



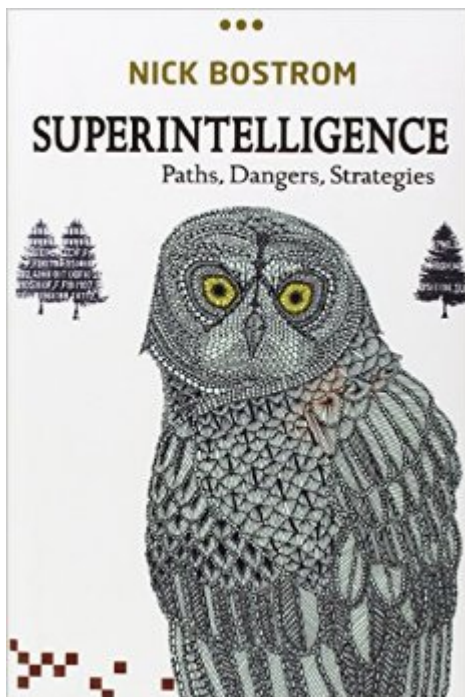
Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

Les stratégies industrielles de la singularité

Le thème de la singularité est né dans les années 1930 puis a pris son essor il y a une vingtaine d'années. Elle a été notamment vulgarisée par Ray Kurzweil en 2005 dans son livre "**The singularity is near**". Elle tourne autour du côté inexorable du progrès technologique et notamment informatique et des lois empiriques exponentielles sur lesquelles je m'étais penché dans une autre **série d'articles**.

Selon cette thèse, à un moment situé aux alentours des années 2030-40, l'homme aura réussi à créer des machines dotées d'intelligence artificielle supérieure à l'équivalent humain. Il sera même potentiellement dépassé par ses propres créations s'il n'arrive pas à les contrôler. On retrouve la thèse dans divers ouvrages tels que **Superintelligence** de Nick Bostrom et **Creating a mind** de Ray Kurzweil. Et c'est très bien vulgarisé [ici](#). Pour les plus hardis, cela signifierait la fin de l'espèce humaine ou, dans le meilleur des cas, celle du travail.



Si tout cela relève d'un mélange de prospective, de science et d'économie fiction, il n'en reste pas moins que de nombreux projets de recherche et industriels se situent déjà dans cette trajectoire. Leur impact sera probablement bien plus important sur notre vie et sur l'économie que les actuelles uberisation, nestification et autres transformations numériques du moment. C'est ce que je voudrais creuser ici, histoire de lancer un nouveau débat ! Et aussi, d'alerter sur l'importance politique de ce sujet.

Rappels simplistes sur la singularité et le transhumanisme

Le courant de la singularité est complété par celui du transhumanisme qui associe les innovations informatiques

et celles de la biologie et qui pourraient rendre l'espèce humaine quasi-immortelle. Cela passerait par la création de traitements des pathologies mortifères les plus courantes comme les cancers ou d'autres maladies chroniques, notamment d'origine génétique, et par la bionique pour compenser la perte de fonctions ou d'organes, ou pour aller jusqu'à augmenter les capacités humaines, aussi bien cognitives que physiques. On aboutirait à l'homme augmenté par la technologie, nous dirigeant vers la notion de cyborgs.

Ces thèses se retrouvent plus ou moins vulgarisées dans l'esprit du grand public au travers de livres et de films de science fiction. Nous avons eu le lointain ordinateur HAL de **2001 : a Space Odyssey** de Stanley Kubrick en 1968. Et plus récemment en 2014, **Her** qui raconte l'histoire d'un quidam qui entretient une relation à distance avec une femme qui s'avère être un logiciel, **Transcendance** qui raconte celle d'un chercheur qui arrive à transplanter son intelligence dans un ordinateur et à survivre à sa mort, le reste partant en sucette un peu comme dans **Lucy** de Luc Besson, et enfin, **Ex Machina** (2015) qui raconte la relation entre un homme et une humanoïde cherchant à s'humaniser, version modernisée et noire de **Bicentennial Man** (1999).

Les prévisions des prospectivistes de la singularité et du transhumanisme sont évidemment **subjectes à discussion**. Qu'il s'agisse du caractère inexorable des exponentielles de progrès qui sont parfois ralenties par des considérations techniques ou économiques, de l'approche scientifiquement contestable des certains écrits sur la singularité, notamment autour de la génomique, ou encore de considérations éthiques sur le bien fondé de cette vision du futur.

Des événements ont vu le jour sur la singularité, aux USA comme en France. Après la conférence **Global Future** de juillet 2013 à New York, on peut citer **Transvision 2014** qui avait lieu à Paris en novembre 2014, organisée par l'Association Française Transhumaniste, l'association fiXience et le groupe de réflexions Traces de l'ESPCI.

La singularité est un credo qui commence à opposer les progressistes de la technologie d'un côté et de l'autre, ceux qui au contraire mettent en avant les dangers associés. La conférence française dont les sessions sont disponibles en vidéo met bien en lumière cette opposition.

Il existe même un **parti politique transhumaniste** qui cherche à s'implanter dans différents pays. Il promeut une vision plutôt gauchisante autour de la thèse du "**Social Futurism**" et de la "**Post-scarcity economy**". Dans un monde où les biens seraient abondants, car produits principalement par des machines, on pourrait assurer un revenu minimum pour chacun. Ces idées existaient déjà au 19^{ième} siècle pendant les premières révolutions industrielles et on a vu ce qu'il en est advenu. Se pose d'ailleurs une question simple : si les seuls "travailleurs" restant étaient ceux qui développent les logiciels de l'intelligence artificielle et des robots et fabriquent ces derniers, quelle serait leur motivation ? Le pouvoir ? L'argent ? La création ? Dès lors, quelle que soit la motivation, elle serait un facteur clivant entre classes humaines. Une société sans travail serait aussi une société dominée par les loisirs. Le "bon temps" serait la matière rare. Les saltimbanques de toute sorte auraient alors un rôle plus important dans la société qu'aujourd'hui. Notre cher **Vinvin** deviendrait une star mondiale ! De nouvelles asymétries économiques se redévelopperaient. En théorie... !

