



DIGITALE

NEW DEAL

FOUNDATION

■ RAPPORT D'ÉTUDE JUIN 2016

LA SANTÉ FACE AU TSUNAMI NBIC ET AUX PLATE-FORMISTES

www.thedigitalnewdeal.org



LA SANTÉ FACE AU TSUNAMI NBIC ET AUX PLATE-FORMISTES

Note d'analyse – Digital New Deal Foundation - juin 2016



Laurent Alexandre

Laurent Alexandre, né le 10 juin 1960, est chirurgien-urologue, diplômé de l'IEP de Paris, d'HEC et de l'ENA.

Entrepreneur récurrent, il est à l'origine du site de santé grand public Doctissimo, créé en 1999. Il a fondé et développé une dizaine d'entreprises dans le domaine high-tech et préside actuellement NBIC Finance.

Passionné par les bouleversements pour l'humanité que les nouvelles technologies portent en elles, Laurent Alexandre est un interlocuteur de référence dans le domaine de la santé du numérique.

Il est l'auteur de plusieurs ouvrages sur ce thème, et notamment : *Google démocratie*, *Adrian Humain 2.0* et *L'Homme qui en savait trop*, avec David Angevin (2011, 2013 et 2015), *La Mort de la mort : comment la technomédecine va bouleverser l'humanité* (2011) et *La Défaite du cancer* (2014).

Sommaire

I - LES ENJEUX DES BOULEVERSEMENTS À VENIR DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ.....	5
A. LE MÉDECIN MARGINALISÉ - LE TRANSFERT DU POUVOIR MÉDICAL.....	5
1. La prise en charge du diagnostic par la machine : vers la « watsonisation » de la médecine.....	5
2. Demain, des robots chirurgiens.....	7
3. Trois vecteurs de bouleversements de la santé traditionnelle.....	8
B. L'HOMME AUGMENTÉ - UN POSSIBLE TOBOGGAN TRANSGRESSIF EN MATIÈRE DE BIO-ENHANCEMENT.....	8
1. Les techniques scientifiques d'eugénisme seront bientôt au point.....	8
2. Un toboggan transgressif particulièrement glissant : l'inéluctabilité des bébés à la carte.....	9
a. Un débat déjà vif dans la communauté des chercheurs.....	9
b. La demande sociale pour l'eugénisme sera forte.....	10
3. Le double gouffre inégalitaire.....	11
a. Après la santé à deux vitesses, l'humanité à deux vitesses.....	11
b. Les pays ne défendent pas la même position en matière de bioéthique.....	12
II - DES MENACES À NUANCER.....	13
A. DES MUTATIONS MOINS RAPIDES QU'ON POURRAIT LE CRAINDRE.....	13
B. LES ATOUTS DES ACTEURS NUMÉRIQUES SONT SOUS-ESTIMÉS.....	14
1. Des acteurs d'ores et déjà positionnés pour déposséder les institutions classiques.....	14
a. Un business model particulièrement puissant.....	14
b. Pourquoi la santé intéresse naturellement les GAFAs et pourquoi Google y fait la course en tête.....	14
c. Des avancées déjà significatives qui ne permettent pas de prédire l'impact futur des plateformes dans les Nanobiotechnologies médicales.....	15
2. Le retard de la France.....	16
a. Le risque d'une France décalée.....	16
b. L'erreur de la loi Touraine.....	17
c. 3 scénarii pour le secteur de la santé en France.....	18
III - DES SOLUTIONS COMPLEXES À METTRE EN ŒUVRE MAIS INDISPENSABLES.....	20
A. ACCOMPAGNER LES PROFESSIONNELS DE SANTÉ DANS UNE REDÉFINITION DE LEUR RÔLE.....	20
B. ÉLABORER UN NOUVEAU SYSTÈME DE SANTÉ POUR LE MONDE D'APRÈS LA RÉVOLUTION NBIC : CRÉER DES PLATEFORMES INNOVANTES DE LA SANTÉ.....	20
C. UNE POLITIQUE AMBITIEUSE DE MODERNISATION DU SYSTÈME DE SANTÉ POURRAIT PERMETTRE LA CRÉATION DE PLATEFORMES DANS UN CADRE MAÎTRISÉ.....	22
D. FAIRE PRENDRE CONSCIENCE AUX RESPONSABLES DE L'URGENCE D'AGIR.....	23



