#)) visant à rendre disponible des données publiques à partir desquelles ces entreprises peuvent concevoir leurs outils technologiques ; (ii) une adaptation des procédures de commande publique afin d'encourager les agences

---

<sup>22</sup> Andrew Ng est un informaticien enseignant actuellement à Stanford après avoir exercé des responsabilités dans la recherche et le développement de la firme chinoise Baidu.

fédérales à collaborer avec des entreprises innovantes (par exemple la mise en place des *Acquisition Innovation Lab* dans chaque agence fédérale afin de promouvoir l'achat innovant).

Par ailleurs, plusieurs projets de recherche « *moonshot* » - c'est-à-dire des projets explorations et ambitieux, sans attente de rentabilité à court terme - sont financés par des agences fédérales. Les challenges de la *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) ont notamment contribué à l'accélération des développements du véhicule autonome et ont permis aux institutions fédérales comme aux entreprises traditionnelles du secteur de repérer les technologies, les projets et les équipes les plus prometteuses, leur apportant par la suite les soutiens financiers nécessaires à leur développement. A titre d'illustration, l'*Intelligence Advanced Research Project Activity* (IARPA) participe actuellement à [un projet de recherche](#) – financé à hauteur de 100 M USD – visant à contribuer à l'architecture de la prochaine génération d'IA, basé sur la cartographie du cerveau humain.

### 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 septembre 2017, la Maison Blanche a annoncé une initiative visant à stimuler l'apprentissage des sciences et des technologies dans les lycées en octroyant des subventions aux collectivités et établissements scolaires afin de développer des cursus liés aux sciences informatiques et attirer dans ces formations des populations socialement désavantagées et/ou faiblement représentées dans le secteur tech. Le Département américain à l'Éducation financera cette initiative à hauteur de 200 millions USD et allouera les premières subventions dès l'année fiscale 2018. Ce programme public bénéficiera également de contributions privées de plus de 300 millions USD sur 5 ans de la part d'entreprises, la plupart du secteur tech. Amazon, Facebook, Google et Microsoft se sont engagés à contribuer à hauteur de 50 millions USD chacun.

Il existe aussi des initiatives privées. Par exemple, l'entreprise Google a annoncé en octobre 2017 le lancement de son programme *Grow with Google* qui financera, à hauteur de 1 Md USD sur cinq ans, des formations à destination des travailleurs dont les métiers sont exposés à un risque de transformation voire de disparition du fait du changement technologique. L'association caritative Goodwill est l'une des premières à bénéficier de *Grow with Google* avec une subvention de 10 M USD destinée à développer des formations visant à l'acquisition de compétences informatiques.

Il n'existe pas, pour l'instant, de mesures de sensibilisation à l'IA à destination des PME mais il est à noter qu'en octobre 2017, la Chambre des Représentants a voté un projet de loi visant à amender le *National Institute of Standards and Technology (NIST) Act* qui définit les missions du NIST, l'agence du Département du Commerce en charge de développer des standards technologiques. Ce projet législatif, une fois approuvé par le Sénat, demandera à l'agence de mieux intégrer les petites et moyennes entreprises dans ses recommandations et ses campagnes de sensibilisation en matière de cyber sécurité.

### 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 décembre 2016 cité à la question 1 pointe le risque d'un effet négatif de l'IA sur les emplois à bas salaires, car ces emplois sont ceux qui courent le risque d'être le plus rapidement automatisables. Les emplois qualifiés ne seraient menacés qu'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. Les rapports évoqués à la question 1 estiment qu'il n'existe pas encore de solution 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 alliées. 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, il était préconisé dans ces rapports de l'automne 2016 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 monde en travaillant en partenariat avec différentes entreprises.

Stanford a également lancé un groupe de travail nommé « 100 years of AI » qui vise à étudier les impacts socio-économiques de long terme de l'intelligence artificielle et qui publie un rapport annuel sur ce sujet. Ce rapport distingue huit secteurs (Transports, robotique, santé, éducation, personnes à faibles revenus, sécurité publique, travail et emploi et divertissement) dans lesquels l'IA a un impact et établit des orientations d'action pour les pouvoirs publics. Selon ce rapport, les politiques publiques doivent accompagner les entreprises vers la responsabilisation notamment dans le domaine de la protection de la vie privée plutôt que d'imposer des réglementations trop lourdes qui auraient pour conséquence de focaliser les entreprises sur la « compliance » plutôt que de les responsabiliser. On peut aussi noter la constitution d'un groupe de chercheurs dans ce domaine à l'Université de Princeton au Center for Information Technology Policy, dont l'une des figures actuelles n'est autre que la cheville ouvrière des rapports sur l'AI de la précédente Administration : Edward W. Felten.

La plupart des grandes entreprises tech (dont Amazon, Apple, Facebook, Google, IBM et Microsoft) se sont associées pour créer le « Partnership on AI » une organisation qui vise à établir des codes de bonnes conduites entre entreprises, à faire émerger un débat entre acteurs et à favoriser la coopération des acteurs sur le sujet de l'intelligence artificielle.

La dernière étude publiée sur le sujet, parmi une foule d'études depuis les travaux pionniers de Brynjolfsson et McAfee dans *the Second Machine Age* en 2014, est celle de McKinsey Global Institute, de décembre 2017 et intitulée « *future of work* » et se focalisant sur les effets sur le travail de l'IA et de l'automatisation. Le rapport estime, comme l'ensemble des études disponibles sur le sujet, que ces technologies vont permettre de forts gains de productivité et une destruction de certaines tâches liées à des emplois, notamment routiniers. Cependant ce dernier rapport est peut-être plus optimiste que d'autres qui l'ont précédé car il estime que, si ces évolutions sont accompagnées d'investissements en formation professionnelle, l'émergence de ces technologies devrait permettre une montée en gamme des emplois plutôt qu'une destruction massive de postes. Le rapport estime qu'entre 400 millions et 800 millions d'individus devraient changer d'emploi au niveau mondial d'ici 2030. Aux États-Unis, les chiffres avancés sont de 16 à 54 millions de personnes..

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

Les États-Unis soutiennent une collaboration internationale accrue en matière de cyber sécurité et ont notamment obtenu, avec l'appui de la France, l'adoption du [Cyber Defense Plege](#) à l'OTAN. En matière d'intelligence artificielle, deux axes de travail international sont privilégiés :

- (i) La collaboration entre les services de renseignement alliés sur de nouveaux outils IA capables d'améliorer la lutte contre la cybercriminalité ;
- (ii) L'élaboration de standards internationaux sur l'utilisation des armes dotées de cette technologie.

## Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Il n'existe actuellement pas de politique industrielle spécifique sur l'IA aux États-Unis. En revanche, les autorités ont accordé une attention particulière au secteur de l'automobile car les véhicules autonomes pourraient être prêts à la commercialisation dans les cinq prochaines années (entre 2019 et 2022 selon les différentes projections de l'industrie).

En septembre 2017, la Secrétaire au Transport, Elaine Chao, a dévoilé un [nouveau rapport](#) intitulé « Vision pour la Sécurité 2.0 » qui vise à faciliter le développement des véhicules autonomes en allégeant les recommandations actuelles en termes de sécurité, lesquelles avaient été élaborées un an plus tôt par la précédente administration.

Parmi les recommandations retenues et non contraignantes, les constructeurs sont invités à élaborer des mécanismes efficaces de collectes et analyses des données des véhicules tout en protégeant l'accès aux objets connectés présents et en donnant une information complète et transparente au conducteur. Les recommandations de l'administration précédente en matière de protection des données personnelles des usagers ont été écartées dans l'idée de limiter les contraintes en phase d'expérimentation, laquelle nécessite l'analyse de l'ensemble des données disponibles.

Par ailleurs, les États fédérés ont été encouragés à laisser à l'État fédéral le soin de réguler le secteur, et notamment à la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) dans son rôle de définition des règles techniques de sécurité. L'objectif affiché est de permettre aux constructeurs d'expérimenter leurs véhicules sans avoir à solliciter plusieurs échelons d'autorisations.

Le Département au Transport considère que la commercialisation des véhicules autonomes permettra une réduction drastique du nombre d'accidents mortels sur la route.

En parallèle, au Congrès, un projet de loi visant à faciliter l'expérimentation et la mise en circulation des véhicules autonomes sur les routes américaines est dans l'attente d'un vote au Sénat. Ce projet vise notamment à donner la prérogative aux agences fédérales dans la réglementation du secteur vis-à-vis des États fédérés.

## Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

Compte tenu de l'excellence académique dans les domaines liés à l'IA, de la puissance des grandes entreprises du web assises sur des masses de données colossales collectées sur les Américains, de l'écosystème de startups utilisant de l'apprentissage automatique, de l'appétit des fonds d'investissement, de l'accès à des ressources de

calculs quasi illimitées, les États-Unis sont un exceptionnel attracteur de talents en IA à l'échelle mondiale. La question de la fuite des cerveaux dans ces domaines y est pourtant abordée de deux façons:

- La première concerne la montée en puissance rapide et inexorable de la Chine sur ces thématiques, et le risque de voir un début d'hémorragie de talents en IA rejoindre les rangs d'entreprises chinoises, qu'elles soient basées aux États-Unis ou en Chine. Si deux cas ont été très médiatisés (Andrew Ng recruté par Baidu et Hugo Barra par Xiaomi), les expériences de ces deux stars ont pourtant été d'assez courte durée, chacun ayant depuis quitté les entreprises chinoises. L'inquiétude est plus vive du côté des très nombreux étudiants chinois qui viennent étudier ces domaines sur les campus américains, traduisant au passage en mandarin l'ensemble des supports de cours, avant de retourner dans leur pays pour participer à l'effort national dans ce domaine.
- La seconde a trait à l'assèchement annoncé du corps professoral dans les grandes universités de recherche, leur expertise étant courtisée à prix d'or par les grandes entreprises du numérique, avec le risque de voir le niveau des cours baisser graduellement, à mesure que les professeurs rejoignent les rangs de l'industrie. Il faut noter que nombre de ces professeurs sautent le pas moins pour des raisons financières que pour un accès accru à une double ressource indispensable pour le machine learning : des jeux de données colossaux et des ressources de calcul quasi illimitées. L'industrie a pourtant bien compris qu'elle avait également besoin d'ingénieurs bien formés, ce qui implique de ne pas complètement dépeupler les rangs du corps enseignant. La tendance consiste donc la plupart du temps à permettre à ces professeurs de conserver leur affiliation académique, de publier certains résultats de recherche et d'ouvrir leur nouveau laboratoire industriel dans la ville où se situe leur campus (exemples de Yann Lecun à NYU et Facebook, de Russ Salakhutdinov à Carnegie Mellon et Apple, de Fei-Fei Li à Stanford et Google). De telles carrières hybrides sont en croissance très importante aux États-Unis dans l'univers de l'intelligence artificielle.

### Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

La formation professionnelle, telle qu'elle existe en France n'a pas d'équivalent américain, tant au niveau du concept que des politiques et des institutions.

Il n'y a aucune définition officiellement reconnue de la formation professionnelle. De surcroît, il est difficile d'isoler la formation continue de la formation initiale, parce qu'elles se superposent, notamment dans les *Community Colleges* (établissements d'enseignement supérieur court, organisés au plan local, qui accueillent 40% des étudiants américains de 1<sup>er</sup> cycle auxquels ils dispensent en 2 ans une formation à caractère professionnalisant). Les *Community Colleges* accueillent beaucoup de professionnels en cours de carrière à côté d'étudiants qui sortent du lycée. Les universités proposent également des formations continues.

Les pouvoirs publics interviennent essentiellement pour financer des programmes de formation des populations défavorisées et des demandeurs d'emploi, mis en œuvre par les États.

Il n'existe aucune obligation pour les employeurs. Les entreprises financent ou co-financent souvent la formation de leurs collaborateurs, pour peu que le sujet étudié corresponde au projet de l'entreprise. Elles peuvent intervenir dans un programme d'apprentissage (*apprenticeship*), des certifications professionnelles ou participer à des frais de scolarité. La formation continue repose donc souvent sur une volonté individuelle, et l'aide à la formation passe par des avantages fiscaux. En effet, à certaines conditions, les frais engagés par la personne qui se forme peuvent être déductibles du revenu imposable ou donner lieu à des crédits d'impôts. Si l'entreprise apporte une aide, les sommes qu'elle verse sont exclues du revenu imposable du salarié.

Concernant l'estimation des impacts sur l'emploi du développement de l'intelligence artificielle, c'est le rapport de décembre 2016 cité à la question 1 qui fait référence.



**Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? (s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question)**

Les États-Unis sont historiquement partisans d'une libre circulation des données, car le flux des données est considéré comme une ressource économique dont la facilité d'accès contribue à l'enrichissement des agents économiques.

[Un rapport](#) de l'*U.S. International Trade Commission* (août 2014) estime ainsi que les flux transfrontaliers de données numériques ont eu une contribution significative au PIB américain en 2011. Le commerce digital aurait d'ailleurs créé près de 2,4 millions d'emplois directs. Selon une étude de *The Economist Intelligence Unit* (EIU), l'industrie des logiciels serait quant à elle créatrice de près de 10,5 millions d'emplois indirects aux États-Unis. Le commerce digital enfin, profite non seulement aux géants numériques (GAFAM) mais aussi aux PME (près de 50 millions de PME utilisent Facebook en 2014 contre seulement 25 millions en 2013). En 2012, les PME américaines auraient vendu près de 227 Mds USD de biens et de services en ligne.

La primauté de l'intérêt économique de la libre circulation des données a pour conséquence de limiter les dispositifs liés au respect de la vie privée. En mars 2017, le Congrès américain a abrogé des règles votées par la *Federal Communications Commission* (FCC) et qui devaient contraindre les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) à demander l'autorisation des consommateurs pour transférer, utiliser et revendre leurs données de navigation internet à des parties tierces notamment pour effectuer de la publicité ciblée. En mai 2017, la Représentante républicaine du district de Blackburn (TX) a introduit à la Chambre des Représentants le [BROWSER Act](#) qui, si adopté, imposerait aux FAI ainsi qu'à certains sites et applications l'obligation d'obtenir un consentement explicite des consommateurs pour l'utilisation de leurs données personnelles, définies de manières restrictives. L'enjeu du débat actuel porte sur deux techniques : (i) le *opt-in* qui impose aux entreprises de demander le consentement explicite du consommateur avant de collecter/utiliser une information ; (ii) le *opt-out* qui impose aux entreprises de permettre aux consommateurs de refuser certaines utilisations faites par les sites (c'est au consommateur de faire la démarche initiale pour protéger sa vie privée).

Il est à toutefois à noter que, dans le débat américain, la transposition du principe de libre circulation des données est discutée dès lors qu'elle est susceptible de léser des intérêts sectoriels. C'est le cas notamment dans les discussions actuelles sur la possible révocation des règles de neutralité du net instaurées en 2016 par la FCC. Ces règles consistent à interdire aux FAI de bloquer, ralentir ou faciliter l'accès à des contenus en ligne dans le but de ne pas créer de barrières à l'entrée de nouveaux entrants ainsi que garantir la pluralité des opinions. Toutefois, l'actuelle majorité de la FCC considère que ces règles freinent les investissements et opportunités économiques des FAI, auxquels on demande de contribuer à la modernisation des réseaux.

S'agissant de la circulation des données entre l'Union européenne et les États-Unis, les autorités américaines ont réaffirmé leur engagement au sein de l'accord *UE-U.S. Privacy Shield* qui autorise le flux de données de près de 2500 entreprises américaines certifiées. Néanmoins, beaucoup d'entreprises ont encore recours à une procédure alternative dite des clauses standardisées, censée également assurer la légalité des transferts transfrontaliers de données numériques.

Au vu des différentes conférences et auditions au Congrès récentes, il ressort que les autorités américaines semblent préoccupées par le fait que la réglementation européenne devienne un standard international dans la mesure où les entreprises internationales pourraient être tentées de généraliser le régime le plus contraignant.

### Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

L'administration Obama avait mis en œuvre des initiatives visant d'une part à permettre au public, et donc aux entrepreneurs du digital, d'accéder largement à des jeux de données collectées par les services publics et d'autre part à permettre plus largement aux services publics de se transformer par l'usage et la diffusion des nouvelles technologies.

Ces initiatives prises au niveau fédéral, démarche d'Open Data, créations d'objectifs pour les départements et agences fédérales en matière d'ouverture des données et d'accessibilité numérique, créations de programmes destinés à offrir des expériences de l'Administration à des entrepreneurs (Presidential innovation Fellowships) et la mise sur pied de services dédiés à accompagner la transformation digitale des services publics (18F et U.S. Digital Service) trouvent également des pendant dans les diverses administrations fédérées et locales.

Le sujet de l'IA n'apparaît pas à ce stade centrale dans les stratégies de transformation de ces administrations, et l'est beaucoup moins que le recours aux larges jeux de données (Big Data) et l'accent mis pour donner de nouvelles flexibilités aux services rendus aux usagers à travers l'usage de services en ligne. Cela étant, ces modalités d'action, et l'usage des Big Data, sont et surtout pourraient à l'avenir lorsqu'ils se généraliseront et concerneront des jeux de données de plus en plus large, faire un recours massif aux technologies de l'IA.

Parmi, les « services publics » pouvant faire l'objet de développements potentiels avec l'usage de l'IA, le service public de l'emploi, où l'IA pourrait permettre de faire émerger des fonctions d'appariement performantes, est souvent évoqué. Cela étant, il existe d'importantes réserves issues tant des pouvoirs publics que de la société civile à confier à des algorithmes un rôle aussi déterminant sur les opportunités professionnelles des individus et la technologie n'est à ce stade pas mature, ne serait-ce que parce que les jeux de données ne permettent souvent pas encore de classer de manière précise le contenu en activités et en compétences des offres d'emploi et de les relier aux compétences estimées des individus.

### Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Le champ qui donne lieu au plus grand nombre de créations de startups est celui du diagnostic par imagerie médicale. Par exemple, MedyMatch Technology (Andover, MA) utilise l'intelligence artificielle pour l'analyse d'IRM dans le cas d'attaques cardiaques pour la caractérisation par les radiologistes ou les urgentistes d'anomalies difficiles à repérer.

L'autre secteur en expansion constante est celui du monitoring à distance (hors clinique) des patients. Par exemple, Butterfly Networks (Guilford, CN) commercialise un scanner de poche à ultrasons capable de produire des images 3D en temps réel pour 13 champs d'application clinique sur l'ensemble du corps humain.

L'analyse des données de patients et des risques est la verticale la plus anciennement investie par les promesses de l'IA. Par exemple, GNS Healthcare (Cambridge, MA) est une plateforme de simulation qui automatise la transformation de données biomédicales et de santé en modèles mécanistes de simulation de traitements (médicaments, procédures, dispositifs médicaux...)

Mais les avancées les plus radicales résident sans doute dans la transformation en cours du champ de l'industrie pharmaceutique proprement dite (drug discovery). Ainsi, Atomwise (San Francisco, CA) révolutionne le drug discovery par des algorithmes d'apprentissage automatique qui caractérisent les maladies au niveau moléculaire et les appariant avec les médicaments appropriés en fonction de leur structure. Inversement, la combinaison des compétences en IA et en automatisation de Recursion Pharmaceuticals (Salt Lake City, UT) accélère le test en parallèle de milliers de composés sur des centaines de modèles cellulaires de maladies.

## ISRAËL

### Éléments locaux de contexte du pays questionné :

Souvent présentée comme la *Startup Nation*, Israël héberge un écosystème d'environ 7000 startups. Celles-ci ont levé environ 4,8 Md\$ en 2016, soit 11% de plus qu'en 2015. Plus de 85% de ces fonds sont d'origine étrangère, au deux tiers américaine et au quart chinoise. Les exits (rachats, introductions en bourse, etc.) ont représenté en 2016 plus de 10 Md\$ sur 96 opérations (9 Md\$ en 2015). En 2017, l'acquisition de Mobileye par Intel pour 15,3 Md\$ constitue le plus important rachat d'une startup créée en Israël. Bien que de taille modeste à l'échelle internationale, son écosystème est largement reconnu dans les classements internationaux sur l'innovation. Sa densité est unique : Israël se classe en première position mondiale dès lors que l'on rapporte les chiffres de l'écosystème à la population du pays ou à son PIB. Ainsi par exemple, 423 \$ par habitant ont été investis dans les startups en Israël en 2015 contre 186 \$ aux États-Unis et 16\$ en Europe.

Après s'être concentrée dans la défense, les télécommunications et internet, l'innovation israélienne a désormais largement étendu ses domaines d'excellence : cyber sécurité, fintech, automobile, environnement, santé numérique, etc. 4% du PIB se trouve consacré à la R&D depuis plus d'une dizaine d'années, voire plus que 5% si l'on tient compte de la R&D dans le domaine de la défense.

La réussite d'Israël dans ce domaine tient à un mélange de facteurs : tout d'abord l'abondance du financement privé pour les phases initiales des startups, la qualité du capital humain (formations universitaires d'excellence, service militaire obligatoire effectuée par « l'élite » dans des unités technologiques, etc.), la présence de plus de 300 centres de R&D de multinationales qui réalisent plus du tiers de la dépense en R&D du pays, ainsi que des dispositions culturelles ou sociales (valorisation de la prise de risque et de l'esprit d'entreprise, etc.). Le mot écosystème paraît particulièrement adapté pour désigner la concentration des acteurs et des structures (accélérateurs, incubateurs, coworking, etc.) d'innovation autour de Tel Aviv.

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 ? Quels sont les acteurs concernés ?

Il n'existe pas « d'initiative nationale » sur l'intelligence artificielle du Gouvernement israélien.

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

Une présence de laboratoires de recherche sur l'intelligence artificielle dans la plupart des universités de recherche israéliennes

Au moins cinq universités de recherche israéliennes (cf. tableau ci-dessous) disposent de laboratoires de recherche sur l'intelligence artificielle. Ces laboratoires font généralement partie des départements d'informatique ou de systèmes d'information des universités.

*Départements des principales universités israéliennes intégrant des laboratoires de recherche sur l'intelligence artificielle (liste non-exhaustive)*

Université de recherche israélienne	Département / école intégrant un (des) laboratoire(s) de recherche sur l'intelligence artificielle
Université de Haifa	Département des systèmes d'information <sup>23</sup>
Technion	Département d'informatique <sup>24</sup> : Technion center for intelligent systems <sup>25</sup> ; Laboratory for computational linguistics
Université de Bar-Ilan	Département d'informatique <sup>26</sup> : The Institute for Information Retrieval and Computational Linguistics
Université de Ben Gourion du Néguev	Département d'informatique <sup>27</sup>
	Département d'ingénierie des systèmes d'information <sup>28</sup>
Université hébraïque de Jérusalem	Ecole d'informatique et d'ingénieur <sup>29</sup> : The Machine Learning laboratory ; Distributed Artificial Intelligence

Par ailleurs, il existe en Israël une association - Israeli Association for Artificial Intelligence (IAAI)<sup>30</sup> - dont l'objectif est de promouvoir et de parrainer des activités impliquant la communauté des chercheurs (tant universitaires que dans l'industrie) sur l'intelligence artificielle. Cette association est hébergée au sein de l'Université Ben-Gourion du Néguev.

**Un nombre important de publications et de citations liées à l'intelligence artificielle en France et en Israël sur la période 1996-2016**

En termes de nombre de publications et de citations<sup>31</sup> sur l'intelligence artificielle dans des revues scientifiques, la France et Israël étaient bien positionnées dans le monde : un classement indicatif, réalisé en compilant des banques de données de publications « *peer-reviewed*<sup>32</sup> » plaçait par exemple la France dans les dix premières places en comparaison des autres pays (cf. Tableau ci-dessous). Israël se plaçait dans les quarante premières places.

<sup>23</sup> <https://sites.hevra.haifa.ac.il/cs/?lang=en>

<sup>24</sup> <http://www.cs.technion.ac.il/>

<sup>25</sup> <http://www.cs.technion.ac.il/Labs/isl/>

<sup>26</sup> <http://cs.biu.ac.il/en>

<sup>27</sup> [http://in.bgu.ac.il/en/natural\\_science/cs/Pages/Research/Research-AreasFromDB.aspx](http://in.bgu.ac.il/en/natural_science/cs/Pages/Research/Research-AreasFromDB.aspx)

<sup>28</sup> <http://in.bgu.ac.il/en/engn/sise/Pages/default.aspx>

<sup>29</sup> <http://www.cs.huji.ac.il/>

<sup>30</sup> <http://www.ise.bgu.ac.il/iaai/>

<sup>31</sup> Le nombre de publications est représentatif des avancées du pays dans le domaine, et d'une certaine manière de la productivité des scientifiques dans le domaine. Le nombre de citations est représentatif de l'impact des recherches vis-à-vis de la communauté scientifique.

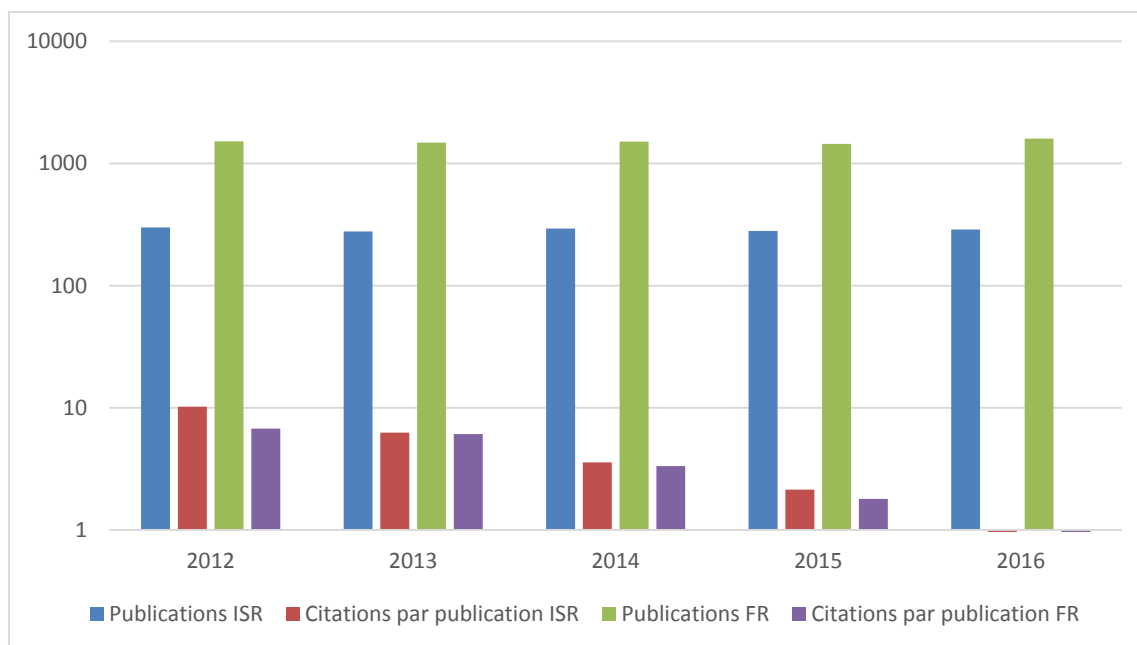
<sup>32</sup> C'est-à-dire vérifiées par un comité scientifique avant publication.