Aux USA, le fondateur du parti transhumaniste, un certain **Zoltan Istvan**, est même candidat à la Maison Blanche comme indépendant. C'est-à-dire, comme candidat quasi-invisible car les USA n'ont pas les dispositifs que nous avons en France et qui assurent un minimum de visibilité dans les médias aux petits candidats. En France, ce mouvement politique transhumaniste n'en est qu'à l'état de pré-parti avec une page Facebook avec 80 "like". L'exponentielle politique, s'il en est une, n'en est donc qu'à ses débuts.

Certes, la plupart des personnalités qui se réclament aujourd'hui du transhumanisme sont plus des idéologues que des entrepreneurs ou des scientifiques. Mais le côté long-termiste et fortement idéologisé du transhumanisme et de la singularité ne doit pas nous aveugler. Son train peut cacher une belle gare de triage et

de vastes enjeux industriels !

Les projets non singuliers de la Singularity University

L'un des temples de la singularité est l'Université du même nom qui est installée dans le Ames Nasa Research Center près de Palo Alto dans la Silicon Valley. Financé notamment par Google, la Singularity University accueille des esprits brillants du monde entier pour plancher sur des projets innovants.

Michel Levy-Provençal (fondateur de Joshfire et pilote des TEDx Paris) y a participé début 2015, en est revenu **enthousiasmé**, et a lancé dans la foulée l'opération "Renaissance Digitale" du week-end du 7 juin 2015 à Chambord (je n'y serais malheureusement pas). Elle associera la présentation des projets de l'Echappée Volée et une demi-journée de conférences autour des innovations du rupture avec notamment la patron de la Singularity University. L'initiative de l'Echappée Volée est très différente des nombreux événements autour de l'entrepreneuriat, aussi bien dans le classique web/mobile/objets connectés que dans l'entrepreneuriat social et solidaire.

Les projets de la Singularity University ne relèvent pas à proprement parler de la singularité. La Singularity University s'apparente à une sorte **d'accélérateur de projets** qui s'appuie sur un cycle de dix semaines. Un projet n'est accepté que s'il utilise ou génère des progrès exponentiels. Il doit surtout améliorer la vie de millions de gens dans le monde. Dans le monde entier pas juste pour les bobos des grandes villes. Ce qui est déjà pas mal.

Dans la pratique, peu d'entre eux génèrent ou exploitent des progrès véritablement exponentiels. Ce sont plutôt des applications de niche. Ces projets sont aux véritables disruptions de la singularité ce que les applications mobiles sont à Android et iOS : presque des faire-valoir. Mais, qui sait, un Uber se cache peut-être dans le tas !



Les locaux de la Singularity University au NASA Ames Research Center en 2011. Derrière se trouve le fameux "Hangar One" de dirigeables de la base construit en 1930.

Ces projets sont encore en phase de gestation au vu de leur site web toujours en construction, bâti sur un simple template jQuery. Ces projets sont à la recherche de financements et tous ne seront pas financés. Une moitié des

projets incubés semble continuer à exister après leur gestation dans la Singularité University. Voici quelques exemples récents de la **promotion 2014**.

Dans la **santé** et le bien-être qui semble mobiliser beaucoup d'énergies :

- L'usage de biomarqueurs analysant le sang des règles des femmes pour établir leur état de santé (**besense.co**).
- Un capteur de détection de maladies sexuellement transmissibles (**hoope.io**).
- Une oreillette pour suivre la santé des patients et améliorer l'audition (**peared.co**) qui n'est pas sans rappeler un projet concurrent, de Bragi.
- Un système à base de biomarqueurs standards et génétiques qui identifie des déséquilibres potentiels dans votre style de vie et vous propose diverses recommandations (reload.co), sorte de 23andme amélioré et plus pertinent.
- Une caméra qui rappelle le concept du Memex qui enregistre tout ce que l'on mange et ce que l'on fait et fait ensuite des recommandations (**mymemora.com**). C'est du "quantified self" visuel !
- Une place de marché pour les biotechs (**Arcturus Bio Cloud**) qui applique le principe de l'économie collaborative au partage de connaissances dans les recherches sur de nouvelles biotechs. Le site alpha regroupe pour l'instant trois projets.

Dans d'autres secteurs disparates :

- Dans la **sécurité** et la gestion de désastres avec un détecteur de mines anti-personnel low-cost (**bibak.org**) et une technologie à base de biométrie pour faciliter les transits entre pays (**borderpass.com**), un projet quelque peu idéaliste.
- Dans l'**éducation**, divers projets autour de l'éducation pour aider les enfants à apprendre (learnylab.com) ou les enseignants à enseigner (literi.se).
- Dans les **transports**, une solution de conversion lowcost de véhicules à propulsion traditionnelle en voitures hybrides (**exponentialmotors.co**).
- Dans la **construction**, avec un système permettant de transformer toute grue de chantier en imprimante 3D de bâtiments (**tridom.co**), qui rappelle l'imprimante 3D de béton qui sévit en Chine depuis quelques années (et crée des bâtiments en béton sans précontrainte ni armatures métalliques ce qui est curieux du point de vue de la solidité).

Ces projets sont bien plus utiles pour la société que ceux qui sortent de n'importe quel accélérateur dans le monde. Pas de jeux mobiles ! Pas d'analytics à la noix ou de solutions pour nous faire avaler plus de publicité mobile et/ou géolocalisée et consommer plus ! Pas de réseaux de rencontres ! Ici, on est plutôt dans l'économie sociale et solidaire. On penche du côté de l'utile, pas du futile. Et aucun ne semble poser de question éthique ou existentielle particulière.

Les innovations de rupture de la singularité et du transhumanisme

Les projets précédents se situent dans les usages mais pas dans la création de technologies de rupture. Quelles sont donc les technologies de rupture de la singularité ? On peut en trouver dans le matériel et le logiciel, au niveau des processeurs et de l'intelligence artificielle, de la robotique, des biotechs et des medtechs. Les nouveautés dans la santé peuvent s'appuyer sur les progrès dans la génomique aussi bien que sur ceux du numérique, aussi bien dans les logiciels que dans la robotique.

Certains rangent l'ensemble dans la notion de "convergence technologique" qui associe le numérique, le vivant et de nombreuses disciplines complémentaires. On regroupe aussi cela sous l'appellation NBIC (Nanotechnologie, Biotechnologie, Informatique, Cognitive). Tous les acteurs de ce nouveau "marché" ne visent pas l'immortalité ou la création de cerveaux artificiels capables de dépasser l'homme. Ils ambitionnent toutefois de créer des ruptures intermédiaires significatives.

