

Science & Technologie au  
**Royaume-Uni**

Décembre 2018



**I N T E L L I G E N C E**  
**A R T I F I C I E L L E**

Stratégie et recherche au Royaume-Uni

par Jean Arlat, Conseiller pour la science et la technologie

La notion d'intelligence artificielle (IA) est largement associée à l'émergence et au développement de l'informatique. Après avoir fait l'objet d'annonces tonitruantes, souvent prématurées, voire illégitimes, l'IA a suscité beaucoup de déceptions. De sorte qu'à la fin du siècle dernier, les soutiens financiers dédiés se sont peu à peu taris et la communauté scientifique s'en est détournée. Cette décennie a vu un accroissement sans précédent de la production de grandes masses de données [1]. Cela peut résulter d'une démarche volontaire et explicite, par exemple dans les secteurs des transports [2], de la santé [3] ou bien des prévisions météorologiques [4], liée à l'émergence des systèmes cyber-physiques (« Internet des objets »). Nombre de données peuvent aussi être captées de façon détournée et opportuniste en accompagnement de l'usage intensif de l'informatique en nuage (*cloud computing*) et de la profusion des moyens de communication mobiles (*smartphones*) ainsi que des applications associées (services en ligne, réseaux sociaux, etc.).

La prolifération de ces données nécessite, pour en tirer profit, d'avoir recours à une approche structurée et de développer des moyens d'analyse sophistiqués et efficaces. Ce contexte est propice au développement de l'IA qui se révèle être une technologie clé, à la croisée de la plupart des secteurs industriels, économiques et stratégiques.

Souvent qualifiées « d'or noir » ou de « capital du XXI<sup>ème</sup> siècle », les données — et leur maîtrise — constituent un enjeu stratégique majeur. Les grands acteurs du *Web* (Google, Apple, Facebook, etc.) ont contribué à cette quête en mettant en place des infrastructures adaptées, en développant des technologies associées et bien évidemment en proposant des services en ligne souvent pertinents et attractifs, voire addictifs, sur la base de modèles économiques innovants.

Après avoir laissé la voie totalement libre à ces pionniers, les États ont progressivement pris conscience de l'impact et du pouvoir liés à cette nouvelle « économie des données », ainsi que des dérives et risques potentiels attachés au développement de l'IA en dehors de tout cadre de réglementation. En effet, l'IA n'est pas seulement un enjeu ou un « Graal », le développement de son influence et de son impact est aussi un défi posé aux États et à la société : maîtrise des données personnelles, intégrité des ressources de stockage, transparence des algorithmes de traitement, impact sur l'emploi, sont autant de paramètres qu'il est essentiel de prendre en compte au plus tôt pour accompagner, de façon raisonnée, l'IA dans son essor.

Témoins du changement de posture des États, des actions de veille et d'analyse, des déclarations d'incitation et des programmes de soutien spécifiques se sont développés un peu partout dans le monde. Pour la France, on peut notamment citer : un rapport de l'OPECST publié en 2017, le « rapport Villani » publié en mars 2018, suivi du discours du Président de la République sur l'IA, ainsi que la structuration de l'effort national via l'appel 3IA (Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle), dont les quatre premiers sites lauréats ont été annoncés en novembre 2018. Le Royaume-Uni est un acteur majeur dans le traitement de grandes masses de données et donc de l'IA. Il occupe une « pole position » dans ce domaine : il a notamment développé des actions majeures et innovantes en matière de génomique [5] ; il a été précurseur dans l'identification et la définition d'une stratégie nationale en IA [6] et sa mise en œuvre [7].

Il est donc intéressant, au moment où la France s'engage résolument dans un effort d'envergure pour soutenir et développer l'IA, de dresser un panorama du positionnement et des principales avancées du Royaume-Uni en matière d'intelligence artificielle. Après quelques brèves précisions sur l'acceptation considérée pour le concept d'intelligence artificielle et sur la terminologie associée, ce rapport présente la stratégie britannique en IA et les nouveaux dispositifs de soutien à la recherche (Partie I) ainsi que la diversité de l'écosystème britannique de la recherche et de l'innovation en IA (Partie II).

Bonne lecture et meilleurs vœux pour la nouvelle année 2019 !

[1] *La révolution de la donnée au Royaume-Uni*, septembre/octobre 2016\*.

[2] *Les véhicules autonomes et connectés*, juillet 2017\*.

[3] *Le paysage britannique de la santé numérique*, Science et Technologie au Royaume-Uni, octobre 2018\*.

\* Ces trois rapports sont disponibles depuis le site : <https://uk.ambafrance.org/-Science-et-Technologie->

[4] Voir par exemple : <https://uk.ambafrance.org/Le-Centre-europeen-pour-les-previsions-meteorologiques-moyen-terme-ECMWF>

[5] <https://www.genomicsengland.co.uk/about-genomics-england/the-100000-genomes-project/>

[6] Voir par ex. le rapport Hall-Pesenti «*Growing the artificial intelligence industry in the UK*» publié en octobre 2017 - <https://www.gov.uk/government/publications/growing-the-artificial-intelligence-industry-in-the-uk>.

[7] L'Alan Turing Institute ([www.turing.ac.uk](http://www.turing.ac.uk)) a été désigné en 2018 « Institut national pour la science des données et l'intelligence artificielle ».

Science & Technologie au Royaume-Uni  
Journal d'information  
du Service  
Enseignement Supérieur,  
Recherche et Innovation  
de l'Ambassade de France à Londres  
ISSN 2042-7719

Décembre 2018

Numéro 83

**Directeur de la publication  
et rédacteur en chef :**

Jean Arlat

**Responsable de la publication :**

Stéphanie Dos Santos

**Dossier rédigé par :**

Stéphanie Dos Santos

**En couverture :**

Intelligence artificielle,

Crédits : CC0 domaine public

**Nous contacter**

Service Enseignement Supérieur,

Recherche et Innovation

Ambassade de France au Royaume-Uni

6 Cromwell Place

Londres SW7 2JN

Téléphone: (44) 207 073 13 80

Télécopie: (44) 207 073 13 90

[info@ambascience.co.uk](mailto:info@ambascience.co.uk)

**Pour recevoir la version électronique**

[www.bulletins-electroniques.com/](http://www.bulletins-electroniques.com/)

Taux de change de la livre le 03/12/18

1 GBP = 1,27 USD

1 GBP = 1,12 EUR

**[www.ambascience.co.uk](http://www.ambascience.co.uk)**

# Sommaire

<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>PARTIE I : STRATÉGIE BRITANNIQUE EN IA</b>	<b>6</b>
1. Approche thématique	6
2. Acteurs de l'écosystème	8
3. Publications et recommandations	10
4. Soutiens à la recherche et à l'innovation	13
<b>PARTIE II : RECHERCHE BRITANNIQUE EN IA</b>	<b>14</b>
1. Cycles de financements et développements	14
2. Excellence de la recherche	16
3. Impact des GAFAM et BATX	20
4. Recherche en éthique et IA	21
<b>CONCLUSION</b>	<b>22</b>

# INTRODUCTION

## Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) peut être définie comme étant un **ensemble de théories et de technologies visant à simuler ou à surpasser, via des systèmes informatiques, des capacités d'intelligence humaine**. Ces capacités peuvent être les suivantes : apprentissage, adaptation, interaction, raisonnement, planification, autonomie, créativité, etc. Cependant, cette définition (donnée dans le rapport définissant la stratégie britannique en IA [1]) est plutôt large, l'IA étant comparée à l'intelligence humaine dont la définition et les mécanismes font également l'objet de nombreux débats.

Le développement de l'IA fait appel à un ensemble de techniques complémentaires issues de la **statistique**, de l'**algorithmique**, de l'**informatique** et de la **psychologie cognitive**. Les domaines d'application de l'IA sont variés, de la médecine (ex : reconnaissance de pathologies dans des images médicales) aux réseaux sociaux (ex : flux personnalisés), en passant par les services clients (ex : agents conversationnels), la veille financière (ex : fouille de textes et de données puis rédaction automatique de documents), les déplacements (ex : taxis autonomes), la gestion de chaînes d'approvisionnement, et bien d'autres encore. La stratégie britannique en IA [1], tout en reconnaissant les spécificités des différentes technologies du domaine, les considère dans leur ensemble pour soutenir leur développement.

## Délimitation du sujet

Dans ce rapport nous faisons référence à la recherche en **IA faible** (Cf. glossaire) – c'est-à-dire une IA non-sensible qui se concentre sur des tâches précises – sauf mention explicite contraire. Le développement d'une **IA forte** – qui aurait une compréhension de ses raisonnements et serait capable d'éprouver une conscience de soi et des sentiments – demeure une perspective lointaine voire incertaine.

L'**apprentissage automatique** (*machine learning*, en anglais) est actuellement la branche la plus développée de la recherche en IA. Grâce aux techniques d'apprentissage automatique, une IA peut avoir la capacité d'apprendre et de s'adapter à de nouveaux stimuli ou expériences. La section suivante explique, de manière succincte, le fonctionnement de l'apprentissage automatique et montre l'importance déterminante de la qualité de l'échantillon de données numériques dans le processus de création d'une IA.

[1] Independent report, Hall-Pesenti, *Growing the artificial intelligence industry in the UK*, 15 octobre 2017, p.8.

## Glossaire [2]

**Algorithme** : Ensemble de règles opératoires dont l'application permet de résoudre un problème énoncé au moyen d'un nombre fini d'opérations. Un algorithme peut être traduit en un programme exécutable par un ordinateur grâce à un langage de programmation.

**Apprentissage automatique ou statistique (*machine learning*)** : Forme particulière d'IA où la machine a la capacité d'apprendre et de s'améliorer avec l'expérience, sans être explicitement programmée pour chaque tâche. Les termes « apprentissage automatique » et « intelligence artificielle » sont parfois confondus, mais l'apprentissage automatique est en fait une catégorie d'intelligence artificielle (Cf. figure 1).

**Apprentissage profond (*deep learning*)** : Ensemble de méthodes d'apprentissage automatique généralement mis en œuvre grâce à un **réseau de neurones artificiels** (Cf. définition ci-dessous) sur plusieurs couches qui, en interagissant entre eux, permettent aux ordinateurs d'apprendre à partir de mégadonnées. L'apprentissage profond est inspiré des connaissances en neurosciences. Il facilite notamment l'acquisition de règles complexes et la perception de signaux (images, sons, etc.).

**Informatique en nuage ou infonuagique (*cloud computing*)** : L'informatique vue comme un service et externalisée par l'intermédiaire d'internet. Les ressources informatiques mises en commun et rendues ainsi disponibles à distance peuvent être, entre autres, des logiciels, de l'espace de stockage et des serveurs.

**IA faible (*weak AI* ou *narrow AI*)** : IA non-sensible qui se concentre sur une tâche précise.

**IA forte (*strong AI* ou *full AI*)** : IA qui serait capable d'éprouver une conscience de soi, des sentiments et serait multifonctionnelle.

**Réseau de neurones artificiels (*artificial neural networks*)** : Dispositif constitué d'un grand nombre de processeurs simples, fonctionnant en parallèle selon des architectures diverses et fortement interconnectées, à l'instar des neurones du cerveau.

**Singularité technologique** : Hypothèse selon laquelle l'invention d'une IA forte déclencherait un emballement de la croissance technologique, induisant des changements imprévisibles pour la société humaine.

**Système expert** : Ensemble de logiciels dont les capacités de résolution de problèmes nouveaux dans un domaine donné sont assimilables à celles d'un expert humain spécialiste de ce domaine.

[2] Les définitions proviennent de dictionnaires francophones (ex: Encyclopédie Larousse) et de traduction de sources anglophones.

## Fonctionnement de l'apprentissage automatique

Il existe différentes méthodes d'apprentissage automatique, dont l'apprentissage supervisé et non supervisé.