I - LES ENJEUX DES BOULEVERSEMENTS À VENIR DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ

« Génétique en bandoulière
Des chromosomes dans l'atmosphère
Des taxis pour les galaxies
Et mon tapis volant dis?
Le vent l'emportera »

Noir Désir

La santé va être confrontée à deux grands bouleversements : la remise en cause du rôle des professionnels de santé traditionnels d'une part (A), la profonde mutation sociale liée à l'utilisation des biotechnologies sur l'homme d'autre part (B).

A. Le médecin marginalisé - Le transfert du pouvoir médical

Nous allons assister à une mutation radicale et douloureuse du pouvoir médical. Le risque est grand que le médecin soit l'infirmière de 2030, c'est-à-dire subordonné à l'algorithme, comme l'infirmière l'est aujourd'hui au médecin.

1. La prise en charge du diagnostic par la machine : vers la « watsonisation » de la médecine

Les médecins vont affronter une véritable « tempête numérique » : **d'ici à 2030, plus aucun diagnostic médical ne pourra être fait sans système expert.** Les médecins signeront des ordonnances qu'ils n'auront pas conçues.

En décembre 2013, Bret Nelson¹ a cosigné dans la revue américaine *Global Heart*, un texte annonçant la mort du stéthoscope, au profit de l'échographie. **Il ne s'agit que d'un premier pas vers une mécanisation rapide du diagnostic médical.**

Cette révolution est le fruit du développement parallèle de la génomique, des neurosciences et des objets connectés.

- L'analyse complète de la biologie d'une tumeur exige, par exemple, 100 millions de milliards d'opérations et génère 20 téraoctets de données.
- Seule la machine est capable de traiter la complexité des données nécessaire à la réalisation d'un diagnostic médical.

Il y aura à terme un million de fois plus de données dans le dossier médical de n'importe quel patient qu'aujourd'hui.

L'informatique développe des outils d'Intelligence Artificielle (IA), **qui pourront seuls faire face à cet afflux de données.** Watson, le système expert d'IBM encore

1 Urgentiste et professeur à l'hôpital Mount Sinai de New York.

en version bêta, est capable d'analyser en quelques instants des centaines de milliers de travaux scientifiques pour comprendre une mutation cancéreuse là où il faudrait trente huit ans au cancérologue en travaillant jour et nuit pour un seul patient. C'est plus que l'espérance de vie du patient, et même de l'oncologue.

La mécanisation du travail du médecin sera particulièrement rapide dans le cas des pathologies cancéreuses.

Le travail des anatomo-pathologistes, autrefois centré sur l'usage du microscope, se déplace rapidement vers les données génétiques des tumeurs.

Avec la démocratisation du séquençage de l'ADN, la tendance à classer les tumeurs davantage en fonction de leur profil génétique que de leur aspect au microscope s'accroît.

- Par exemple, les cancers du sein sont déjà subdivisés en dizaines de groupes selon leur signature génétique, ce qui permet d'adapter les thérapies. Ce processus va s'accroître : chaque cancer est en fait une maladie orpheline présentant des caractéristiques génétiques uniques.

- Les centres anticancéreux de pointe séquent la totalité des 3 milliards de bases chimiques de l'ADN tumoral de chaque patient grâce à la baisse de 50% du coût du séquençage tous les cinq mois.

Demain, une carte d'identité génétique synthétisera les milliers de mutations de l'ADN tumoral pour sélectionner des cocktails sur mesure de médicaments ciblant les caractéristiques propres de ce cancer.