Ces projets de recherche et de startups symbolisent les courants de pensée positivistes aux USA. Pour eux, la technologie est toujours la nouvelle frontière à atteindre et dépasser. On les associe à la notion de "moonshots", des paris technologiques ambitieux. Les moonshots comprennent aussi des projets qui sortent du cadre de la singularité : la voiture à conduite automatique (Google Car, etc), voler dans l'espace à bas coût (SpaceX) et s'affranchir des énergies fossiles (tout ce qui concerne les énergies renouvelables, le solaire ainsi que les batteries). Dans ces trois domaines, on retrouve d'ailleurs à chaque fois un milliardaire américain en la personne d'**Elon Musk** (fondateur de Paypal, Tesla, SpaceX et Solargen). Une bonne part des investissements du secteur proviennent aussi de **Google**.

Les projets très ambitieux génèrent souvent des retombées indirectes liées à un grand principe de l'innovation : elle est le fruit de croisements divers. Ce fut le cas du programme Apollo né de la guerre froide pendant l'administration Kennedy. Il a notamment accéléré les progrès américains dans l'informatique, tant au niveau des mainframes que des calculateurs embarqués.

Les projets liés de près ou de loin de la singularité se retrouvent dans une fusée à au moins trois étages :

- Les **projets de R&D financés par la défense et le renseignement américains** et sous-traités à des laboratoires publics et privés ainsi qu'à des entreprises de toutes tailles. En sont issus plein d'avancées dans la robotique et le machine learning. La DARPA du Pentagone finance environ \$65B de projets de R&D et de tests par an. La partie purement R&D est d'environ \$5B. Le NIH et la NSF financent de leur côté des projets dans d'autres secteurs comme dans la santé. Barack Obama a même encouragé les projets autour de la génomique dès le début de son premier mandat.
- Les **projets des laboratoires de R&D grandes entreprises** telles qu'IBM avec Watson, Google, Microsoft et quelques autres qui visent des ambitions long-terme. Parfois, des briques technologiques issues de ces laboratoires se retrouvent dans des produits destinés au grand public, notamment chez Google (un peu partout), Apple (avec Siri) et Microsoft (dans l'agent conversationnel Cortana). Les motivations sont à la fois business et personnelles chez les fondateurs. C'est emblématique dans le cas de Google dont les fondateurs semblent être de parfaits adeptes de l'idéologie de la singularité.
- Les **startups** qui se lancent dans des projets de rupture à long terme. On en trouve dans les ordinateurs quantiques, le machine learning, la robotique et dans la génomique. Certaines de ces startups sont bien financées par de grandes entreprises telles que Google, encore eux. Seuls les investisseurs ayant une vision plutôt long terme prennent le risque de financer ce genre de startup. Les montants investis restent encore relativement modestes au regard des financements de startups traditionnelles (vues dans la **dimension financière de l'uberisation**).

Ces projets investissent des technologies critiques qui feront faire des progrès significatifs et pourront aussi devenir “mainstream”. Certains seront à même de créer des plateformes avec leur propre écosystème d’innovations et de startups autour. En extrapolant l’existant, on peut prévoir que les GAFA capteront une bonne partie de la valeur de ces écosystèmes par la maîtrise des données des utilisateurs, et notamment leurs données de santé (cf les initiatives d’Apple et le **Google Genomics**). Il est aussi hautement probable que d’autres plateformes émergeront aussi de nulle part.

Ils seront bien plus stratégiques que tout ce dont nous entendons parler autour de l’Internet des Objets ! DailyMotion à côté, c’est de la bibine ! La question est donc d’anticiper un peu ces mouvements industriels pour s’y préparer, s’il est possible de s’y préparer.

Je vais parcourir quelques-uns de ces secteurs de technologies de pointe pour voir ce qu’il en est.

Les ordinateurs quantiques

Les ordinateurs quantiques représentent un saut technologique critique pour un tas d’applications, notamment dans les moteurs de recherche, dans la cryptographie, dans la la génomique, la sécurité, la défense et aussi la conduite automatique.

La R&D en est pour l’instant à essayer de mettre au point des “qubits”, l’équivalent des transistors pour les calculs quantiques qui savent manipuler des données comprises entre 0 et 1. Le CEA français y travaille avec une puce au silicium. L’université de Yale s’appuie sur des Qubits en aluminium.

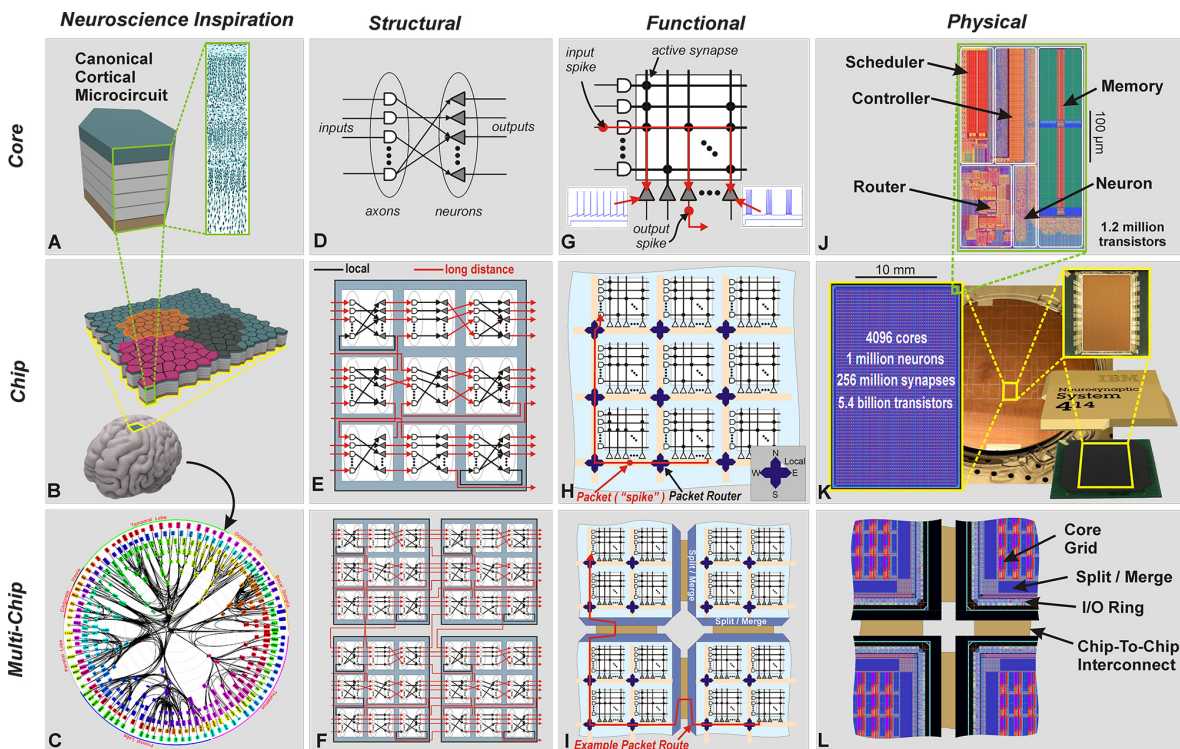
Mais c’est la startup canadienne **D-Wave** qui semble la plus avancée. Elle propose déjà sa seconde génération d’ordinateur quantique, le D-Wave 2 qui utilise 512 qubits. Il fonctionne dans des conditions extrêmes : sous vide et à -273°C . Cette startup créé en 2007 a connu des hauts et des bas. Ils ont eu bien du mal à sortir un produit industriel. Elle a levé \$123m dont un tour de \$29m en janvier 2015. Le premier investisseur en capital pour un tour de \$1,2m en 2012 était In-Q-Tel, le fonds d’investissement de la CIA. D-Wave a Google comme client, mais visiblement pas comme actionnaire.