*Classement de la France et d'Israël en fonction du nombre de publications et de citations sur l'intelligence artificielle par année*

Année	Classement France		Classement Israël	
	En nombre de publications	En nombre de citations	En nombre de publications	En nombre de citations
<b>1996 - 2016</b>	6	6	29	16
<b>2016</b>	8	9	36	35
<b>2015</b>	8	10	33	29

Source : données obtenues sur des banques de données de publications « peer-reviewed »<sup>33</sup>. Mot-clef de recherche : « artificial intelligence ». Remarque : au-delà de ces données, il faut par ailleurs souligner que de nombreux chercheurs en intelligence artificielle publient dans des journaux non « peer-reviewed », c'est-à-dire qu'ils fournissent leurs résultats en libre accès sur internet (ex : ArXiv<sup>34</sup>).

En termes de nombre de citations par publication déposée lors d'une année donnée<sup>35</sup> dans le domaine de l'intelligence artificielle, Israël est mieux positionné que la France, ce qui prouve une certaine efficacité des chercheurs israéliens, le nombre de publications par an étant moindre en Israël par rapport à la France.



Évolution du nombre de publications et de citations par papier durant les 5 dernières années pour Israël et pour la France<sup>36</sup> Source : données obtenues sur des banques de données de publications « peer-reviewed ». Mot-clef de recherche : « artificial intelligence ».

La décroissance observée entre 2012 et 2016 du nombre de citations par publication lors d'une année donnée dans les deux pays s'explique par le fait qu'un certain temps est nécessaire avant qu'une publication ne soit largement citée dans les publications d'autres scientifiques.

<sup>33</sup> <http://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702&year=2012>

<sup>34</sup> Une des principales banques de données des publications en open access.

<sup>35</sup> i.e. la moyenne des citations par publication publiée lors d'une année donnée dans un pays).

<sup>36</sup> <http://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702&year=2012>

### Des publications portant principalement sur la vision par ordinateur et l'apprentissage-machine

De manière générale, on peut définir quatre techniques principales dans le domaine de l'intelligence artificielle :

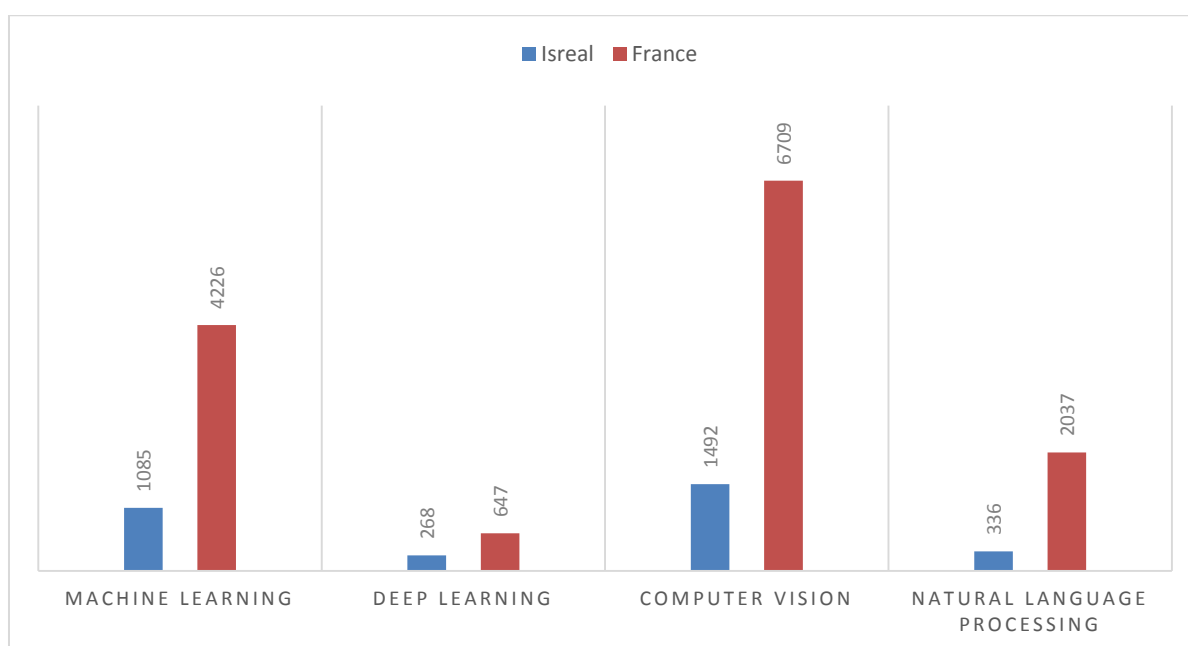
Machine Learning, ou apprentissage-machine en français. Cela correspond à l'apprentissage autonome par la machine ;

Deep Learning. Il s'agit de la technique d'apprentissage de la machine avec des réseaux neuronaux ;

Computer Vision, ou vision par ordinateur en français. Il s'agit du fait, pour une machine, de comprendre des images et des vidéos ;

Natural Language Processing. Il s'agit de l'interaction entre un ordinateur et un humain (ex : poser des questions à un ordinateur pour avoir des réponses).

En France comme en Israël, les publications en fonction des techniques dans le domaine de l'intelligence artificielle portent principalement sur la vision par ordinateur (« *computer vision* ») et sur l'apprentissage-machine (« *machine learning* »)<sup>37</sup>.

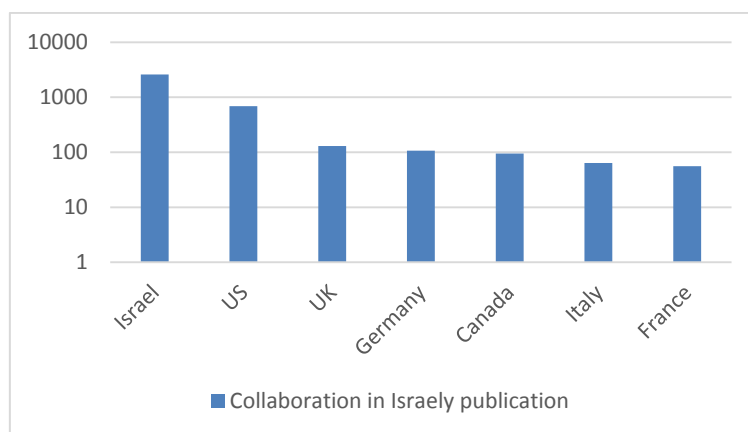


Répartition des publications sur quatre techniques clefs de la science de l'intelligence artificielle, en France et en Israël

La France en 6<sup>ème</sup> position dans le classement des co-publications scientifiques dans l'intelligence artificielle avec Israël, entre 1980 et 2017

Pour la France le nombre de co-publications scientifiques avec Israël dans le domaine de l'intelligence artificielle s'élève à 56 entre 1980 et 2017, ce qui place le pays en 6<sup>ème</sup> position derrière les USA, le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Canada et l'Italie. Il convient de noter que sur les cinq dernières années, la France remonte à la 5<sup>ème</sup> place, derrière les USA, la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la Suisse.

<sup>37</sup> [Scopus](#)



Nombre de co-publications liées à l'intelligence artificielle entre Israël et un pays tiers entre 1980 et 2017 (source : Scopus)

Israël	
<b>Kraus S. (112)</b>	Bar-Ilan University
<b>Felner A (70)</b>	BGU
<b>Brafman, R.I. (68)</b>	BGU
<b>Tennenhotlzm M (61)</b>	Technion
<b>Rosenschein, J.S. (59)</b>	Hebrew University of Jerusalem

Exemples de chercheurs et chercheuses renommés dans le domaine de l'intelligence artificielle dans des journaux « peer-reviewed » sur la période 1972 – 2018 en Israël (source : Scopus)

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 ?

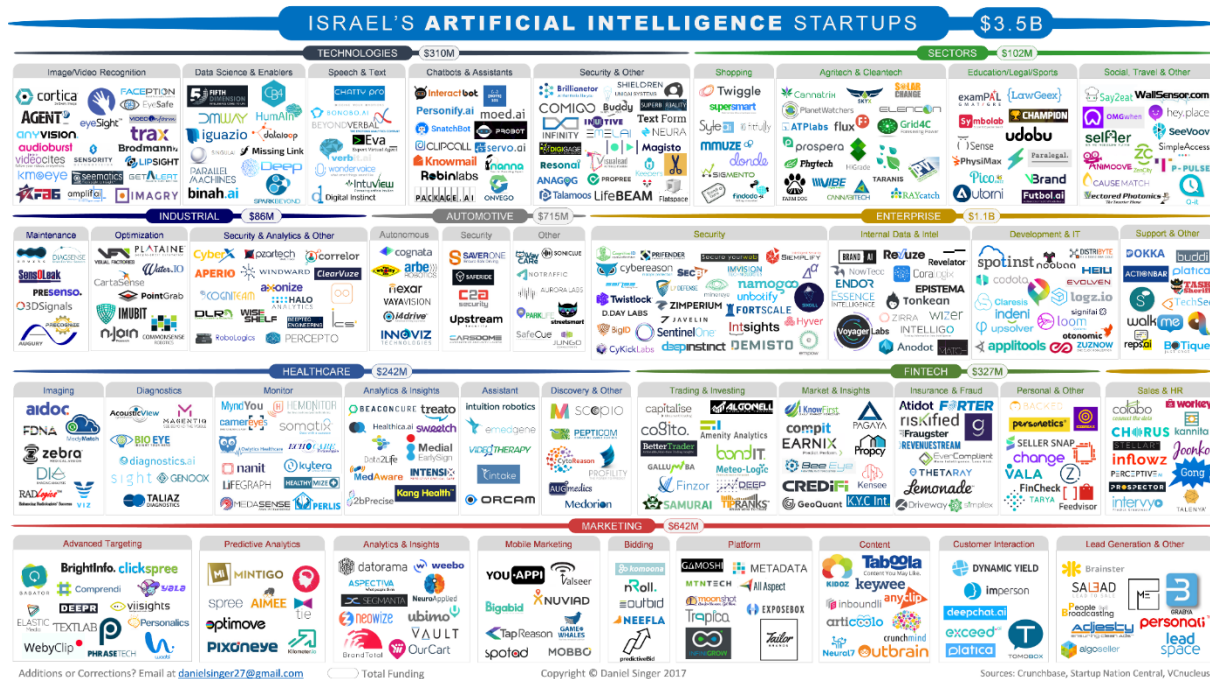
L'intelligence artificielle fait incontestablement partie des tendances fortes de l'écosystème israélien de l'innovation. Parmi les startups les plus en vue, une partie significative ont été fondées entre 2010 et 2014. Mobileye, rachetée en mars 2017 pour 15,3 Md\$ par Intel et qui fournit un système de vision à base de caméras et de *machine learning* pour le véhicule autonome, a été fondée en 1999. Le développement et la diffusion de l'usage de l'intelligence artificielle au sein de l'écosystème a donc commencé son essor avant que l'IA ne soit regardée en tant que telle comme un ensemble de technologies transverses et, depuis environ deux ans, comme une tendance orientant fortement les investissements et la communication des entreprises.

Parmi les études et articles consultés par le poste, l'un des travaux les plus aboutis sur l'écosystème israélien de l'IA est celui d'un analyste du VC Magma Venture Partners en 2017<sup>38</sup>, qui estime le nombre de startups développant et intégrant des technologies d'intelligence artificielle dans leurs produits à plus de 430 et leur valorisation totale, à partir des levées de fonds à ce jour, à 3,5 Md\$. L'article note en outre que les fonds levés entre janvier et août 2017 par ces entreprises, s'élevant à plus de 800 M\$, dépassaient déjà le total des levées de fonds dans l'IA par les startups israéliennes en 2016 et représentent une augmentation d'un facteur 15 en 5 ans. L'étude relève également plusieurs caractéristiques « macro » de cet écosystème :

- le secteur est jeune et en plein essor : 60% de ces startups ont été créées il y a moins de trois ans et plus de 50% sont encore en phase *seed* ;
- les méthodes de *machine learning* « classique » représentent 57% des technologies utilisées, seules 15% des startups recourent au *deep learning*.

<sup>38</sup> <https://becominghuman.ai/the-artificial-intelligence-industry-is-expected-to-be-worth-59-8-965535c9958e>

- 85% des startups sont dans le marché B2B et une grande majorité se concentre sur les marchés du marketing et des outils internes (y compris pour la cyber-sécurité).
- on dénombrait à ce jour 1 Md\$ d'exits dans l'intelligence artificielle. Ce chiffre n'inclut évidemment pas Mobileye (IPO en 2014 de 900 M\$ au Nasdaq), mais il paraît qu'il en soit sous-estimé, probablement parce qu'il exclut des deals précédant la prise en compte de l'IA comme un élément de classification des startups.



Panorama des startups israéliennes de l'IA. Source : Daniel Singer, Magma Venture Partners, 2017

Il existe par ailleurs plusieurs articles, parfois concordants, qui prétendent identifier les principales pépites israéliennes de l'IA<sup>39</sup>. Ci-dessous quelques exemples de startups en vue, qui ne peuvent toutefois rendre compte de la diversité des applications développées dans l'écosystème (pour les applications dans le domaine de la santé, voir Q16). On peut distinguer, schématiquement, des startups qui appliquent des technologies d'IA pour améliorer des fonctions existantes –marquées [Usage] ci-dessous- de celles qui sont susceptibles de repousser l'état de l'art dans les technologies en question –marquées [Techno].

- [Techno] **Cortica**, fondée en 2007, a pour ambition de développer des technologies de reconnaissance d'images aux performances comparables à la vision humaine. L'entreprise développe des algorithmes de *deep learning* et s'appuie sur une vingtaine de brevets. Dans les marchés visés, notamment le véhicule autonome, ses technologies permettent notamment d'obtenir des résultats appropriés dans les cas où les technologies actuelles (on citait Mobileye) atteignent leurs limites. Les domaines d'applications s'étendent également à la reconnaissance d'images satellitaires ou médicales. L'entreprise a levé à ce jour 70 M\$ et compte développer également des produits pour le consommateur.
- [Usage] **Riskified** propose aux plate-formes de e-commerce une solution de détection/prévention de fraudes dans l'achat et les réclamations. Elle repose sur une combinaison de technologies d'analyse comportementale et de *machine learning* qui lui permettent d'atteindre des performances élevées (amélioration de la détection et réduction significative des faux positifs). L'entreprise a levé 33 M\$ cette année et 64 M\$ au total.

<sup>39</sup> Exemples : <https://www.nanalyze.com/2017/09/top-10-israeli-artificial-intelligence-startups/>  
<http://www.vccafe.com/2017/10/03/israels-top-deep-learning-startups/>  
<http://www.vccafe.com/2017/02/15/30-machine-intelligence-startups-to-watch-in-israel/>  
<https://www.quora.com/What-are-the-top-AI-startups-in-Israel>



- [Usage] **Fortscale** fournit une solution dans le domaine de la supervision de la cyber-sécurité d'une entité qui permet de détecter les comportements « à risque » des utilisateurs d'un SI et de prévenir les incidents. Fortscale a levé 39 M\$ et compte Intel parmi ses investisseurs. On peut noter que de nombreuses startups de cyber-sécurité israéliennes se développent sur cette même thématique avec des approches comparables.
- [Techno] **Deep Instinct**, fondée en 2014, se présente comme la première entreprise à appliquer le *deep learning* à la cybersécurité, c'est-à-dire à développer en propre des algorithmes de classification de ce type à des fichiers en vue de détecter des codes malveillants. L'entreprise a levé 32 M\$, avec notamment la participation de Nvidia. Le CTO, Eli David, fait partie des jeunes figures montantes de la recherche israélienne dans le domaine.
- [Usage] **Voyager Labs**, fondée en 2012, offre une plate-forme d'analyse de grandes masses de données non structurées permettant d'extraire en temps réel des tendances comportementales des consommateurs et l'aide à la décision dans les domaines de la finance, du conseil ou encore de la grande distribution. L'entreprise a levé plus de 100 M\$ en novembre 2016.
- [Techno] **Twiggle**, fondée en 2014 par des anciens de Google Israël développe des capacités de reconnaissance sémantique pour les sites de e-commerce. Cette technologie permet d'élargir fortement l'espace des requêtes de consommateur que les moteurs de recherche peuvent analyser de manière pertinente. L'entreprise a levé 35 M\$ et compte parmi ses investisseurs Softbank, Alibaba et Naspers.
- [Usage] **Orcam** a été fondée en 2010 par les fondateurs de Mobileye A. Shashua et Z. Aviram. Elle développe un capteur d'aide à la vision pour les personnes souffrant d'un handicap de la vision. Le produit démontré au CES 2017 permettait aux aveugles de lire et de reconnaître des visages.

Parmi les nombreuses exits, le rachat de **Salespredict** en 2016 par eBay pour 40 M\$ est un cas intéressant : l'entreprise a été fondée en 2012 par Kira Radinsky, jeune chercheuse du Technion notamment connue pour avoir développé, en partenariat avec Microsoft, un modèle de prédiction de l'apparition d'épidémies ou d'événements violents à partir de données et de contenus médias et des réseaux sociaux. Nommée chief scientist chez eBay, elle est désormais l'une des plus jeunes expertes de l'analyse de données bénéficiant d'une reconnaissance à l'échelle mondiale.

On peut noter également que la dynamique de l'écosystème israélien de l'IA sur certains segments ou verticales, par exemple fintech, cyber-sécurité, *smart mobility* est également due à ces secteurs et pas seulement à une tendance propre à l'IA.

Au-delà des startups, plus de 300 multinationales disposent de centres de R&D en Israël et. Au total, ces centres représentent environ 40% de la dépense de R&D civile en Israël (le chiffre pour l'IA seule n'étant pas disponible). Certains d'entre eux disposent d'équipes de recherche en IA, c'est par exemple le cas de Yahoo/Verizon, de Google ou de Paypal/eBay. Récemment, deux géants du e-commerce, Amazon et Alibaba, ont annoncé l'ouverture d'un centre de R&D en Israël centré sur des technologies liées à l'intelligence artificielle (notamment l'assistant vocal Alexa, pour Amazon). Intel, déjà fortement implanté, a pour sa part annoncé la création d'un nouveau centre d'expertise sur l'IA à Ra'anana et Haifa, débauchant un cadre de Samsung Israel pour assurer sa direction. Samsung aurait par ailleurs mis à l'étude l'ouverture d'un centre dédié à l'intelligence artificielle en Israël<sup>40</sup>. Certaines multinationales cherchent à capter l'innovation israélienne sous d'autres formes : NVidia, par exemple, organise un challenge IA à l'occasion de sa GPU Technology conference à Tel Aviv réservé aux startups ayant levé moins de 5 M\$<sup>41</sup>.

<sup>40</sup> <http://nocamels.com/2017/10/samsung-in-talks-to-open-ai-center-in-israel/>

<sup>41</sup> <https://blogs.nvidia.com/blog/2017/08/22/gtc-israel/>

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 ?

Les universités citées en Q2 : Bar-Ilan, Technion (Haïfa), Université hébraïque de Jérusalem et Université Ben Gourion du Négev (Beer Sheva) disposent de parcours en électronique, informatique et mathématiques qui comportent des spécialisations en intelligence artificielle, avec des cours de spécialité au niveau *bachelor* et, de nombreux modules dédiés au niveau *master in computer science*. Les observateurs considèrent toutefois que la production d'ingénieurs dans le domaine numérique en général reste insuffisante (cf. Q12).

En complément des grandes universités, il convient de noter que de nombreuses plates-formes privées offrent des cours dédiés à l'intelligence artificielle et à ses différentes composantes. Au-delà des offres américaines (Coursera & co), l'Open university of Israël (qui forme chaque année environ 47 000 étudiants et délivre des diplômes), accessible sans conditions, possède une offre de cours dans le domaine.

Une particularité importante de l'éducation supérieure israélienne est le rôle joué par le service militaire obligatoire (en général 3 ans pour les hommes, 2 ans pour les femmes). En effet, les jeunes présentant des dispositions dans les matières scientifiques sont recrutés de manière privilégiée par les unités technologiques ou de renseignement de l'armée (telles que l'unité 8200), où ils acquièrent, avant même la formation universitaire, des compétences pratiques de haut niveau qui diffusent ensuite dans l'industrie et qui jouent un rôle de sélection et de création de futurs réseaux professionnels (comparable au modèle des « grandes écoles » françaises). L'armée (qui ne dépose pas de brevets) permet à ses anciens cadres d'utiliser des technologies obsolètes développées pour ses propres besoins pour créer des startups. En pratique, les anciens cadres militaires des unités technologiques sont très présents dans le monde de la *high tech* et ces transferts sont à l'origine, en particulier, du dynamisme du secteur de la cybersécurité. Des programmes complémentaires tels que Talpiot (cursus parallèle entre l'armée et les études scientifiques pour des promotions d'une centaine d'étudiants particulièrement prédisposés) ou Magshimim (repérage précoce et accompagnement des talents par l'armée) renforcent ce lien RH entre l'armée et les jeunes talents. Ces talents sont pour la plupart recrutés pour satisfaire les besoins en cybersécurité d'Israël, celle-ci étant érigée en priorité nationale. Mais les besoins en compétence évoluent et l'intelligence artificielle est devenue un enjeu stratégique pour l'armée, avec l'augmentation drastique des données collectées, notamment. Avec l'intelligence artificielle comme avec la cybersécurité, l'armée joue donc un rôle majeur dans la formation des ingénieurs, ainsi que dans le transfert de technologie.

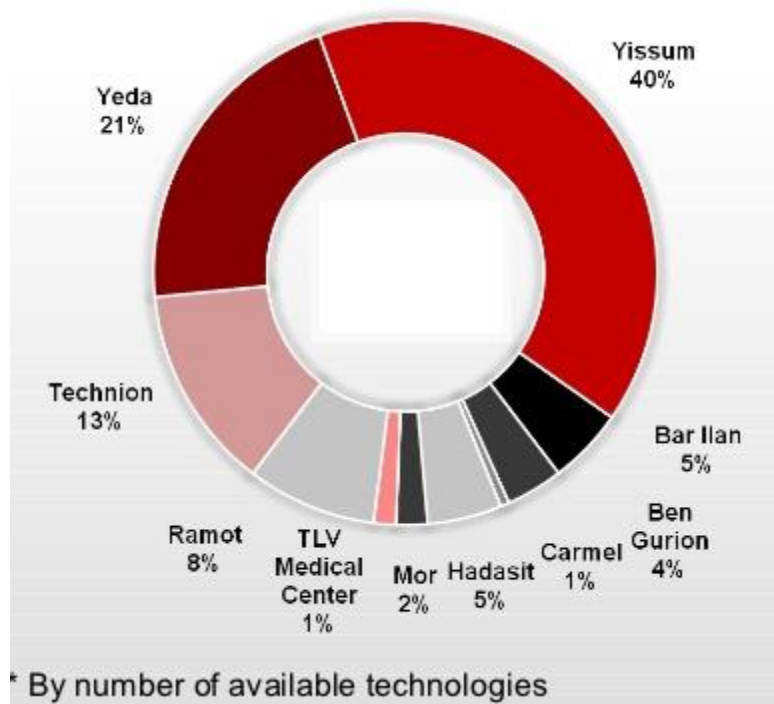
Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche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

L'État n'attribue aucun budget de manière spécifique à l'intelligence artificielle. De manière générale, les universités sont responsables d'environ 12% de la dépense de R&D civile israélienne.

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) ?

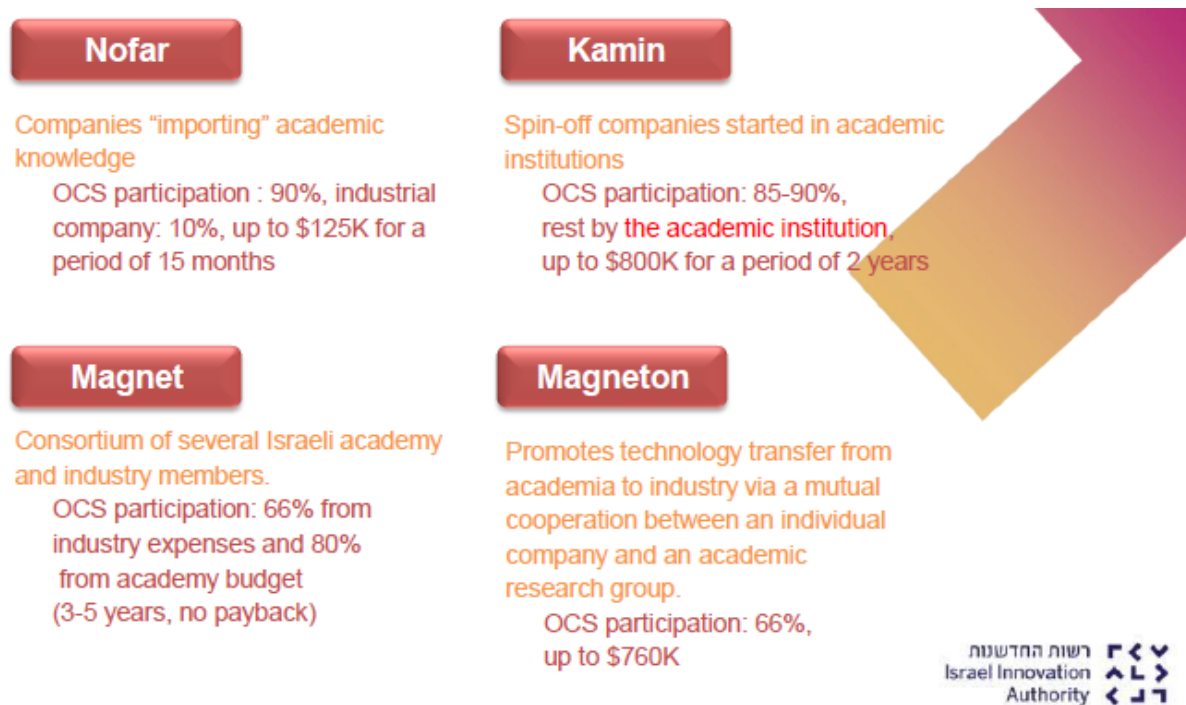
Le transfert technologique entre académie et industrie fonctionne de manière fluide et repose entre autres sur une forte mobilité des chercheurs et étudiants entre mondes académique et industriel. Le poste n'identifie toutefois pas de particularité liée à l'intelligence artificielle dans ce domaine.