**a) L'apprentissage automatique supervisé (ou méthode statistique d'apprentissage de classes)** se fait en deux étapes (Cf. figure 3). La première étape est une phase d'apprentissage où l'IA établit un modèle à partir d'un large échantillon de données et de résultats associés (par exemple reconnaître la présence de visages dans des photographies). La deuxième étape est la phase opérationnelle où, grâce au modèle déduit de l'étape précédente, l'IA traite de nouvelles données afin de trouver des résultats. L'IA peut améliorer son modèle si elle bénéficie de retours validant ou invalidant ses résultats.

**b) L'apprentissage non supervisé (également appelé méthode de clustering)** se fait en une seule étape. L'IA dispose uniquement d'un grand volume de données non étiquetées, que le système classe selon des critères principalement statistiques, sans qu'on lui indique le résultat attendu.

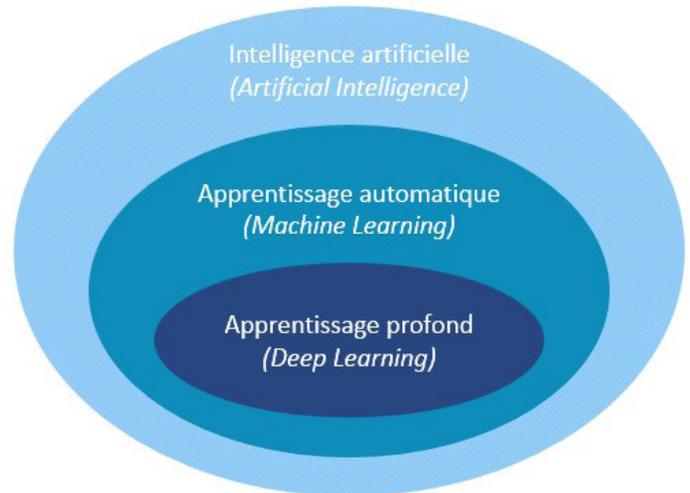


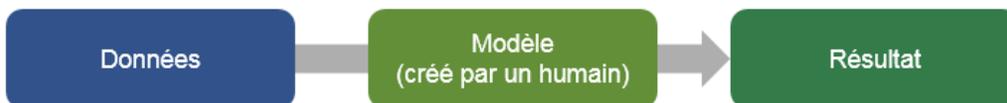
Figure 1 : IA, Machine Learning, Deep Learning. Crédits : ESRI.



Figure 2 : Nuage de mots relatif à l'IA. Crédits : House of Lords.

### Traitement traditionnel des données

Phase de prédiction uniquement



### Apprentissage machine supervisé

Phase d'apprentissage (n°1)



Phase de prédiction (n°2)



Figure 3 : Fonctionnement de l'apprentissage supervisé. Crédits : ESRI.

# PARTIE I : STRATÉGIE BRITANNIQUE EN IA

## 1. Approche thématique

Les actions menées ou prévues par le gouvernement britannique afin de favoriser l'essor de l'IA au Royaume-Uni peuvent être classées dans les catégories suivantes : (1) faciliter l'accès aux données et leur interopérabilité ; (2) accroître les capacités d'accueil en master et doctorat dans des domaines liés à l'IA et augmenter les financements publics destinés à la recherche ; (3) mieux coordonner les différents acteurs de la recherche (voire mutualiser certaines infrastructures) et créer des organismes de gouvernance ; (4) faciliter l'utilisation de l'IA par le secteur public et (5) par les entreprises.

### 1.1 Accès aux données et interopérabilité

Les données sont la matière première de l'IA. **En 2018, le gouvernement britannique a mis en place un programme de fiducies de données (Data Trusts)** afin de faciliter un partage de données entre ceux qui les détiennent et ceux qui souhaitent les traiter par IA. Une fiducie est un contrat de transfert de propriété intellectuelle soumis à des conditions d'usage ou de durée. La création d'un premier *Data Trust* a été annoncée fin novembre 2018. Il impliquera la ville de Londres (*London City Hall*), le *Royal Borough of Greenwich* et l'*Open Data Institute* dans le domaine des villes intelligentes.

Le secteur de la recherche concentre des sources de données qui peuvent être traitées par IA. **Les auteurs du rapport sur la stratégie nationale en IA (Hall-Pesenti) [1] recommandent que le financement de la recherche publique favorise une publication des données associées aux recherches.** Si possible, ces données doivent être publiées dans un format ouvert, interopérable et accompagnées d'informations claires sur les droits liés à leur ré-utilisation.

Par ailleurs, des dispositions ont été prises afin de favoriser les recherches sans finalité commerciale dans un domaine étroitement lié à l'apprentissage automatique : celui de la fouille de textes et de données (*text and data mining*, TDM). Le TDM est un ensemble de techniques d'extraction de connaissances à partir de grandes quantités de données par des méthodes automatiques ou semi-automatiques. Le Royaume-Uni a été le premier pays européen à légiférer afin de soutenir le TDM comme outil de recherche : en 2014, une exception au droit d'auteur a été introduite autorisant la pratique du TDM dans un cadre de recherches sans finalités commerciales ou d'étude privée (sans besoin d'un accord des titulaires des droits, ni compensation

financière au bénéfice de ces derniers) [3]. Le Secrétaire d'Etat britannique en charge de la propriété intellectuelle, Lord Younger, avait déclaré en 2014 que l'exception TDM au droit d'auteur était une avancée particulièrement importante pour les chercheurs au Royaume-Uni et un moyen de conserver un avantage concurrentiel au sein d'un écosystème numérique mondialisé.

### 1.2 Financements de la recherche et formations

L'IA et la science des données font partie des quatre grands défis pour la stratégie industrielle britannique dévoilés en novembre 2017. Ce « défi » (**AI and Data Grand Challenge**) est financé par le *Fonds pour les défis de la stratégie Industrielle (ISCF)* et l'*Initiative pour la recherche dans les petites entreprises (SBRI)*.

Afin de soutenir la recherche et la formation en IA au Royaume-Uni, plus de cinquante entreprises et organisations ont signé avec le gouvernement britannique un **accord sectoriel sur l'IA (AI Sector Deal)** en avril 2018 [4]. Cet accord devrait permettre la mise en commun de 603 M€, ajoutés aux 342 M€ des budgets publics existants, portant ainsi l'investissement total à presque 1 Mds€. La recherche en IA faisant face à une pénurie de talents dans des disciplines telles que l'informatique et les mathématiques, une mesure phare de l'accord sectoriel est le co-financement par des entreprises de formations en IA. **Grâce à ce fonds, 1 000 places de doctorat et 200 places de master en IA pourraient être créées dans les universités à partir de 2019.** Pour les masters en IA, un appel à manifestation d'intérêt a été adressé aux universités britanniques en octobre 2018 et les premières bourses d'études devraient être attribuées début 2019.

**De plus, afin d'attirer des chercheurs étrangers au Royaume-Uni, un programme de bourses internationales en IA (Turing AI Fellowships)** a été annoncé en 2018 par l'*Alan Turing Institute* avec le soutien de l'*Office for AI* et de l'*UK Research and Innovation (UKRI)*, dans le cadre d'un investissement qui pourrait atteindre 50 M€.

[3] Section 29A du *Copyright Designs and Patents Act 1988 (CDPA)*, confirmé par le Paragraph 1D du Schedule 2. Cette disposition entre dans le cadre de l'exception pour la recherche de la *Directive 2001/29/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2001 sur l'harmonisation de certains aspects du droit d'auteur et des droits voisins dans la société de l'information*.

[4] Les *Sector Deals* sont des partenariats entre le gouvernement britannique et l'industrie dans des secteurs à fort potentiel en termes de productivité, d'emploi et d'innovation. Des partenariats de ce genre existent dans différents secteurs : automobile, sciences du vivant, tourisme, industries créatives, espace et désormais IA.

Plusieurs recommandations du rapport sur la stratégie nationale en IA (Hall-Pesenti) sont actuellement examinées.

- **Pour faciliter les reconversions professionnelles**, le rapport recommande que les universités proposent des masters en IA pour des diplômés issus d'autres secteurs que l'informatique ou la science des données.
- **Pour améliorer les possibilités de formation à distance**, les universités devraient proposer davantage de MOOCs en IA permettant d'obtenir des crédits universitaires. Le système de *Continuing Professional Development* (équivalent de la Validation des Acquis de l'Expérience qui existe en France) doit aider à une spécialisation en IA pour des étudiants en science, technologie, ingénierie ou mathématiques (acronyme *STEM*, en anglais).
- **Pour favoriser la diversité des profils dans le secteur de l'IA**, notamment en termes de genre et d'origines, les différents acteurs du domaine (gouvernement, entreprises et universités) devraient travailler ensemble afin d'améliorer l'information publique. Selon Dame Wendy Hall [5] cet élément serait actuellement un des maillons faibles des mesures prises par le gouvernement britannique en matière d'IA et mériterait la mise en place de mesures concrètes.

### 1.3 Coordination et gouvernance

Plusieurs mesures ont été prises afin de mieux coordonner les activités de recherche. **En 2018, l'Alan Turing Institute est devenu l'institut national d'IA et de science des données.** Ces deux transformations de l'*Alan Turing Institute* (ayant acquis un statut national et une mission davantage orientée vers l'IA) ont été actées début 2018. L'*Alan Turing Institute* travaille avec d'autres organismes – le conseil de recherche pour l'ingénierie et les sciences physiques (EPSRC), le conseil de recherche pour les TGIR (STFC) et le Comité mixte des systèmes d'information (JISC) – pour organiser une mutualisation des infrastructures de calcul pour la recherche publique.

Enfin, Hall et Pesenti recommandent la mise en œuvre par les universités de politiques claires et communes concernant l'octroi de licences de propriété intellectuelle et la création de *spin-off*.

[5] Discours lors de l'évènement « Westminster eForum Keynote Seminar: Next steps for UK artificial intelligence policy: investment, ethics and implementing the Sector Deal » du 4 décembre 2018.

#### JADE : un exemple de mutualisation des capacités de calcul

Le supercalculateur *Joint Academic Data Science Endeavour* (JADE HPC) est une infrastructure de *deep learning as a service* (DLaaS) portée par l'Université d'Oxford au sein d'un consortium de huit universités (Bristol, Édimbourg, King's College London, Sheffield, Queen Mary, Southampton et UCL) et avec le soutien de l'*Alan Turing Institute*. Ce consortium reçoit pour le projet JADE un financement de 3 M€ sur 3 ans (oct. 2016 – sept. 2019) par l'EPSRC. Cela fait partie d'un investissement plus large de 20 M€ alloués au développement et à la mutualisation des installations régionales de calcul haute performance (*Tier-2 HPC*). Le supercalculateur JADE est hébergé par l'entreprise Atos au *STFC Hartree Centre* à Daresbury (à 30 km de Liverpool). À terme, cette infrastructure fournira aux chercheurs un service *cloud public* pour développer et tester des applications de *deep learning*.

### 1.4 Utilisation de l'IA par le secteur public

Le gouvernement, avec le soutien du *Government Digital Service* [6], du *Data Science Partnership* [7] et des experts d'autres ministères, développe un plan d'actions pour **préparer le secteur public à utiliser des technologies d'IA** et améliorer les services fournis aux citoyens.

### 1.5 Utilisation de l'IA par les entreprises

Plusieurs organismes soutiennent la recherche en IA dans le secteur privé, notamment par l'octroi de conseils et de financements. **Digital Catapult** (centre d'innovation à but non lucratif rattaché à Innovate UK) a lancé début 2018 le programme *Machine Intelligence Garage* qui soutient les entreprises en IA (Cf. partie I - 4). **L'autorité nationale chargée de la protection des données (Information Commissioner's Office)** a publié en mars 2017 un document à destination des entreprises sur la protection des données dans le domaine du big data et de l'IA. Enfin, **TechUK**, association qui représente près de mille entreprises *tech* britanniques, travaille avec la *Royal Academy of Engineering*, *Digital Catapult* et des entreprises du secteur pour fournir des conseils pratiques sur les opportunités et défis d'une adoption réussie de l'IA.