Des laboratoires comme ceux du MIT à Boston, de l’Institute for Quantum Computing (IQC) de l’Université de Waterloo ou ceux de Yale **planchent sur la question**, ainsi que les laboratoires de recherche d’IBM, Google et Microsoft. Ils cherchent notamment à créer des Qubits qui ne nécessitent pas de fonctionner sous vide et à -273°C comme chez D-Wave, et qui ne génèrent pas d’erreurs de calcul. Tout un programme !

Au fait, comment ça marche ? Il faudrait aussi lancer un bon projet de recherche pour vulgariser le fonctionnement des Qubits car c'est à proprement parler imbitable pour le commun des mortels, même armé de la plus belle geekitude (voir [cette tentative](#) de How Stuff Works). On est ici dans le long terme, mais les avancées générées seront fulgurantes une fois les Qubits mis au point.

Ordinateurs synaptiques

Cette autre technologie vise à reproduire le fonctionnement des neurones dans le cerveau. IBM y travaille avec ses chips **neurosynaptic**. Ils sont adaptés à la détection de "patterns" et de formes pour notamment reproduire tant que faire ce peut les sens humains. IBM a ainsi construit un ordinateur synaptique comprenant un million de neurones et 256 millions de synapses (liens entre neurones). Il exploite des chipsets de 5,4 milliards de transistors, soit un peu plus que les processeurs les plus complexes d'Intel, et 4096 neurones (détails sur [ExtremeTech](#)).



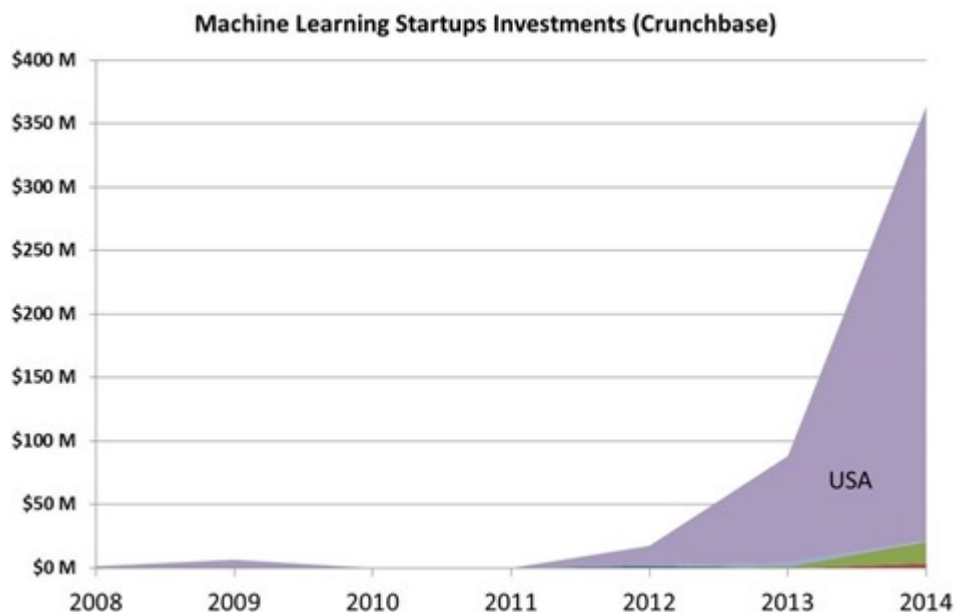
Cette technologie pourrait évoluer rapidement et jouer un grand rôle dans la dynamique de l'intelligence artificielle ! Avec quelques emplois... détruits ... à la clé !

Intelligence artificielle

C'est un vaste sujet qui occupe tout un tas de startups ainsi que les laboratoires des grands de l'informatique tels que Google, Microsoft et IBM. Ce dernier est un cas d'école avec **Watson**, son offre qui s'appuyait au départ sur le travail d'une quinzaine de chercheurs, puis a été marketée via ses succès au jeu Jeopardy et est maintenant commercialisé dans divers marchés via une équipe mondiale de 2000 personnes. **IBM** regroupe plusieurs domaines de l'intelligence artificielle dans la notion de **Cognitive Computing**.

L'attention est aujourd'hui concentrée sur le domaine du "machine learning", un champs spécifique de l'intelligence artificielle qui porte sur l'identification de "patterns" dans de grands ensembles d'information quantitatives et qualitatives. Des dizaines de startups s'y sont lancées, souvent spécialisées dans un domaine précis et un marché vertical. Très souvent, les applications sont très commerciales avec des systèmes d'optimisation du ciblage publicitaire. Dans d'autres cas, les applications concernent l'univers de la santé. La question est de savoir qui, en plus d'IBM, va construire de véritables plateformes génériques de machine

learning. La puissance économique est souvent plus située dans le générique que dans le spécifique !