Les grandes universités israéliennes (Technion – T3, Institut Weizmann - Yeda, Université de Tel Aviv - Ramot, Université hébraïque de Jérusalem - Yissim, Université Ben Gourion du Négev, Université de Bar-Ilan) disposent chacune d'une unité de transfert technologique (TTO) s'occupant de valoriser les brevets et d'appuyer (le cas échéant via un incubateur adossé à l'université) les chercheurs ou étudiants cherchant à créer leur startup. Ces unités sont des sociétés privées à but lucratif, dirigées en général par d'anciens cadres de l'industrie *high tech*. Les statistiques sur le nombre de projets financés et les revenus des licences ne sont pas toujours accessibles et par ailleurs difficiles à interpréter : Yeda, le TTO et l'Institut Weizmann, dégagent un revenu annuel important de plus de 400 M\$, mais principalement issu d'un unique produit (le Copaxone). Toutefois, il est estimé par l'association des organisations de transfert technologique israéliennes (ITTN) que plus de 150 technologies sont licenciées et 15 spin-off sont créés par an (ce qui n'inclut pas l'ensemble des entreprises créées par des chercheurs) par an. L'incitation est forte pour les chercheurs, qui sont en général rémunérés à hauteur de 40% des royalties perçues.



Répartition des TTO israéliens par portefeuille technologique ouverts aux accords de licence, source : association des TTO israéliens (ITTN)

Outre le financement des équipes de transfert par les universités et les revenus des licences, les projets sont susceptibles de recevoir un soutien public significatif via l'autorité israélienne de l'innovation, qui met en œuvre plusieurs programmes pour ce faire (cf. récapitulatif ci-dessous), qui représentent au total un budget annuel d'environ 80 M\$. Toutefois, il n'existe pas de cadre spécifique à l'intelligence artificielle.



*Programme de l'autorité de l'innovation en soutien du transfert technologique académie -> industrie.*

Mobileye fournit toutefois un exemple de transfert de technologie à fort impact : le fondateur, Ammon Shashua, ancien chercheur à l'Université hébraïque de Jérusalem, a obtenu une licence de Yissum afin d'utiliser la technologie de détection développée au sein d'un laboratoire de l'université et la coopération entre l'entreprise et l'université se poursuit aujourd'hui (malgré un contentieux au moment de l'acquisition par Intel sur les éventuels droits de l'université, réglé depuis).

**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) ?**

En matière de soutien à l'innovation et à l'industrie, la politique générale du Gouvernement, mise en œuvre notamment par l'autorité de l'innovation israélienne (IIA) est de ne pas orienter les choix des acteurs concernant les domaines et technologies sur lesquelles concentrer les investissements. Il existe quelques exceptions (initiatives spécifiques dans les domaines de la cybersécurité, des carburants alternatifs et de la mobilité intelligente, notamment). En particulier, l'intelligence artificielle ne fait pas l'objet d'un soutien public spécifique.

Par ailleurs l'innovation israélienne est financée à plus de 85% par des fonds privés (multinationales, investisseurs étrangers et locaux, etc.), ce qui donne un poids prépondérant aux acteurs privés pour prescrire les domaines à développer. À ce jour, les chiffres montrent (cf. Q3) que l'IA fait partie de ces domaines.

### Éléments généraux sur le soutien public israélien à l'innovation

L'autorité israélienne de l'innovation, qui était jusqu'en 2016 un département du ministère de l'Économie (Office of the chief scientist), est désormais une agence indépendante sous tutelle du même ministère. Elle dispose d'un budget annuel d'intervention d'environ 400 M\$.

Sur ce budget, 275 M\$ servent à cofinancer des projets individuels ou collaboratifs d'entreprises sous la forme d'une subvention de 20 à 50% du montant du projet, avec un retour financier en cas de succès commercial. Elle intervient également à des stades plus amont tels que le transfert de connaissances ou de technologies entre la recherche académique et l'industrie (où les taux de cofinancement peuvent être élevés : 66 à 90% du montant des projets) et les preuves de concept initiales en amont de la création de startup (prise en charge de 85% du budget jusqu'à 60 k\$, 120 projets par an). Ces programmes amont représentent un budget d'environ 90 M\$.

Un programme phare de l'agence est le soutien aux incubateurs, qui succède en quelque sorte au lancement du secteur du capital risque par l'initiative Yozma dans les années 1990 : à l'époque, l'État est rentré comme LP à hauteur de 40% dans une dizaine de fonds pour une durée de 5 ans, accompagnant une forte montée en puissance des VC (de 58 M\$ en 1991 à 3,3 Md\$ en 2000). Avec un capital risque privé désormais développé et performant, le gouvernement a adopté une approche différente consistant à encourager davantage le financement early stage pour les projets technologiquement risqués. Ce programme sur les incubateurs technologiques consiste à labelliser des structures (19 actuellement) portées par des acteurs privés et capables d'accompagner des projets sur 2 ans en leur offrant les meilleures perspectives d'accès au financement et aux marchés. L'autorité participe alors au financement de la structure et offre (décision au cas par cas) une subvention à hauteur de 85% de chaque ticket d'investissement de l'incubateur dans ses projets. Elle perçoit un retour en cas de succès commercial d'environ 3% du CA généré à terme par les startups. Les incubateurs font l'objet d'un suivi régulier et sont évalués au regard, notamment, du montant des levées de fonds ultérieures des projets qu'ils accompagnent.

L'action de l'autorité de l'innovation présente plusieurs caractéristiques que les interlocuteurs israéliens soulignent comme étant à la clef de son succès :

- une compréhension naturelle des préoccupations des acteurs de l'innovation : les dirigeants de l'agence (jusqu'à 2016, le chief scientist du ministère de l'économie) sont issus du secteur privé (industrie technologique, startups et/ou VCs), ainsi qu'une grande partie des cadres de l'autorité. Depuis la réforme conduisant à la création d'une agence « indépendante », la gouvernance associe des acteurs industriels (via un conseil présidé par le chief scientist) et l'autorité s'est vue dotée d'un CEO : Aharon Aharon, auparavant patron d'Apple Israël ;

- une logique bottom-up : en dehors de quelques programmes minoritaires, il n'existe pas de pré-répartition sectorielle des crédits de l'autorité. Le présupposé (régulièrement rappelé les représentants de l'État) est que les acteurs privés sont les mieux à même de déterminer les champs technologiques les plus prometteurs. A posteriori, l'autorité constate cependant que les moyens sont consacrés à financer des sujets plus risqués et moins attrayants pour le financement privé (biotech, medtech, cleantech, hardware, etc.). Ainsi, l'intervention publique ne se substituerait pas au financement privé early stage, relativement abondant en Israël ;

- la partie publique porte l'essentiel du risque : dans tous les dispositifs, la prise de risque technologique est un critère majeur dans la sélection des projets. Mais, dans le cadre d'un cofinancement de l'autorité, celle-ci porte la majorité du risque. Cela se traduit notamment par les modalités de retour financier : celui-ci n'intervient qu'en cas de succès commercial et reste plafonné au montant de la subvention reçue. Le dosage retenu conduit le retour perçu par l'autorité à représenter environ 30% de son intervention.

Suite à la création de l'autorité, plusieurs missions sont appelées à se développer en lien avec les défis actuels de l'économie israélienne. Ainsi, une division « advanced manufacturing » a été créée, avec l'objectif de faire mieux pénétrer l'innovation au sein des industries traditionnelles qui souffrent, en Israël, d'un retard de productivité par rapport aux autres pays de l'OCDE. Par ailleurs, une division « growth » sera chargée des dispositifs visant à encourager l'ancrage des startups en Israël afin de contrebalancer la tendance à des exits rapides.

En complément des soutiens ciblés, l'État a déployé une panoplie d'incitations extrêmement forte qui cible en particulier les grandes entreprises étrangères :

- des incitations fiscales en faveur de l'investissement en R&D :

- les sociétés peuvent déduire leurs dépenses de R&D de leur base d'imposition,

- les entreprises industrielles exportatrices bénéficient d'un régime fiscal préférentiel : un taux d'imposition sur les sociétés de 16% (au lieu du taux nominal de 25%), abaissé, depuis 2017, à 12% si la R&D représente une part significative de l'activité et à 6% pour 10 ans dans le cas d'entreprises générant plus de 2,5 Md\$ au niveau groupe (ces régimes fiscaux ont un impact important en termes d'attractivité financière d'Israël pour la R&D, illustré ci-dessous en comparaison avec la France),

- « Angel's law » : les investisseurs individuels peuvent déduire leurs investissements dans des sociétés de R&D de leur base imposable sur une durée et avec un plafond variable selon la maturité de la cible (par exemple jusqu'à 1,3 M\$ amortissables sur 3 ans pour un investissement dans une jeune pousse) ;

- la subvention des emplois dans les zones prioritaires : dans certaines périphéries (nord du pays et Négev), une subvention peut être obtenue par les entreprises technologiques et/ou industrielles de plus de 25 M\$ de chiffre d'affaires et employant des salariés hautement qualifiés. Celle-ci peut représenter 35% des hauts salaires la première année (dégressif sur 4 ans), voire 40% si le domaine d'activité est la cybersécurité.

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 ?

À ce jour, aucune initiative publique n'existe pour sensibiliser voire transformer les secteurs susceptibles d'être touchés par l'intelligence artificielle.

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'existe pas de réflexion d'ampleur produite en Israël sur le sujet. D'après le professeur Yuval Dror<sup>42</sup>, interviewé par le poste, les chercheurs et institutionnels s'intéressant à l'impact socio-économique, éthique et politique de l'IA se réfèrent à des travaux étrangers, principalement américains. Certains think tank israéliens indépendants, à l'image de l'Israel Democracy Institute (IDI), produisent des articles sur le sujet. Dans le cas de l'IDI, il s'agissait notamment de démontrer 1) la nécessité d'adapter la régulation et l'expertise des régulateurs et d'encadrer les nouveaux usages issus de l'IA<sup>43</sup>, 2) l'enjeu à développer le e-government pour Israël<sup>44</sup> et 3) le besoin de tenir compte des impacts sociaux de l'automatisation<sup>45</sup>.

La particularité d'Israël sur cette question est le décalage qui existe entre, d'une part, les développements technologiques issus de son écosystème *high tech* (ainsi que du secteur de la défense) et, d'autre part, les autres secteurs de l'économie, y compris le service public. Les innovations produites, qu'il s'agisse des startups ou des centres de R&D des multinationales, visent des marchés extérieurs (États-Unis en premier lieu, puis Europe et grands émergents) et n'imprègnent que peu les autres secteurs. Ce décalage peut expliquer l'écart entre la maturité technologique, forte mais concentrée, et la maturité d'usage, relativement faible en Israël. Ainsi, Israël ne saurait actuellement être considéré comme pionnier dans l'adaptation de son économie et de la société aux développements technologiques.

<sup>42</sup> Doyen de la faculté de médias et informatique du College of Management de Rishon LeZion. Auteur notamment d'un article sur l'impact social et sociétal de l'IA pour le compte de l'autorité israélienne de l'innovation.

<sup>43</sup> <https://en.idi.org.il/articles/14151>

<sup>44</sup> <https://en.idi.org.il/articles/14094>

<sup>45</sup> <https://en.idi.org.il/articles/14252>

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

L'IAAI (association israélienne de l'intelligence artificielle) est membre de l'EurAI, l'association européenne portant sur le même sujet.

Israël participe en tant que pays associé à H2020 et est, en dehors des États membres, l'un des pays les plus actifs, en particulier à travers ses universités.

### Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Il n'existe pas de politique industrielle spécifique à l'IA en Israël et cette éventualité ne semble pas avoir été évoquée. Voir Q7 pour des éléments plus généraux sur le soutien à l'innovation, dans lequel les projets liés à l'IA peuvent trouver une place dans une logique « bottom-up ».

Sur le plan des infrastructures, Israël ne dispose pas, en dehors du secteur de la défense, de centres de calcul intensif publics de rang mondial. Certains observateurs intéressés, à l'instar de NVidia<sup>46</sup> relèvent qu'il peut s'agir d'une faiblesse en vue de développer l'innovation dans ce domaine au niveau national.

### Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

La disponibilité de la ressource qualifiée dans la *high tech* est désormais un sujet de préoccupation majeur en Israël car il s'agit du facteur limitant pour la croissance de ce secteur : l'autorité de l'innovation considère qu'il faut doubler le nombre d'emplois dans le secteur (aujourd'hui 8% des emplois environ, avec des salaires plus de deux fois supérieurs à ceux des autres secteurs), ce qui suppose de former massivement des ingénieurs et techniciens dans les domaines les plus recherchés, en particulier la programmation, et de relâcher les contraintes existantes pour l'accès à la ressource étrangère. Le constat n'est pas propre à l'essor de l'usage de l'intelligence artificielle mais celui-ci constituera l'un des facteurs de changement de la demande des entreprises dans les années à venir.

Les chiffres du bureau central des statistiques israélien (CBS) tendent à montrer que le *brain drain* est un phénomène important en Israël : en 2016, 11% des doctorants quittaient le pays pour au moins trois ans, ce chiffre atteignant 24% pour certaines disciplines comme les mathématiques. Plus de 5% des diplômés israéliens depuis 1980 ont vécu plus de trois ans à l'étranger. En 2014, CBS estimait à 21 000 le nombre d'israéliens occupant des positions académiques à l'étranger, principalement aux États-Unis. Cependant, les retours sont également fréquents et les connexions importantes que l'écosystème israélien de l'innovation entretient avec la Silicon Valley et New York induisent naturellement des mouvements de personnes.

Afin d'inverser le *brain drain*, Israël a mis en place en 2013 un programme spécifique pour le retour des chercheurs en Israël, soit dans les universités, soit dans l'industrie *high tech*. Depuis 2017, ce programme est opéré par l'autorité de l'innovation. 900 chercheurs sont revenus par ce biais depuis la création du programme, qui compte 400 partenaires académiques et industriels. En outre, l'État a lancé toute fin 2016, toujours via l'autorité de l'innovation, un « Innovation Visa » qui permet à des experts ou à des entrepreneurs d'obtenir un visa de travail initial de 2 ans pour travailler sur un programme soutenu par l'autorité, puis, après approbation un *expert visa* de 5 ans pour poursuivre le projet. Ce programme s'apparente au French Tech visa, avec toutefois une différence d'échelle : à ce jour, le quota de visas s'élève à 300.

<sup>46</sup> <http://www.jpost.com/Business-and-Innovation/Israeli-support-for-AI-slipping-Nvidia-executive-says-514322>

Par ailleurs le gouvernement israélien dit vouloir assouplir les règles qui régissent l'emploi de travailleurs étrangers, à compter de janvier 2018, avec néanmoins un degré d'ambition modéré : les travailleurs étrangers bénéficieraient plus facilement d'un permis de travail à la condition qu'ils soient payés au minimum deux fois le salaire moyen dans l'économie (ce dernier étant actuellement d'environ 2500 € mensuels bruts).

### Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

Afin de remédier à la pénurie évoquée en Q12 et d'aider à la transformation des emplois, le Gouvernement a créé un programme de « coding boot camps », mis en œuvre par l'autorité de l'innovation. Ce programme a avant tout pour objectif d'encourager les initiatives privées visant la formation professionnelle des séniors, des minorités ou le changement d'orientation vers les métiers du secteur *high tech*, en particulier dans le domaine de la programmation informatique. L'intervention de l'État est envisagé sous deux formes : 1) la reconnaissance des formations de qualité et leur promotion, 2) l'attribution de subventions à certains programmes afin d'augmenter le nombre d'étudiants, qui seraient modulées en fonction du taux d'embauche en sortie et de la « sensibilité » de la population servie (séniors, minorités, etc.). Le programme doit être lancé en phase de test fin 2017 et a vocation à être étendu en fonction de ses résultats. Ici aussi, l'initiative n'est pas propre à l'IA mais à la place prépondérante que le numérique tend à prendre dans la création de valeur.

Le poste n'a trouvé aucune étude concernant l'impact de l'IA sur l'emploi qui soit spécifique à Israël. D'après le professeur Yuval Dror, les chercheurs et institutionnels s'intéressant au sujet (peu nombreux) se réfèrent tous à des études américaines. Le Gouvernement israélien n'a pas à ce jour lancé (officiellement) de réflexion sur le sujet.

### Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ? Quelle est la position du pays sur l'initiative de la Commission relative à la libre circulation de données ? (*s'agissant des pays membres de l'UE, ne pas répondre à cette dernière question*)

#### **Cadre israélien de la protection des données**

À l'instar de la France, il n'existe pas de cadre juridique spécifique concernant les données personnelles issues des technologies émergentes, en particulier l'intelligence artificielle, en Israël. Le pays demeure toutefois très attaché à la protection individuelle des données personnelles et au droit à la vie privée qui, reconnu dans la section 7 de la Loi Fondamentale, a une valeur constitutionnelle.

Le régime général encadrant les données personnelles relève de la Loi sur la Protection de la Vie Privée de 1981. Les différents amendements apportés à cette loi ont été effectués en cohérence avec la directive européenne sur la protection des données ce qui a permis à la Commission européenne de reconnaître la loi israélienne comme « adéquate » et ainsi permettre aux pays membres de l'Espace économique européen de transférer des données personnelles en Israël sans contrevenir à cette directive et limitant le transfert de ce type de données vers des pays tiers. À ce titre, le règlement GDPR de 2016 est perçu par les acteurs israéliens comme précurseur.

Si le système israélien offre dans le cas général un niveau de protection comparable à ce qui se pratique dans les pays européens, des exceptions existent, en particulier concernant l'usage de données personnelles par l'administration à des fins de sécurité des citoyens ou de l'État. Ces exceptions ne sont toutefois pas sans limite : la loi fait mention d'un principe de proportionnalité que l'ILITA (cf. ci-dessous) s'attache à garantir (plusieurs agences de l'État ont ainsi dû ajuster leurs processus suite à son intervention).



Une nouvelle loi relative à la cyber-sécurité doit entrer en vigueur d'ici avril 2018 et contiendra des standards précis pour protéger davantage les données.

Comparable à la CNIL, l'Israeli Law, Information and Technology Authority (ILITA) a été créée en 2006 au sein du ministère de la Justice israélien pour incarner l'autorité compétente en matière de protection des données personnelles. Elle a pour mission de réguler leur usage (on doit par exemple la notifier pour ouvrir une base de données, déclarer la finalité de la collecte et fournir les coordonnées de la personne responsable de la base de données et celle qui en assure la sécurité), sensibiliser le public à leur protection et veiller au respect de l'application de la loi. À ce titre, elle peut conduire des enquêtes, qui peuvent, le cas échéant, prendre la forme d'enquêtes criminelles. Dans le système juridique israélien de common law, elle joue enfin un rôle important dans l'interprétation de la loi en publiant des recommandations qui peuvent être pris en référence par les tribunaux pour apprécier des questions spécifiques dans des secteurs particuliers.

À ce jour, l'ILITA n'a publié aucune recommandation spécifique à l'innovation. L'autorité est toutefois consciente du risque qu'il y aurait à imposer un mauvais équilibre (trop de régulation freine l'innovation, tandis que son absence est dommageable autant pour les particuliers que pour les entreprises). En effet, elle estime que les services innovants ont en général de fortes contraintes techniques et de coût qui font que les fonctionnalités de sécurité des données ne sont pas prévues ou pas applicables.

Pour éviter que la réglementation ne constitue un frein à l'innovation, l'ILITA sensibilise les entreprises au concept de "privacy by design" ayant pour objectif de garantir que la protection de la vie privée soit intégrée dans les nouvelles applications technologiques et commerciales dès leur conception. Elle joue un rôle de sensibilisation des entreprises sur les risques associés à la négligence des questions de protection des données personnelles (outre les dommages éventuels pour les particuliers : poursuites judiciaires via des class actions, vol de données commerciales, une perte de parts de marché ou une atteinte à l'image de marque de l'entreprise en cause, etc.) tout en mettant en valeur qu'une prise en compte optimale de ces questions peut améliorer la réputation de la marque, la confiance des clients et au final leur loyauté.

Enfin, concernant la marge de manœuvre des sociétés innovantes voulant utiliser des bases de données, l'ILITA travaille en liaison avec l'écosystème sur les différentes solutions d'anonymisation qui permettent à des sociétés d'utiliser des données qui seraient épurées de leur caractère « personnel ».

### **Constitution de bases de données publiques**

Israël souffre de manière générale d'un certain retard en termes d'ouverture des données et de numérisation des services publics en comparaison des pays européens les plus avancés.

Dans le secteur de la mobilité, pour lequel le Gouvernement a lancé un plan d'actions en janvier 2017, il est néanmoins prévu de constituer une cartographie haute résolution du pays et une base de données anonymes d'accès public pour les acteurs. Ces données doivent notamment servir aux startups qui souhaitent développer des solutions de mobilité intégrant des algorithmes de *big data* et d'intelligence artificielle. Les appels d'offres pour la constitution de la cartographie et des bases de données sont prévus pour début 2018. Le maître d'ouvrage côté public est une task force interministérielle, la « Fuel choices and smart mobility initiative ».

### **Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?**

En dehors du domaine de la défense et de la sécurité intérieure (biométrie, caméras, renseignement, etc.), aucune référence à l'usage de l'IA pour des services publics en Israël n'a été trouvée, ce que confirment les experts interrogés. Il semble exister quelques usages très ponctuels pour des besoins internes de certaines administrations, par exemple l'autorité de lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme (IMPA) utiliserait des algorithmes de *machine learning* pour classifier les établissements/contrats à risque. On note toutefois que le ministère de la sécurité publique israélien participera à un projet H2020 « RED-Alert » sur l'usage des outils d'IA d'analyse linguistique pour du traitement de données à des fins de sécurité.

## Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Les principales startups en vue dans le domaine de la santé développent des outils liés à l'imagerie médicale et la médecine personnalisée :

- [Zebra Medical Vision](#), fondée en 2014, combine une importante base de données d'images médicales anonymes (que l'entreprise prétend être une des plus grandes bases du monde) et des algorithmes de *deep learning* pour la détection et le diagnostic médical pour offrir un outil d'aide à la décision en temps réel aux radiologues. L'entreprise a levé 20 M\$ et obtenu cet été un marquage CE pour lancer son produit sur le marché européen.
- [Treato](#), fondée en 2008, collecte et analyse les données produites en ligne par les patients et les institutions de santé.
- [Aldoc](#), fondée en 2015, applique les technologies de *deep learning* pour l'aide à la décision dans le domaine radiologique en permettant notamment la fusion d'images et d'information sur une représentation unique. L'entreprise a levé à ce stade 3,5 M\$.
- [MedyMatch](#), fondée en 2013, fournit un outil d'aide au diagnostic médical à partir de *machine learning* ainsi que la prescription (détermination des doses et de régularité des traitements). La technologie est notamment appliquée à la prévention de maladies chroniques. MedyMatch a notamment mis en place une alliance stratégique avec Samsung Neurologica et IBM Watson.

### Commentaires éventuels du pays questionné :

En conclusion, s'agissant de l'intelligence artificielle (et de manière analogue à ce qui se passe dans d'autres secteurs comme la mobilité intelligence ou encore la fintech), l'écosystème d'innovation israélien est prolifique et pourrait s'imposer comme l'un des pôles mondiaux d'excellence en matière de production d'innovations. Ce positionnement est permis par la performance générale de l'écosystème (financement privé, entrepreneuriat, « fluidité » de l'écosystème, présence des multinationales du numérique) et en particulier la qualité de la formation des ingénieurs israéliens, aussi bien au plan théorique qu'au plan pratique permise par le passage au sein des unités technologiques de l'armée et les passerelles entre industrie et académie. Le Gouvernement joue un rôle de facilitateur sur la dimension de l'innovation (l'IA, comme la cyber-sécurité, fait partie des « infrastructures » nécessaires pour développer les industries de demain). Cependant, il ne joue pas un rôle proactif dans le sujet plus général de l'adaptation du reste de l'économie, des services publics et de la réglementation à l'émergence de l'usage de l'IA.

## ITALIE

### Éléments locaux de contexte du pays questionné :

L'Italie demeure la 2<sup>ème</sup> puissance industrielle en Europe en 2016 (7<sup>ème</sup> mondiale), en valeur ajoutée de l'industrie (2,3% de la VA mondiale), derrière l'Allemagne (4<sup>ème</sup> au niveau mondial) et devant la France (8<sup>ème</sup>).

Grâce au plan Entreprises 4.0, le gouvernement italien a fait du numérique le cœur de sa politique structurelle de développement économique. Les ministres des Finances et du Développement économique souhaitent une augmentation de l'investissement privé de 80 à 90 Md € en 2017-2018 et une augmentation de 11,3 Md € de la R&D privée avec une priorité au numérique. Ces objectifs seront soutenus par des instruments d'intervention publique, avec une réforme du Fonds de garantie (1 Md€), des contrats de développement des investissements (1 Md€), et un plan « Made in Italy ».

Le prochain défi de l'Italie est celui de l'adéquation entre les compétences et le travail.