De plus, la représentation des intérêts des acteurs du secteur est également assurée par un **conseil britannique de l'IA (AI Council)**, chargé de favoriser la croissance du secteur de l'IA au Royaume-Uni et qui a été créé sous l'impulsion du gouvernement britannique pendant l'été 2018.

[6] Administration publique qui dépend du *Cabinet Office*, chargée de la transformation numérique du gouvernement britannique.

[7] Entreprise qui fournit divers services (conseil, formation et mise à disposition de ressources) en science des données et intelligence artificielle.

## 2. Acteurs de l'écosystème

En juin 2018, trois nouveaux organismes ont été créés par le gouvernement britannique : le *Centre for Data Ethics and Innovation*, l'*AI Council* et l'*Office for AI*. Simultanément, le gouvernement a nommé, pour la première fois, deux experts nationaux de l'IA.

- Le **Government Office for AI (OAI)** est chargé de superviser la mise en œuvre de la stratégie britannique en IA. Dr Demis Hassabis, cofondateur de DeepMind, a été nommé Conseiller du gouvernement au sein de l'*Office for AI*.
- L'**AI Council** représente des entreprises et est chargé de favoriser la croissance du secteur IA au Royaume-Uni. Ce conseil est présidé par Mme Tabitha Goldstaub, co-fondatrice de CognitionX (plate-forme en ligne qui met en contact des entreprises avec des experts en IA) et directrice de CogX (festival sur l'IA à Londres).
- Le **Centre for Data Ethics and Innovation (CDEI)** est un comité consultatif chargé de conseiller le gouvernement et les instances réglementaires

sur les moyens d'assurer une utilisation à la fois éthique, sûre et innovante des données.

- Les experts de l'IA (**AI Champions**) sont chargés de faciliter le dialogue entre l'État et les différents acteurs du secteur, sur le modèle des experts du numériques (*Digital Champions*) de l'UE [8]. Mme Tabitha Goldstaub, présidente du nouveau *AI Council*, a été nommée *AI Business Champion*. Dans le domaine de la formation et des compétences, Dame Wendy Hall est nommée *Skills Champion for AI*.

De manière générale, la recherche publique britannique est organisée sur le principe d'une séparation entre les ministères, les agences de moyens et l'exécution de la recherche. Au Royaume-Uni, le secteur de l'enseignement supérieur et de la R&D est dévolu [9], chaque gouvernement régional (Angleterre, Écosse, Pays de Galles, Irlande du Nord) étant souverain dans ses décisions aussi bien financières que stratégiques ou thématiques (Cf. figure 4) [10].

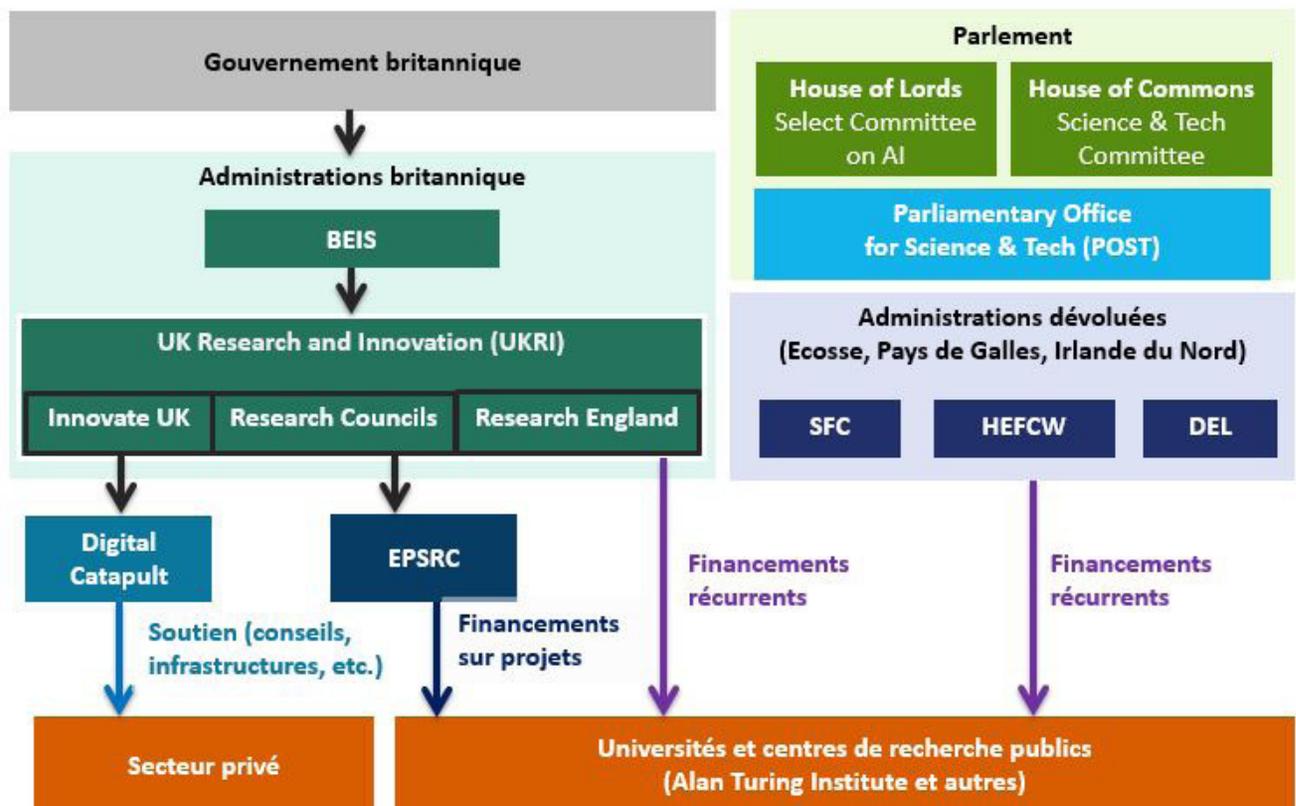


Figure 4 : Ecosystème lié à l'IA au Royaume-Uni.  
Crédits : ESRI.

[8] Les *Digital Champions* sont nommés par chaque État membre de l'Union européenne pour aider les États, ainsi que la Commission européenne, à promouvoir les avantages d'une société numérique ouverte à tous.

[9] La dévolution est un statut accordant certains pouvoirs aux parlements et assemblées des nations constitutives du Royaume-Uni et à leurs gouvernements.

[10] ESRI, *Fiche Curie - Recherche au Royaume-Uni* : <https://uk.ambafrance.org/La-Recherche-au-Royaume-Uni-13433>.

**Tableau 1 – Liste des acteurs soutenant ou encadrant le développement de l’IA au Royaume-Uni.**

Crédits : ESRI.

Catégorie	Nom	Description
Gouvernement	<b>Government Office for AI (OAI)</b>	L’ <i>Office for AI</i> est chargé de superviser la mise en œuvre de la stratégie britannique en IA.
	<b>Government Digital Service (GDS)</b>	Le GDS est l’organe du <i>Cabinet Office</i> chargé de piloter la transformation numérique du gouvernement.
	<b>Government Office for Science (GO-Science)</b>	<i>GO-Science</i> conseille le gouvernement britannique en matière de politique scientifique et est dirigé par le conseiller scientifique du gouvernement ( <i>Government Chief Scientific Adviser</i> ).
Parlement	<b>House of Lords AI Committee</b>	La commission sur l’IA de la Chambre des Lords est composée de 13 membres (dont le Président, Lord Clement-Jones) et est chargée de proposer des lois ainsi que des politiques au gouvernement dans ce domaine.
	<b>House of Commons Science &amp; Tech Committee</b>	La commission sur les sciences et technologies de la Chambre des Communes, composée de onze membres, s’autosaisit de dossiers d’études, organise des auditions d’experts et publie des rapports accompagnés de recommandations auxquels le gouvernement doit répondre dans un délai donné.
Ministères	<b>Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS)</b>	Le BEIS est le ministère britannique en charge des affaires, de l’énergie et de la stratégie industrielle. Il établit, entre autres, la stratégie industrielle (BEIS, <i>White Paper, Industrial Strategy: the Grand Challenges</i> , novembre 2017).
	<b>Department for Digital, Culture, Media and Sport (DCMS)</b>	Le DCMS est le ministère britannique du numérique, de la culture, des médias et du sport. Il établit, entre autres, la stratégie nationale numérique (DCMS, <i>UK Digital Strategy</i> , mars 2017).
Organismes publics non ministériels (non-departmental public bodies)	<b>Innovate UK</b>	<i>Innovate UK</i> est l’agence pour l’innovation qui pilote, entre autres, les Centres Catapults. Elle est sous la tutelle du BEIS et fait maintenant partie d’UKRI.
	<b>Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)</b>	Le Conseil de recherche en ingénierie et sciences physiques est un des sept conseils de recherche britannique, désormais intégrés au sein d’UKRI. L’EPSRC est chargé de financer la recherche britannique sur projets ainsi que des étudiants aux niveaux Master et Doctorat en STEM.
	<b>Information Commissioner’s Office (ICO)</b>	L’ICO est l’autorité nationale de protection des données, rattachée au DCMS.
	<b>Digital Catapult</b>	<i>Digital Catapult</i> est un centre rattaché à <i>Innovate UK</i> dont la finalité est d’accélérer la capacité d’innovation des acteurs privés du numérique et de favoriser la croissance économique dans ce secteur.
Fondations, charités et non-profit private companies	<b>Alan Turing Institute</b>	L’ <i>Alan Turing Institute</i> est l’institut national britannique en science des données et IA, fondé en 2015.
	<b>Ada Lovelace Institute</b>	L’ <i>Ada Lovelace Institute</i> est un centre de recherche en IA et éthique créé en mars 2018 par la <i>Nuffield Foundation</i> .
	<b>Open Data Institute</b>	L’ODI est une fondation pour la promotion des données ouvertes créée par Tim Berners-Lee (principal inventeur du World Wide Web) et Nigel Shadbolt.
	<b>NESTA</b>	NESTA est une fondation pour l’innovation basée au Royaume-Uni.
	<b>Wellcome Trust</b>	Le Wellcome Trust est une fondation finançant la recherche biomédicale.
Académies nationales	<b>Royal Society</b>	La <i>Royal Society</i> est l’académie nationale des sciences.
	<b>Royal Society of Engineering</b>	La <i>Royal Society of Engineering</i> est l’académie nationale d’ingénierie.
Sociétés savantes	<b>Society for the Study of AI &amp; Simulation of Behaviour (AISB)</b>	AISB est une société savante sur l’IA fondée en 1964, dont les membres sont issus des milieux universitaires et des affaires et qui fait partie de l’EurAI.
	<b>British Computer Society (BCS)</b>	CBS est à la fois une association professionnelle et une société savante britannique du domaine des technologies de l’information.
	<b>EurAI</b>	EurAI est une société savante européenne sur l’IA.
Réseaux d’entreprises	<b>AI Council</b>	L’ <i>AI Council</i> représente des entreprises britanniques du secteur et a pour objectif de favoriser la croissance du secteur de l’IA au Royaume-Uni.
	<b>Tech Nation</b>	<i>Tech Nation</i> est un réseau britannique d’entrepreneurs du secteur tech qui résulte de la fusion de <i>Tech City UK</i> et <i>Tech North</i> en 2018.

### 3. Publications et recommandations

Ces dernières années, une série d'études ont analysé les moyens de soutenir et d'encadrer le développement de l'IA au Royaume-Uni. Le rapport de Dame Wendy Hall et Jérôme Pesenti (*Growing the artificial intelligence industry in the UK*, octobre 2017) présente au gouvernement britannique une liste de recommandations pour faciliter le développement du secteur IA. Ces recommandations ont été complétées par celles de la Chambre des Communes (*AI and Automation in the UK*, décembre 2017) et de la Chambre des Lords (*AI in the UK: ready, willing and able?*,

avril 2018) – auxquelles le gouvernement britannique a répondu (*Government response*, juin 2018). L'IA et les données font partie des quatre « grands défis de la stratégie industrielle britannique » (*AI and data-driven economy Grand Challenge*) identifiés dans un *Livre blanc* en novembre 2017.