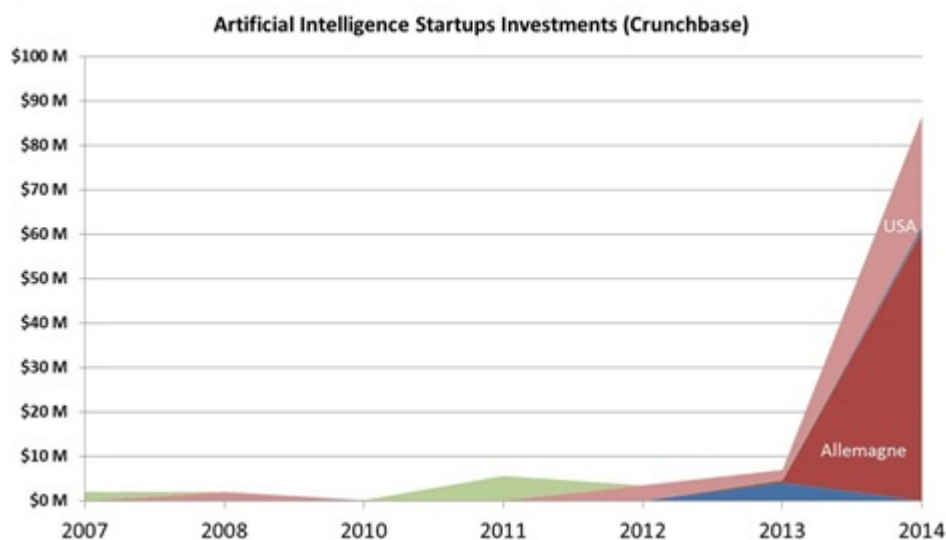
Le domaine de l'intelligence artificielle n'est cependant pas du tout monolithique et centré autour du "machine learning". Il faut y ajouter notamment les technologies de perception des sens s'appuyant sur de nouveaux capteurs sensoriels, sur la reconnaissance des formes, ainsi que, potentiellement, sur les ordinateurs synaptiques dont nous venons de parler. On peut y ajouter les moteurs d'inférences qui s'appuient sur des corpus de règles. Il y a aussi tout ce qui concerne le traitement du langage. L'idéal recherché est de construire des systèmes auto-apprenants qui se nourrissent de données et aussi d'expérimentation. En effet, nos capacités d'apprentissage sont étroitement liées à la capacité d'imitation, d'expérimentation et à nos sens. La marche et la parole démarrent comme cela.

On peut citer dans le domaine de l'intelligence artificielle des sociétés telles que **Numenta** qui cherche depuis 2005 à imiter le fonctionnement du cortex cérébral pour des applications de détections de formes de toutes sortes (visuelles ou non). Il y a aussi **Vicarious Systems** qui développe des systèmes équivalents et se focalise notamment sur la reconnaissance dans les photos (\$72m de financement). Toujours dans la vision, **Mobileye** (\$515m de levés) se focalise sur la détection d'obstacles pour les voitures sans conducteur. Chez **Sentient** (\$143m de financements, dirigée par un français, Antoine Blondeau), on développe un logiciel d'intelligence artificielle capable de résoudre des problèmes business complexes et massivement distribuée sur des ordinateurs en réseau.

A Seattle, Paul Allen, le cofondateur de Microsoft a lancé un **incubateur de startups** dans l'intelligence artificielle ! On verra probablement se créer des initiatives de ce type dans différents champs de rupture liés à la singularité et au transhumanisme.

Le traitement de la parole est un autre champ bien connu, dominé notamment par l'américain **Nuance**, qui est à l'origine de Siri utilisé dans iOS. Nuance est en fait la suite de la société créée par Ray Kurzweil, qui est maintenant chez Google ! Chez Microsoft, on met en avant l'assistant personnel **Cortana**, intégré à Windows Phone.

Dans l'intelligence artificielle, curieusement, les principaux investissements récents identifiés dans la Crunchbase ont été réalisés en Allemagne. Les montants investis restent assez modestes à ce stade. On est encore dans la période du "signal faible".



Post-scriptum d'août 2015 : voici un **inventaire bien mieux documenté** et actualisé de l'état des startups dans l'intelligence artificielle.

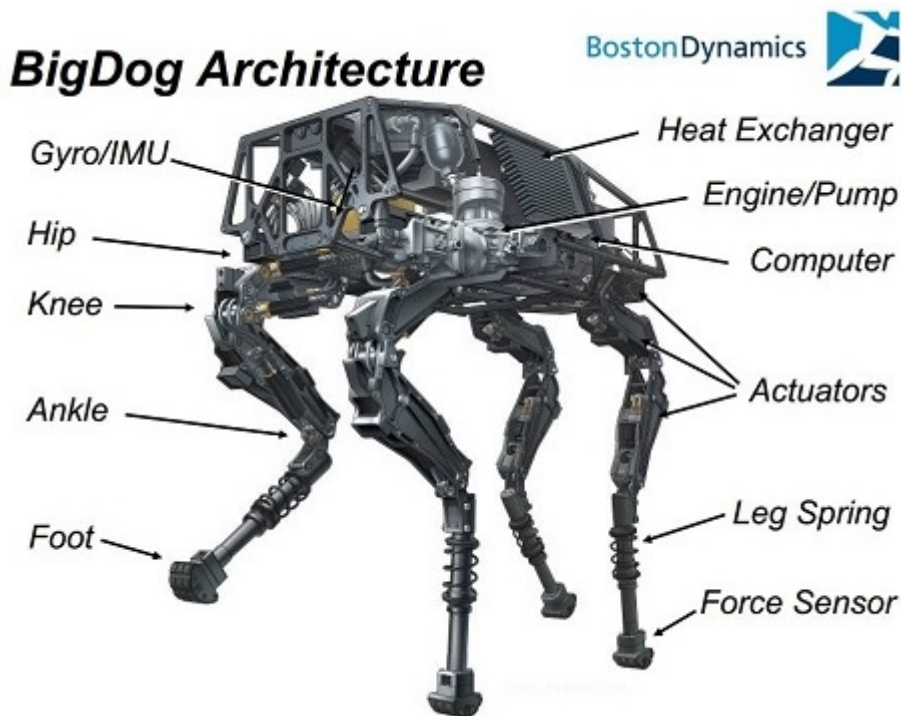
Robotique

La robotique intègre tout cela pour permettre à des robots d'appréhender leur environnement et de mener des tâches diverses. La robotique comme l'intelligence artificielle en général requiert à la fois de maîtriser de nombreux domaines et surtout d'être capable de les intégrer dans des solutions cohérentes.