Les anatomo-pathologistes et les cancérologues risquent de perdre leur pouvoir de décision au profit des gigantesques bases de données installées dans l'informatique dématérialisée (le cloud).

A terme, **aucun diagnostic médical sérieux ne sera accepté sans l'action d'une machine.** Le diagnostic du médecin seul sera associé au shamanisme et considéré comme un exercice illégal de la médecine.

La décision de Google de déployer DeepMind (le logiciel champion du monde de jeu de Go) dans la santé est un signe supplémentaire de cette tendance.

De même, Yann LeCun, directeur de Facebook Artificial Intelligence Research (FAIR), a affirmé en Mai 2016 que l'Intelligence Artificielle dépasserait prochainement les radiologues.

Une automatisation quasi-intégrale du diagnostic médical d'ici 15 à 20 ans est une hypothèse réaliste.

2. Demain, des robots chirurgiens

La mécanisation du diagnostic **sera accompagnée de celle du travail chirurgical** : d'abord le geste seul (accompagné par un chirurgien), et demain l'ensemble de l'opération.

Les robots chirurgiens existent déjà

L'acte chirurgical, parce qu'il requiert un doigté particulièrement précis, a longtemps été considéré comme à l'abri de toute mécanisation. **Ce n'est plus le cas.**

- Les premiers robots chirurgicaux – principalement le Da Vinci – sont apparus à partir des années 2000.
- En 2015, **environ 2000 robots assistent les chirurgiens dans le monde.**

Leur rôle reste néanmoins limité pour deux raisons :

- Ils ne sont pas encore autonomes et restent sous le contrôle du chirurgien, qui est en permanence présent derrière la console informatique.
- Ils entraînent encore des surcoûts d'environ 20% pour une opération et augmentent certaines complications.

Mais les choses vont s'accélérer : l'IA et la robotique progressent désormais si vite que **les prochaines générations de robots chirurgicaux vont dépasser puis remplacer les chirurgiens d'ici 2035. Cette mutation n'a été anticipée que par une poignée de chirurgiens dans le monde, dont le Professeur Guy Vallancien.**

Les premiers chercheurs en IA dans les années 1950 ont fait deux erreurs : considérer que l'IA forte serait rapidement disponible, et penser qu'elle seule pouvait changer le monde. En réalité, même si l'IA forte n'est pas encore à portée, l'IA faible est largement suffisante pour concurrencer l'activité humaine.

La progression des capacités de l'IA s'appuyait jusqu'à présent essentiellement sur **l'augmentation des capacités computationnelles** (la loi de Moore). Désormais, elle progresse davantage grâce à deux leviers nouveaux en dépit du ralentissement au moins temporaire de la loi de Moore :

- **la force de l'agrégation de la multitude** qui permet d'utiliser la masse des données produites par les objets connectés notamment des Smartphones ;
- **l'efficacité grandissante d'algorithmes auto-apprenants.**

3. Trois vecteurs de bouleversements de la santé traditionnelle

Les NBIC remettent en cause la médecine traditionnelle de trois façons au moins :

- **La numérisation permet l'échange des données à coût nul.**

A l'instar de ce qui s'est passé avec le DVD devenant MP3, cette mobilité peut être utilisée par les acteurs transcendant les zones géographiques traditionnelles (tourisme de santé, demain diagnostics réalisés sur un autre continent).

- **Les diagnostics et les actes robotisés vont transférer la valeur médicale et économique vers les écosystèmes numériques.**

- **Le développement de plateformes de mise en relation des offreurs et demandeurs d'un marché donne le contrôle de la valeur ajoutée à ces nouveaux intermédiaires et non plus aux producteurs des biens.**

Le quasi-monopole de l'accès aux clients d'une part et de la sélection des offreurs d'autre part permet à des plateformes pureplayers (avec des investissements physiques limités pour la plupart et des coûts marginaux quasi nuls) d'accaparer la valeur créée et de décider de la vie ou de la mort des producteurs devenus fournisseurs mis en concurrence mondiale.