Le tableau suivant répertorie les principales publications sur l'IA au Royaume-Uni et leur contenu : recommandations, annonces et stratégies.

**Tableau 2 – Principales publications sur l'IA au Royaume-Uni.** Crédits : ESRI.  
Code couleur : recommandation (vert), annonce (vert foncé) et stratégie (bleu).

	Date	Document	Description
Recommanda-	12 oct. 2016	<b>House of Commons, Science and Technology Committee, <i>Robotics and artificial intelligence, Fifth Report of Session 2016–17, 12/10/2016</i></b>	Ce rapport présente les implications économiques et sociales, les questions éthiques et légales ainsi que la situation de la recherche et de l'innovation en IA. Les recommandations du rapport sont, entre autres, la création d'une commission permanente sur l'IA au sein de l' <i>Alan Turing Institute</i> (qui n'était pas encore, à cette époque, le centre national d'IA).
Recommandation	21 oct. 2016	<b>Council for Science and Technology (CST), <i>Robotics, automation and artificial intelligence, 21/10/2016</i></b>	Dans cette lettre adressée au Premier Ministre, le <i>Council for Science and Technology</i> insiste sur les opportunités économiques de la robotique, des systèmes autonomes et de l'IA ( <i>robotics, automation and artificial intelligence – RAAI</i> ). Le conseil présente au Premier Ministre trois recommandations principales : (1) identifier les secteurs porteurs en RAAI ; (2) fournir des infrastructures et conseils aux entreprises (via <i>Digital Catapult</i> ) et mieux coordonner la recherche publique (via l' <i>Alan Turing Institute</i> ) ; (3) améliorer les formations en RAAI (via l'EPSRC).
Recommandation	9 nov. 2016	<b>Gouvernement Office for Science (GO-Science), <i>AI: opportunities and implications for the future of decision making, 09/11/2016</i></b>	Ce rapport porte sur les risques éthiques et légaux liés à l'utilisation de l'IA technologie pour la prise de décision. Une recommandation est de faire bon usage d'un document ( <i>Data Science Ethical Framework</i> ) préparé par le <i>Government Digital Service</i> (GDS) en mai 2016 (mis à jour juin 2018), qui donne des conseils aux agents de l'État sur la conduite de projets en science des données.
Stratégie	23 jan. 2017	<b>BEIS, <i>Building our Industrial Strategy: Green Paper, janvier 2017</i></b>	Le Livre Vert prédéfinit les dix piliers (compétences, infrastructures, etc.) de la future stratégie industrielle du Royaume-Uni, dont chacun contient une importante composante numérique. Un Livre Vert est un rapport préliminaire présentant les propositions du gouvernement publié afin de provoquer des discussions à ce sujet. Ce Livre Vert a reçu plus de 2 000 réponses lors de consultations publiques. La robotique et l'IA (incluant les véhicules autonomes et drones) sont citées parmi les technologies qui devraient prioritairement être soutenues par la stratégie industrielle.

Stratégie	1 <sup>er</sup> mars 2017	<b>DCMS, <u>UK Digital Strategy</u>, 1<sup>er</sup> mars 2017</b>	La stratégie numérique britannique ( <i>UK Digital Strategy</i> ) fixe les objectifs et moyens du développement de l'économie numérique. Elle prévoit d'allouer 17,3 M£ pour soutenir le développement de nouvelles technologies de robotique et d'intelligence artificielle (RAI) dans des universités britanniques via des subventions de l'EPSRC. Une part importante de ce financement (6,5 M£) est destinée à renforcer les collaborations entre chercheurs au sein du réseau britannique <i>Robotics and Autonomous Systems (UK-RAS)</i> (Cf. figure 5).
Recommandation	15 oct. 2017	<b>Independent report, Prof. Dame Wendy Hall and Jérôme Pesenti, <u>Growing the artificial intelligence industry in the UK</u>, 15 octobre 2017</b>	Ce rapport présente au gouvernement britannique une liste d'actions à mener pour faciliter le développement du secteur IA au Royaume-Uni. Les recommandations sont réparties en quatre catégories : faciliter l'accès aux données ; améliorer les compétences des travailleurs ; maximiser la recherche en IA au Royaume-Uni ; soutenir l'utilisation de l'IA par les entreprises. Une grande partie des actions recommandées ont été mises en œuvre en 2018 (l' <i>Alan Turing Institute</i> est devenu le centre national d'IA, des organismes de gouvernance ont été créés, etc.).
Annonce	8 nov. 2017	<b>UKSA, EPSRC, Innovate UK, BEIS, Press release, <u>Funding for £84 million for AI and robotics research and smart energy innovation announced</u>, 8 Nov.2017</b>	Dans son discours d'inauguration de l'évènement <i>Innovate 2017</i> à Birmingham le 8 novembre 2017, la Secrétaire d'État en charge de l'énergie et de la croissance verte, Claire Perry, a évoqué 68 M£ investis dans le cadre du Fonds pour les défis de la stratégie industrielle (ISCF) ciblant l'IA et la robotique (84 M£ en incluant les « énergies intelligentes »).
Annonce	20 nov. 2017	<b>PM, BEIS, DfT, Press release, <u>Record boost to R&amp;D and new transport fund to help build economy fit for the future</u>, 20 November 2017</b>	Le gouvernement britannique réaffirme qu'il souhaite <b>amener les dépenses publiques et privées en R&amp;D à 2,4 % du PIB</b> d'ici à 2027 (contre 1.67 % en 2016). Cela passera par un investissement additionnel de 2,3 Mds£ en 2021-22 dans le Fonds pour les défis de la stratégie industrielle (ISCF), portant ainsi l'investissement public total en R&D à 12,5 Mds£ par an.
Stratégie	27 nov. 2017	<b>BEIS, <u>White Paper, Industrial Strategy: the Grand Challenges</u>, novembre 2017</b>	Le Livre Blanc du Ministère des affaires, de l'énergie et de la stratégie industrielles (BEIS) définit la stratégie industrielle du Royaume-Uni. L'IA et les données font partie des quatre grands défis à relever ( <i>AI and data-driven economy Grand Challenge</i> ). La signature prochaine d'un accord sectoriel sur l'IA est annoncée.
Recommanda-	21 déc. 2017	<b>House of Commons, <u>Artificial Intelligence and Automation in the UK</u>, December 21, 2017</b>	Ce rapport de la Chambre des Communes aborde les annonces récentes telles que l'accord sectoriel ( <i>AI Sector Deal</i> ) prévu dans la stratégie industrielle, mais pas encore signé à cette époque, ainsi que l'étude des impacts sociétaux et économiques potentiels de l'IA. Il reprend l'état de l'art des publications sur l'IA au Royaume-Uni.
Annonce	19 janvier 2018	<b>DCMS, Press release, <u>UK and France to strengthen links in tech sector and artificial intelligence</u>, 19 January 2018</b>	Un communiqué de presse du DCMS publié le 19 janvier 2018 – le lendemain du Sommet franco-britannique – annonce un <b>rapprochement entre la France et le Royaume-Uni en IA</b> grâce à un futur colloque numérique. La décision d'organiser ce colloque a été prise lors de la rencontre entre la Ministre française de la Culture, Françoise Nyssen, et son homologue britannique, Matt Hancock. Le communiqué de presse mentionne également l'inauguration du laboratoire franco-britannique de mathématiques à Imperial College London (UMI De Moivre) le 15 janvier 2018 ainsi que la conférence franco-britannique sur l'IA (16 janvier 2018).

Annonce	12 mars 2018	<b>FCO &amp; BEIS, Research and analysis, <u>SIN Canada secures investment and jobs in Artificial Intelligence in the UK, 12 March 2018</u></b>	Depuis 2017, l' <i>UK Science and Innovation Network (SIN)</i> [11] et <i>Innovate UK</i> tentent de renforcer les liens en IA entre le Royaume-Uni et le Canada. En mars 2018, le SIN au Canada annonce qu'il a contribué à obtenir des investissements et emplois en IA au Royaume-Uni, en particulier l'ouverture de bureaux de la start-up canadienne Element AI à Londres.
Recommandation	16 avril 2018	<b>House of Lords, Select Committee on Artificial Intelligence, <u>AI in the UK: ready, willing and able?</u>, 16 avril 2018</b>	Ce rapport du comité sur l'IA de la Chambre des Lords aborde de nombreux thèmes : état actuel de la recherche en IA ; impact de l'IA sur la société ; perceptions publiques ; monopoles basés sur les données de grandes entreprises ; implications éthiques ; rôle du gouvernement ; actions d'autres pays et des organisations internationales dans ce domaine. Il contient 74 recommandations sur le développement de l'IA au Royaume-Uni. Le Président du Comité, Lord Clement-Jones, estime que des actions devraient être menées afin : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'encadrer les activités des GAFAM ;</li> <li>- d'éviter aux travailleurs britanniques un avenir sans emploi.</li> </ul>
Annonce	18 avril 2018	<b>DCMS, PM, Press release, <u>UK and India agree ambitious new tech partnership, 18 April 2018</u></b>	En avril 2018, le Royaume-Uni s'est engagé à investir 14 M£ dans un <b>partenariat technologique de quatre ans avec l'Inde</b> . L'alliance technologique, qui se concentrera initialement sur le développement de voitures autonomes, de la réalité virtuelle et de l'IA, fait suite au succès du partenariat technologique entre le Royaume-Uni et Israël ( <i>UK Israel Tech Hub</i> ), qui aurait généré 62 M\$ au cours des cinq dernières années. Le Royaume-Uni investira initialement 1 M£ pour la gestion de ce partenariat et potentiellement 13 M£ supplémentaires d'ici 2022.
Stratégie	26 avril 2018	<b>AI Sector Deal: Press release, <u>Tech sector backs British AI industry with multi million pound investment, 26 April 2018</u></b>	Un <b>accord sectoriel sur l'IA (AI Sector Deal)</b> est signé le 26 avril 2018. L'annonce évoque un financement public et privé de presque 1 Md£. Plus de cinquante entreprises et organisations ont contribué au développement de cet accord qui devrait permettre de financer, entre autres, mille nouveaux doctorants en IA.
Annonce	22 mai 2018	<b>DoD, DSTL, News story, <u>Flagship AI Lab announced as Defence Secretary hosts first meet between British and American defence innovators, 22 May 2018</u></b>	Le 21 mai 2018, lors d'une rencontre entre innovateurs britanniques et américains dans le domaine militaire, le Ministre de la Défense, Gavin Williamson, a annoncé le <b>lancement d'un laboratoire d'IA en défense et sécurité, au sein du Defence Science and Technology Laboratory (Dstl)</b> à Porton Down dans le Wiltshire au Royaume-Uni.
Annonce	28 juin 2018	<b>BEIS, Policy paper, AI in the UK: ready, willing and able? - <u>Government response to the select committee report, 28 June 2018</u></b>	Le BEIS évoque la création en cours (été 2018) de nouveaux organes de gouvernance ( <i>Centre for Data Ethics and Innovation, AI Council</i> et <i>Government Office for AI</i> )

[11] Le SIN est le réseau scientifique britannique sous la double tutelle du Ministère des Affaires étrangères (FCO) et du Ministère des affaires, de l'énergie et de la stratégie industrielle (BEIS).

## 4. Soutiens à la recherche et à l'innovation

### 4.1 Digital Catapult

**Digital Catapult** est le *Catapult Centre* (Cf. encadré ci-dessous) en charge du numérique. Créé en 2013, le centre a pour objectifs de tisser des liens entre différents acteurs (entreprises, universités, etc.) du numérique et de faciliter l'entrée des PME sur le marché. Le siège de *Digital Catapult* est situé près de King's Cross, dans un quartier londonien connu sous le nom de quartier de la connaissance (*Knowledge Quarter*), qui compte également d'autres organisations ou entreprises du domaine de l'IA, tels que l'*Alan Turing Institute*, Google et Facebook.