Les japonais investissent beaucoup dans la robotique pour s'occuper des personnes âgées. Ils sont concurrencés par les USA qui investissent le domaine, en particulier à partir des enjeux militaires.

Les entreprises les plus connues dans le secteur proposent des exosquelettes pour améliorer la mobilité de personnes handicapées voire pour des métiers spécifiques (soldats, ouvriers du BTP). C'est le cas du japonais **Cyberdyne** qui emprunte son nom à la société éponyme à l'origine du système d'intelligence artificielle distribué Skynet de Terminator 2 ! Voir d'autres exemples d'exosquelettes sur **Humanoid.fr**.

Google a acquis près d'une dizaine de startups dans le domaine de la robotique et produit quelques démonstrations spectaculaires comme ce chien mécanique de leur acquisition Boston Dynamics qui résiste aux tentatives de déstabilisation, et bien entendu, la Google Car qui est en soi un robot assez sophistiqué.



Dans la pratique, la robotique fait des progrès incrémentaux, pas à pas, mais plutôt lentement, malgré l'augmentation continue de la puissance informatique disponible.

Génomique

Les chercheurs du monde entier planchent sur la génomique et dans différents secteurs. Les plus importants consistent à mieux comprendre comment fonctionne l'expression des gènes dans l'ADN autour de la notion d'épigénétique. Ce n'est pas le tout de séquencer l'ADN, il faut aussi comprendre à quoi il sert !

De grandes campagnes de séquençage de milliers d'ADN humains servent à faire le lien entre les variations de l'ADN, l'expression des gènes et les facteurs environnementaux. Ainsi, **Human Longevity Inc** est en train de construire une énorme base de données de gènes et de phénotypes (l'environnement et les pathologies des personnes dont l'ADN a été séquençé).

Le marché des machines de séquençage complet de l'ADN est actuellement dominé par l'américain **Illumina**. Il contrôle plus de la moitié du secteur ! Nous avons examiné l'état de l'art dans un article récent sur les **exponentielles de progrès**. Le marché des machines de séquençage est complété par celui des solutions logicielles et cloud d'analyse des données de séquençage, ce que propose notamment **DNAnexus** ainsi que **Portable Genomics**, une startup créée par des bordelais à San Diego aux USA. Ils proposent une solution logicielle d'analyse des données du séquençage.

De nombreuses startups sont apparues ces dernières années pour commercialiser des solutions de séquençage destinées au grand public, la plus connue étant **23andme**. Elles ont parfois du mal à se positionner dans le secteur médical, notamment pour des raisons réglementaires. 23andme joue ainsi au chat et à la souris avec la FDA américaine depuis quelques années. En Europe, on peut citer **Dnavision**, la société belge créée par Laurent Alexandre (entre autres, fondateur de Doctissimo) qui propose des services de séquençage à destination des chercheurs et des professionnels.

D'autres startups sont positionnées sur des applications plus concrètes du séquençage ou du génotypage comme **Counsyl** qui propose des tests ADN prénataux ou préconception, **Invitae** qui réalise des dépistages précis de maladies génétiques, **Genelex** qui utilise votre ADN pour identifier les contre-indications médicamenteuses ou encore **uBiome** qui séquence vos bactéries intestinales !

Dans le cadre de concours tels que le Tricorder XPrize financé par **Qualcomm**, plus d'une dizaine de startups et laboratoires planchent de leur côté sur la création d'appareils miniaturisés capables de scanner notre corps et notamment d'en analyser le sang et les urines pour identifier des pathologies émergentes. Ces capteurs de "biomarqueurs" qui analysent à la fois les centaines de protéines qui circulent dans nos fluides et les variations de notre ADN pourront devenir un jour grand public. Ils permettront d'identifier vos pathologies d'un seul coup et non examen par examen.

Mais on est encore dans l'analyse ! Reste à créer des thérapies qui s'appuient sur la connaissance du génome, des mécanismes d'expression des gènes et de la complexe mécanique cellulaire. En France, nous avons le **Généthon** et l'unité de production Biopark à Evry qui crée des thérapies géniques de maladies rares, myopathie de Duchenne en tête. Aux USA, **Bluebird Bio**, planche aussi sur des thérapies géniques, en s'appuyant notamment sur des projets issus de l'INSERM français. D'autres nombreuses sociétés se focalisent sur les traitements de cancers de toutes sortes qui ont comme origine des défauts du génome soit héréditaires soit acquis ensuite du fait du mode de vie et de l'environnement.

The screenshot shows the Synthetic Genomics website. The header includes the company logo, navigation links (HOME, OUR BUSINESS, BUSINESS UNITS, NOVEL APPLICATIONS, TEAM, PARTNERS, INVESTORS, MEDIA), and social media icons. The main content area features a blue background with the text 'Synthetic Genomics, Inc.' and a navigation breadcrumb 'Home - Business Units - SGI'. The main heading is 'SGI' followed by 'Digitizing Biology: from Reading to Writing DNA'. Below this, there is a paragraph of text describing the company's core technologies and a list of business units: SGI, SGI-DNA, SGI, and Genovia Bio. A sidebar on the right contains a list of these business units with arrows pointing to them.

Un nouveau marché est aussi en train d'émerger : la synthèse d'ADN avec notamment **Synthetics Genomics**, une société créée par Craig Venter qui avec Genentech avait contribué au premier séquençage complet de l'ADN humain. Ils sont littéralement capables d'imprimer des séquences d'ADN de plusieurs milliers de bases (jusqu'à 2 millions), constituant des gènes, qui pourront ensuite être intégrées dans des cellules avec des "ciseaux" d'ADN et de bricoler des génomes divers. A la clé, la réparation de gènes défectueux que l'on trouve dans certaines maladies rares et pourquoi pas des thérapies anticancéreuses. Si l'on couple cela à l'impression 3D de cellules, notamment des cellules souches, comme ce que prépare **Organovo**, cela pourra aller loin, très loin !