### 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 ?

Pour transformer le système économique italien et valoriser les résultats de la recherche et de l'innovation en avantage compétitif, les autorités italiennes ont défini une stratégie nationale de spécialisation intelligente pour 2014-2020 dans le cadre du programme européen « Smart Specialisation Strategy », (approuvée par la Commission européenne en avril 2016). Cette stratégie, qui bénéficie de financements européens, s'articule autour de 5 thématiques : (i) industrie intelligente et soutenable, énergie et environnement ; (ii) santé, alimentation, qualité de la vie ; (iii) agenda numérique, smart communities, systèmes de mobilité intelligente ; (iv) tourisme, patrimoine culturel et industrie de la créativité ; (v) aérospatial et défense.

Dans le même temps une stratégie de numérisation de l'économie italienne été lancée en 2014 (Stratégie pour la croissance numérique 2014-2020), tant dans le secteur privé que public, qui constitue l'Agenda numérique national approuvé par la Commission européenne, après celui lancé en 2012, accompagné d'un Plan national pour le très haut débit. Elle vise notamment à généraliser l'accès au très haut débit à l'horizon 2020, à développer l'open data, à adapter les administrations et organismes publics à l'évolution numérique (accès au très haut débit, infrastructures de cloud computing, renforcement de la sécurité numérique, plateformes numériques de services au public). La mise en œuvre de la stratégie pour la croissance numérique est coordonnée par l'Agenzia per l'Italia Digitale, dite AGID (Agence pour l'Italie numérique), créée en 2012, en relation avec le ministère du développement économique et le ministère de l'instruction des universités et de la recherche.

L'AGID a mis en place en septembre 2017 un groupe de travail pour étudier les solutions et les technologies de l'IA qui pourraient améliorer le rapport entre l'administration publique et les citoyens (voir Q15/).

Pour accélérer le saut technologique de l'industrie italienne, le gouvernement a lancé en 2016 le Plan Industria 4.0 pour la période 2017-2020. Il repose sur plusieurs piliers : aides aux investissements innovants (sous forme d'exonérations fiscales pour les entreprises qui investissent dans leur numérisation), formation, financement de la recherche en s'appuyant notamment sur un renforcement des clusters, création de centres de compétences et de hubs d'innovation numérique, développement des infrastructures de réseau (plan pour le développement de la bande de très haut débit).

Plusieurs mesures ont par ailleurs été mises place à partir de 2012 pour développer l'innovation dans les entreprises, qui s'adressent essentiellement aux start-up et aux PME<sup>47</sup>, et encourager la création de start-ups innovantes. Outre le crédit d'impôt pour les investissements en R&D, peuvent être citées parmi les dernières mesures adoptées : une procédure on-line pour la création de start-up innovante, des mesures fiscales d'incitations aux investissements dans les start-ups innovantes, un accès prioritaire au fonds de garantie pour les PME, la Patent Box (qui permet de déduire de la base imposable 50% du revenu dérivant de l'usage commercial des biens), le lancement en octobre 2016 d'une plateforme numérique à l'international (#ItalyFrontiers), la création en 2013 d'un portail numérique de crowdfunding.

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

La recherche académique en Italie a une longue histoire, de succès. À partir des années 1980 ils existent des activités de recherche dans ce domaine. L'Association Italienne pour l'IA est née en 1988 et a soutenu les initiatives académiques et industrielles dans ce domaine à partir de cette époque.

L'Italie est active dans le secteur de la recherche IA avec plusieurs universités et centres de recherche (par exemple le CNR) qui publient des revues et qui organisent des conférences internationales, qui participent à des projets européens et qui mènent différentes activités de transfert technologique vers les entreprises. Les secteurs de recherche plus développés concernent : les systèmes à agent et multi-agent, l'intelligence artificielle et le ageing, l'IA pour les sites classés, la robotique, l'apprentissage automatique et le data mining, la représentation de la connaissance et le raisonnement automatique, l'élaboration du langage naturel.

Par ailleurs, le Polytechnique de Milan en 2017 a créé l'Observatoire Intelligence Artificielle pour répondre à l'intérêt croissant des entreprises publiques et privées sur le potentiel offert par les nouvelles technologies. L'objectif est de créer une communauté d'échanges pour étudier quelles sont les réelles opportunités de l'IA, en mixant la vision technologique et celle managériale. Dans le domaine de la recherche, l'Observatoire se propose de :

1. fournir une définition simple et inclusive de l'Intelligence Artificielle, identifier et décrire ses principales capacités ;
2. analyser le marché de l'offre et en particulier enquêter sur l'offre des Big Vendor ;
3. contrôler la frontière de l'innovation, en analysant les startups plus intéressantes en Italie et à l'étranger et en repérant les principaux Centres de Recherche et Développement ;
4. identifier les principaux domaines d'application à niveau national et international ;
5. analyser et développer l'étude des applications que l'IA pourrait avoir au niveau de l'emploi et du travail ;
6. débattre sur les implications éthiques de certaines solutions de l'IA.

Selon le McKinsey Global Institute, l'Italie est à 10% de son "potentiel de numérisation". Le domaine d'excellence italienne dans le secteur est le language processing.

---

<sup>47</sup> 95% des entreprises italiennes sont des micro-entreprises

### 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 ?

Selon le CNR et l'étude de The Boston Consulting Group et MIT Sloan Management Review, intitulé "Reshaping business with artificial intelligence" qui date du 6 septembre 2017, la majorité des entreprises italiennes est consciente que l'IA représente un élément critique de succès. Mais selon le CNR, seulement très peu d'entreprises ont vraiment une stratégie en cours et sont en train de réaliser des systèmes sur large échelle.

Beaucoup d'entreprises sont en train de tester ou ont déjà activé un premier service (par exemple d'accompagnement aux systèmes de support au client et aux call center). Plusieurs start-up sont très actives, beaucoup d'entre elles sont des émanations directes des universités et des groupes de recherche. Mais il n'existe pas un vrai écosystème, c'est pour cette raison que le AIIA cherche à suivre les entreprises et effectue des enquêtes

Sur la base des données ISTAT (équivalent de l'INSEE), il est possible d'affirmer que l'IA est encore peu utilisée par les entreprises italiennes (99% de PME). Les statistiques par branches d'activité relatives au Big Data en 2016 montrent que le nombre d'entreprises qui font recours aux dispositifs intelligents pour l'analyse des données est inférieur à 5%.

### 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 6 startups italiennes sélectionnées pour participer à l'IBM Watson XPrice (doté de 5 M\$ pour promouvoir les projets les plus innovants dans le cadre de l'intelligence artificielle) sont les suivantes :

- AMIKO transforme la médecine respiratoire via l'acquisition et l'analyse de données sur l'utilisation réelle des médicaments. Respiro est une plateforme de santé connectée qui utilise des senseurs, applications mobiles et instruments d'analyse de données pour mesurer l'efficacité du traitement et aider les patients, docteurs et opérateurs de santé à améliorer la qualité et le résultat des soins.
- A.S.I.M.O.V. projet sicilien qui vise au développement du processus d'élaboration du langage naturel, avec une application spéciale pour les personnes qui présentent des problèmes de langage et de capacité d'expression.
- BRAINCONTROL permet l'interaction homme-machine via un bio-feedback. Une des 1ères applications permet aux patients atteints de SLA ou de paralysie de nature traumatique ou ischémique de communiquer avec le monde extérieur via la pensée (une tablette et un casque EEG wireless suffisent).
- ELSE Corp est une start-up B2B qui développe E.L.S.E. (Exclusive Luxury Shopping Experience), une plateforme cloud SaaS pour les ventes et la distribution en mode virtuel et pour la production sur demande du cloud. E.L.S.E. permet au client une expérience d'achat en 3D.
- INNAAS Startup qui aide les entreprises à transformer leurs services via l'IA et produit des plateformes AI-driven pour les secteurs de la finance, de l'industrie, des ventes et du sport.
- XSENSE C'est un ensemble d'algorithmes d'IA créé pour simuler la pensée humaine dans l'apprentissage et l'analyse du langage naturel.

Les startups IA les plus souvent citées dans la presse en Italie sont : Amiko, BrainControl, XSense, Innaas, Else Corp, Horus, Unfraud, Indigo.

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 une étude de Confindustria de novembre 2017 « [Innovation : Effets sur le travail et performance des entreprises](#) », plusieurs éléments de contexte sont à prendre en considération en Italie :

- Nombre de diplômés inférieur à la moyenne UE
- Émigration importante des jeunes diplômés
- Différence de salaire entre diplômés et non diplômés qui se réduit
- Taux élevé de diplômés qui sont trop instruits par rapport à leur travail (42% selon l'Istat)

Le Plan Entreprises 4.0 lancé mi 2016 prévoit de :

- développer des parcours universitaires et des formations professionnelles dédiés : mise en place de cursus universitaires spécifiques sur les technologies I4.0, en collaboration avec des entreprises, et élargissement de l'offre de formation proposée par les lycées professionnels sur ces technologies. L'investissement public prévu était de 70 M€ auxquels s'ajouteraient 30 M€ de fonds privés.
- renforcer les clusters technologiques « industrie du futur » et « agrifood » et augmenter le nombre de doctorats sur les technologies I4.0 : le Plan prévoit un financement public de 170 M€ (dont 150 déjà alloués) pour renforcer les clusters technologiques (regroupements au niveau national d'acteurs publics et privés autour de thématiques stratégiques, labellisés et financés par le ministère de l'Instruction, l'Université et la Recherche) focalisés sur les thèmes de l'Industrie du futur et de l'Agroalimentaire et augmenter le nombre de doctorats sur les technologies I4.0.
- créer des « Competence Center » nationaux : Les « Competence Center » sont portés par des universités qui présentent des compétences, tant au niveau de la formation que de la recherche et du transfert de technologies sur une ou plusieurs des technologies I4.0. Les universités identifiées à ce stade sont les Ecoles Polytechnique de Bari, Turin et Milan, l'École Supérieure Nationale Sant'Anna de Pise, l'Université de Bologne, l'Université de Naples « Federico II » et un consortium regroupant les universités de Vénétie. Le financement public prévu en soutien à ces structures est de 100 M€ auxquels devrait s'ajouter 100 M€ de ressources privées.

Lors de la présentation des premiers résultats du Plan en septembre 2017, le gouvernement a annoncé de nouvelles actions dans le secteur éducatif en matière de nouvelles compétences, avec un plan de 12,6 Md€. Le plan se déploie à la fois dans l'enseignement technique, l'université et la recherche.

Le plan national sur l'école numérique comprend la formation de 150 000 formateurs et l'adjonction de 8 400 enseignants numériques qui interviendront spécifiquement. Le nombre d'étudiants en alternance passera de 270 000 en 2014-15 à 1 500 000 en 2017-18. Il est complété par des mesures concernant l'enseignement professionnel centrées sur la formation numérique des cadres intermédiaires d'entreprises.

En 2017, de nombreux parcours universitaires et post-universitaires spécifiques sur les thématiques liées à l'IA ont été créés. Entre autres, il y a le "Master in Artificial Intelligence" (créé à Turin par l'Université de Turin, par l'Union Industrielle et par la Région Piémont) ; le Master en Intelligence Artificielle et Robotique organisé par l'Université de Rome La Sapienza ; de nombreux cours spécifiques sur le sujet organisés dans différentes universités italiennes (Polytechnique de Turin, Polytechnique de Milan, Université de Bologne..).

Selon le site de l'Association italienne pour l'intelligence artificielle ([www.aixia.it](http://www.aixia.it)), à ce jour, les cours sur l'AI se répartissent ainsi :



Source : <http://www.aixia.it/mappa-dei-corsi>

À Turin, un Master II d'Apprentissage en Intelligence Artificielle (Q2) a été créé par l'Université des Études de Turin, l'Union Industrielle et par la Région Piémont. Le programme suppose que 15 diplômés sont embauchés par des entreprises avec un contrat d'apprentissage de deux ans. Le projet s'adresse aux jeunes diplômés qui acquièrent de nouvelles connaissances en travaillant et aux entreprises qui bénéficient d'avantages fiscaux élevés (baisse des taxes jusqu'à 70%). Ce programme est né pour répondre aussi au phénomène de la "fuite des cerveaux", en s'appuyant sur une typologie de formation qui utilise l'apprentissage et qui facilite l'entrée dans le monde du travail.

À noter par ailleurs que le fonds d'investissement Pi Campus (early stage fund, post-accélérateur) a créé une école gratuite d'intelligence artificielle à Rome.

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 ?

Selon le plan Entreprises 4.0 (Entreprises du futur) présenté en septembre 2017 (bilan et mise à jour de Plan Industrie 4.0 lancé en 2016), les mesures en faveur de la recherche sont les suivantes :

- 2,75 Md€ (2,35 Md€ Programme national de recherche – PNR – et 400 M€ pour des projets pertinents pour l'Intérêt National) ;
- Doctorats : des ressources ont été allouées pour 700 doctorats pour l'année académique 2017/2018 pour développer des programmes conjoints entre universités et entreprises sur la thématique de l'industrie 4.0 ;
- Cluster Technologiques Nationaux : 1 Md€ d'investissements, cofinancé à 50 % par le secteur privé, sur les 12 domaines de recherche identifiés par le Plan National des Recherches.

En attente d'éléments complémentaires par le CNR.

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 transfert de technologie entre les centres de recherche académiques et les entreprises technologiques est soutenu à la fois par des avantages fiscaux au niveau régional (avantages pour la création de start-up) et par des mesures nationales comme le Crédit d'impôt Recherche & Développement qui concerne toutes les dépenses relatives à la recherche industrielle et au développement expérimental ou même le soutien à la création de Contamination Lab dans les universités (il s'agit de lieux où les jeunes étudiants, issus de différents parcours de formation, créent des groupes de travail pour développer des idées entrepreneuriales innovantes).

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 gouvernement italien a présenté en septembre 2016 le Plan national Industria 4.0 (aujourd'hui Imprese 4.0) qui devait mobiliser des investissements privés à hauteur d'environ 30 Md€ sur la période 2017-2020 et prévoyait 13 Md€ d'allègements fiscaux répartis sur 7 ans entre 2018 et 2024.

La gouvernance du Plan a été confiée à un comité de pilotage, auquel les entreprises, les organisations syndicales, certaines universités et centres de recherche et la Caisse des dépôts et prêts (CDP) participeront ; il se réunit tous les 6 mois. Y sont également représentés la Présidence du Conseil des ministres et les ministères de l'Economie et des finances, du Développement économique, de l'Éducation, de l'université et de la recherche, du Travail et des politiques sociales, des politiques agricoles, alimentaires et forestières, de l'Environnement et de la protection des territoires et de la mer.

Un des objectifs est la création de deux niveaux de soutien aux entreprises qui souhaitent bénéficier du plan. (1) Des universités choisies par le ministère seront chargées de créer des « centres de compétences » (Competence center) où les entrepreneurs pourront voir des applications concrètes des nouvelles technologies. (2) Des guichets dits « digital innovation hub – DIH » seront institués auprès des associations d'entreprises et des chambres de commerce sur le territoire.



Les investissements prévus par le Plan sont focalisés sur les technologies clés suivantes :

- Systèmes de fabrication avancée (Advanced manufacturing solution)
- Fabrication additive (additive manufacturing)
- Réalité augmentée
- Simulation
- Intégration Horizontale/Verticale
- Industrie de l'internet
- Cloud computing
- Cyber-sécurité
- Big data and analytics

Le Plan repose sur cinq lignes directrices : opérer dans une logique de neutralité technologique, intervenir avec des actions horizontales et non verticales ou sectorielles, opérer sur les facteurs habilitants (comme le haut débit et la connectivité) ; orienter vers les instruments existants pour favoriser le sursaut technologique et la productivité et coordonner les principaux acteurs. Pour se faire, le Plan prévoit une série d'investissements pour soutenir la recherche et l'innovation dans les entreprises, des mesures pour développer les compétences sur les technologies Industrie 4.0 de l'école jusqu'à l'université et des mesures d'accompagnement.

Les aides aux entreprises s'articulent autour de 3 axes :

1. Soutenir les investissements privés sur les technologies et les biens 4.0 :
  - o Hyper amortissement de 250% pour les investissements dans la numérisation industrielle de l'entreprise ;
  - o Suramortissement de 140% pour les investissements dans les équipements industriels ;
  - o Une partie du fonds de rotation pour les entreprises (*Fondo rotativo Imprese – FRI*), géré par la CDP en partenariat avec le système bancaire, est dédiée aux investissements 4.0.
2. Augmenter la dépense privée en Recherche, Développement et Innovation :
  - o Le crédit d'impôt en R&D a été révisé, avec une augmentation de la part destinée à la recherche dans l'entreprise qui passe de 25% à 50% sur les investissements qui excèdent le niveau moyen des 3 dernières années, et le montant du crédit passe de 5 M€ à 20 M€.
3. Renforcer le financement des entreprises 4.0, des capital-risqueurs et des start-ups :
  - o Les investissements jusqu'à 1 M€ (actuellement 500 K€) dans les start-ups et PME innovantes bénéficient d'une déduction fiscale de 30% (actuellement à 19%).
  - o Les pertes des start-ups peuvent être absorbées pendant 4 ans par une société « sponsor ».
  - o Les investisseurs à moyen-long terme dans les start-ups bénéficient d'une détaxation de leurs profits réalisés lors la réévaluation de la société (capital gain).

Enfin, le plan réforme le mode d'allocation des ressources aux entreprises qui ne seront plus distribuées via des appels d'offres mais par incitations fiscales horizontales.

Le projet de loi de finances 2018 contient une nouvelle mesure pour inciter les entreprises à former leurs salariés, sous forme de crédit d'impôts : l'entreprise qui envoie un salarié en formation bénéficiera d'un crédit d'impôt de 40 % du coût.

Selon le Conseil national de la recherche, à côté des projets de recherche européens, ils existent les Cluster technologiques nationaux (<http://www.miur.gov.it/cluster>) financés par Ministère de l'Instruction, de l'Université et de la Recherche: "Les clusters technologiques nationaux sont des réseaux de sujets publics et privés qui

travaillent sur le territoire national dans les secteurs de la recherche industrielle et le transfert technologique. Ils sont des catalyseurs de ressources pour répondre aux exigences du territoire et du marché, coordonner et renforcer le lien entre le monde de la recherche et celui des entreprises". Les clusters sont nés pour créer une coordination nationale divisée par domaines de spécialisation. Parmi les domaines scientifico-technologiques que le MIUR a choisi pour la création et le développement des cluster il y a: Technologies pour les smart communities et Usine Intelligente, et Technologies pour les milieux de vie.

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 ?

Voir Q7/

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) ?

Une étude faite par l'European House Ambrosetti estime qu'en Italie l'innovation pourra toucher 3 millions de postes de travail dans les 15 prochaines années et que chaque poste créé dans les secteurs de la technologie, des sciences de la vie et de la recherche scientifique, en engendre, en moyenne, 2,1 autres.

Une étude de Confindustria de novembre 2017 « [Innovation : Effets sur le travail et performance des entreprises](#) » montre que l'évolution des technologies exposent les PME à de nouveaux dangers et à de nouvelles opportunités, et modifiera les chaînes internationales de valeur. Les PME subiront une concurrence plus agressive, même de la part des grands groupes internationaux qui réussiront à entrer dans des niches de marché, qui aujourd'hui leur sont fermées car trop petites pour être exploitées de manière efficiente. En revanche, les nouvelles technologies pourraient porter à de nouvelles formes de collaboration et au développement des filières, et en particulier des districts industriels en Italie. Le travail qualifié a été le vrai « vainqueur » de la révolution numérique.

L'étude constate par ailleurs qu'un nombre élevé de personnes risquent de perdre leur emploi du fait de la numérisation de l'industrie et de l'économie en général. Pour la majorité d'entre eux il pourrait s'agir d'une condition transitoire. Les coûts sociaux seront toutefois très élevés : il pourrait y avoir des phénomènes migratoires, du chômage et un besoin important de requalification professionnelle. Des individus se sentiront exclus des processus de production, qui pourront exprimer leur frustration et mal être social, qui pourra avoir un effet sur le vote démocratique. Il y a donc une question urgente de gestion de la phase transitoire vers un équilibre social meilleur et plus acceptable (salaires plus élevés, travail moins pénible, plus de temps libre).

Dans les dernières années, l'Association Italienne pour l'Intelligence Artificielle (AIIA) a promu plusieurs événements ouverts au public, en s'adressant en particulier aux étudiants des écoles supérieures et des universités, sur les thématiques de l'IA et sur ses impacts sociaux et économiques. À cet égard, il faut citer:

- "L'IA crée ou détruit l'emploi?" Pise, 2014
- "Panel ai4society" Ferrare, 2015
- "Robot ami ou ennemi" Florence, 2016
- "Être humain et robot: métamorphose d'une alliance" Florence, 2017
- "Vers une maison commune pour êtres humains et machines" Bari, 2017

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

L'Italie participe activement au projet "Robotics Public-Private Partnership in Horizon 2020", dont la partie publique est gérée par la Commission Européenne et celle privée par la euRobotics AISBL (Association Internationale Sans But Lucratif), association non lucrative basée à Bruxelles. Le projet vise à créer une plateforme européenne pour les communautés industrielles et académiques actives dans le secteur de la robotique et de l'IA. De nombreuses universités italiennes (Polytechnique de Milan et Polytechnique de Turin, Université de Rome La Sapienza, Université Federico II de Naples, les Universités des Pise, Salerne, Gênes...), le Conseil National des Recherches et l'Institut Italien de Technologie participent au projet (liste complète : <https://www.eu-robotics.net/eurobotics/membership/list-of-members/index.html>).

La AIIA (Association Italienne pour l'Intelligence Artificielle) est membre de la European Association for Artificial Intelligence (EurAI). La AIIA est une association qui favorise l'étude et la recherche sur l'IA à travers des groupes de recherche, des bourses, l'organisation d'événements, la publication de la revue "Intelligenza Artificiale" et, plus généralement, coordonne l'activité dans le secteur en Italie. La EurAI a été créée en 1982 en tant qu'organe représentatif des différentes associations européennes qui s'occupent d'IA; elle organise des événements, des cours de spécialisation et subventionne des bourses pour soutenir la recherche au niveau européen dans le secteur.

## Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Voir Q7/

Au niveau local, la Région de l'Emilie-Romagne a promulgué une initiative dans le domaine du POR FSE 2014/2020 Obiettivo tematico 10 concernant les hautes compétences pour la recherche, le transfert technologique et l'esprit d'entreprise.

(<http://formazioneilavoro.regione.emilia-romagna.it/alta-formazione-ricerca/approfondimenti/piano-alte-competenze>). En particulier, le domaine A) "Ressources humaines pour une économie numérique" prévoit des projets concernant les big data liés à l'IA; et le domaine B) "Ressources humaines pour la spécialisation intelligente" prévoit des bourses pour doctorants et des chèques postdoctoraux.

La Région de l'Emilie-Romagne soutient activement la recherche sur les big data.

## Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

La thématique de la fuite des cerveaux a été prise en considération dans son ensemble, mais pas dans ce secteur en particulier. Ils existent des mesures financées par le Ministère de l'Instruction, par les universités et par les instituts de recherche pour encourager le retour en Italie des chercheurs italiens qui travaillent à l'étranger.

Confindustria estime que la fuite des diplômés a eu un impact de 1% sur le PIB de l'Italie en 2015. Chaque année, l'Italie perd 14 Md€ employés dans la formation. Entre 2008 et 2015, 260 000 jeunes ont quitté l'Italie, qui représente une perte de 70 Md€ pour l'Italie.

Selon Les Echos, en 2015 ils étaient 23.000 diplômés et étudiants, sur 100.000, à s'expatrier, soit 15 % de plus qu'en 2014 et plus du double par rapport à 2010. Le pourcentage des plus de 25 ans diplômés est extrêmement élevé parmi les émigrés italiens : 31 %, contre une moyenne nationale de moins de 15 %. Un changement par rapport à toutes les vagues d'émigration que l'Italie a connues depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle et qui concernaient les plus défavorisés fuyant la misère et le chômage, souligne le quotidien. « Il s'agit d'un appauvrissement pour l'Italie, qui voit partir des médecins, des ingénieurs et qui accueille des immigrées pour être auxiliaires de vie

(*badanti*) », explique Antonio Schizzeroto, professeur de sociologie à l'université de Trente. (Source : <https://www.lesechos.fr/idees-debats/editos-analyses/030619350470-litalie-et-la-fuite-des-cerveaux-2117354.php#o8TiloBsWMkldhJl.99>).

Selon le CNR (centre national de recherche), le solde est négatif de 13%. Chaque année 3 000 chercheurs italiens, docteurs en recherche, partent. Entre 2010 et 2020, environ 30 000 chercheurs, qui représentent un coût de formation de 5 Md€, émigreront.

### Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ?

Le Ministère de l'Instruction, de l'Université et de la Recherche (MIUR) a lancé le Programme pour les Jeunes Chercheurs "Rita Levi Montalcini" (<http://cervelli.cineca.it/>) pour favoriser le retour des cerveaux

([http://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie\\_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2017-02-13&atto.codiceRedazionale=17A01025&elenco30giorni=false](http://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2017-02-13&atto.codiceRedazionale=17A01025&elenco30giorni=false)).

Le PLF 2018 prévoit de relancer l'emploi durable des jeunes par une exonération de charges sociales à hauteur de 50% pendant 3 ans pour l'embauche de jeunes en CDI intervenant à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2018. La mesure s'applique également aux transformations en CDI de contrats d'apprentissage ou de formation en alternance. Elle concernera dans un premier temps les jeunes de moins de 35 ans puis sera limitée aux moins de 30 ans.

### Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ?

Non

### Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

Aucune étude nationale d'intérêt n'a été menée sur ce thème. Confindustria estime que les données les plus crédibles sont celles de l'OCDE (*Automation and Independent Work in a Digital Economy* et *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries*).

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ?

En ce qui concerne les services de cloud computing l'Italie recommande l'utilisation de serveur à l'intérieur de la communauté européenne pour le respect de l'utilisation des données personnelles et la sécurité.

Dans la stratégie italienne pour la cybersécurité, un rôle central est mené par le Ministère de l'Intérieur qui est responsable de la sécurité informatique et se coordonne avec les autres agences nationales. Le plan national pour la cybersécurité a été doté de 150 M€, dont 15 M€ ont été destinés au Cnaipic, le Centre National Anti-crime Informatique pour la Protection des Infrastructures Critiques : ce budget a été utilisé pour renforcer les infrastructures mais aussi pour étendre et mettre à jour les compétences.

Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ?

À notre connaissance, non.

Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

A. Au niveau national.

En septembre 2017, l'AGID a créé une task force sur l'Intelligence Artificielle pour comprendre comment la diffusion des nouveaux instruments et des nouvelles technologies de IA pourraient contribuer à construire un nouveau rapport entre État et citoyens.

Parmi les thématiques qui feront l'objet de débat dans les prochains mois, il y a l'analyse des opportunités de simplification pour l'administration publique et l'approfondissement des implications éthiques et sociales dérivant de l'utilisation (ou du manque d'utilisation) des nouveaux instruments de IA.

La task force est composée de :

- d'un groupe de coordination : trente experts multidisciplinaires provenant du monde académique, des organisations internationales, du monde des entreprises et des start-ups, dirigeront les travaux.
- d'une community : un groupe plus nombreux, dédié au recueil des idées et des contributions sur les thématiques au centre du débat du groupe de coordination.

D'ici décembre 2017, la task force devra présenter un premier rapport synthétique, un livre blanc, avec des conseils et des recommandations que l'administration publique italienne pourra adopter pour s'aligner sur les meilleures pratiques internationales.

En parallèle, le site web [ia.italia.it](http://ia.italia.it) a été créé. Il s'agit d'un instrument de travail qui héberge la *community*, recueille les matériaux produits par la task force et les documents publiés par des sujets internationaux sur la thématique de l'IA.

B. Au niveau local.

Pour le moment il existe quelques initiatives locales mais pas d'applications à large échelle. Le but du « white paper » qui sera publié par la Task Force (a) est d'identifier les utilisations futures potentielles de l'IA pour l'administration publique.

Certaines collectivités ont mis en place des « agents conversationnels » (chatbots) pour les services au citoyen.

### Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Selon le Conseil national pour la recherche, il existe un réseau sophistiqué de recherche sur la santé, de l'interprétation automatique des protocoles cliniques aux applications dans le secteur de la robotique d'assistance et des prothèses artificielles.

La possibilité d'analyser des examens et de repérer en avance des maladies dégénératives comme l'Alzheimer peut porter des bénéfices importants. L'utilisation des assistants intelligents peut aider les personnes âgées, par exemple en leur rappelant les médecines à prendre, en faisant retentir une alarme en cas de malaise, en contrôlant les paramètres vitaux...

Cf Q3/ Parmi les 6 startups italiennes sélectionnées pour participer à l'IBM Watson XPrice, 3 appartiennent au secteur de la santé :

- AMIKO transforme la médecine respiratoire via l'acquisition et l'analyse de données sur l'utilisation réelle des médicaments. Respiro est une plateforme de santé connectée qui utilise des senseurs, applications mobiles et instruments d'analyse de données pour mesurer l'efficacité du traitement et aider les patients, docteurs et opérateurs de santé à améliorer la qualité et le résultat des soins.
- A.S.I.M.O.V. projet sicilien qui vise au développement du processus d'élaboration du langage naturel, avec une application spéciale pour les personnes qui présentent des problèmes de langage et de capacité d'expression.
- BRAINCONTROL permet l'interaction homme-machine via un bio-feedback. Une des 1ères applications permet aux patients atteints de SLA ou de paralysie de nature traumatique ou ischémique de communiquer avec le monde extérieur via la pensée (une tablette et un casque EEG wireless suffisent).

Par ailleurs, la startup Octo Telematics Italia est active dans le secteur des assurances sanitaires : elle enregistre et élabore des informations statistiques sur les habitudes de conduite automobile. Les données permettent de définir le risque exact que représente le conducteur.

## 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 ?

### Principales initiatives datant de 2017

- **Octobre 2017 : publication du rapport « *Growing the artificial intelligence industry in the UK* »**

En mars 2017, le DCMS (*Department for digital, culture, media and sport*) a confié à Wendy Hall (professeur d'informatique à l'Université de Southampton) et Jérôme Pesenti (PDG de Benevolent Tech), la mission d'étudier les conditions de développement de l'intelligence artificielle (IA) au Royaume-Uni. Leur [rapport](#) a été remis au gouvernement britannique le 15 octobre 2017. Dans ce rapport, l'IA est définie comme « un ensemble de technologies numériques qui permettent aux machines de réaliser efficacement des tâches complexes ». S'appuyant sur une centaine de contributions d'experts, ce rapport formule 18 recommandations qui s'articulent autour de 4 thématiques clés : permettre un meilleur accès aux données (1), créer plus de compétences en IA (2), développer la recherche (3) et favoriser l'adoption de cette technologie (4). Les recommandations de cette étude permettront de nourrir la stratégie industrielle du Royaume-Uni dont la version finale (« livre blanc ») sera publiée en novembre.

- **Juin 2017 : nomination d'une commission spéciale sur l'IA à la Chambre des Lords**

En juin 2017, la Chambre des Lords a constitué une [commission spéciale sur l'IA](#) dont le Président est Lord Clement-Jones. Après avoir visité Deepmind (startup britannique créée à Londres en 2010 et vendue quatre ans plus tard à Google pour 400 M€), cette commission a débuté une série d'auditions en octobre 2017. À ce jour, la commission a tenu 12 audiences et entendu 34 personnes (professeurs, entrepreneurs, journalistes...). Les travaux sont en cours.

### Autres travaux parus en 2016

En 2016, de nombreuses institutions publiques (agences de l'État, Parlement, organe consultatif...) se sont également intéressées 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	<p><a href="#"><u><i>Robotics and artificial intelligence, Fifth Report of Session 2016–17</i></u></a></p> <p>Le rapport se concentre sur 3 points principaux :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Les implications économiques et sociales.</li> <li>2. Les questions éthiques et légales.</li> <li>3. La situation de la recherche et de l'innovation, et leur financement.</li> </ol> <p>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).</p> <p>Pour élaborer ce rapport, les parlementaires ont entendu 12 personnes, ont reçu 67 contributions écrites et ont visité Google DeepMind.</p>	<p><i>House of Commons, Science and Technology Committee</i></p> <p>Comité nommé par la Chambre des Communes pour examiner les dépenses de l'administration, la politique du <i>Government Office for Science</i> et des organismes publics associés.</p>
21/10 2016	<p><a href="#"><u><i>Robotics, automation and artificial intelligence</i></u></a></p> <p>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>).</p> <p>Le CST présente au Premier Ministre 3 principales recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les secteurs économiques porteurs sur lesquels le RU doit concentrer ses efforts et développer les collaborations.</li> <li>- Fournir des infrastructures aux entreprises ainsi que des conseils techniques et commerciaux.</li> <li>- Développer les compétences et la recherche en robotique, systèmes autonomes et IA.</li> </ul>	<p><i>Council for Science and Technology (CST)</i></p> <p>Organe consultatif non-gouvernemental chargé de conseiller le Premier Ministre sur des problématiques de politique scientifique et technologique.</p>
09/11 2016	<p><a href="#"><u><i>Artificial Intelligence: opportunities and implications for the future of decision making</i></u></a></p> <p>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.</p> <p>Il pose trois questions principales :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qu'est-ce que l'intelligence artificielle et comment est-elle utilisée ?</li> <li>2. Comment peut-elle stimuler la productivité ?</li> <li>3. Comment faire face aux risques éthiques et légaux que son usage va susciter ?</li> </ol>	<p><i>Government Office for Science (GO-Science)</i></p> <p>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.</p>



## Allocation de budgets spécifiques à la robotique et l'IA

S'inscrit dans le cadre de :	Annonce datant de :	Administration(s) porteuse(s) :	Budget alloué :
<b>La stratégie numérique</b> ( <i>Digital Strategy</i> )	Mars 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministère du numérique (DCMS)</li> </ul>	Investissement de <b>17,3 M€</b> dans l' <i>Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)</i> <sup>48</sup> pour soutenir le développement de nouvelles technologies de robotique et d'intelligence artificielle dans les universités du Royaume-Uni
<b>La stratégie industrielle</b> ( <i>Industrial Strategy</i> )  Et plus précisément de l' <i>Industrial Strategy Challenge Fund</i>	Novembre 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministère de l'économie (BEIS)</li> </ul>	Création d'un fonds doté de 68 M€ pour soutenir la recherche et l'innovation en robotique et intelligence artificielle (Annonce d'un nouveau budget le 22 novembre)

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

## Situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle

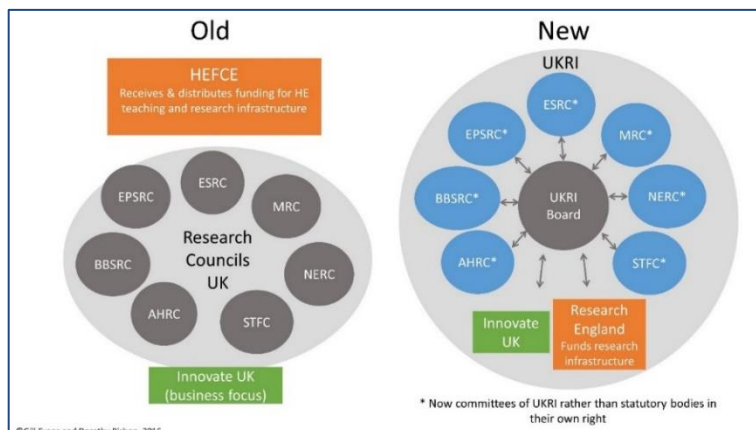
Un solide tissu d'institutions qui favorisent le développement de la recherche en IA - Selon Times Higher Education, le Royaume-Uni est au 4ème rang mondial du classement des pays par nombre de productions scientifiques en IA (soit juste derrière la Chine, les États-Unis et le Japon). Deux institutions jouent aujourd'hui un rôle moteur dans le développement de la recherche en IA 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 sept conseils de recherche britanniques et le centre national pour la science des données, Alan Turing Institute, créé en 2015. D'autres institutions soutiennent la commercialisation de la R&D tel que le Digital Catapult ou participent à la représentation du secteur tel que TechUK.

Les grandes universités britanniques investissent le terrain de l'IA et des sciences associées - Selon le rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK », le Royaume-Uni compte 30 masters en IA et 26 universités britanniques offrent des programmes de licence spécialisés. 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<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> L'EPSRC est l'un des 7 conseils de recherche britannique chargé de soutenir la recherche et l'enseignement supérieur dans le domaine de l'ingénierie et des sciences physiques.

<sup>49</sup> Elizabeth Gibney, "[AI firms lure academics](#)", Nature, vol 532 (2016) p 422

La recherche en IA devrait bénéficier de l'actuelle réforme des modes d'organisation de la recherche menée par le gouvernement britannique - Le Royaume-Uni entend restructurer le paysage de la recherche et innovation. La loi sur l'enseignement supérieur ([Higher Education and Research Bill 2016-17](#)) a été adoptée le 27 avril 2017. Elle 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.



• **Focus sur Alan Turing Institute, centre national pour la science des données**

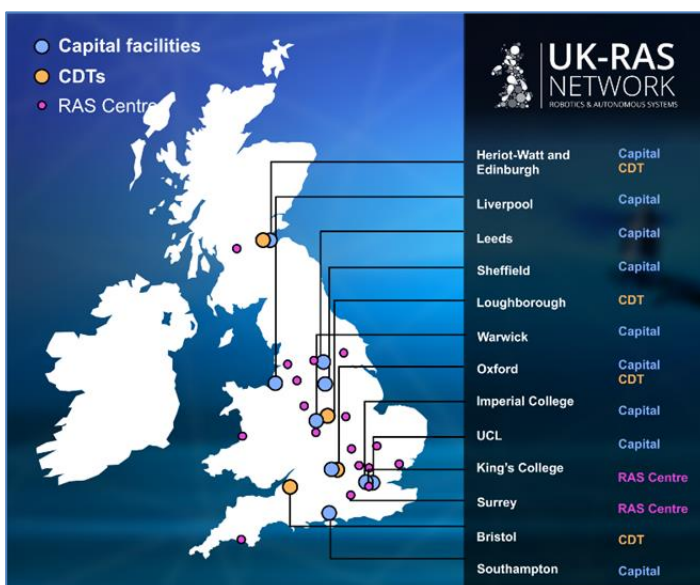
Statut & Création	Missions				
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Joint-venture entre <b>5 universités</b> (Cambridge, Edimbourg, Oxford, UCL, Warwick) et le <b>conseil de recherche Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)</b></li> <li>› Rassemble <b>87 chercheurs</b></li> <li>› Annoncé par le Chancelier de l'Echiquier dans le budget de mars 2014 et <b>inauguré en novembre 2015</b></li> </ul>	<p><a href="#">Alan Turing Institute</a> a 4 principales missions :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Développer son <b>activité de recherche fondamentale en data science</b>.</li> <li>2. Etablir des <b>partenariats stratégiques</b> afin de soutenir les applications de ses travaux de recherche.</li> <li>3. Assumer une activité d'enseignement afin de <b>former la prochaine génération de data scientists</b>.</li> <li>4. Intervenir dans les <b>grands débats publics et de société</b> relatifs aux données.</li> </ol> <p>L'Institut oriente ses travaux autour de :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">4 domaines thématiques</th> <th style="text-align: center;">6 secteurs d'application de recherche</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Représentations mathématiques</li> <li>› Inférence et apprentissage</li> <li>› Systèmes et plateformes</li> <li>› Compréhension du comportement humain</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Ingénierie</li> <li>› Technologie</li> <li>› Défense et sécurité</li> <li>› Villes intelligentes</li> <li>› Services financiers</li> <li>› Santé et bien-être</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	4 domaines thématiques	6 secteurs d'application de recherche	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Représentations mathématiques</li> <li>› Inférence et apprentissage</li> <li>› Systèmes et plateformes</li> <li>› Compréhension du comportement humain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ingénierie</li> <li>› Technologie</li> <li>› Défense et sécurité</li> <li>› Villes intelligentes</li> <li>› Services financiers</li> <li>› Santé et bien-être</li> </ul>
4 domaines thématiques	6 secteurs d'application de recherche				
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Représentations mathématiques</li> <li>› Inférence et apprentissage</li> <li>› Systèmes et plateformes</li> <li>› Compréhension du comportement humain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ingénierie</li> <li>› Technologie</li> <li>› Défense et sécurité</li> <li>› Villes intelligentes</li> <li>› Services financiers</li> <li>› Santé et bien-être</li> </ul>				
<b>Budget</b>	<b>Chantiers clés</b>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>› Investissement du gouvernement de <b>45 M€ sur 5 ans</b>, auxquels s’ajoutent la contribution des universités partenaires (<b>5 M€ chacune</b>) et des <b>partenaires privés</b> recherchés par l’Institut</li> </ul>	<p>L’Institut a signé plusieurs partenariats stratégiques afin de soutenir ses premiers travaux de recherche, entre autres avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› <b>La Lloyd Register Foundation</b> : 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.</li> <li>› <b>L’agence de renseignement britannique GCHQ</b> (<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.</li> </ul>
--	--

• **Focus sur l’Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)**

Statut & Création	Missions
<ul style="list-style-type: none"> <li>› <b>Organisme public financé principalement par le BEIS</b> (<i>Business, Energy and Industrial Strategy</i>)</li> <li>› Créé en 1994 et compte 230 salariés</li> </ul>	<p>L’<a href="#">EPSRC</a> a deux missions principales :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promouvoir et soutenir, par tous les moyens, la recherche et l’enseignement supérieur dans le domaine de l’ingénierie et des sciences physiques.</li> <li>2. Améliorer les connaissances ainsi que former des scientifiques et ingénieurs qui répondent aux besoins de l’économie.</li> </ol>

Budget	Chantiers clés
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Investissement d’environ <b>800 M€ par an dans des programmes de recherche et formations doctorales</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Création en 2015 de l’<a href="#">EPSRC UK-RAS Network</a>, 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.</li> </ul>



• *Focus sur le Digital Catapult, centre national d'innovation*

Statut & Création	Missions
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Structure à but non lucratif</li> <li>› Créée en 2014 par Innovate UK et compte environ 90 employés</li> <li>› Membre d'un réseau de 11 Catapults</li> <li>› 4 antennes locales : North East &amp; Tees Valley / Brighton / Yorkshire / Northern Ireland</li> <li>› Bilan des 2 années passées :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- + de 2000 PME ont été soutenues par le Catapult</li> <li>- 68 entreprises ont exposé leur produit au sein du Catapult</li> <li>- 40 partenariats ont été noués avec des universités</li> <li>- 41 projets livrés</li> </ul> </li> </ul>	<p>Le <a href="#">Digital Catapult</a> a été créé dans l'objectif d'accélérer la croissance du secteur numérique et la productivité du RU.</p> <p>Pour ce faire, le Catapult a 2 missions principales :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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...)</li> <li>2. Soutenir les grandes entreprises dans la mise en œuvre de leur transformation digitale (prestations payantes)</li> </ol> <p>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 :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">4 technologies ciblées</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>"Connected"</i> : Internet des objets, 5G, liaisons sans fil à faible consommation énergétique</li> <li>▪ <i>"Data-driven"</i> : confiance numérique, confidentialité des données, blockchain, cyber-sécurité</li> <li>▪ <i>"Intelligent"</i> : machine learning, intelligence artificielle</li> <li>▪ <i>"Immersive"</i> : réalité virtuelle, réalité augmentée, technologie haptique</li> </ul> </div>
Budget	Chantiers clés
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Budget total : ~7 M€</li> <li>› Financement : 1/3 Innovate UK ; 1/3 fonds nationaux &amp; européens ; 1/3 prestations de consulting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Le Digital Catapult travaille étroitement avec l'Alan Turing Institute lequel est localisé à quelques pas du Catapult au cœur de la British Library.</li> <li>› Il facilite la R&amp;D, notamment en intelligence artificielle et technologies associée grâce à une collaboration entre chercheurs académiques et entreprises.</li> <li>› Le Catapult a mené plusieurs projets visant notamment à faciliter l'exploitation de données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Création de portails d'accès à des jeux de données spécialisées tels que l'<i>Environmental Data Exchange</i> pour des jeux de données environnementales (pollution de l'air à Londres, climat, etc.) ou encore le <i>Building Data Exchange</i> pour des jeux de données sur le secteur de la construction.</li> <li>- 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.</li> </ul> </li> </ul>

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

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	<a href="#"><u>La révolution de la donnée au Royaume-Uni – Big Data et Data Science</u></a>	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 ?

**Un secteur à fort potentiel économique** - Accenture estime que l'IA pourrait rapporter 814 Md\$ à l'économie britannique d'ici 2035. Pour les auteurs du rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK », ces cinq dernières années marquent une forte hausse du niveau d'intérêt et d'investissement dans cette technologie, qui bénéficie désormais de capacités de calcul de plus en plus puissantes, de larges volumes de données et du développement de nouveaux algorithmes. C'est en effet depuis 2012 – année du rachat de la startup Evi par Amazon – qu'a débuté une série d'acquisitions de startups britanniques par les géants de la Tech (2014 : rachat de Deepmind par Google-Alphabet pour 500 M\$; 2015 : rachat de VocallQ par Apple pour 50-100 M\$; 2016 : rachat de Swiftkey par Microsoft pour 250 M\$...).

- *Rachat des grands succès britanniques dans l'IA*

Entreprise	Date du rachat	Acheteur
<p><b>DeepMind</b></p> <p><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></p>	27/01/2014	Google (400 M€)
<p><b>Dark Blue Labs</b></p> <p><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></p>	23/10/2014	Google DeepMind

<p style="text-align: center;"><b>Vision Factory</b></p> <p><i>Vision Factory provides world-class, scientifically-proven object recognition and text recognition systems based on deep learning.</i></p>	23/10/2014	Google DeepMind
<p style="text-align: center;"><b>Vocal IQ</b></p> <p><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></p>	02/10/2015	Apple
<p style="text-align: center;"><b>SwiftKey</b></p> <p><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></p>	03/02/2016	Microsoft
<p style="text-align: center;"><b>Magic Pony</b></p> <p><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></p>	20/06/2016	Twitter

**Un écosystème dynamique qui tend à se diffuser à l'ensemble du territoire britannique** - L'écosystème britannique de l'IA compterait, à l'instar de la France, plus de 200 startups et PME selon les auteurs du rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK ». A noter toutefois que lors des auditions menées par la commission spéciale sur l'IA de la Chambre des Lords, ce sont des chiffres différents qui sont cités : il existe au RU, 600 startups spécialisées en IA selon Dr Marko Balabanovic (Chief Technology Officer, Digital Catapult) et 400 d'après David Kelnar (Investment Director and Head of Research, MMC Venture). Ces entreprises se positionnent dans sept secteurs principaux : la santé, le marketing digital, l'automobile, le contrôle d'identité, les services financiers, le droit et l'éducation. Bien que majoritairement situées dans la capitale britannique, ces entreprises sont également présentes dans d'autres régions. Cambridge, Edimbourg, Oxford et Bristol prouvent en effet que Londres n'est pas le seul lieu de l'IA au Royaume-Uni. De plus en plus d'entreprises innovantes s'y installent, attirées par les talents formés au sein de leurs universités d'excellence et par la présence d'entreprises à succès à l'instar de Darktrace à Cambridge ou encore Skyscanner à Edimbourg.

- **Entreprises prometteuses**

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

<p><b>Onfido</b> — background check service</p> <p><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></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2012</li> <li>▪ Fondateurs : Husayn Kassai, Eamon Jubbawy and Ruhul Amin</li> <li>▪ Siège : Aldgate East, Londres</li> <li>▪ Financement : 3.6 M€</li> </ul>
<p><b>Tractable</b> — visual recognition platform</p> <p><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></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2015</li> <li>▪ Fondateurs : Alexandre Dalyac</li> <li>▪ Siège : Mile End, Londres</li> <li>▪ Financement : 1.24 M€</li> </ul>
<p><b>Synap</b> — student revision app</p> <p><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></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2015</li> <li>▪ Fondateurs : James Gupta and Omair Vaiyani</li> <li>▪ Siège : Leeds</li> <li>▪ Financement : 208.000€</li> </ul>
<p><b>Status Today</b> — security startup that watches human behaviour</p> <p><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></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2015</li> <li>▪ Fondateurs : Ankur Modi and Mircea Dumitrescu</li> <li>▪ Siège : Liverpool Street, Londres</li> <li>▪ Financement : N/C</li> </ul>
<p><b>Rainbird</b> — automation software specialist</p> <p><i><a href="#">Rainbird is an artificial intelligence platform</a> 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></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2013</li> <li>▪ Fondateurs : James Duez and Ben Taylor</li> <li>▪ Siège : Clerkenwell, Londres</li> <li>▪ Financement : N/C</li> </ul>
<p><b>Weave.Ai</b> — beta startup aiming to transform mobile with AI</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2015</li> </ul>

*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 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 rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK », le Royaume-Uni compte 30 masters en IA et 26 universités britanniques offrent des programmes de licence spécialisés. (cf Q2)

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 ».<sup>50</sup>

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 rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK » fait également part de plusieurs propositions pour créer plus de compétences en IA. Il recommande d'agir d'une part sur l'offre de formation universitaire et le nombre de contrats doctoraux (volume, mesures incitatives) et d'autre part, sur le manque de diversité. Pour ce faire, l'industrie devrait financer un programme de formation en IA de niveau Master pour une cohorte initiale de 300 étudiants. Les universités pourraient délivrer des « crédits » universitaires aux étudiants suivant certains cours d'IA en ligne et 200 contrats doctoraux supplémentaires en IA devraient être créés dans les meilleures universités britanniques. Les auteurs insistent également sur la nécessité de favoriser une plus grande diversité dans ce secteur. Ils estiment que les universités devraient réfléchir à l'opportunité de créer un master d'un an spécialisé en IA pour des étudiants souhaitant se réorienter, soit des personnes n'étant pas diplômées en informatique ou en science des données. Enfin, ils recommandent de créer un programme de bourses internationales en IA en partenariat avec l'Alan Turing Institute.

**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.

<sup>50</sup> [Written evidence submitted by techUK](#) for House of Commons, Science and Technology Committee's Report on Robotics and IA, May 2016



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](#)).

Cette annonce (investissement de 4,7 Md£ supplémentaires d'ici 2020-21 dans un fonds de R&D) a été réitérée dans le « livre vert » sur la nouvelle stratégie industrielle britannique, présentée le 23 janvier 2017 (cf. annexe 2 pour une présentation détaillée du « Livre vert »).

Cependant, des chercheurs universitaires s'inquiètent d'une éventuelle diminution des fonds de R&D suite au Brexit<sup>51</sup>. 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'évènements tels que « European Robotics Forum » qui a eu 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'UE<sup>52</sup>.

**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. A titre d'exemple, les start-ups Dark Blue Labs et Improbable ont débuté à Oxford tout comme VocallQ 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.

---

<sup>51</sup> *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

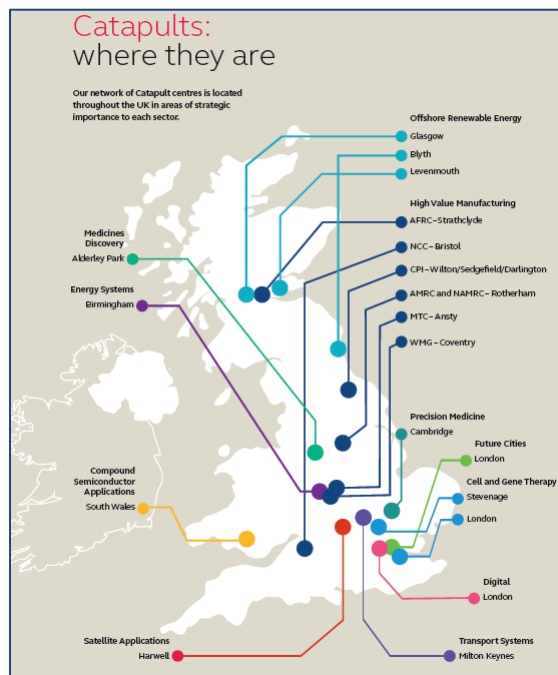
<sup>52</sup> Prime Minister's Council for Science and Technology, [Science Landscape Seminar Reports: Robotics and Autonomous Systems \(RAS\)](#), June 2015

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 modélisés 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	<a href="#">Les centres catapult</a>	Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science & Technologie

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 ?**

Nous n'avons pas identifié de mesures de formation / sensibilisation des PME à l'IA.