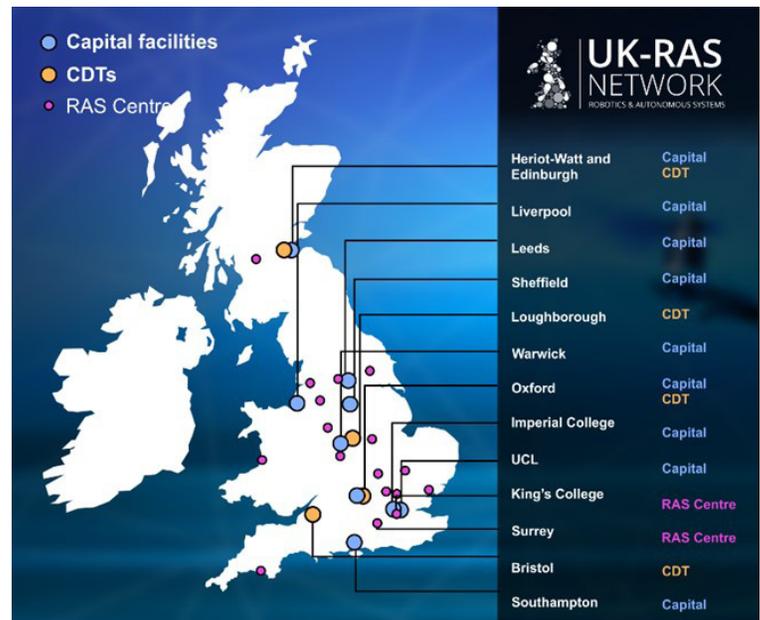
En matière d'IA, *Digital Catapult* soutient les entreprises spécialisées en IA dans leur développement et facilite l'utilisation de technologies d'IA par des entreprises britanniques. Le centre a démarré début 2018 le **programme *Machine Intelligence Garage*** qui offre aux entreprises britanniques spécialisées en IA un accès à des calculateurs, des espaces d'expérimentation et des conseils sur l'éthique et la sécurité des données. Le programme *Machine Intelligence Garage* est géré par *Digital Catapult* dans le cadre du projet CAP-AI, co-financé par le Fonds européen de développement régional (FEDER).

**Les *Catapult Centres*** sont des centres indépendants et à but non lucratif rattachés à Innovate UK dont la finalité première est d'accélérer la capacité d'innovation des acteurs privés et de favoriser la croissance économique au Royaume-Uni. Les onze *Catapult Centres* sont rattachés à *United Kingdom Research and Innovation* (actif depuis avril 2018) sous la tutelle du *Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS)* (voir le dossier *Science & Technologie au Royaume-Uni n°77, 12/2015*).

### 4.2 EPSRC

Le **Conseil de recherche pour l'ingénierie et les sciences physiques** (*Engineering and Physical Sciences Research Council – EPSRC*) est l'un des sept Conseils de recherche britanniques. Il est chargé de financer la recherche britannique sur projets et alloue des bourses aux étudiants aux niveaux Master et Doctorat.

Un financement de l'EPSRC (6,5 M€) est destiné à renforcer le réseau britannique *Robotics and Autonomous Systems (EPSRC UK-RAS)*. Créé en mars 2015, ce réseau a pour mission d'assurer une collaboration entre acteurs académiques et industriels, ainsi que de coordonner les activités de huit infrastructures (*Capital facilities*) et quatre centres de formation doctorale (*Centres for Doctoral Training – CDT*) sur la robotique et les systèmes autonomes à travers le Royaume-Uni (Cf. figure 5).



**Figure 5 – Le réseau EPSRC UK-RAS.**  
Source et crédits : EPSRC.

De plus, l'EPSRC finance depuis 2017 quatre *hubs* de recherche en IA et robotique appliquées aux milieux extrêmes, représentant un investissement presque 45 M€. Les *hubs* seront coordonnés par les universités de Birmingham, Manchester, Heriot-Watt et Surrey (Cf. tableau 3).

**Tableau 3 – Hubs de recherche en IA et robotique en milieux extrêmes financés par l'EPSRC dans le cadre de l'ISCF.**  
Source : EPSRC. Crédits : ESRI.

Nom du projet	Universités membres du consortium	Financements
<b>National Centre for Nuclear Robotics</b>	Coordinateur : Université de Birmingham. Partenaires : Universités de Bristol, Édimbourg, Essex, Lincoln, West of England, Lancaster, Queen Mary.	11,3 M€
<b>Robotics and Artificial Intelligence for Nuclear (RAIN)</b>	Coordinateur : Université de Manchester. Partenaires : 30 partenaires dont les universités d'Oxford et Liverpool).	11,9 M€
<b>Offshore Robotics for Certification of Assets (ORCA)</b>	Coordinateur : Université Heriot-Watt. Partenaires : Universités d'Édimbourg, Oxford, Liverpool, Imperial College London.	14,3 M€
<b>Future AI and Robotics for Space (FAIR-SPACE)</b>	Coordinateur : Université de Surrey. Partenaires : Imperial College London, Universités d'Édimbourg, Liverpool, Salford, Warwick.	6,7 M€

## PARTIE II : RECHERCHE BRITANNIQUE EN IA

### 1. Cycles de financements et développements

Depuis l'émergence des recherches en IA, les développements dans ce domaine ont pris la forme de cycles d'expansion, suivis de ralentissements ; les périodes de baisse des financements étant appelées « hivers de ».

#### 1.1 Cycles de l'IA

##### Émergence de l'informatique (1950-1974).

Le développement du secteur de l'IA est inextricablement lié à l'informatique, qui émerge dans les années 1950. De nombreux pionniers de l'informatique – tels que le britannique Alan Turing et l'américain John McCarthy – ont également pris part à la conceptualisation de l'IA.

##### Premier hiver de l'IA (1974-1983).

À partir des années 1970, les progrès de la recherche en IA sont considérés comme insuffisants, que ce soit au Royaume-Uni ou aux États-Unis, et les financements publics sont réduits à néant. C'est le premier « hiver de l'IA ». En 1973, l'éminent professeur de mathématiques Sir James Lighthill publie une étude critique sur la recherche académique en IA au Royaume-Uni, contribuant au scepticisme des pouvoirs publics britanniques sur ce domaine de recherche [12].

##### Le programme de R&D Alvey (1983-1987).

De 1983 à 1987, le programme britannique Alvey financé par le gouvernement britannique (200 M£) et par l'industrie (150 M£) a servi à soutenir les recherches en technologies de l'information. C'est le premier programme britannique de R&D à grande échelle pour le développement de l'IA.

##### Deuxième hiver de l'IA (1987-1993).

Estimant que les découvertes réalisées grâce au programme Alvey se sont peu transformées en innovations commercialisables, le gouvernement britannique décide de ne pas renouveler le programme quinquennal. L'arrêt du programme Alvey entraîne un nouvel hiver de l'IA au Royaume-Uni.

##### Un nouvel essor (depuis les années 2000).

Depuis le milieu des années 2000, une convergence de facteurs permet un essor des technologies d'intelligence artificielle : accroissement des mégadonnées (*big data*), augmentation des puissances de calcul (*high-performance computing*), etc. Le développement de technologies d'apprentissage automatique fait émerger de nouvelles applications où la machine a la capacité de se perfectionner avec l'expérience.

##### L'IA dans un « cycle du hype » ?

Dr. Sean Holden, professeur d'informatique à l'Université de Cambridge, explique que la croissance actuelle de la recherche en IA repose en grande partie sur les possibilités récentes de monétisation de ses applications. Il met cependant en garde contre le battage médiatique (*hype*) actuel autour de l'IA, qui serait d'après lui à l'apogée du cycle et devrait retomber dans les prochaines années [13] (Cf. figure 6).

Ces cycles de financements et développements ont donné naissance à des innovations et découvertes, dont celles présentées dans la section suivante.

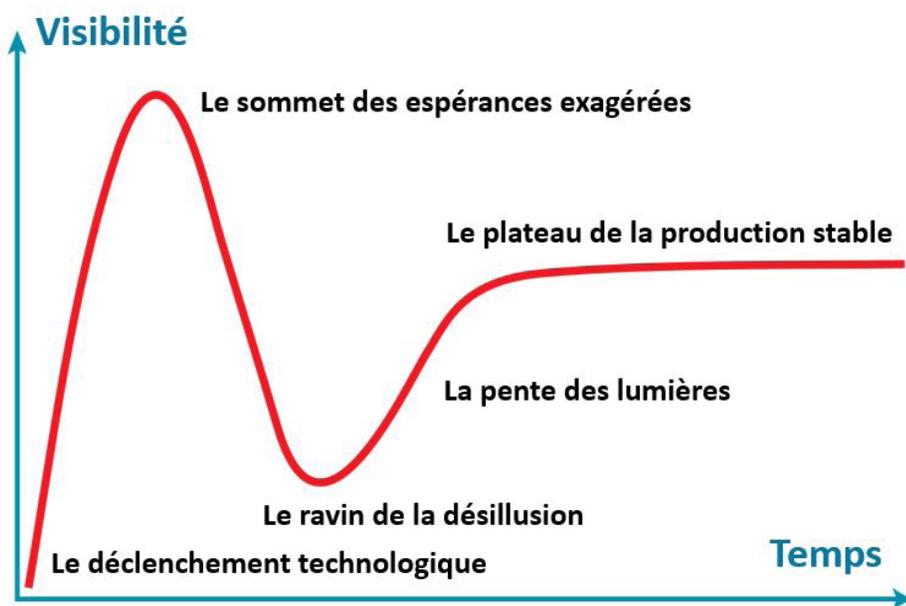


Figure 6 : Le cycle du hype.  
Adapté de : CC BY-SA 3.0 Gartner

[12] James Lighthill, *Artificial Intelligence: a paper symposium*, « Lighthill report », 1974.

[13] Source : Times Higher Education, « Which countries and universities are leading on AI research? », May 22, 2017

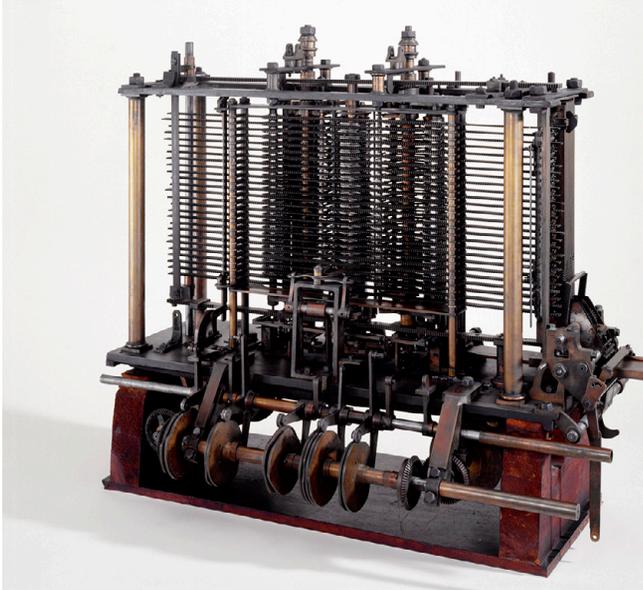
## 1.2 Chercheurs britanniques qui ont marqué l'Histoire

### Ada Lovelace (1815-1862)

Ada Lovelace est une mathématicienne britannique pionnière en informatique. Dans les années 1830-40, elle développe ce qui est considéré comme le premier programme informatique de l'Histoire, lors de son travail sur la machine analytique (une machine à calculer programmable, Cf. figure 7) de Charles Babbage (1791-1871). Un modèle d'essai de cette machine est exposé au *Science Museum* à Londres. Par la suite, le nom d'Ada Lovelace a été donné au langage de programmation Ada, créé dans les années 1980.