De nombreux laboratoires et startups planchent aussi sur la biologie du vieillissement. C'est le cas de **Calico**, une filiale de Google, pour l'instant à l'état d'un laboratoire de recherche fondamentale.

Le champ de la génomique est complété par celui des **prothèses bioniques** et notamment des implants cérébraux qui redonnent la vue aux aveugles. On n'est plus bien loin de rendre possible à la fois la télépathie et la télékinésie !

Ceci n'est qu'un tableau impressionniste bien partiel de ce secteur en plein ébullition où des chamboulements

sans précédent se préparent ! Et la e-santé et ses dossiers médicaux numériques dans le cloud ne sont que l'écume des bouleversements en cours.

Les enjeux de la singularité

Vivre plus longtemps grâce à la génomique et moins travailler grâce à l'intelligence artificielle et aux robots ? Allons-nous vers un monde de rêve où nous passerions notre temps à profiter du temps, des gens, des voyages, de l'amour et de la culture ? Evidemment, pas tout de suite, et peut-être même jamais ! Il n'en reste pas moins que toutes les ruptures technologiques intermédiaires de la singularité auront plus d'impact sur la société que les vingt-ans d'Internet et de numérique grand public que nous venons de vivre.

Diverses personnalités américaines comme Elon Musk et Bill Gates ont manifesté récemment des craintes pour ce qui concerne l'intelligence artificielle et une perte potentiel de son contrôle par l'espèce humaine. D'autres sont circonspects sur la perspective de devenir immortels ou de vivre beaucoup plus longtemps. A la fois sur sa faisabilité pratique et sur son impact sociétal (un monde qui vieillit trop n'innove plus, ...).

Bien avant que l'on en arrive là se poseront d'autres questions tout aussi cruciales, comme celle de l'évolution du travail et de la répartition des richesses. Si on peut vivre en bonne santé quelques décennies supplémentaires, quid du système de retraites ? Si l'humanité peut produire alimentation, énergie et autres biens et services de manière encore plus automatisée qu'aujourd'hui, quid du travail et de la répartition des revenus ? Surtout dans la mesure où le travail ne sera probablement jamais entièrement supprimé. Il se déplacera ailleurs. Au minimum, aux extrêmes avec d'un côté des emplois très qualifiés pour ceux créent et maintiennent les robots et autres logiciels et de l'autre des emplois faiblement qualifiés, quand il ne sera pas possible de faire appel à des robots et à l'intelligence artificielle pour des raisons techniques ou économiques. Potentiellement dangereuses ou pas, une bonne partie des technologies évoquées dans cet article arriveront sur le marché progressivement.

La marche vers la singularité devra aussi faire face à des considérations exogènes comme la question environnementale : est-ce que la singularité arrivera avant le point de non retour environnemental du réchauffement planétaire ? La plupart des singularistes s'intéressent aussi aux énergies renouvelables et notamment à l'exploitation directe de l'**énergie solaire**. Les exponentielles de progrès sont plus **difficiles à générer**. On peut notamment espérer des progrès dans le secteur des batteries, l'un des principaux champs d'investigation d'Elon Musk avec ses voitures électriques Tesla et ses batteries Powerwall pour stocker les énergies renouvelables dans la maison.

Les impacts potentiels de la marche progressive vers la singularité sont évidemment globaux : sociétaux, philosophiques, industriels, économiques et politiques. Ils sont dans la lignée des transformations issues de la numérisation de l'économie de ces dernières décennies. Je me focalise ici sur la dimension industrielle et politique.

La puissance publique a tendance à regarder dans le rétroviseur et à s'inquiéter du devenir de DailyMotion ou de faire face à la dominance de Google en espérant voir se créer des alternatives dans le style de Qwant. Même si l'effort est louable, cela reste de belles chimères.

Ne sommes-nous pas en train d'observer passivement, une nouvelle fois, une stratégie non écrite de domination américaine des technologies à venir ? Et ne parlons même pas des Chinois, notamment avec leur inquiétant programme de sélection totalement eugénique destiné à créer une population plus intelligente et le "China Brain Project" encore en gestation ! Entre la force de la technologie outre-Atlantique et la force du nombre côté chinois, que faisons nous en France et en Europe pour avoir notre place dans ces secteurs ?

La France héberge quelques pôles technologiques qui vont dans le sens des technologies de la singularité.

A Grenoble, on travaille sur les nanotechnologies, dans le pôle Systematic de la région parisienne, on parle big data dans le texte, ailleurs comme à Lyon, on investit dans la robotique. Côté santé, les investissements sont distribués un peu partout sur le territoire.

Cependant, dans l'ensemble, l'écosystème entrepreneurial est très opportuniste et court-termiste. On assiste même à une forme de "détechnologisation" de l'écosystème. Bpifrance et la Fing ont fait la promotion au début 2015 des innovations de services à faible dose technologique. L'idée est de faire en sorte que des Facebook et Uber puissent se créer en France et pas seulement des Google. L'idée n'est pas mauvaise mais son impact indirect peut-être un laisser aller et une commoditisation de la dimension technologique de l'innovation. On observe ainsi l'émergence d'une pléthore de startups dans les "usages" autour de la mobilité, des jeux et de la publicité, le tout mâtiné de big data plus ou moins sophistiqué. L'ambition ? Créer plein de Blablacar !

On navigue aussi dans l'ambiguïté alambiquée du principe de précaution. Il a déjà indirectement conduit à l'expatriation de chercheurs et entrepreneurs qui travaillent sur la génomique, cités auparavant. D'ailleurs, les américains ont du faire face au même phénomène lorsque les recherches sur les cellules souches ont été bloquées au niveau des financements fédéraux pendant l'administration Bush II. Ces recherches ont été débloquées par Barack Obama quelques semaines après son arrivée à la Maison Blanche, en mars 2009. Les cellules souches sont des véhicules potentiels de traitements génétiques de nombreuses pathologies.

Dans "**La souveraineté numérique**" paru en 2014, Pierre Bellanger s'inquiétait de la perte de souveraineté de la France face aux géants numériques américains des "résogiciels". Avec en ligne de mire les habituels GAFAs. Il proposait de lancer un méga-projet de reprise en main de notre autonomie numérique sous la responsabilité d'Orange. Malheureusement, les standards créés par les GAFAs sont internationaux. A moins de se fermer comme la Corée du Nord ou dans une certaine mesure la Chine, on ne peut adopter de stratégies purement locales dans les grands usages du numérique. Peut-on adopter des démarches isolationnistes avec la singularité ? Avec Sanofi ? Avec Aldebaran Robotics qui est maintenant propriété du japonais Softbank ? En matière de stratégie industrielle, il est plus facile de faire un diagnostic que d'imaginer des solutions viables !