Les auteurs du rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK » recommandent de mieux communiquer sur les opportunités et les défis de l'IA, ainsi que sur les actions concrètes à mettre en œuvre via un guide qui pourrait être élaboré par TechUK en partenariat avec le *Royal Academy of Engineering* et le Digital Catapult.

**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.

<p>01 - 03 2017</p>	<p style="text-align: center;"><b><a href="#">Robotics, AI and Society</a></b></p> <p>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.</p> <p>Exemples de débats :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avons-nous besoin d'une loi sur la robotique ?</li> <li>- Est-ce que l'intelligence artificielle menace notre société ?</li> <li>- Les humains peuvent-ils bénéficier des robots dans le cadre du travail ?</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><i>British Academy</i></b></p> <p>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.</p>
-------------------------	--	--

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

*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.*

*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.*

*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.*

*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.*

### The Centre for the Study of Existential Risk

*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*

- **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.<sup>53</sup>
- 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

<sup>53</sup> Deloitte, *Agiletown : the relentless march of technology and London's response*, 2014

Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Le RU n'a pas lancé de politique industrielle spécifique à l'IA. Toutefois, avec la publication du rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK » en octobre 2017 et celle à venir du livre blanc sur la stratégie industrielle, il n'est pas exclu qu'une logique d'investissements plus précise soit annoncée lors du budget du 22 novembre.

Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

La question de la fuite des cerveaux est abordée selon deux angles au Royaume-Uni par les acteurs privés et les universités et instituts de recherche. Il ne s'agit toutefois pas d'un sujet d'inquiétude officielle et aucune mesure n'a été mise en place par les pouvoirs publics sur la question.

Le premier angle concerne la fuite des cerveaux dans le contexte de concurrence internationale, notamment avec les États-Unis mais aussi plus récemment les inquiétudes liées au Brexit. Les rachats récents de Autonomy, DeepMind, SwiftKey, VocallQ par les géants américains de la tech ont nourri les inquiétudes sur la fuite des talents britanniques vers la Silicon Valley. Néanmoins, il semblerait que les universités britanniques ayant fait naître ces start-ups bénéficient des rachats et du surcroît d'attractivité qu'offre le lien avec les grandes entreprises américaines. Cambridge Enterprise et Oxford's Isis Innovation sont par exemple des organes créés par les Universités d'Oxford et Cambridge qui possèdent des actions dans les start-ups créées au sein de leurs incubateurs, permettant des rentrées financières importantes. Les universités notent surtout la volonté des entreprises américaines de s'installer directement dans les pays où se trouvent les talents et l'expertise, pour éviter les expatriations parfois complexes. Martin Mignot, du fonds d'investissement Index Ventures, indique ainsi que la tendance à la fuite des cerveaux semble se résorber : *"Previously, buyers would want to bring people into their main offices and integrate acquired start-ups into the wider business, but that's been shown to not necessarily be the best way forward. It's much more useful to keep the team as it was operating before—very autonomous, but with more resources. That's what's been giving the best results."* Le Brexit est un nouveau sujet d'inquiétude, alors que plus de 1 300 chercheurs de l'UE ont quitté les Universités britanniques sur l'année passée, avec une augmentation de 30 % des départs depuis 2 ans. Les études manquent toutefois sur la question pour savoir si le secteur de l'intelligence artificielle serait le plus affecté par ce retour vers le continent des chercheurs expatriés européens.

[https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/3dakek/why-the-us-is-buying-up-so-many-uk-artificial-intelligence-companies](https://motherboard.vice.com/en_us/article/3dakek/why-the-us-is-buying-up-so-many-uk-artificial-intelligence-companies)

Le deuxième angle se focalise sur la mauvaise répartition à l'échelle nationale des talents entre l'industrie et la recherche, les universités s'inquiétant de la fuite des cerveaux vers les géants du secteur. Une étude confidentielle du Guardian auprès de meilleures universités britanniques (Russell Group) souligne les craintes grandissantes des universités de perdre leurs talents au profit des grandes entreprises, qui proposent des salaires de deux à cinq fois plus élevés que dans le monde académique. Cette fuite des cerveaux pourrait selon elles créer un vide de compétences dans l'enseignement sur l'intelligence artificielle, ce qui remettrait en cause la qualité des formations sur le sujet et donc l'expertise de la future génération de diplômés. Les données du site de recherche d'emplois [Indeed](#), monte que le nombre d'offre dans le secteur a explosé depuis 2014, avec une augmentation de 485% : dans les faits, chaque travailleur qualifié dans le domaine aurait au minimum deux offres d'emplois correspondantes.

<https://www.theguardian.com/science/2017/nov/02/big-tech-firms-google-ai-hiring-frenzy-brain-drain-uk-universities>

Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

D'après une étude menée par PwC en novembre 2017 ([UK Economic Outlook](#)), environ 30% des emplois britanniques existants sont susceptibles d'être automatisés d'ici 2030, conséquence du développement de la robotique et l'IA. L'étude précise toutefois que dans de nombreux cas, la nature des emplois changera plutôt qu'elle ne disparaîtra.

Industry	Employment share of total jobs (%)	Job automation (% at potential high risk)
Wholesale and retail trade	14.8%	44.0%
Manufacturing	7.6%	46.4%
Administrative and support services	8.4%	37.4%
Transportation and storage	4.9%	56.4%
Professional, scientific and technical	8.8%	25.6%
Human health and social work	12.4%	17.0%
Accommodation and food services	6.7%	25.5%
Construction	6.4%	23.7%
Public administration and defence	4.3%	32.1%
Information and communication	4.1%	27.3%
Financial and insurance	3.2%	32.2%
Education	8.7%	8.5%
Arts and entertainment	2.9%	22.3%
Other services	2.7%	18.8%
Real estate	1.7%	28.2%
Water, sewage and waste management	0.6%	62.8%
Agriculture, forestry and fishing	1.1%	18.7%
Electricity and gas supply	0.4%	31.8%
Mining and quarrying	0.2%	23.1%
Domestic personnel and self-subsistence	0.3%	8.1%
<b>Total for all sectors</b>	<b>100%</b>	<b>30%</b>

Sources: ONS workforce jobs survey for employment shares (2016); PwC estimates for last column using PIAAC data from OECD. High risk of automation is defined as 70% or over based on technical feasibility considerations only.

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ?

Le 24 août 2017, le gouvernement britannique a publié un document d'une dizaine de pages précisant la position du RU en matière d'échange et de protection des données personnelles. Il souhaite un accord au plus vite avec l'UE afin de garantir la libre circulation des données, essentielle aux économies du RU et de l'UE (« *Any disruption in cross-border data flows would therefore be economically costly to both the UK and the EU* »). D'après la Chambre des Communes<sup>54</sup>, 75 % des données échangées par le Royaume-Uni le sont avec des pays membres de l'Union européenne, d'où la nécessité d'assurer aux entreprises un cadre réglementaire stable.

Deux textes principaux encadrent aujourd'hui les données personnelles au Royaume-Uni : le [Data Protection Act \(DPA\)](#) de 1998, transposition de la directive européenne de 1995 et le [Privacy and Electronic Communications Regulations](#) de 2003, application de la directive européenne sur la vie privée et les communications électroniques de 2002. Or, ce cadre légal est amené à évoluer avec la mise en application dès mai 2018 du nouveau règlement européen sur la protection des données personnelles (*General Data Protection Regulation – GDPR*). Ce règlement sera ainsi applicable en droit britannique avant même la sortie effective du Royaume-Uni de l'Union européenne. Etant donné l'application extraterritoriale du GDPR, toute entreprise traitant les données de citoyens européens, qu'elle soit basée ou non au sein de l'UE, devra s'y conformer<sup>55</sup>. Ce règlement oblige notamment les sociétés victimes d'une faille de sécurité à la notifier quasi-immédiatement à une autorité compétente sous peine de se voir infliger une lourde amende (max : 4% du CA). Les entreprises doivent être également en mesure de respecter « un droit à l'oubli » pour les citoyens qui en feraient la demande ou encore de désigner un « délégué à la protection des données ».

Dans ce « *position paper* », le RU fait part de deux principales volontés : poser rapidement le principe d'une reconnaissance mutuelle des deux régimes de protection des données<sup>56</sup> (européen et britannique) et maintenir une forte coopération réglementaire sur ce sujet.

Pour justifier le principe d'une reconnaissance mutuelle des deux régimes, le gouvernement britannique s'engage à garantir un haut niveau de protection des données en conformité avec le cadre européen. Le 21 juin 2017, le discours de la Reine a confirmé la volonté de Th. May d'introduire une nouvelle loi sur la protection des données (« *UK Data Protection Bill*<sup>57</sup> ») qui remplacerait le DPA de 1998 et serait alignée avec les nouvelles exigences européennes (« *At the point of our exit from the EU, the UK's domestic data protection rules will be aligned with the EU data protection framework* »).

Le RU défend également le maintien d'une forte coopération réglementaire en matière de protection des données, en permettant à l'*Information Commissioner's Office (ICO)* - la CNIL britannique) de pleinement s'impliquer dans le futur dialogue réglementaire de l'UE après le Brexit (« *The UK would be open to exploring a model which allows the ICO to be fully involved in the future EU regulatory dialogue* »).

Enfin, le gouvernement britannique déclare vouloir négocier avec des pays tiers qui sont déjà liés par des accords avec l'UE. A titre d'exemple, la Commission européenne a adopté en juillet 2016 le *Privacy Shield* qui encadre le transfert des données des citoyens de l'UE vers les États-Unis et remplace le *Safe Harbour* invalidé par la Cour de Justice de l'Union européenne fin 2015. Le RU s'engage ainsi à prévoir des accords de transition avec de tels pays afin de garantir la libre circulation des données.

<sup>54</sup> *The Digital Economy, Business, Innovation and Skills Committee, House of Commons, July 2016*

<sup>55</sup> *"The GDPR will apply to processing of personal data that takes place in third countries outside the EEA if it is related to the offering of goods or services to individuals in the EEA, or monitoring their behavior"*

<sup>56</sup> *"It would be in the interest of both the UK and EU to agree early in the process to mutually recognise each other's data protection frameworks"*

<sup>57</sup> *A New Data Protection Bill: Our Planned Reforms, DCMS, 7 August 2017*

**Q15/ Des applications de l’intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d’usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?**

Exemples de cas d’applications de l’IA au sein du secteur public britannique :

- Le « Serious Fraud Office » (SFO) a utilisé de l’IA pour la première fois dans son enquête sur Rolls Royce, qui a vu le constructeur automobile reconnu coupable de corruption en janvier 2017. Le robot, développé par la start-up britannique RAVN, aurait aidé le SFO à trier, indexer et résumer 30 millions de documents relatifs à l’enquête.
- Le « HM Revenue & Customs » étudie des possibilités d’utiliser l’IA pour automatiser certaines tâches répétitives (ouverture du Automation Delivery Centre en 2016).
- En 2004, la branche de développement scientifique du Home Office et la police métropolitaine ont fourni un financement initial pour aider à développer des scanners radar qui utilisent l’IA pour détecter les armes cachées portées par des personnes.

À noter que les auteurs du rapport « Growing the artificial intelligence industry in the UK » conseillent d’élaborer un plan d’action pour accompagner le secteur public dans l’utilisation de l’IA et d’utiliser les concours lancés au travers de l’« Industrial Strategy Challenge Fund » (ISCF) et du « Small Business Research Initiative » (SBRI) pour soutenir des projets dans ce secteur.

**Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d’IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?**

La santé est régulièrement citée comme l’un des secteurs les plus prometteurs pour le développement de l’IA (cf : auditions de Dr Marko Balabanovic, Chief Technology Officer, Digital Catapult ou encore de Dr Timothy Lanfear, Director, EMEA Solution Architecture & Engineering team, NVIDIA par la Chambre des Lords).

Source : UKTN, [5 UK tech firms using AI to transform healthcare](#), Yessi Bello Perez

<p style="text-align: center;"><b>Google Deepmind Health</b></p> <p><i>DeepMind Health is leveraging machine learning technology – a form of AI – to boost the medical research field. In order to do so, the firm uses the technology to analyse swathes of medical data to improve the way in which disease is diagnosed and treated.</i></p> <p><i>The ultra-secretive firm recently announced a partnership with Moorfields Eye Hospital to analyse over one million eye scans in hope of being able to detect early signs of sight loss.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2010</li> <li>▪ Fondateurs : Demis Hassabis, Mustafa Suleyman, Shane Legg</li> <li>▪ Siège : Londres</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Babylon Health</b></p> <p><i>Babylon Health, a digital healthcare app which has developed an AI-powered chatbot, has also partnered with the NHS to enable over 1.2 million patients in North London to check their symptoms through its platform.</i></p> <p><i>Once patients input their symptoms, Babylon’s AI responds with follow-on questions in order to determine the seriousness of the illness, condition or injury. Patients are then advised on potential next steps: seeking medical assistance, going to a chemist or self-managing their condition at home.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2013</li> <li>▪ Fondateurs : Ali Parsa</li> <li>▪ Siège : Londres</li> <li>▪ Financement : 85 M\$</li> </ul>



<p style="text-align: center;"><b>BenevolentAI</b></p> <p><i>BenevolentAI is using artificial intelligence to accelerate global scientific R&amp;D and boost the genomics space.</i></p> <p><i>Its proprietary technology, the Judgement Augmented Cognition System (JACS) uses deep learning technology to alter the way in which knowledge is created, connected and applied while allowing the analysis of mass amounts of scientific data. This is in an attempt to reduce the amount of time it takes to bring a drug to market.</i></p> <p><i>Currently the company is focused on the disease areas of inflammation, neurodegeneration (e.g. Parkinson's, Alzheimer's), orphan diseases (e.g. Amyotrophic Lateral Sclerosis – 'ALS') and rare cancers.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2013</li> <li>▪ Fondateurs : Brent Gutekunst, Ivan Griffin, Ken Mulvany, Michael Brennan</li> <li>▪ Siège : Londres</li> <li>▪ Financement : 100 M\$</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Antidote.me</b></p> <p>Antidote, first launched as TrialReach in 2010, is trying to solve this by using AI to bridge the gap between medical research and people who need new treatments.</p> <p>Having secured the backing of prominent investors including Smedvig Capital, Amadeus Capital Partners and Octopus Investments, and with \$17.9m raised across three rounds, the firm has created a series of products to achieve its mission.</p> <p>Antidote Match™ helps patients easily identify the trials that match to them; Connect Network streams the latest study information to patients on the platform; and Antidote Bridge enables users to add details about their studies.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Date de création : 2010</li> <li>▪ Fondateurs : Eithan Ephrati, Jessica Mann, Pablo Graiver</li> <li>▪ Siège : Londres</li> <li>▪ Financement : 28,9 M\$</li> </ul>

## Annexe 1 : Intelligence artificielle– synthèse de l'étude mandatée par le gouvernement en mars

Le gouvernement britannique a reçu le 15 octobre le rapport de Wendy Hall (professeur d'informatique à l'Université de Southampton) et de Jérôme Pesenti (PDG de Benevolent Tech), sur la mission qui leur a été confiée en mars 2017 d'étudier les conditions de développement de l'intelligence artificielle (IA) au Royaume-Uni. L'IA y<sup>58</sup> est définie comme « un ensemble de technologies numériques qui permettent aux machines de réaliser efficacement des tâches complexes ». Ses multiples applications permettent notamment de communiquer avec des ordinateurs par le langage naturel (oral), créer des jeux vidéo de plus en plus réalistes, ou encore développer des systèmes robotiques autonomes. S'appuyant sur une centaine de contributions d'experts, ce rapport formule 18 recommandations qui s'articulent autour de 4 thématiques clés : permettre un meilleur accès aux données (1), créer plus de compétences en IA (2), développer la recherche (3) et favoriser l'adoption de cette technologie (4). Les recommandations de cette étude permettront de nourrir la stratégie industrielle du Royaume-Uni dont la version finale (« livre blanc ») sera publiée cette année.

### État des lieux

**1/ Un secteur à fort potentiel économique** - Accenture estime que l'IA pourrait rapporter 814 Md\$ à l'économie britannique d'ici 2035. Pour les auteurs du rapport, ces cinq dernières années marquent une forte hausse du niveau d'intérêt et d'investissement dans cette technologie, qui bénéficie désormais de capacités de calcul de plus en plus puissantes, de larges volumes de données et du développement de nouveaux algorithmes. C'est en effet depuis 2012 – année du rachat de la startup Evi par Amazon – qu'a débuté une série d'acquisitions de startups britanniques par les géants de la Tech (2014 : rachat de Deepmind par Google-Alphabet pour 500 M\$; 2015 : rachat de VocalIQ par Apple pour 50-100 M\$; 2016 : rachat de Swiftkey par Microsoft pour 250 M\$...).

**2/ Un écosystème dynamique qui tend à se diffuser à l'ensemble du territoire britannique** - L'écosystème britannique de l'IA compterait, à l'instar de la France, plus de 200 startups et PME. Ces entreprises se positionnent dans sept secteurs principaux : la santé, le marketing digital, l'automobile, le contrôle d'identité, les services financiers, le droit et l'éducation. Bien que majoritairement situées dans la capitale britannique, ces entreprises sont également présentes dans d'autres régions. Cambridge, Edimbourg, Oxford et Bristol prouvent en effet que Londres n'est pas le seul lieu de l'IA au Royaume-Uni. De plus en plus d'entreprises innovantes s'y installent, attirées par les talents formés au sein de leurs universités d'excellence et par la présence d'entreprises à succès à l'instar de Darktrace à Cambridge ou encore Skyscanner à Edimbourg.

**3/ Un solide tissu d'institutions qui favorisent le développement de la recherche en IA** - Selon Times Higher Education, le Royaume-Uni est au 4ème rang mondial du classement des pays par nombre de productions scientifiques en IA (soit juste derrière la Chine, les États-Unis et le Japon). Deux institutions jouent aujourd'hui un rôle moteur dans le développement de la recherche en IA 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 sept conseils de recherche britanniques et le centre national pour la science des données, Alan Turing Institute, créé en 2015. D'autres institutions soutiennent la commercialisation de la R&D tel que le Digital Catapult ou participent à la représentation du secteur tel que TechUK.

**4/ Le Royaume-Uni est la première destination des investissements dans l'IA en Europe** - A l'aide de données Pitchbook, les auteurs du rapport montrent que les entreprises britanniques spécialisées en IA ont levé 294M€ entre 2010-2016. Si cela apparaît nettement supérieur à ses voisins européens (31M€ pour les entreprises françaises et 36M€ pour les allemandes), cela reste bien en deçà des 4 833M€ récoltés par les entreprises américaines. D'après l'organisation professionnelle Coadec, seulement 1 entreprise britannique de l'IA sur 10 est en recherche de capital-développement, contre 1 sur 5 aux États-Unis.

<sup>58</sup> Le terme « Intelligence Artificielle » y est utilisé comme un terme générique regroupant plusieurs technologies développées à partir des statistiques, de l'informatique et de la psychologie cognitive (« machine learning », « deep learning »...).

## **Recommandations**

**1/ Permettre un meilleur accès aux données** - Le développement de l'IA nécessite l'accès à d'importants jeux de données. Le gouvernement britannique a déjà fait beaucoup pour encourager le partage de données : adoption de la loi pour une économie numérique en avril 2017 (*Digital Economy Act*), financement de l'*Open Data Institute* à hauteur de 10 M£ sur 5 ans ou encore lancement de la plateforme *data.gov.uk* recensant près de 30 000 jeux de données publiques. Pour les auteurs du rapport, le gouvernement doit désormais poursuivre deux objectifs prioritaires : améliorer la confiance dans les données et faciliter l'accès aux données de recherche. Pour ce faire, ils suggèrent de créer des « *Data Trusts* », soit des accords pour s'assurer que les échanges sont sécurisés et mutuellement bénéfiques. Aussi, ils recommandent que les travaux de recherche financés par des fonds publics publient des données structurées, lisibles par machines. Enfin, ils souhaitent que la fouille de textes et de données en ligne devienne un principe par défaut pour tous les travaux de recherche publiés.

**2/ Créer plus de compétences en IA** - Le Royaume-Uni compte 30 masters en IA et 26 universités britanniques offrent des programmes de licence spécialisés. Malgré ces différentes formations, le pays fait face à une pénurie de talents dans ce secteur. Le rapport recommande d'agir d'une part sur l'offre de formation universitaire et le nombre de contrats doctoraux (volume, mesures incitatives) et d'autre part, sur le manque de diversité. Pour ce faire, l'industrie devrait financer un programme de formation en IA de niveau Master pour une cohorte initiale de 300 étudiants. Les universités pourraient délivrer des « crédits » universitaires aux étudiants suivant certains cours d'IA en ligne et 200 contrats doctoraux supplémentaires en IA devraient être créés dans les meilleures universités britanniques. Les auteurs insistent également sur la nécessité de favoriser une plus grande diversité dans ce secteur. Ils estiment que les universités devraient réfléchir à l'opportunité de créer un master d'un an spécialisé en IA pour des étudiants souhaitant se réorienter, soit des personnes n'étant pas diplômées en informatique ou en science des données. Enfin, ils recommandent de créer un programme de bourses internationales en IA en partenariat avec l'Alan Turing Institute.

**3/ Développer la Recherche** - L'Alan Turing Institute a été créé en 2015 avec notamment pour objectif de développer la recherche fondamentale en science des données. Cette joint-venture entre 5 universités (Cambridge, Edimbourg, Oxford, UCL, Warwick) et le conseil de recherche EPSRC pourrait devenir, selon les deux auteurs, un institut national pour l'IA. Pour W. Hall et J. Pesenti, il convient également de promouvoir l'harmonisation des règles de gestion de la propriété intellectuelle entre universités (octroi d'une licence ou création d'entreprise dérivée) et de réduire les coûts d'accès à des machines ayant une très forte puissance de calcul en coordonnant les actions des organismes de recherche britanniques (Alan Turing, EPSRC, STFC, JISC).

**4/ Favoriser l'adoption de l'IA** - Selon le rapport, l'adoption de cette nouvelle technologie passera par quatre principaux leviers : un pilotage fort, une plus grande communication, une diffusion de la culture IA au secteur public et une promotion de l'écosystème britannique à l'international. Les auteurs préconisent ainsi de créer un Conseil de l'IA chargé de coordonner les initiatives et de promouvoir le développement de ce secteur. Ils recommandent de mieux communiquer sur les opportunités et les défis de l'IA, ainsi que sur les actions concrètes à mettre en œuvre via un guide qui pourrait être élaboré par TechUK en partenariat avec le *Royal Academy of Engineering* et le Digital Catapult. Par ailleurs, ils conseillent d'élaborer un plan d'action pour accompagner le secteur public dans l'utilisation de l'IA et d'utiliser les concours lancés au travers de l'« *Industrial Strategy Challenge Fund* » (ISCF) et du « *Small Business Research Initiative* » (SBRI) pour soutenir des projets dans ce secteur. Enfin, ils estiment nécessaire de développer l'action du *Department for International Trade* (DIT) pour soutenir l'export et faciliter les investissements étrangers en IA.

*Si ce rapport identifie les grandes priorités en matière d'IA et désigne les acteurs les plus à mêmes d'intervenir, il ne donne toutefois aucune indications quant au calendrier et aux modalités de mise en œuvre de chacune de ces recommandations. Aussi, le rapport ne mentionne à aucun moment le contexte politique actuel quand bien même 80% des financements de la recherche en robotique et système autonome venaient de l'UE en 2015, d'après le Council for Science and Technology.*

## Annexe 2 : « 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* »<sup>59</sup> 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'État 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.

<sup>59</sup> 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 sujet<sup>60</sup>** (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.*

---

<sup>60</sup> 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?*





**AMBASSADE DE FRANCE AU ROYAUME-UNI**  
**SERVICE ECONOMIQUE REGIONAL**

*P. Virlouvet / A. Petit / B. Ronez*

*Londres, le 30 novembre 2017*

Note

Objet : Stratégie industrielle du Royaume-Uni – publication d'un Livre blanc

Le Livre blanc sur la Stratégie industrielle a pour ambition d'augmenter la productivité britannique en agissant sur ses cinq fondements (idées, capital humain, infrastructures, environnement des affaires et territoires) et en investissant dans les technologies de la 4e révolution industrielle (objets connectés, digitalisation). Dans ce cadre, le ministre de l'Économie Greg Clark a identifié quatre défis technologiques majeurs auxquels le RU doit répondre : intelligence artificielle et données ; croissance verte ; mobilité ; vieillissement. Si les milieux d'affaires saluent les propositions et la création d'un organe indépendant chargé d'évaluer l'avancement de cette stratégie, peu de mesures concrètes nouvelles sont en réalité annoncées. La majorité des actions déployées autour des quatre thèmes a déjà été présentée lors du projet de loi de finances 2018-19. Longtemps parent pauvre de la politique publique, cette stratégie industrielle marque toutefois un renouveau dans la conception du rôle de l'État en chef de file pour résoudre les faiblesses structurelles du pays.

I. La Stratégie industrielle marque un retour de la politique industrielle en Grande-Bretagne

La stratégie industrielle «Building a Britain fit for the future» vise à répondre aux deux faiblesses structurelles dont souffre le Royaume-Uni : la faible productivité et le déséquilibre territorial, qui affectent la croissance, les salaires et le pouvoir d'achat britannique (cf. annexe 1). Le gouvernement de Th. May redéfinit dans cette stratégie le rôle que doit jouer l'État : un rôle de chef de file pour coordonner les efforts autour de technologies définies et disséminer les nouvelles industries dans l'ensemble du pays en s'appuyant sur les clusters existants, les réseaux d'universités et les investissements étrangers. Il met en avant la nécessité d'agir en partenariat avec les collectivités locales qui détiennent les compétences en termes de transports et d'éducation.

Le gouvernement a identifié quatre enjeux technologiques majeurs pour se positionner dans la 4e révolution industrielle : intelligence artificielle, croissance verte, mobilité et vieillissement. Pour chacun d'entre eux, le gouvernement va demander à des figures industrielles et universitaires menées par un Business Champion d'apporter leur expertise sur les manières de collaborer pour saisir ces opportunités technologiques. Cela s'inscrit dans la volonté stratégique du gouvernement de créer une économie qui « fonctionne pour tous », basée sur les cinq piliers de la stratégie industrielle : idées et innovation, capital humain, infrastructure, environnement des affaires et territoires.