Une phase de bouillonnement schumpétérien sans précédent a débuté.

B. L'homme augmenté – Un possible toboggan transgressif en matière de bio-enhancement

Au-delà de la dépossession du pouvoir du médecin au profit de la machine, le grand enjeu de la révolution NBIC est l'utilisation prévisible de toutes les possibilités nouvelles de transformation de l'homme. **Cette adoption risque de créer des gouffres inégalitaires entre les populations.**

1. Les techniques scientifiques d'eugénisme seront bientôt au point

Les séquençage intégral de l'ADN des fœtus, la sélection puis la modification génétique des embryons vont se généraliser bien au delà du dépistage de la trisomie 21.

L'augmentation des capacités cognitives sera bientôt possible.

- Des expérimentations récentes ont augmenté les capacités intellectuelles de souris en modifiant la séquence de leur ADN ou en injectant des cellules souches dans leur cerveau.

- L'augmentation des capacités cognitives pourrait être prochainement démontrée chez le singe.

A terme, **c'est le programme même de l'humanité que nous allons pouvoir modifier.**

- Jusqu'à présent, la thérapie génique n'était utilisée que pour modifier certains tissus d'un individu, comme la rétine ou la moelle osseuse, mais ne touchaient pas au génome des descendants.
- A présent, des techniques de modifications de l'ADN se développent, qui seraient par définition héréditaires.

Le coût de l'eugénisme baisse rapidement, ce qui va rendre plus facile sa diffusion.

Quatre enzymes peuvent modifier l'ADN de nos chromosomes. Le coût de ces enzymes a été divisé par 10.000 en dix ans, **ce qui ouvre la voie à un bricolage de notre génome.**

2. Un toboggan transgressif particulièrement glissant : l'inéluctabilité des bébés à la carte

L'eugénisme est au cœur des préoccupations humaines depuis toujours. Elle était réalisée empiriquement (sélection des géniteurs, voire tri des enfants déjà nés comme à Sparte). **Elle sera demain une technique scientifiquement maîtrisée qui sera selon toute vraisemblance utilisée,** malgré le débat dont elles font légitimement l'objet.

a. Un débat déjà vif dans la communauté des chercheurs

Une polémique scientifique animée oppose les partisans de l'interdiction de la modification des embryons humains à des groupes favorables à ces manipulations.

Le groupe Hinxton (un réseau international de chercheurs, de bioéthiciens et de politiques) **affirme que la modification génétique des embryons humains serait une « valeur inestimable » pour la recherche.**

En mars 2015, des chercheurs et industriels ont mis en garde contre les tentatives de modifier des cellules embryonnaires, ce qui modifierait l'hérédité humaine.

Les signataires s'inquiétaient des risques liés à l'utilisation des CRISPR-Cas9, qu'un étudiant en biologie peut fabriquer en quelques heures.

Ce moratoire sur les thérapies géniques embryonnaires, comme beaucoup d'autres avant lui, n'a pas été respecté. Une équipe chinoise a publié, le 18 avril 2015, les premières modifications génétiques sur des embryons humains,

destinées à corriger une mutation responsable d'une maladie du sang, la bêta thalassémie.

Ces techniques seront opérationnelles en routine sur l'embryon humain dans dix à quinze ans.