### Tommy Flowers (1905-1998)

Le premier ordinateur électronique fondé sur un système binaire, Colossus a été développé près de Londres dans les années 1943-45 par une équipe dirigée par Thomas « Tommy » Flowers. Ce premier ordinateur a aidé au décryptage de messages allemands pendant la Seconde Guerre Mondiale.



**Figure 7 : La machine analytique de Charles Babbage.**

Crédits : CC-BY-SA-2.0. Science Museum London.

### William Grey Walter (1910-1977)

William Grey Walter est un neurophysiologiste britannique, pionnier de la cybernétique (science générale du fonctionnement de l'esprit à l'origine de l'informatique). À partir de 1947, Walter construit notamment des dispositifs automobiles automatiques, qu'il appelle les robots tortues de Bristol (en anglais *Bristol's Robot Tortoises*).

### Alan Turing (1912- 1954)

Largement reconnu comme étant un des pères des ordinateurs modernes, le mathématicien et cryptologue britannique Alan Turing a joué un rôle majeur pendant la Seconde Guerre Mondiale en contribuant au déchiffrement de la machine Enigma utilisée par les Allemands. En 1950, il publie un article sur le « test de Turing », également connu sous le nom d'*Imitation Game*, fondé sur la capacité d'une machine à imiter une conversation humaine.



**Figure 8 : Ada Lovelace, Tommy Flowers, William Grey Walter, Alan Turing.**

Crédits : CC0.

## 2. Excellence de la recherche

Le Royaume-Uni compte plus de trente universités offrant une formation en IA ou dans des disciplines liées à l'IA, représentant au total plus d'une centaine de diplômes universitaires, avec des spécialités variées (apprentissage automatique, robotique, mathématiques appliquées, etc.) [14]. Par ailleurs, une dizaine d'universités britanniques possède un centre de recherche en science des données (*Data Science Institute*) [15]. Les activités de recherche en IA dans les universités étant nombreuses et variées, la liste suivante n'est pas exhaustive.

### 2.1 Alan Turing Institute

L'*Alan Turing Institute*, centre national sur l'IA et la science des données, regroupe treize universités britanniques ainsi que l'EPSRC [16]. Créé en 2015, l'institut dispose d'un budget initial de 77 M€ sur 5 ans, provenant de différentes sources (gouvernement, universités membres, fondations, etc.). Les recherches effectuées couvrent de nombreux domaines de l'IA. Par exemple, un accord a été signé en avril 2018 entre l'*Alan Turing Institute* et Rolls-Royce afin de développer des IA adaptées au secteur industriel (gestion de chaînes d'approvisionnement, maintenance prévisionnelle, etc.) [17]. Par ailleurs, l'institut effectue des recherches sur les technologies financières (fintech) dans le cadre d'un investissement public de 10 M€ lancé en 2015. En terme de liens avec la France, une conférence co-organisée avec la *FrenchTech London* a eu le 16 janvier 2018 à l'*Alan Turing Institute* [18] et un accord de principe a été signé avec l'Institut Convergence DATAIA le 5 juillet 2018, à l'occasion du Colloque franco-britannique sur le numérique [19].

### 2.2 Universités : recherches et partenariats

#### Imperial College London

L'université Imperial College London compte plus de 600 personnes travaillant sur l'IA, réparties dans différents

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

[15] Voir le dossier Service Sciences et Technologies de Londres, *La révolution de la donnée au Royaume-Uni*, novembre 2016

[16] Universités de Cambridge, Édimbourg, Oxford, UCL, Warwick, Leeds, Manchester, Newcastle, Queen Mary, Birmingham, Exeter, Bristol et Southampton.

[17] Site web de l'*Alan Turing Institute*, « *The Alan Turing Institute signs a new collaboration with Rolls-Royce alongside the government sector deal for artificial intelligence* », 26 Apr 2018.

[18] Site web Ambascience UK, « *Franco-British conference on artificial intelligence* », 16 January 2018.

[19] DATAIA est un institut convergence centré sur la science des données, inauguré début 2018, qui compte 14 membres fondateurs (universités, grandes écoles et centres de recherches).

départements mais fédérées au sein d'un réseau [20]. Signe de son dynamisme dans le domaine, l'université a hébergé le lancement de l'accord sectoriel sur l'IA en avril 2018. De nombreux projets de recherche sont menés, par exemple celui dirigé par Dr Aldo Faisal (conjointement entre les départements de bio-ingénierie et d'informatique) visant à développer une IA qui identifierait les meilleurs traitements pour des patients atteints de sepsis.

#### Université de Leeds

Les chercheurs de l'Université de Leeds couvrent de nombreux domaines de recherche en IA : vision par ordinateur, traitement du langage naturel, augmentation de l'intelligence humaine, etc. Plusieurs projets de recherche en IA sont actuellement en cours. Dans le cadre du projet européen *Smart Maintenance and the Rail Traveller Experience (SMaRTE)* bénéficiant d'un financement Horizon 2020 d'un montant de 182 M€, l'Université de Leeds a contribué à créer un logiciel d'IA améliorant la sécurité des chemins de fer. De plus, l'Université de Leeds collabore avec celles d'Oxford et de Surrey dans un projet de reconnaissance des mouvements d'un corps articulé par apprentissage automatique (*articulated body pose estimation*) ; projet faisant partie de la branche « vision par ordinateur » de la recherche en IA.

#### University College London

Le département d'informatique d'University College London (qui compte parmi ses *alumni* deux des fondateurs de DeepMind) a signé un partenariat avec Google DeepMind afin que l'entreprise fournisse un module de cours de niveau Master appelé « *Advanced Topics in Machine Learning* ».

#### Université d'Oxford

L'Université d'Oxford a donné jour à de nombreuses *spin-off* [21] à succès en IA. L'entreprise Diffblue, *spin-off* universitaire créée en 2016, est spécialisée en IA pour le codage informatique et a reçu un financement de 17 M€ par les fonds *Goldman Sachs Principal Strategic Investments* et *Oxford Sciences Innovation*. Par ailleurs, l'université possède un centre de recherche sur les risques existentiels, appelé *Future of Humanity Institute (FHI)* qui analyse les impacts sociétaux et économiques potentiels des IA.

#### Université de Cambridge

Le département *Computer Laboratory* de l'Université de Cambridge compte des chercheurs en IA avec diverses spécialisations, de la bioinformatique à la vision par

[20] Site web d'Imperial College London, « *Diplomats and industry leaders discuss future of AI at Imperial forum* », 2 Nov. 2018.

[21] Une entreprise *spin-off* universitaire est une société créée à partir d'un laboratoire de recherche et dont l'objectif est de valoriser commercialement un résultat de recherche (souvent une technologie). L'entreprise *spin-off* est en principe liée à l'université par le biais d'un contrat de licence qui établit les conditions du transfert de la technologie du laboratoire vers la société. Source : Sorpartec.

ordinateur. L'université effectue des recherches en éthique dans son centre *Leverhulme Centre for the Future of Intelligence*.

#### Université de Surrey

L'Université de Surrey est impliquée dans de nombreux projets de recherche en IA. Elle coordonne un hub de recherche sur l'IA et la robotique appliquées à l'exploration spatiale (*Future AI and Robotics for Space*) financé par l'EPSRC et l'UK Space Agency à hauteur de 6,9 M£. De plus, Innovate UK a attribué à l'Université de Surrey un financement de 230 K£ pour le projet « *Onward Journey Planning Assistant (OJPA)* » qui vise au développement d'un assistant virtuel calculant des itinéraires de transports en commun.

#### Université de Birmingham

L'Université de Birmingham a connu récemment plusieurs avancées en termes de partenariats de recherche en IA. En décembre 2017, l'Université de Birmingham a signé un accord de partenariat avec l'Université de sciences et technologie de Chine (SUSTech) pour mettre en place un centre de recherche conjoint en IA. Puis, en janvier 2018, l'Université de Birmingham a rejoint l'*Alan Turing Institute*. Par ailleurs, c'est l'une des quatre universités britanniques (avec Manchester, Surrey et Heriot-Watt) à recevoir un financement de la part de l'EPSRC pour la création de nouveaux pôles de recherche en IA et robotique appliquées aux milieux extrêmes. Dans ce cadre, elle coordonne le hub *National Centre for Nuclear Robotics*.

## 2.3 Exemples d'applications développées au Royaume-Uni (secteur public et privé)



#### Véhicule autonome / Robot autonome

L'entreprise **Oxbotica** est une *spin-off* de l'Université d'Oxford spécialisée en logiciels de véhicules autonomes, capables d'analyser l'environnement d'un véhicule et de définir des trajectoires. Suite à un accord avec l'entreprise Addison Lee, Oxbotica espère mettre en circulation des taxis autonomes dans Londres à partir de 2021.



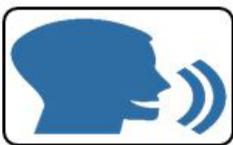
#### Agent de jeu de stratégie

L'entreprise DeepMind (devenue **Google DeepMind** en 2014) a développé le programme AlphaGo qui a battu Ke Jie, champion du monde de jeu de go, en 2017.



#### Reconnaissance d'images

Un projet vise à prédire puis réduire les risques de crise cardiaque grâce à une IA qui analyse des images de vaisseaux sanguins rétiniens. Ces recherches, menées par Google, s'appuient principalement sur la base de données **UK Biobank**, les données étant récoltées à partir de volontaires en Grande-Bretagne.



#### Traducteurs automatiques

Une équipe de recherche sur le traitement du langage naturel de l'Université d'Édimbourg (**EdinburghNLP - Natural Language Processing Group**) travaille sur la création d'algorithmes permettant de comprendre ou produire du langage naturel. Ses réalisations incluent le système de traduction automatique Nematus.



#### Agent conversationnel ("chatbot")

L'application **Your.MD** développée par l'entreprise homonyme utilise un chatbot pour transmettre aux utilisateurs des conseils de santé issus du NHS (le système de santé publique au Royaume-Uni) et est optimisée grâce à une IA.



#### Fouille de texte et de données

Le cabinet d'avocats **Pinsent Masons**, qui a son siège à Londres, a développé (grâce à une équipe mixte d'informaticiens et de juristes) un système, appelé TermFrame, capable d'effectuer des recherches sur la jurisprudence et de rédiger des documents juridiques standards.

## 2.4 Indexation

Le Royaume-Uni est bien situé dans les classements mondiaux de la recherche en IA, notamment grâce au dynamisme londonien.

### Articles de recherche

D'après la base de données Scopus d'Elsevier, le Royaume-Uni se classe 4<sup>ème</sup> mondial en nombre d'articles de recherche sur l'IA publiés entre 2011 et 2015 [22] (Cf. Figure 9). Dans cette base de données, les pays qui produisent le plus d'articles de recherche sur l'IA sont, dans l'ordre, la Chine (41 000 publications entre 2011 et 2015), les États-Unis (25 500), le Japon (11 700) et le Royaume-Uni (10 100). La France se classe à la 8<sup>ème</sup> place (6 500). Cependant, bien que la Chine publie beaucoup, elle n'est qu'à la 34<sup>ème</sup> place en termes d'impact de citations, alors que le Royaume-Uni se classe à la 10<sup>ème</sup> place en impact de citations sur l'IA. En moyenne, les articles sur l'IA ayant le plus d'impact proviennent, dans l'ordre, des pays suivants : Suisse, Singapour, Hong Kong, États-Unis, Italie et Pays-Bas.

### Écosystème d'innovation

En décembre 2017, l'entreprise *Oxford Insights*, qui propose des services de conseil en transformation numérique aux gouvernements, désignait le Royaume-Uni comme étant le pays le mieux préparé au monde pour le développement de l'IA, devant les États-Unis (2<sup>ème</sup> place), le Canada (3<sup>ème</sup>) et la France (6<sup>ème</sup> place) (Cf. figure 10) [23]. Pour arriver à ce résultat, neuf critères ont été pris en compte, tels que le niveau de compétences des populations dans des domaines liés à l'IA ainsi que les politiques d'innovation mises en place.