II. R&D, secteurs à haute valeur-ajoutée et formation sont les trois piliers de la stratégie

En matière d'innovation, le gouvernement propose trois axes pour traiter les trois faiblesses structurelles du modèle industriel britannique : i) un sous-investissement en R&D (1,7 % du PIB contre 2,2 % en France), ii) la difficulté de transformer les idées en produits commerciaux, iii) la répartition inégale de l'innovation selon les régions et leur attractivité. i) En conséquence, la stratégie reprend l'engagement annoncé en projet de loi de finances d'investir 2,4 % du PIB en R&D d'ici 2027 – soit un investissement supplémentaire de 2,3 Md£ en 2022. Elle s'appuie également sur l'Industrial Strategy Challenge Fund (ISCF) avec l'annonce d'une 2e vague d'investissements de 725 M£ pour répondre aux défis du changement climatique et de l'automatisation. ii) L'organisation de l'innovation se structurera à partir d'avril 2018 autour d'UKRI (UK Research and Innovation) qui agglomérera les acteurs existants afin d'agir sur la transformation de la recherche en résultats commerciaux, un problème mis en évidence lors de la consultation sur le Livre vert sur la stratégie industrielle. La stratégie reprend le plan d'action de 20 Md£ annoncé lors du Budget qui comprend notamment la création d'un nouveau fond d'investissement au sein de la British Business Bank (BBB, équivalent de la BPI) dans lequel le gouvernement investira 2,5 Md£ ou encore le doublement du plafond de l'abattement fiscal de l'« Enterprise Investment Scheme » (EIS) pour tout investissement dans les entreprises à forte intensité de connaissances. iii) Le gouvernement promeut un investissement équilibré de la BBB vers les régions et met l'accent sur la collaboration entre les différents acteurs de l'innovation : UKRI, clusters industriels de recherche, Centres Catapultes et universités. Plusieurs fonds devraient être créés pour soutenir l'attractivité, les collaborations internationales et l'innovation à l'échelle locale.

À l'échelle sectorielle, le gouvernement annonce le lancement d'accords (« Sector Deals ») dans quatre secteurs à forte valeur ajoutée : sciences du vivant, construction, intelligence artificielle et automobile. Ceux-ci correspondent à des partenariats entre le gouvernement et l'industrie par secteur pour créer des opportunités significatives de stimuler la productivité, l'emploi et les compétences. D'autres accords sont en discussion autour des industries créatives, du nucléaire et de la digitalisation industrielle. Deux partenariats ont été noués dans l'industrie pharmaceutique avec Merck pour un nouveau centre de recherche (environ 1 Md£, 950 emplois) et QIAGEN qui s'associe avec Health Innovation Manchester autour d'un campus sur la recherche sur le génome (800 emplois). L'industrie automobile affiche sa volonté que la part nationale passe de 44 % en 2016 à 50 % d'ici 2022. Ces accords sectoriels ne précisent pas les mesures nouvelles ni le format qu'ils prendront mais constituent un exercice de communication réussi de la part du gouvernement.

Le plan du gouvernement met l'accent sur la formation dans les compétences scientifiques, nécessaires pour faire face à la pénurie de talents. Cela concerne à la fois les mathématiques et l'informatique (STIM, Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques) dans l'enseignement secondaire et supérieur et la formation continue des employés. La création de l'équivalent du baccalauréat technologique ou T-Levels est réaffirmée dans la stratégie. Un régulateur (Office for Students) va être créé à partir de janvier 2018 pour s'assurer que les études supérieures répondent aux besoins des entreprises en prenant en compte les pénuries existantes et en anticipant leurs demandes. A l'aune du Brexit, ces mesures risquent d'être insuffisantes pour contrer le départ des talents.

### III. La stratégie répond à un besoin de traiter les inégalités territoriales.

Les infrastructures sont un élément important de lutte contre le déséquilibre régional afin de renforcer la productivité. Elles touchent tous les pans de l'économie autour du National Productivity Investment Fund, doté de 31 Md£ jusqu'en 2023 et alloué aux transports, logement, numérique et R&D (cf. annexe 2). La stratégie développe une nouvelle approche d'investissements dans les infrastructures : la prise en compte de la valeur de l'intégralité du cycle de vie du projet et pas seulement du coût initial en capital. Il s'agit de considérer l'impact sur les territoires (prise en compte du capital naturel), l'impact social (développement des compétences, chaîne d'approvisionnement locale, durabilité) et promouvoir l'efficacité afin de minimiser la facture énergétique des entreprises.

En parallèle, le gouvernement souhaite décliner cette stratégie en stratégies locales définies à partir de mars 2019 pour traiter les inégalités territoriales. Celles-ci viseront à identifier des actions adaptées aux caractéristiques locales pour stimuler la productivité, le pouvoir d'achat et la compétitivité. Ce plan s'appuie sur les organismes présents comme les Local Enterprise Partnerships (partenariat entre entreprises et autorités locales) et les initiatives existantes de financement de la décentralisation (City and Growth Deals). Il s'inscrit ainsi dans la lignée des plans du Northern Powerhouse et du Midlands Engine qui visent à rééquilibrer l'économie du Sud vers le Nord. La principale mesure dans ce sens reprend une annonce du Budget 2017 : la création d'un Transforming Cities Fund doté de 1,7 Md£ investis à partir de 2018-19 visant à augmenter la productivité en améliorant la connectivité des villes, en réduisant la congestion et en utilisant les nouvelles technologies et nouveaux services de mobilité. La stratégie insiste également sur la diffusion des bonnes pratiques pour résoudre les déséquilibres de productivité entre régions et entre grandes entreprises et PME. Une revue de la manière d'améliorer la productivité des PME est en cours dont les résultats seront annoncés à l'automne 2018.

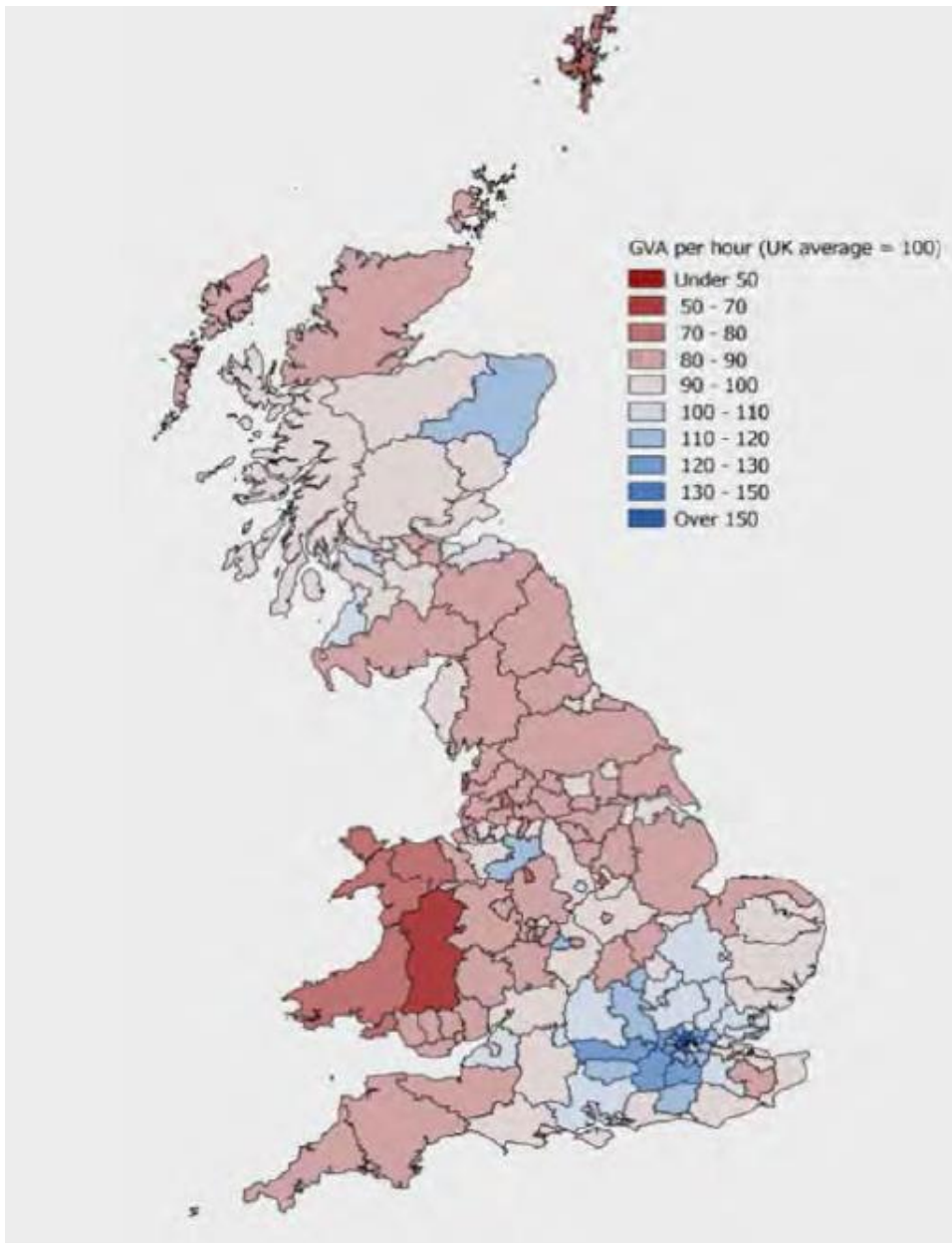
\*\*\*

*La stratégie industrielle britannique cherche à répondre à des faiblesses structurelles antérieures au Brexit qui n'en a été que le révélateur. Délaissée depuis les années 70, elle marque un renouveau du rôle de l'État en chef de file définissant les priorités technologiques. Le gouvernement conservateur se positionne comme voulant créer un pays inclusif qui fonctionne pour tous et doté d'avantages comparatifs pour le futur. Toutefois, cette stratégie ne fait que structurer de nombreuses annonces ou programmes existants ou déjà annoncés. Il faut également noter que le Brexit n'est pas pris en compte malgré le rôle de l'UE et des fonds européens dans plusieurs des piliers développés.*



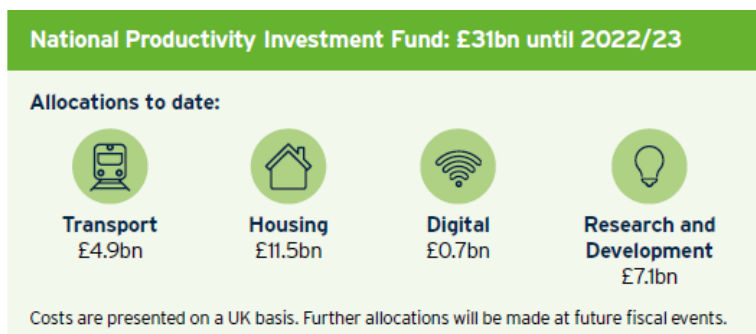
## ANNEXE

### 1. Écarts de productivité entre les différentes régions



Source: ONS (2017) "Subregional Productivity: Labour Productivity."  
Ordnance Survey Data © Crown Copyright 2017\* NUTS3 statistical region classification

### 2. Allocation des fonds du National Productivity Investment Fund



### 3. Présentation détaillée des défis technologiques

- Intelligence artificielle

En matière d'IA, le gouvernement reprend dans sa stratégie industrielle plusieurs mesures déjà annoncées lors du projet de Loi de finances 2018-19 et met en œuvre certaines des recommandations faites par W. Hall et J. Pesenti dans l'étude qu'ils ont remis au gouvernement en octobre.

Tel qu'annoncé lors du projet de Loi de finances 2018-19, le gouvernement créera un fonds doté de 10 M€ pour encourager l'innovation au sein des différents régulateurs britanniques. Il investira également 9 M€ dans un nouveau centre chargé de veiller à un développement éthique des innovations dans le domaine de l'IA et des technologies axées sur les données (Centre for Data Ethics and Innovation). Sur les cinq années à venir, le gouvernement consacrera 84 M€ pour former 8 000 professeurs en informatique ou encore créer un centre national pour l'informatique (National Centre for Computing) chargé notamment de produire des supports de formation. Il travaillera également à un futur programme de formation continue (National Retraining Scheme) dans lequel il investira au départ 30 M€ pour créer des cours en ligne sur le numérique et 10 M€ pour concevoir des manières flexibles d'apprendre. Un partenariat entre le gouvernement, l'industrie (CBI) et les employés (syndicat Trades Union Congress) visera à définir la direction stratégique et l'implantation du projet.

Comme préconisé dans l'étude menée par W. Hall et J. Pesenti, le gouvernement utilisera les concours lancés au travers de l'ISCF pour soutenir le développement d'applications innovantes dans ce secteur. La stratégie industrielle précise que le gouvernement lancera dans ce cadre de nouveaux appels à projet à hauteur de 53 M€ concernant les technologies immersives et les services. Il créera également un Conseil de l'IA formé par des membres de l'industrie chargé de coordonner les initiatives et de promouvoir le développement de ce secteur. La stratégie industrielle précise que ce conseil sera appuyé par une administration spécifique (Government Office for AI) qui mettra l'accent sur six secteurs d'application de l'IA : la cybersécurité, les sciences du vivant, la construction, l'industrie, l'énergie et les technologies agricoles. Cette administration travaillera avec le Digital Catapult<sup>[1]</sup> et le fonds GovTech annoncé le 15 novembre. L'Alan Turing Institute, joint-venture entre 5 universités (Cambridge, Edimbourg, Oxford, UCL, Warwick) et le conseil de recherche EPSRC deviendra un institut national pour l'IA. Le gouvernement investira 45 M€ pour augmenter d'au moins 200 le nombre de contrats doctoraux en IA d'ici 2020-21 et soutiendra la création de masters financés par l'industrie.

- Croissance verte

Dans la continuité de la stratégie pour la Croissance verte à 2030 rendue publique le 12 octobre dernier, la Stratégie industrielle retient le champ de l'économie verte comme l'un des relais de la croissance britannique, complété par la mobilité électrique objet d'un défi spécifique. Aucune annonce nouvelle n'est réalisée pour l'économie verte. Les financements sont ceux du budget 2017/18 présenté le 22 novembre dernier. Et concernant la finance verte, il est rappelé le travail lancé en septembre dernier de la « Green Finance Taskforce » qui s'appuiera désormais sur British Standards Institution et la City of London pour développer de nouveaux standards.

En revanche, deux stratégies spécifiques à venir sont annoncées concernant l'énergie : (1) stratégie pour le développement des « systèmes locaux intelligents d'énergie » (Prospering from the energy revolution program), pour l'électricité mais également la chaleur et les transports. (2) Pour le secteur de la construction un programme Transforming Construction à venir devra intégrer l'efficacité énergétique. Egalement, une stratégie pour le secteur agricole sera mise en œuvre en intégrant des considérations énergie-climat (Transforming food production: from farm to fork). Et la « bio-économie » (utilisation de ressources naturelles pour la production de matériaux ou d'énergie) est particulièrement citée mais sans annonce particulière. Il s'agit également d'aborder au sein de chacun des partenariats sectoriels gouvernement/industrie (« Sectors Deal ») la réduction de la consommation d'énergie et donc la facture des industries électro-intensives. Le gouvernement réaffirme également sa volonté de développer tout en réduisant les coûts du nucléaire civile de nouvelle génération, de l'éolien en mer et de l'hydrogène. Concernant les hydrocarbures, le gouvernement continue de soutenir la production en mer du Nord et maintient son soutien au gaz de schiste tout en rappelant sa volonté de créer un régulateur (Shale Environmental Regulator) et d'en réduire les conséquences climatiques par l'association aux technologies de captage/stockage carbone. Les réacteurs nucléaires de faible puissance (Small Modular Reactor) ne sont pas cités.

---

<sup>[1]</sup> Structure à but non lucratif créée en 2014 ayant pour objectif d'accélérer la croissance du secteur numérique au RU.

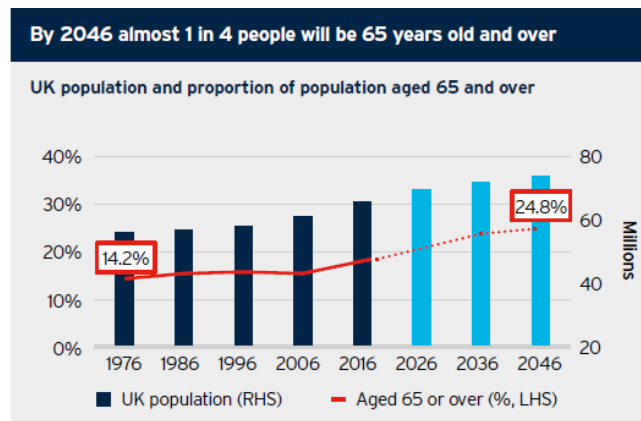
La stratégie industrielle reprend les annonces de la stratégie pour la Croissance verte à 2030 et du Budget 2017. Les seules annonces nouvelles sont :

- Développement de systèmes locaux intelligents d'énergie, *Prospering from the energy revolution program*
- Programme *Transforming Construction* sur l'efficacité énergétique
- Stratégie « bio-économie » pour promouvoir l'utilisation de matériaux bas carbone pour produire notamment de l'énergie
- Mobilité du futur

Dans la lignée des annonces faites lors du Budget 2017, la stratégie concernant la mobilité du futur insiste sur le déploiement des véhicules électriques. Le gouvernement fonde ainsi sa stratégie sur quatre priorités :

- (i) La création d'un cadre réglementaire flexible pour encourager les nouveaux modes de transports. Cela répond à la volonté affichée par le gouvernement de voir des voitures autonomes sur les routes britannique d'ici 2021. Toutefois, en dehors de cette annonce, aucune mesure concrète pour les voitures autonomes n'a été annoncée ;
  - (ii) Le développement des voitures à 0 émission : cette priorité s'organise autour du cadre introduit autour des derniers mois. Elle s'appuie sur le *Faraday Battery Institute* créé en octobre 2017 et qui vise à coordonner la R&D sur les batteries électriques. En termes de financement, elle reprend les annonces du Budget 2017 : investissement public-privé de 400 M£ dans les infrastructures de chargement et subventions de 100 M£ pour l'achat de voitures électriques. Enfin, le gouvernement annonce une stratégie à paraître dans les prochains mois sur la transition vers ces voitures à très faible émission ;
  - (iii) La promotion de nouveaux services de mobilité avec la parution dans les 12 prochains mois d'une stratégie sur le futur de la mobilité urbaine (*Future of Urban Mobility*) ;
  - (iv) La réflexion sur l'utilisation des données pour accélérer le développement des nouveaux services de mobilité et rendre le système de transport plus efficace.
- Vieillesse de la population

Ce nouveau défi cherche à répondre au fort défi pour l'économie que représente le vieillissement de la population.



Source: ONS (2017) "Population estimates"  
\*2016-based population projections are used

Il s'axe autour de 4 priorités :

- (i) Soutenir de nouveaux produits et services pour les plus âgés afin de répondre à des besoins sociaux et de saisir les opportunités : 2 Md£ de plus de 60 ans d'ici 2050 donc opportunités de marché. Le programme « *Healthy Ageing* » va être lancé afin de prolonger l'indépendance des personnes âgées ;
- (ii) Soutenir les secteurs pour qu'ils s'adaptent à une main d'œuvre vieillissante en s'appuyant sur la stratégie parue en février 2017, [Fuller Working Lives](#) ;

- (iii) Utiliser les données de santé pour améliorer les diagnostics et les traitements : en accord avec la [stratégie](#) de John Bell sur les sciences du vivant, le gouvernement promeut le développement de *Digital Innovation Hubs* au niveau régional en utilisant les données dans le cadre défini par le *National Data Guardian*. Un programme (*Data to early diagnostics and precision medicine*) doté de 210 M£ et visant à combiner la richesse des données avec la réalité de la santé pour aider au diagnostic et choisir les meilleurs traitements va être lancé
- (iv) Aider les soignants à adapter leurs business models : à ce sujet, un livre vert va être publié sur le soin et le soutien en Angleterre.

## RUSSIE

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle (IA) 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 ?

Dans le cadre de l'Initiative Nationale pour la Technologie (ITN) qui est portée par l'Agence pour les Initiatives Stratégiques (ASI), il existe une dizaine de groupes technologiques et de groupes « marchés » dont un sur les neuro-technologies, le big data et l'intelligence artificielle. Ce groupe « marché » s'appelle Neuronet (<http://www.nti2035.ru/markets/neuronet> – <http://rusneuro.net/>).

Neuronet doit identifier les technologies et les marchés futurs, pour 2035, dans ces trois domaines. Ce travail a commencé en 2015 et ce réseau réunit environ 1 000 personnes qui représentent environ 100 institutions. Parmi ces institutions, il y a des instituts de recherche, des institutions officielles telles que l'Académie russe des Sciences (RAN), des entreprises et des start-ups. Ils ont organisé déjà une soixantaine d'événements. Il travaille sur différentes directions : une première médicale avec des solutions notamment de neuro-réhabilitation et des solutions pour corriger les handicaps, une autre direction porte sur les technologies électroniques et notamment les neuro-puces. Ce réseau est financé annuellement à hauteur de 500 M Rub par des subventions publiques.

Ce réseau doit étudier les marchés, plus précisément, dans les moyens de communication homme-machine qui seront basés sur les développements avancés dans les neurotechnologies et l'augmentation de la productivité des systèmes homme-machine, la performance des processus mentaux et de la pensée. Ce marché va dans la continuité du marché actuel des appareils connectés qui permettent la transmission d'informations via Internet. Les nouvelles technologies seront développées sur la base de résultats d'une étude intensive du cerveau humain et du système nerveux. L'objectif principal de Neuronet est de former un segment russe du marché compétitif à l'échelle mondiale, assurant l'émergence d'au moins 10 champions nationaux d'ici 2035.

Il y a actuellement 6 pistes de travail dans 6 sous-groupes différents :

- la neuro-acoustique pour le développement de la technologie pour la compréhension du langage naturel, l'apprentissage automatique, et des assistants électroniques personnels ;
- la neuro-formation pour le développement de neuro-interfaces et de technologies de réalité virtuelle et augmentée dans l'enseignement, les programmes éducatifs et les dispositifs pour les neurotechnologies, les dispositifs pour améliorer la mémoire et analyser l'utilisation des ressources cérébrales ;
- la neuro-médical-technique pour le développement de neuro-prothèses pour remplacer les organes des sens ; le développement de moyens techniques pour la réadaptation des personnes handicapées. Il peut s'agir également de rétroaction biologique ; de neuro-interfaces multimodales, interactives et adaptatives ;
- la neuro-industrie pour le développement du fonctionnement cérébral et de compétitions sportives cérébrales ;
- la neuro-communication pour le développement de technologies de neuro-marketing, la prévision des effets comportementaux de masse basés sur des données neuro-biométriques. Il s'agit également de développer des systèmes d'aide à la décision et des technologies pour optimiser les déplacements du corps pendant l'activité collective ;

- la neuro-pharma pour le développement de thérapies et de méthodes correctives des gènes et des cellules. Cela doit permettre de faire des diagnostics précoces, le traitement et la prévention des maladies neurodégénératives, et également renforcer les capacités cognitives des personnes en bonne santé.

Les principaux acteurs de ce réseau sont :

- Institut de recherche "CHEMRAR" et "HIMRAR"

Il s'agit d'un cluster de recherche et de production non gouvernemental et un incubateur d'entreprises innovantes réunissant des organisations de haute technologie, menant le développement et la production de médicaments innovants basés sur les dernières technologies «post-génomiques» en partenariat avec des producteurs pharmaceutiques et biotechnologiques nationaux et étrangers.

- le Pôle Biopharmaceutique « Severny »

C'est une Association des principales entreprises de l'industrie pharmaceutique et médicale russe, d'instituts de recherche et d'institutions médicales, de petites entreprises innovantes sur la base de l'Institut de physique et de technologie de Moscou. Il y a notamment les entreprises actives dans le domaine neuro-pharmaceutique et neuro-médical, telles que Biointegrator, Avineiro, Sotex, Xi Ventures, Altonika, Lekareks, Neurocom, et Bitronix.

- Institut Technologique de Moscou « VTU »

C'est une institution non-gouvernementale mais créée à l'initiative du Gouvernement de la Fédération de Russie et des unités structurelles de l'ONU et de l'ONU-DI dans le domaine de la modernisation du système éducatif russe. Enregistré en 1997, l'Institut Technologique Mondial "VTU" a été rebaptisé en 2010 Institut Technologique de Moscou "VTU". Actuellement, l'institut forme plus de 18 000 étudiants.

- « Aykumen – information Business Systems »

C'est un centre scientifique et technique russe de premier plan pour le développement de technologies intelligentes d'exploration de données, mais aussi fabricant et fournisseur de solutions complexes d'information et d'analyse depuis 2004.

- OOO « Faktbuk »

C'est une entreprise qui développe des outils pour collecter et analyser des informations basées sur l'apprentissage en profondeur de la langue.

- Neurotrend

C'est un développeur de technologies de neuro-marketing. Il s'agit d'un laboratoire de test unique en Russie qui utilise les développements avancés de scientifiques dans le domaine de la neurophysiologie, des moyens technologiques modernes et des outils pour analyser les réponses physiologiques humaines pour tester le contenu audiovisuel afin d'améliorer la qualité et l'efficacité du choix du consommateur. Les indicateurs physiologiques sont traités selon leurs propres algorithmes et techniques, résultant en des courbes dynamiques évaluant l'attention (sensorielle et cognitive), l'intérêt, l'émotion (implication et valence).

- LLC « Neurobotix »

Cette entité développe des systèmes utilisés pour étudier la physiologie de l'homme, des animaux, des organes isolés, des tissus et des cellules. NeuroBotix a ainsi développé une interface cerveau-ordinateur avec des lunettes de réalité augmentée qui permet aux patients paralysés et aux athlètes bioniques de contrôler les exosquelettes via l'activité électrique de leur cerveau.

- Neuromatix Ltd.

Neuromatix se spécialise dans la vente au détail et en gros de neuro-contrôleurs. Ce sont des dispositifs qui permettent à chacun d'utiliser son cerveau pour contrôler directement les programmes informatiques, les périphériques et les jeux. Neuromatix représente différents fabricants pas nécessairement russes : Neurosky, Macrotellect, Interaxon, Neuroware et Great Lakes NeuroTechnologies.