Mais les généticiens sont sur le point de franchir une étape encore plus troublante qui ouvre la perspective d'une redéfinition radicale de l'Humanité. George Church, le généticien d'Harvard imprégné de culture transhumaniste, a publié début juin 2016 avec 24 chercheurs et industriels un article dans la revue Science détaillant le projet Human Genome Project-Write. Ces leaders de la biologie de synthèse veulent créer *ex nihilo* en 10 ans un génome humain entièrement nouveau permettant de générer des cellules humaines totalement inédites destinées à accélérer la recherche médicale. Cette technique pourrait aussi permettre la création de bébés sans aucun parent, ce qui a ému de nombreux scientifiques et théologiens même si cette perspective est plus lointaine et n'est pas un objectif du groupe de Church. Il ne s'agirait même plus de concevoir des «bébés à la carte» mais de créer une nouvelle Humanité.

b. La demande sociale pour l'eugénisme sera forte

Au-delà des opinions d'experts, la position de la société civile sur l'utilisation de ces technologies chez l'homme sera cruciale. Faudra-t-il se limiter à corriger des anomalies génétiques responsables de maladies ou, comme le souhaitent les transhumanistes, augmenter les capacités, notamment cérébrales, de la population ? **Tout porte à croire que la demande sociale pour ces technologies sera particulièrement forte. Deux raisons à cela.**

■ La société est déjà, dans les faits, ultra-eugéniste.

L'élimination des trisomiques est déjà une pratique quasi-systématique et banalisée : en 2015, entre 95 et 97% des enfants trisomiques dépistés sont avortés en Europe de l'Ouest.

■ **La demande des parents pour leurs enfants** sera le point d'entrée de ces techniques. Les parents du futur exigeront des modifications génétiques embryonnaires pour prévenir le développement de maladies chez leur enfant, mais aussi dans toute sa descendance.

- Il n'est pas concevable d'imposer aux familles des thérapies géniques successives à chaque génération pour traiter les maladies très graves.
- Qui ne souhaiterait supprimer définitivement le risque d'avoir des descendants atteints de myopathie ou de démence de Huntington ?
- Les générations futures se moqueront pourtant de cette incroyable distorsion morale, et feront le contraire de ce qui nous semble éthique : elles corrigeront l'ADN des embryons, au lieu d'avorter les bébés mal formés.

A partir de ces premières transgressions, **la voie sera naturellement ouverte à toutes les « améliorations » que pourront souhaiter les parents pour leurs enfants** : à l'élimination systématique des « tares » génétiques succèderont naturellement l'amélioration de l'intelligence et la détermination de certaines caractéristiques physiques.

Le développement de l'IA **va aussi rendre souhaitable l'augmentation cérébrale des enfants à naître**. Sebastian Thrun, l'inventeur de la Google Car, explique que, « *à cause de l'efficacité croissante des machines, il va être de plus en plus difficile pour un être humain d'apporter une contribution productive à la société. Les machines pourraient nous dépasser rapidement. Les chauffeurs routiers vont être parmi les premiers à être remplacés par les machines, mais aucune profession n'est à l'abri²* ». Il considère dès lors qu'il faut tout faire pour nous donner une chance face à l'IA.

De même, Eric Schmidt expliquait à Davos en 2014, que la bataille entre l'humanité et les ordinateurs pouvait encore être gagnée.

Cette angoisse vis-à-vis de l'intelligence artificielle **devrait conduire la plupart des parents à accepter les technologies d'augmentation cérébrale pour leurs enfants dès qu'elles seront au point**.

Le 2 juin 2016, Elon Musk (Space X, Tesla, Hyperloop, Paypal...) a affirmé qu'il était urgent que l'Humanité hybride son cerveau avec des composants électroniques pour éviter une vassalisation par l'Intelligence Artificielle.

3. Le double gouffre inégalitaire

Cette utilisation des techniques d'eugénisme ne se fera pas de la même façon partout et pour tous, **ce qui pourrait créer une fracture entre les populations**.

a. Après la santé à deux vitesses, l'humanité à deux vitesses

Dans une première phase, le coût des techniques eugénistes réservera sans doute leur utilisation aux classes les plus aisées des populations, qui sauront en outre mieux contourner les interdictions édictées localement.