### Disparités régionales

Une analyse géographique des activités liées à l'IA au Royaume-Uni montre une prépondérance de Londres. Ainsi, le cabinet de conseil *McKinsey & Company* [24] a identifié Londres comme étant une des 6 villes les plus dynamiques au monde en IA, notamment grâce aux applications « fintech », toutes les autres villes en haut du classement

Publications in AI research, 2011 to 2015

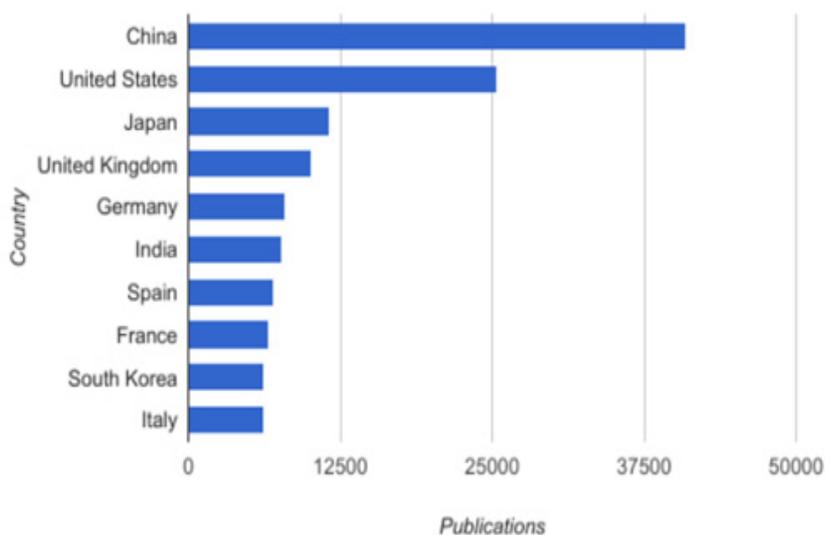


Figure 9 : Pays d'origine des publications de recherche sur l'IA entre 2011 et 2015 dans Scopus.

Source : Elsevier/Scopus. Crédits : ESRI.

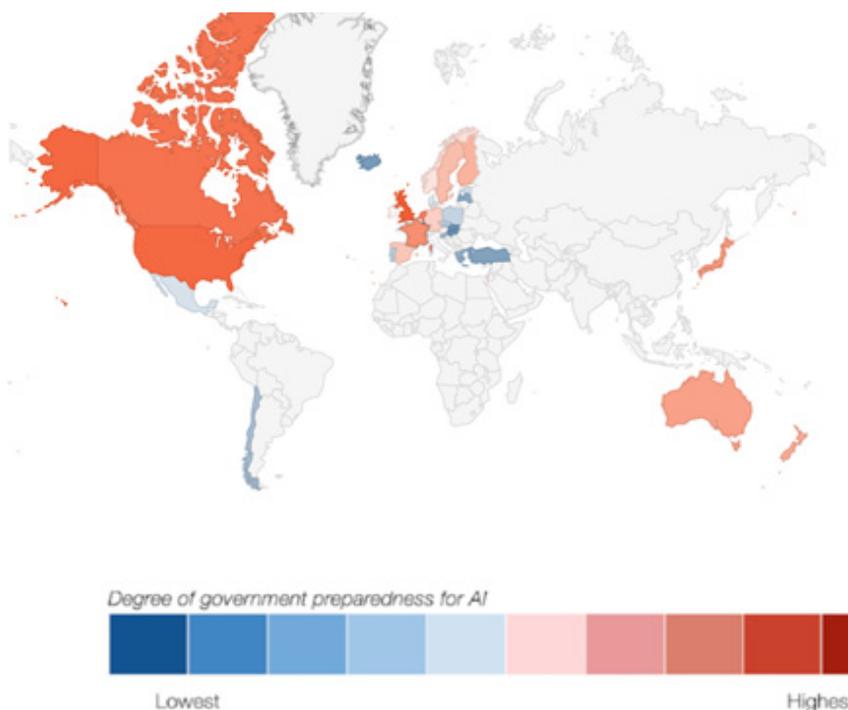


Figure 10 : Indice de préparation des gouvernements à l'IA.

Crédits : Oxford Insights.

[22] Times Higher Education, "[Which countries and universities are leading on AI research?](#)", May 22, 2017

[23] Oxford Insights, [Government AI Readiness Index](#), décembre 2017

[24] McKinsey & Company, [Artificial Intelligence : the next digital frontier](#) ?, juin 2017

étant américaines ou chinoises. Les atouts mentionnés pour Londres sont (1) son statut de centre financier, favorable aux applications fintech ; (2) le plus haut niveau en Europe de capital-risque ; (3) la présence d'entreprises de haute technologie ; (4) d'excellentes formations universitaires.

Également sur le thème des disparités régionales, une carte a été créée afin d'illustrer le dynamisme de l'IA sur le territoire britannique, dans le cadre d'un projet entre l'*Open Data Institute, Digital Catapult et Innovate UK* (Cf. figure 11) [25]. Les données prises en compte pour réaliser cette carte sont les suivantes : événements technologiques, publications scientifiques, compétences locales, taux de création d'entreprises et dépenses de R&D, en lien avec l'IA. Les résultats font ressortir la place prépondérante de Londres, avec un indice de dynamisme au moins dix fois plus important dans la capitale (indice de 69,9) que dans les autres villes britanniques (par ordre décroissant, 6,4 à Edimbourg, 5,2 à Glasgow, 5,1 à Cambridge, etc.)



**Figure 11 : Classement des villes britanniques en IA.**  
Crédits : Imactivate [16].

En juin 2017, le cabinet de conseil PwC a publié une étude prospective sur l'impact de l'IA sur l'économie britannique qui prévoit que **les activités liées à l'IA représenteront au moins 5% du PIB en 2030, avec de fortes inégalités, car l'impact sera dix fois plus important en Angleterre que dans les autres nations constitutives du Royaume-Uni** (Cf. figure 12) [26]. Les principaux gains économiques proviendraient des évolutions suivantes :

- une augmentation de la productivité moyenne au travail grâce à une automatisation de certaines tâches et métiers ;
- une amélioration de certains produits de consommation (avec un plus grand choix de produits et une personnalisation accrue), ce qui stimulera la demande des consommateurs.

Des disparités géographiques existent à différents niveaux. Elles sont présentes à l'échelle internationale avec une prédominance de grandes entreprises américaines et chinoises du numérique, comme illustré dans la section suivante.



**Figure 12 : Impact estimé de l'IA sur l'économie britannique en 2030 par régions (en Mds£).**  
Source : PwC. Crédits : ESRI.

[25] IMACTIVE, *UK Tech Innovation Index, Cities rank for Artificial Intelligence, 2017.*

[26] PwC, *The economic impact of artificial intelligence on the UK economy, juin 2017*

### 3. Impact des GAFAM et BATX

L'IA est devenue une technologie clé pour les grandes entreprises du numérique qui bénéficient de l'accès à de gigantesques bases de données générées par des services et leurs utilisateurs. Entre les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) basés aux Etats-Unis et les BATX (Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi) en Chine, quelle place reste-t-il aux acteurs européens de l'IA dans un secteur particulièrement concurrentiel ?

#### 3.1 Fuite des cerveaux universitaires vers les entreprises américaines

Les universités britanniques s'alarment du départ des chercheurs et professeurs en IA vers des grandes entreprises américaines, qui offrent des salaires plus élevés et des moyens de recherche souvent plus conséquents. Au Royaume-Uni, en seulement deux ans, Zoubin Ghahramani de l'Université de Cambridge a été nommé directeur scientifique d'Uber (mars 2017) ; Murray Shanahan d'Imperial College London a été embauché par Google DeepMind ; Shamil Chandaria de la LSE est devenu conseiller stratégie chez Google DeepMind ; et Neil Lawrence de l'Université de Sheffield a été recruté par Amazon. Ces chercheurs conservent parfois leurs postes universitaires parallèlement à leurs rôles dans le secteur privé, mais avec une implication réduite. Il semble que cette fuite des cerveaux pourrait menacer les capacités de recherche publique en IA [27] [28]. Des entreprises telles que Google et Facebook proposent des salaires moyens entre 83 000 \$ et 87 000 \$ (soit entre 73 000 € et 77 000 €) par an pour les ingénieurs informaticien à Londres, selon une analyse menée par Atomico, une entreprise d'investissements internationaux en technologies [29]. Outre des salaires plus attractifs, les incitations à rejoindre la recherche privée sont la possibilité de poursuivre des recherches à plein temps, sans s'épuiser à des tâches administratives ou d'enseignement, et avec un accès à de vastes ensembles de données qui permettent de tester et développer des algorithmes d'AI.

Le gouvernement britannique a dévoilé en avril 2018 un accord sectoriel visant à investir jusqu'à 300 M€ dans la recherche sur l'IA, dont 83 M€ destinés à des projets universitaires. Les universités britanniques espèrent que ce fonds servira à endiguer le départ de leurs chercheurs de haut niveau vers des entreprises technologiques.

Du côté des chercheurs français, Jérôme Pesenti, ancien chef du programme Watson d'IBM, a rejoint Facebook en janvier 2018 pour devenir Vice-Président pour l'IA et remplacer Yann LeCun. Ce dernier, ancien professeur à l'Université de New York, est venu diriger le laboratoire *Facebook AI Research (FAIR)* à Paris.

[27] FINANCIAL TIMES, [UK universities alarmed by poaching of top computer science brains](#), 9 mai 2018

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

[29] ATOMICO, [Report : The State of European Tech](#), novembre 2017

#### 2.1 Rachat de start-ups britanniques par des entreprises américaines

Le Royaume-Uni se classe au 1er rang en Europe en nombre de start-up en IA (121 start-ups) devant l'Allemagne (51), la France (39) et l'Espagne (31) [30]. Cependant, de nombreuses startups britanniques à succès ont été rachetées par des entreprises américaines. C'est le cas de DeepMind (achetée par Google), VocalIQ (achetée par Apple) ou encore MagicPony (achetée par Twitter).

**Tableau 4 : Exemples de rachats de startups britanniques en IA. Crédits : DG Trésor [31]**

Entreprise	Date du rachat	Acheteur
DeepMind	27/01/2014	Google
Dark Blue Labs	23/10/2014	Google
Vision Factory	23/10/2014	Google
Vocal IQ	02/10/2015	Apple
SwiftKey	03/02/2016	Microsoft
Magic Pony	20/06/2016	Twitter

Si les GAFAM ont été précurseurs dans la recherche en IA (avec des innovations emblématiques telles que l'algorithme de reconnaissance faciale de Facebook ou le supermarché sans caisse d'Amazon), les BATX ont un poids croissant et bénéficient d'un soutien actif du gouvernement chinois. Cette situation se reflète dans les capitalisations boursières, l'entreprise Tencent dépassant son concurrent Facebook depuis novembre 2017.

Les interrogations sur la nécessité de contrôle et de réglementation de ces acteurs (souvent en situation de monopole) renforcent les débats existant au Royaume-Uni autour des questions éthiques posées par le développement de ces technologies.

[30] VERDICT, *The UK is the home to the most AI start-ups in Europe*, 16th october 2017

[31] Source : Direction générale du Trésor, *Stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle*, Février 2017

## 4. Recherche en éthique et IA

Les IA soulèvent de nombreuses questions éthiques, auxquelles il est particulièrement difficile de répondre étant donné le potentiel encore inconnu de ces technologies en développement.