L'autre approche dite libérale consiste à énoncer qu'il faut surtout permettre aux entrepreneurs d'entreprendre sans entraves. Seulement voilà, dans le cadre de la singularité, cela ne fonctionne pas très bien. En cause, le besoin d'adopter des approches assez long terme. Comment une startup d'ordinateur quantique pourrait-elle être financée en France ? Quelle grande entreprise – en bonne santé si possible – supporterait la démarche avec des moyens importants ? Vu le nombre de grands industriels français du numérique en bonne santé, on est loin du compte.

HBR.ORG Harvard Business Review

JUNE 2015

44 The Big Idea
You Need an
Innovation Strategy
Gary P. Pisano

98 Organization
Luxury's
Talent Factories
Andrew Shiplov and Frédéric Godart

110 Managing Yourself
Conquering Digital
Distraction
Larry Rosen and Alexandra Samuel

Meet Your New Employee

How to manage
the man-machine
collaboration

PAGE 57



La question du timing est clé : la singularité est en apparence très éloignée dans le temps, située aux alentours de 2040, donc au-delà du champs d'action du politique traditionnel. La singularité, même si elle est peut-être un fantôme, arrive graduellement et les étapes intermédiaires auront des impacts sociétaux et industriels majeurs. Et il ne faudra pas attendre plus de 10 ans avant de les sentir. Elle va notamment détruire de nombreux emplois traditionnels. Ils se font inexorablement grignoter par le numérique sans que les emplois créés par ce dernier compensent les emplois perdus. Dans la marche progressive vers la singularité, les prochaines victimes seront les “knowledge workers” et autres “cols blancs” tout comme de nombreux emplois dans les secteurs de la santé. Ces pertes d'emplois ne seront pas brutales mais progressives comme elles l'ont été ces deux dernières décennies.

La singularité n'est pas qu'une thématique qui anime quelques illuminés de la Silicon Valley, c'est devenu une question centrale en politique au sens noble du terme.

Alors, que faire ? Il n'y a pas de solutions miracle. Voici cependant quelques pistes dont j'admets volontiers que, comme toutes les propositions sur l'innovation, elles relèvent certainement du yakafaucon, l'équivalent français du “wishfull thinking” :

- Redéfinir des **ambitions industrielles de rupture**. Dans la santé, la robotique, l'intelligence artificielle. Si on fait le tri dans les nombreuses initiatives industrielles gouvernementales récentes (les 7 priorités de Anne Lauvergeon, les 32 projets d'Arnaud Montebourg), on se rend compte que peu d'entre elles relèvent des tendances clés de la singularité et d'une approche véritablement long terme style “moonshots”.
- Créer des **approches collaboratives** quand c'est possible, surtout européennes. Les projets internationaux sont très difficiles à mener. On n'a pas beaucoup de réussites sous le coude à part Airbus et le LHC du

CERN où l'on explore notamment le Boson de Higgs. Il faut apprendre à réussir dans le domaine car, isolés, nous serons toujours trop faibles face aux USA et à la Chine. On ressort souvent l'échec du moteur de recherche européen Quaero. Non seulement il n'était pas du tout européen, mais ce n'était même pas un projet de création de moteur de recherche, juste un **patchwork d'aides publiques** à des projets disparates. Un mauvais exemple n'empêche pas de créer de bons exemples ! Ceci étant, l'approche de l'Union Européenne n'est malheureusement pas très différente. L'initiative **Europe 2020** est aussi une machine à saupoudrer des subventions sur des centaines de projets pas forcément connectés entre eux.

- Encourager les **grandes entreprises** à investir sur le long terme. Cela peut être de l'incitation fiscale dans la lignée du Crédit Impôt Recherche, mais en étant bien ciblée.
- Revoir les **régulations diverses** qui bloquent les innovations de rupture, notamment autour de certaines dispositions du principe de précaution.
- Continuer à améliorer les **conditions de l'entrepreneuriat** en France, notamment au niveau des mécanismes de financement, de la fiscalité, de l'accompagnement et aussi de l'aide au développement international.
- **Réenchanger les jeunes avec les sciences et les technologies**, et cela ne concerne pas que le numérique. On n'a pas beaucoup entendu parler de ces thèmes autour de la réforme du collège ! On manque d'ingénieurs en France ! Et la recherche publique est moribonde.
- Améliorer la **représentativité des chercheurs, ingénieurs et entrepreneurs** auprès des pouvoirs publics. Un peu de symbolique serait la bienvenue. On a bien eu deux Ministres de la Recherche qui étaient des scientifiques (Claude Allègre et Claudie Haigneré). Leur manque de sens politique les a clairement desservis. Mais peut-on affirmer que les Ministres politiques qui ont occupé ces postes étaient vraiment meilleurs ? On a eu par le passé des machins comme le Conseil Stratégique des Technologies de l'Information qui a vécu entre 2000 et 2007. Le CSTI était censé conseiller la Présidence de la République et Matignon sur les questions relatives au numérique. Aux USA, il existe un "**President's Council of Advisors on Science and Technology**" et un "**Office of Science and Technology Policy**". Il existe depuis le premier mandat de Franklin D. Roosevelt en 1933 ! L'actuel **PCAST** comprend des universitaires de renom et aussi des représentants de Google et Microsoft. Quel est l'équivalent en France ? On ne résout évidemment pas les problèmes en créant des commissions Théodule. Mais on fait au moins évoluer la symbolique. Combien de fois les deux têtes de l'exécutif discutent avec des experts d'enjeux scientifiques et technologiques par an ? Des experts anciens et des experts **jeunes**, au passage !

En tout cas, il serait bon se réfléchir à toutes ces questions. A défaut de singer les plans américains, quels sont donc les "moonshots" européens et français ?

Cet article a été publié le 24 mai 2015 et édité en PDF le 18 mars 2024.
(cc) Olivier Ezratty – "Opinions Libres" – <https://www.oezratty.net>