Pour mémoire sur l'ASI et ITN :

L'agence pour les initiatives stratégiques (ASI) a été mise en place par le gouvernement russe (Vladimir Poutine est président du conseil de surveillance) afin de promouvoir des initiatives dans les sphères économiques et sociales et d'améliorer le climat des affaires. L'agence a défini « 9 initiatives » (soutien à l'investissement des PME, promotion des nouvelles technologies, amélioration de l'image des entrepreneurs et des professionnels dans la société russe, etc.) pour favoriser le développement économique de la Russie. L'ASI met en avant 261 projets auxquels elle a fourni un soutien ; 104 ont un caractère commercial, 94 un caractère éducatif et 63 un caractère social. On trouve aussi bien le développement de technologie plasma pour le travail des métaux, qu'un concours de rédaction « Russie en 2030 : concurrence aujourd'hui pour le futur » ou un marathon caritatif « la vieillesse est un don ».

L'Initiative Technologique Nationale (ITN) a été lancée en 2015 et peut être comparée avec la Nouvelle France Industrielle (NFI). Cette initiative vise à permettre aux entreprises russes de développer les standards des marchés du futur, de conquérir une part significative de ces marchés et de créer une nouvelle économie globale. C'est l'Agence des Initiatives Stratégiques (ASI) dirigée par Dimitri Peskov qui est en charge de l'ITN. L'ITN prévoit la mise en place d'une série d'instruments nouveaux de soutien à la R&D. Au vu des ambitions et des objectifs, le budget de 29 Mds RUB (entre 130 et 200 millions de dollars par an) alloué pour les prochaines années (2017-2019) apparaît limité. Le mécanisme de l'ITN permet d'identifier clairement les priorités technologiques de la Russie. (Site officiel : <https://asi.ru/eng/nti/>). Elle fixe des objectifs pour 9 marchés d'avenir clés sur lesquels la Russie devra se faire une place (AutoNet, AeroNet, MariNet, FoodNet, HealthNet, NeuroNet, EnergyNet, FinNet, SafeNet) à l'horizon 2035. Elle doit concerner 450 entreprises et 870 experts.

Ces marchés se répartissent en trois grandes familles :

- 3 marchés du futur visant la sécurité :

FoodNet : agriculture biologique, agriculture propre, sélection, sources alternatives de ressources,...

EnergyNet (375 M RUB attribué en 2016) : réseau de distribution durable, distribution intelligente de l'énergie, services aux consommateurs / Marché évalué actuellement à 0,36 Mds USD qui passerait à 11,7 Mds USD en 2035

SafeNet : sécurité des réseaux informatiques, sécurité des plateformes gouvernementales,...

- 3 marchés du futur visant les systèmes de transport :

AeroNet (418 M RUB attribué en 2016) : avion sans pilote / Investissement privé aujourd'hui à 0,15 Mds RUB devant atteindre 10 Mds RUB en 2035 / Marché à l'export est estimé à 41 Mds RUB en 2035

AutoNet (381 M RUB attribué en 2016) : voiture sans pilote /

MariNet (398 M RUB attribué en 2016) : systèmes de communication et de navigation, construction innovante, développement des ressources océaniques / Atteindre en 2020 60 Mds RUB d'exportations contre 10 Mds RUB actuellement.

- 3 marchés du futur visant le confort de vie :

HealthNet : services médicaux à la personne / Médecine préventive, longévité, médecine génétique, utilisation des IT dans la médecine

NeuroNet (507 M RUB attribué en 2016) : augmentation de la productivité des personnes, développement des neurosciences, de la neuropharma, des neurocommunications / D'ici à 2020, le marché russe devrait passer de 4 à 44 Mds RUB et la part russe sur le marché mondial de 0,12% à 0,25 %

FinNet : systèmes de financements décentralisés / Nouvelles technologies financières, automatisation des contrats,....

NTI est financé sur le budget fédéral. Ainsi en 2017, le financement s'est élevé à 12,5 Mds RUB. En 2018, le financement des projets de NTI atteindra 13,2 Mds RUB.

2 marchés supplémentaires et transversaux ont été identifiés : MediaNet + TechNet (feuille de route défendue en février 2017 - <http://government.ru/news/26436/>). Un groupe de travail FashionNet a par ailleurs été annoncé (impression 3D de vêtements).

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

Une nouvelle stratégie de développement scientifique et technologique de la Fédération de Russie a été présentée en décembre 2016 par le Conseil présidentiel pour la science et l'enseignement. Dans cette nouvelle stratégie, au paragraphe 19, il est prévu pour les 10 à 15 prochaines années, les priorités suivantes en matière de développement sciences et techniques : en première position, l'industrie intelligente, en deuxième position, le traitement des données massives, l'apprentissage automatique, l'intelligence artificielle et les systèmes robotiques, puis en 4e position la médecine prédictive et personnalisée. De plus le paragraphe 21 donne à la science fondamentale, notamment, les rôles clefs suivants : mieux comprendre les processus naturels, développer des technologies inspirées par la nature, produire des systèmes homme-machine. Toutefois cette stratégie n'est pas encore validée, mais nous pouvons tout à fait supposer que ces objectifs en matière d'intelligence artificielle seront présents dans la version finale validée.

Par ailleurs, l'institut de Physique et d'Ingénierie de Moscou a développé une recherche spécifique sur l'« intelligence émotionnelle ». Cette recherche se fait avec le gouvernement qui applique les résultats et les technologies développées sur les initiatives de l'e-gouvernement et de l'armée.

L'Académie russe des Sciences (RAN) a également annoncé vouloir développer ses recherches sur l'IA, toutefois aucune précision n'a été apportée sur les pistes, les axes et les applications mis en œuvre. Il s'agira très certainement d'appliquer la stratégie fédérale dès sa validation.

## 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 ?

De manière générale, la Russie promeut et développe les avancées technologiques. Mais en général les technologies développées ne connaissent pas le succès des technologies équivalentes européennes ou américaines. Ainsi un certain nombre de start-ups ne sont connues que des experts internationaux et pas du grand public. Certaines de ces startups sont pourtant développées et propulsées par Mail.ru Group et Yandex, qui développe derrière des produits plus grands publics et plus accessibles, mais si la popularité reste importante en Russie ou dans certains pays de l'ex-URSS, elles sont complètement dépassées en dehors de cette zone par les rivaux occidentaux.

Les experts de l'industrie de l'IA en Russie découpent cette industrie de la manière suivante :

Le traitement du langage naturel pour les applications suivantes :

- Lecture et analyse de texte non structuré
- Analyse des demandes des utilisateurs
- Classement et recherche
- Traduction automatique
- Analyse de la tonalité et du contenu de texte
- Création de textes sur un sujet donné



Il existe les startups suivantes :

- Eureka Engine <http://eurekaengine.ru/en/>;
- Mivar <http://eurekaengine.ru/en/>;

L'Analyse prédictive pour les applications suivantes :

- Prise de décision et prévision
- Publicité programmatique et personnalisation des propositions
- Systèmes de référence
- Scoring bancaire
- Prédire les envies des clients
- Optimisation des achats, des chaînes d'approvisionnement et d'autres processus commerciaux
- Prédiction des propriétés des nouveaux matériaux et médicaments
- Médecine personnelle
- Optimisation des flux de transport
- Prévisions des prix
- Prédiction de défaillance de l'équipement
- Business Intelligence

Quelques startups russes dans ce domaine :

- Prognoz <http://www.prognoz.com/>
- Aidata.me <http://www.aidata.me/> ;
- Data Mining Labs <http://dmlabs.org/ru>

L'analyse intelligente des données pour des applications similaires à l'analyse prédictive ;

La vision informatique pour les applications suivantes :

- Identification des visages et autres objets
- Analyses de vidéo
- Description du contenu des images et des vidéos
- Reconnaissance de l'écriture manuscrite et des gestes
- Traitement d'image intelligent

Quelques startups russes dans ce domaine :

- Prisma <https://prisma-ai.com/> ;
- VisionLabs <http://visionlabs.ai/>;
- Cognitive Technologies <https://www.cognitive.ru/eng-home>

Les technologies discursives pour les applications suivantes :

- Reconnaissance, analyse et synthèse du discours oral
- Biométrie vocale

Quelques startups russes dans ce domaine :

- Vocalize ;
- Speereo <http://www.speereo.com/?language=en>

La biométrie avec les applications suivantes :

- Voix
- Empreintes digitales
- Rétine de l'œil
- ADN

Les startups russes présentes :

- NTechLab <http://ntechlab.com/>;
- Vocalize ;
- BioSmart <http://www.bio-smart.ru/en>

Par ailleurs, nous pouvons souligner l'existence de certains acteurs tels que Yandex, qui est le moteur de recherche national russe (l'équivalent de Google) et utilise de plus en plus les technologies de l'IA dans ses mécanismes de recherche depuis plusieurs années. En 2016, Yandex a sorti une nouvelle version du navigateur où les technologies de l'IA permettent de personnaliser les recherches selon les intérêts d'utilisateurs. Ce nouveau service a été baptisé Dzen. C'est également à Skolkovo, que résident des startups leader dans l'IA en Russie. Ainsi VisionLabs est spécialisée en solutions pour la reconnaissance faciale de clients dans les marchés en forte croissance, notamment le secteur bancaire et le commerce. Ce système est utilisé dans le cadre du service de lutte contre la fraude. Le service basé sur la solution de VisionLabs a été mis en place par 20 banques russes les plus importantes (notamment Sberbank). Il y a aussi l'algorithme FaceN élaboré par une startup russe NTechLab dans le cadre du projet Findface, permet de trouver les utilisateurs de réseaux sociaux à base d'une photo. L'entreprise envisage de rentrer sur le marché de b2b avec cette technologie, pour l'utiliser premièrement dans le domaine du commerce de détail, de la sécurité et des finances.

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 ?

Il existe de nombreuses facultés au sein des universités russes liées aux métiers de l'IA. Les meilleures universités russes, notamment MGU (Université d'État de Moscou), MFTI (Institut de physique et de technologie de Moscou), MEPHI (Institut d'ingénierie physique de Moscou), Université d'État en technologie de l'information, mécanique et optique de St-Petersbourg ITMO, effectuent la formation dans ce domaine depuis les années 1960.

Après leur formation, des étudiants sont recherchés pour de postes au sein des Instituts de recherche et également au sein des grandes entreprises russes de la filière (notamment, Yandex, ABBY Lingvo, Mail.ru). Ainsi, les diplômés du Département de la reconnaissance d'image et du traitement de texte du MFTI peuvent bénéficier d'un contrat avec ABBY selon l'accord entre l'institut et l'entreprise.

Il existe également de nombreux projets visant à rapprocher au maximum la formation professionnelle des exigences du besoin de production. Nous pouvons évoquer le développement du championnat WorldSkills Hi-Tech en Russie, le développement de la formation continue et l'échange entre des entreprises des meilleures pratiques pour le développement professionnel. La deuxième direction du développement du potentiel des ressources humaines est le « Standard régional des ressources humaines pour la croissance industrielle », mis en place, puis lancé en mode pilote par l'Agence des initiatives stratégiques en 2016 dans 20 régions du pays. Environ 180 entreprises industrielles et 169 établissements d'enseignement secondaire professionnel et d'enseignement supérieur participent aux essais pilotes. Le Standard décrit le modèle et les mécanismes de formation des ressources humaines pour les filières de haute technologie.

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 ?

Depuis 2007, en Russie, les structures de l'État ont financé 1386 projets scientifiques consacrés à l'intelligence artificielle. La plupart de projets (1229) sont non commerciaux - ils sont menés dans le cadre de programmes fédéraux ciblés ou sont financés en faisant appel à divers fonds privés. Le financement de l'État s'élève à 22,9 Mds RUB ces 10 dernières années.



Le financement des projets du domaine de l'IA en Russie (volume des investissements en Mds RUB)<sup>61</sup>

<sup>61</sup> Source : SAP ; [https://www.kommersant.ru/doc/3260988?utm\\_source=kommersant&utm\\_medium=tech&utm\\_campaign=four](https://www.kommersant.ru/doc/3260988?utm_source=kommersant&utm_medium=tech&utm_campaign=four)

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) ?

Depuis 2013, le Minpromtorg et le ministère de l'Éducation et des Sciences ont soutenu la création de 49 centres d'ingénierie au sein des universités techniques dans 30 régions de la Russie. 600 entreprises seraient déjà utilisatrices des services des centres d'ingénierie déjà créés pour un volume de commande de plus de 3,5 Mds RUB. En plus de transformer les résultats des recherches et des ingénieries scientifiques en produits et en services innovants, les centres d'ingénierie doivent également former des spécialistes techniques qualifiés pour les entreprises.

De plus une stratégie de développement de l'industrie de technologies informatiques en Russie pour 2014-2020 et pour 2025 ont été élaborées et approuvées en 2013. La stratégie détermine les objectifs et les axes principaux de développement dans le domaine, ainsi que les mécanismes et les moyens d'atteindre les objectifs fixés. Dans le cadre de cette stratégie, il est prévu de transférer des technologies créées aux frais de l'État à des entreprises nationales.

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) ?

Il existe en Russie et plus particulièrement à Moscou un environnement spécifique mis en place autour de différents organismes publics et privés pour le développement d'entreprises et de start-ups dans les domaines de l'innovation, et donc parfois des entreprises ou start-ups actives dans l'intelligence artificielle. Il existe l'ASI et l'ITN décrites dans la 1ere question qui apportent un soutien financier et qui anime un réseau sur des sujets spécifiques. Il existe également des centres d'innovation dont le plus important et le plus connu est Skolkovo, ou encore des techno-parcs organisés par la ville de Moscou pour l'accueil et le développement de start-ups. Si ce type d'environnement est sans doute le plus complet et le plus important à Moscou, d'autres villes et régions russes ont développé de tels centres d'innovation. Ainsi Saint-Pétersbourg, Ekaterinbourg et Kazan, notamment, appuient la création d'incubateurs technologiques et innovants.

Pour mémoire, Skolkovo est un centre d'innovation qui se développe sur un territoire de 620 ha situé à 3 km à l'ouest du périphérique MKAD devrait accueillir à terme 40 000 personnes. Il est supervisé par le Conseil du Fonds Skolkovo, présidé par M. Vekselberg. Le projet « Skolkovo », initié en 2010 sur une décision présidentielle de M. Medvedev, est axé sur cinq domaines (technologies de l'information, énergie, biomédical, espace et nucléaire), et a pour objectif de diversifier et moderniser l'économie russe par le soutien aux startups et à la recherche et par la promotion du développement durable.

Mais sur le sujet particulier de l'IA, nous constatons depuis 2016 un investissement croissant de fonds russes privés dans des start-ups actives dans l'IA. Ainsi un nouveau fonds a été créé par Larnabel VC (fonds de venture-capital de la famille Gutseriev) et par VP Capital (fonds d'investissement du businessman biélorusse, Viktor Prokopenya). Ce fonds est de 100 M USD. Le fonds est spécifiquement dédié à l'IA mais sans domaine préféré, il est donc intéressé à toutes les applications possibles de l'IA, de la fintech au loisir, en passant par l'éducation. Ils regardent des technologies dans le monde entier. Ainsi les premiers investissements de ce fonds ont porté sur Astro Digital, une startup californienne qui développe des solutions d'IA pour l'imagerie satellite. Pour cet achat de 16,7 M USD, un autre fonds russe a participé, GVA capital qui appartient au businessman russe, Magomed Musaev. La particularité de cette startup est d'avoir été cofondé par Mikhail Kokorich, un serial-entrepreneur, qui a étudié la physique à l'Université de Novosibirsk il y a 20 ans. Ce fonds a aussi investi dans Banuba, pour 5 M USD, qui développe des applications mobile adaptées aux technologies de réalité augmentée. Banuba a été lancée l'an dernier à Minsk, en Biélarussie, elle emploie 30 programmeurs and a développé de nombreux brevets aux États-Unis. Cette startup se base sur les modèles du système neural et sur des algorythmes de machines savantes, pour permettre sa technologie de reconnaître des objets et des expressions faciales en temps réel. De tels investissements par des fonds russes privés se sont multipliés. Ainsi un fonds du milliardaire Roman Abramovich

a investi début octobre 2017 10 M USD dans LoopMe, une startup basée en Angleterre qui permet d'optimiser la publicité sur les téléphones portables. Également Sberbank, la principale banque d'épargne russe a lancé un partenariat avec plusieurs universités moscovites sur le traitement de données et l'IA, quelques semaines après que Yandex ait lancé une machine intelligente et une division de recherche dans l'IA. Le fonds d'investissements Almaz Capital prévoit également de soutenir des projets du domaine. Certaines startups ont déjà eu le soutien considérable. Notamment le projet Prisma qui a été racheté par Mail.ru Group pour le montant de \$2M. La startup Segmento utilisant les technologies d'apprentissage automatique pour cibler la publicité numérique, a été rachetée par Sberbank, et plus tard par le fonds de capital-risque Sistema\_VC. Également la holding Renova de l'oligarque Vekselberg a mis en place une équipe de travail spécifique pour acquérir des start-ups dans le domaine de l'IA. La dernière acquisition est Zefira.

La Banque de développement des BRICS ont approuvé cette année le financement de projets dans l'IA, et notamment le financement de développement en Russie d'un système d'enregistrement intelligent de séances au tribunal qui utilise la reconnaissance vocale.

Les fonds suivants sont intéressés par les nouvelles technologies, et nous constatons dans leur acquisition des start-ups du domaine de l'IA : Baring Vostok capital partners (3,7 Mds USD pour des investissements entre 3 MN et 200 MN USD) ; Emery Capital (plutôt spécialisé dans la FinTech avec des investissements entre 1 MN et 15 MN USD) ; GVA Capital (spécialisé dans l'IA, le Big Data, la FinTech et la robotique avec des investissements compris entre 10 MN et 100 MN USD) ; I-Free ; ITech Capital ; LETA Capital ; Primer Capital ; Sistema Venture Capital ; Titanium Investments ; Universe Ventures ; Untitles Ventures ; Venture club.co ; Phystech Ventures ; VP Capital ; VTB Capital Investment Management (150 MN USD) ; FRII (Fonds de développement Internet – Initiative / 0,5 MN USD)

**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 programme-clé en Russie dans le domaine de la numérisation est l'Initiative nationale pour la Technologie (ITN) déjà évoquée dans la 1ère question. De plus une stratégie sur l'économie numérique a été élaborée par le gouvernement. Dans le cadre de l'ITN il existe la feuille de route Technet qui vise à fournir un soutien technologique au développement des marchés de l'ITN et des industries de haute technologie à travers la création d'usines numériques, intelligentes et virtuelles du futur (Digital, Smart, Virtual Factories of the Future). De nombreuses entreprises russes dont la capitalisation s'élève à plus de \$10M, envisagent de devenir les fournisseurs de nouvelles technologies et de solutions intégrées pour la production de nouvelle génération sur le marché global. Selon la Stratégie du gouvernement, la part de la Russie sur le marché cible de services de conception et d'ingénierie des Usines du futur, pourrait atteindre 1,5% (plus de \$10 Mds) pour 2035.

**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) ?**

Au sein de la presse russe, les impacts considérés sont essentiellement positifs : l'IA facilite et perfectionne le travail humain. Mais également les réflexions classiques liées à l'IA apparaissent dans la presse : l'augmentation du taux de chômage, la possibilité de perdre le sens de l'unicité humaine, la possibilité de perdre certains droits à la vie privée, l'augmentation de l'irresponsabilité, et même la fin de l'ère de l'humanité dans le cas de succès de l'IA.

Nous pouvons toutefois constater que les autorités publiques russes n'ont pas encore élaboré de moyens législatifs de contrôle des impacts négatifs potentiels du développement de l'IA. Au contraire, aujourd'hui, les

ministères cherchent à utiliser de plus en plus les technologies de l'IA et les autorités publiques mettent essentiellement en avant les bienfaits de l'IA pour le futur de la société.

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

À notre connaissance, la Russie, en tant qu'autorité publique, n'a pas rejoint de grands projets internationaux dans le domaine de l'IA. Il y a sans doute des projets communs dans le cadre de leur coopération de proximité avec les pays de l'ex-URSS qui constituent des potentiels marchés pour les technologies qui seront développées en Russie.

Nous soulignons toutefois le fait que l'Institut de Moscou de Physique et de Technologie a rejoint le FAIP, Facebook Artificial Intelligence Partnership. C'est la seule coopération internationale notable qui a été identifiée.

#### Q11/- Une politique industrielle spécifique sur l'IA a-t-elle été lancée ou envisagée ? Quelle a été la logique d'investissements adoptée (démarche par filière, ou bien au contraire une démarche focalisée sur quelques technologies transverses) ? Des infrastructures nationales (informatique, moyens de calcul et stockage...) sont-elles dédiées à l'intelligence artificielle ?

Une politique industrielle spécifique sur l'IA est menée par le ministère de l'Industrie, le Minpromtorg (Q 4, 6, 8). Nous avons aussi évoqué le marché « Technet » dans le cadre de l'ASI (1ere question).

#### Q12/- Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'intelligence artificielle est-il abordé dans votre pays ? Des études ont-elles été menées sur ce sujet ? Des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées ? Quelles sont par exemple les possibilités d'emploi des chercheurs en industrie ?

Le sujet de la fuite des cerveaux dans le domaine de l'IA est abordé en Russie. Il s'agit normalement de départ des spécialistes vers les États-Unis. Cette fuite est considérée comme massive par les autorités russes.

Les analystes menant les études à ce sujet évoquent quelques difficultés auxquelles sont confrontées les entreprises russes souhaitant se développer sur le marché :

- des investisseurs stratégiques, des acheteurs de technologies dans le domaine de l'intelligence artificielle, sont peu présents en Russie, tandis que les marchés développés des États-Unis et de plusieurs pays européens (le même Royaume-Uni) sont marqués par l'attention constante des entreprises technologiques ;
- le caractère fermé des entreprises russes rend difficile l'obtention des données nécessaires au développement de l'IA ;
- l'intégration faible de la Russie dans les échanges internationaux de données et dans la coopération universitaire.

Ainsi, il existe des startups russes qui se développent à l'étranger, particulièrement aux États-Unis. Par exemple, la startup Cherry Labs a élaboré un système de sécurité intelligent. Ce système est capable d'enregistrer des événements mais aussi de les analyser pour comprendre si les habitants d'une maison ont besoin d'aide. Une autre entreprise développée par les Russes, la plateforme API.ai, un assistant vocal, a été rachetée par Google. Également un moteur de recherche intelligent, Findo, a attiré un investisseur stratégique Foxit. Une IA-startup pour le service client DigitalGenius, avec des racines russes, a attiré Salesforce Ventures, un des plus grands fonds de capital-risque dans le domaine des solutions d'entreprises spécialisées dans les systèmes de cloud.

Nous rappelons également dans la question 7, l'intérêt d'investisseurs russes à des projets d'IA et notamment des start-ups présentes à l'étranger. Ainsi, les fonds d'investissements Larnabel Enterprises (fondé par la famille Gutseriev) et la société d'investissement VP Capital (appartenant à l'homme d'affaires biélorusse Viktor

Prokopene) envisagent d'investir conjointement plus de \$100M dans des projets informatiques basés sur l'IA. Le fonds de capital-risque de Sberbank prévoit d'y investir le même montant. Nous constatons que ces fonds visent souvent des start-ups développés par des compatriotes russes partis à l'étranger.

Q13/- Une réforme de la formation professionnelle a-t-elle été entreprise afin de faire face aux transformations de l'emploi et du travail à venir du fait des développements de l'automatisation et de l'intelligence artificielle ? Une étude nationale a-t-elle été menée sur le potentiel de disparition d'emplois à cause de l'IA ?

Nous n'avons pas trouvé d'informations sur ce sujet.

Q14/- Quelle forme de politique de la donnée a-t-elle été mise en place dans votre pays ? Existe-t-il des régimes spécifiques de circulation des données à l'extérieur du territoire (free flow of data, obligations de localisation...) ? Existe-t-il des exceptions aux réglementations concernant les données à des fins d'expérimentation ? Une action a-t-elle été entreprise afin de constituer des bases de données nationales mutualisées ?

La Russie est l'un des seuls pays à disposer d'un écosystème presque complet de plates-formes et de services indépendants de ceux de la Silicon Valley, fondés par des Russes et régis par le droit russe. Disposer de ses propres infrastructures permet à Moscou d'adopter des lois fortes, comme celle qui, depuis 2015, oblige les plates-formes numériques étrangères à héberger sur le sol russe les données des citoyens russes. (La loi fédérale N 152-FZ du 27.07.2006 « Sur les données personnelles », modifiée en 2014, les modifications sont rentrées en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2015).

Ainsi, bloqué pour non-respect de la législation, le très populaire réseau professionnel LinkedIn reste à ce jour inaccessible dans le pays. Ce statut de puissance souveraine du cyberspace contraste avec celui de l'Union européenne, qualifiée par des parlementaires français de « colonie du monde numérique » dominée par les États-Unis.

Q15/ Des applications de l'intelligence artificielle ont-elles été mises en place au sein des services publics dans votre pays ? Des cas d'usages futurs potentiels ont-ils été identifiés ? Quel est le niveau de maturité des administrations sur le sujet ?

Le ministère de l'Industrie et du Commerce (Minpromtorg) a annoncé que le Big data et l'IA seront utilisés dans les activités du ministère dès 2017. L'utilisation de système de blockchain dans l'économie et, en premier lieu, dans le commerce n'est restreinte que par l'absence de solution du régulateur qui est en train d'être élaborée. En Russie, prochainement seront créées 40 usines du futur construites sur le principe de l'ingénierie numérique. La Russie envisage de rentrer dans le top 10 pays du monde de l'introduction de technologies de production avancées. Les usines du futur sont créés dans le cadre de la plateforme expérimentale de la feuille de route Teknet. De plus, l'État russe soutient des projets dans le cadre militaire, notamment des systèmes d'IA pour l'appui au pilotage de drones, pour les missiles tactiques, ou encore un module de combat utilisant des systèmes neuraux. Certaines solutions auraient été testées en grandeur réelle sur le terrain syrien.

Q16/- Quels sont les développements, utilisations et startups d'IA en santé les plus prometteuses dans votre pays ?

Certaines solutions et startups ont été identifiés dans la santé et listées dans les questions précédents, notamment 1.

# Trésor

DIRECTION GÉNÉRALE