### 4.1 Thèmes

L'éthique de l'IA se divise généralement en deux catégories : l'éthique de la conception (appelée « roboéthique ») et celle inculquée aux machines (« éthique des machines »). Parmi les thèmes éthiques récurrents liés au développement des technologies d'IA se trouvent ceux de l'atteinte à la vie privée et de déshumanisation de services ou relations (par exemple dans le cas d'une IA qui s'occuperait de personnes âgées). Le scandale lié à l'entreprise Cambridge Analytica, qui a éclaté en 2018, soulève également de nombreuses questions, dont celle des risques de manipulation de masse à partir d'informations personnelles recueillies en ligne.

### 4.2 Lanceurs d'alertes

Plusieurs appels à la prudence ont été lancés par des chercheurs britanniques concernant les potentiels impacts sociétaux et économiques des IA. En 2016, plusieurs centaines de chercheurs de tous pays ont signé une lettre ouverte ("*Research Priorities for Robust and Beneficial Artificial Intelligence*") qui demande une meilleure prise en compte des impacts sociétaux potentiels de l'IA [32].

Par ailleurs, les interventions du physicien britannique Stephen Hawking estimant qu'une IA pourrait un jour mettre l'humanité en péril ont été très médiatisées [33].

### 4.3 Laboratoires de recherche

Plusieurs laboratoires britanniques effectuent des recherches sur les liens entre éthique et IA (Cf. tableau 5). C'est notamment le cas du **Leverhulme Centre for the Future of Intelligence** de l'Université de Cambridge et du **Future of Humanity Institute** de l'Université d'Oxford, dont le directeur **Nick Bostrom** évoque régulièrement les dangers d'une super-intelligence. L'**Alan Turing Institute** possède également une section sur l'éthique des données, présidé par Luciano Floridi. Enfin, l'**Ada Lovelace Institute** a été inauguré en mars 2018 par la Nuffield Foundation [34] avec un montant de 5 M£ afin d'analyser les questions sociétales et éthiques soulevées par l'utilisation d'algorithmes et l'émergence d'intelligences artificielles. En janvier 2018, le gouvernement britannique a annoncé qu'il envisage la création d'un centre national sur l'innovation et l'éthique des données (**Centre for Data Ethics and Innovation**), qui collaborerait avec le gouvernement, les législateurs et l'industrie pour établir un cadre réglementaire au développement de l'IA [35] ; centre qui a été lancé en juin 2018.

**Tableau 5 : Organismes britanniques sur l'éthique et l'IA. Crédits : ESRI.**

Organisme	Missions	Date de création	Budget initial
<b>Centre for Data Ethics and Innovation</b>	Établir un cadre réglementaire au développement de l'IA. Lancement d'une consultation publique en juin 2018	2018	9 M£ par le gouvernement britannique
<b>Ada Lovelace Institute</b>	Centre de recherche qui analyse les questions sociétales et éthiques soulevées par l'utilisation d'algorithmes et d'intelligences artificielles.	2018	5 M£ par la Nuffield Foundation
<b>Leverhulme Centre for the Future of Intelligence</b>	Centre de recherche interdisciplinaire de l'Université de Cambridge (informatique, philosophie, sciences sociales) sur l'étude des opportunités et défis pour l'humanité liés au développement de l'IA.	2016	10 M£ par le Leverhulme Trust
<b>Future of Humanity Institute</b>	Centre de recherche interdisciplinaire de l'Université d'Oxford travaillant sur les risques existentiels	2005	N/A
<b>Data Ethics Group, Alan Turing Institute</b>	Ce groupe mène des recherches sur l'éthique des données et organise des événements (ateliers pour chercheurs, conférences publiques, etc.).	2016	N/A

[32] An Open Letter, "[Research Priorities for Robust and Beneficial Artificial Intelligence](#)". La lettre a été signée par de nombreux chercheurs affiliés à des universités britanniques, notamment : Michael Wooldridge, chef du département d'informatique de l'Université d'Oxford et Président de l'*EurAI* ; les trois co-fondateurs de DeepMind ; le professeur de robotique cognitive Murray Shanahan d'Imperial College ; Nick Bostrom, professeur de philosophie à l'Université d'Oxford et Directeur du *Future of Humanity Institute* ; ou encore Adrian Weller de l'Université de Cambridge et directeur du programme IA à l'Alan Turing Institute.

[33] BBC, "[Stephen Hawking warns artificial intelligence could end humankind](#)", 2 décembre 2014, Rory Cellan-Jones.

[34] La *Nuffield Foundation* est une fondation caritative qui finance des projets de recherche et d'innovation en matière d'éducation et de politique sociale.

[35] GOV.UK, News story, "[Search for leader of Centre for Data Ethics and Innovation launched](#)", 25 January 2018

## CONCLUSION

L'intelligence artificielle est à la fois un sujet de recherche et un outil pour la recherche. Dans un contexte d'évolution rapide du secteur, dominé par de grandes entreprises américaines du numérique, les États – dont le Royaume-Uni – essaient d'établir la meilleure stratégie pour soutenir le développement de ce secteur.

Si les prémices de la recherche en IA remontent à l'émergence de l'informatique dans les années 1950, les progrès sont accélérés au cours de la dernière décennie. Une convergence de facteurs permet actuellement un essor de ces technologies, dont l'accroissement des mégadonnées (*big data*), l'amélioration des puissances de calcul (*high-performance computing*) et l'accès à certaines ressources et services via internet (*cloud computing*). Les technologies d'apprentissage automatique (*machine learning*), en particulier d'apprentissage profond (*deep learning*), font émerger de nouvelles applications où la machine a la capacité de se perfectionner avec l'expérience.

Le Royaume-Uni a identifié le développement de l'IA comme étant un élément clé de sa stratégie : cette technologie figure au cœur de la stratégie numérique britannique (mars 2017) et de la stratégie industrielle (novembre 2017). Elle bénéficie d'un accord sectoriel public-privé (lancé en avril 2018) et d'un plan de gouvernance (été 2018). L'objectif pourrait se résumer ainsi : comment soutenir au mieux la recherche en IA tout en règlementant le secteur, notamment sur des aspects éthiques ?

Les actions menées par le gouvernement britannique afin de soutenir un essor de l'IA au Royaume-Uni comprennent une augmentation des capacités de formations en IA (ex : ouverture de 1 000 places en doctorat supplémentaires), un accès facilité à des données interopérables (ex : lancement de *Data Trusts*), une meilleure coordination de la recherche publique (ex : création de l'*Alan Turing Institute*), une mutualisation d'infrastructures de soutien (ex : supercalculateur JADE), la création d'organismes de gouvernance et conseil (*Office for AI*, *AI Council*, *Centre for Data Ethics and Innovation* et le statut de *AI Champions*), une augmentation des financements pour la recherche et la formation (presque 1 milliard de livres sterling dans le cadre de l'accord sectoriel) et une mise en place de dispositifs de soutien à la recherche (ex : programme *Machine Intelligence Garage* de Digital Catapult). L'*Alan Turing Institute*, centre national sur l'IA et la science des données, regroupe un nombre croissant d'universités britanniques, au nombre de treize actuellement (dont les prestigieuses universités d'Oxford et de Cambridge).

Même si le Royaume-Uni se classe 1<sup>er</sup> en Europe en nombre de startups en IA et 4<sup>ème</sup> mondial en termes de publications scientifiques sur le sujet, les acteurs de l'écosystème britannique (étudiants, universitaires et startups en particulier) ont du mal à résister à la force d'attraction des géants américains du numérique. La fuite des cerveaux vers les GAFAM a été identifiée comme représentant un risque majeur pour la recherche publique britannique en IA. Sur la période 2012 à 2016, les investissements publics et privés cumulés en IA ont été environ vingt fois plus importants aux États-Unis qu'au Royaume-Uni et trois fois plus importants en Chine qu'au Royaume-Uni. Par ailleurs, Pékin envisage de devenir le leader mondial de cette technologie avec une feuille de route visant à faire monter la valeur de ce secteur à 150 milliards de dollars d'ici 2030.

La France est également bien classée en Europe concernant la recherche en IA (ex : 3<sup>ème</sup> en nombre de startups en IA). S'inspirant des recommandations du rapport sur l'IA de Cédric Villani (député LREM et Médaille Fields 2010), la stratégie française en matière d'IA a été dévoilée le 29 mars 2018 lors de l'évènement *AI for Humanity*. Le gouvernement français prévoit d'investir 1,5 million d'euros au cours des cinq prochaines années pour soutenir la recherche et l'innovation dans ce domaine, notamment à travers un réseau d'instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle (3IA), dont quatre ont été pré-sélectionnés en novembre 2018 : Grenoble (*MIAI@Grenoble-Alpes*), Nice (*3IA Côte d'Azur*), Paris (*PRAIRIE : PaRis Artificial Intelligence Research InstitutE*) et Toulouse (*ANITI : Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute*). Ainsi, alors que la France a choisi de soutenir plusieurs pôles de recherche en IA, le Royaume-Uni mise au contraire sur un regroupement des capacités de recherche sein d'un seul institut.

Des actions sont menées au niveau de l'Union européenne pour soutenir le développement de l'IA. La Commission européenne a prévu d'investir 2,5 milliards d'euros « pour favoriser la diffusion de l'IA dans l'ensemble de l'économie et de la société européenne » [36]. Ce budget s'appuie sur une approche européenne de l'IA présentée le 25 avril 2018 [37].

**Dossier rédigé par Mme Stéphanie DOS SANTOS, Attachée scientifique adjointe en charge du numérique.**

[36] [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-4043\\_fr.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-4043_fr.htm)

[37] [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-3362\\_fr.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3362_fr.htm)

## BIBLIOGRAPHIE

House of Commons, Science and Technology Committee, *Robotics and artificial intelligence, Fifth Report of Session 2016–17*, 12/10/2016

Council for Science and Technology (CST), *Robotics, automation and artificial intelligence*, 21/10/2016

Gouvernement Office for Science (GO-Science), *AI: opportunities and implications for the future of decision making*, 09/11/2016

BEIS, *Building our Industrial Strategy : Green Paper*, janvier 2017

DCMS, *UK Digital Strategy*, 1<sup>er</sup> mars 2017

Independent report, Prof. Dame Wendy Hall and Jérôme Pesenti, *Growing the artificial intelligence industry in the UK*, 15 octobre 2017

PM, BEIS, DfT, Press release, *Record boost to R&D and new transport fund to help build economy fit for the future*, 20 November 2017

BEIS, *White Paper, Industrial Strategy: the Grand Challenges*, novembre 2017

House of Commons, *Artificial Intelligence and Automation in the UK*, December 21, 2017

DCMS, Press release, *UK and France to strengthen links in tech sector and artificial intelligence*, 19 January 2018

FCO & BEIS, Research and analysis, *SIN Canada secures investment and jobs in Artificial Intelligence in the UK*, 12 March 2018

House of Lords, Select Committee on Artificial Intelligence, *AI in the UK: ready, willing and able?*, 16 avril 2018

DCMS, PM, Press release, *UK and India agree ambitious new tech partnership*, 18 April 2018

AI Sector Deal: Press release, *Tech sector backs British AI industry with multi million pound investment*, 26 April 2018

DoD, DSTL, News story, *Flagship AI Lab announced as Defence Secretary hosts first meet between British and American defence innovators*, 22 May 2018

McKinsey & Company, *AI: the next digital frontier*, June 2017

PwC, *The economic impact of artificial intelligence on the UK economy*, June 2017

Times Higher Education, « Which countries and universities are leading on AI research? », May 22, 2017

Financial Times, *UK universities alarmed by poaching of top computed brains*, 9 May 2018

**[www.ambascience.co.uk](http://www.ambascience.co.uk)**

Les articles de Science et Technologie au Royaume-Uni publiés par le service Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation de l'Ambassade de France au Royaume-Uni sont diffusés selon les termes de la licence Creative Common Paternité-Pas d'utilisation commerciale-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France. Les autorisations au-delà du champ de cette licence peuvent être obtenues via une demande par courriel à [info@ambascience.co.uk](mailto:info@ambascience.co.uk)