En une seule génération, une telle fracture pourrait créer une humanité à deux vitesses, les humains améliorés se différenciant radicalement de ceux qui seront nés sans sélection.

² Interview publiée in *The Economist*, 5 septembre 2015.

Ce mouvement serait d'autant plus préoccupant qu'il pourrait être cumulatif : l'humanité « améliorée » aura les moyens intellectuels de surpasser systématiquement l'autre, institutionnalisant la classe dominante.

b. Les pays ne défendent pas la même position en matière de bioéthique

Les inégalités s'accroîtront aussi entre les pays qui auront décidé de s'ouvrir aux nouvelles technologies et ceux qui auront voulu empêcher leur utilisation.

La décision chinoise de cloner 1 million de vaches est un signe fort du décalage culturel entre les continents.

Une enquête internationale menée par l'agence de communication BETC **révèle des différences considérables entre pays à propos de l'acceptation de « l'eugénisme intellectuel ».**

- Les Français sont ultra-bioconservateurs : seulement 13% jugent positive l'augmentation du quotient intellectuel (QI) des enfants en agissant sur les fœtus.
- Respectivement 38% et 39% des Indiens et des Chinois y sont favorables. Chez les jeunes Chinois branchés, ce pourcentage atteint même 50 %.

Les Chinois sont de fait les plus permissifs en ce qui concerne ces technologies et n'auraient aucun complexe à augmenter le QI de leurs enfants par des méthodes biotechnologiques. La première manipulation génétique portant sur 86 embryons humains a d'ailleurs été menée en avril par des scientifiques chinois, qui ont publié leurs travaux juste après la médiatisation d'une pétition internationale opposée à ces expérimentations.



II - DES MENACES À NUANCER

Les menaces sur le secteur de la santé doivent tout d'abord être nuancées (A), mais seront malgré tout fortes à moyen terme (B).

A. Des mutations moins rapides qu'on pourrait le craindre

De nombreux secteurs ont connu un « court-circuitage » de leur business model au profit de nouveaux acteurs pure players du web. Ces phénomènes ont été particulièrement rapides. La santé doit-elle craindre le même sort ?

Comme le montre une note publiée par Colin et Zins³, la complexité de la santé et l'importance de l'encadrement réglementaire dont elle fait l'objet ralentissent considérablement la progression de la digitalisation.

Si le secteur de la santé en est encore au tout début de sa digitalisation, c'est parce que « *les entrepreneurs ont du mal à progresser dans cet écosystème multi-dimensionnel où s'opposent patients, industriels, médecins, compagnie d'assurance, gouvernement, régulateurs et investisseurs.* »

Parmi les causes identifiables de la relative inertie du secteur de la santé :

- Le caractère très sensible des données de santé ;
- Le corporatisme et l'âge moyen élevé des médecins ;
- La difficulté pour les institutions déjà complexes comme les hôpitaux d'intégrer le déluge de données apportées par les nouveaux outils de santé ;
- L'existence d'un système de tiers-payant où les signaux de prix arrivent extrêmement déformés aux consommateurs des services ;
- L'existence, dans les pays développés européens, de systèmes anciens concernant la prise en charge de la santé freine la diffusion des innovations. Les pays moins développés ont à cet égard un avantage.

Le changement ne viendra pas par bouts, **mais sera lié au changement de l'écosystème tout entier.**

³ Nicolas Colin et Antoine Zins, Why Entrepreneurship is Harder in Healthcare, and How We Can Make it Easier ?, novembre 2015, accessible à cette adresse : <https://medium.com/welcome-to-thefamily/why-entrepreneurship-is-harder-in-healthcare-and-how-we-can-make-it-easier-d53dd94d94c1#pu3cca812>

B. Les atouts des acteurs numériques sont sous-estimés

Nonobstant les réserves émises plus haut sur la rapidité de pénétration de la digitalisation, le secteur de la santé est soumis à deux risques majeurs de prise de pouvoir économique par une ou plusieurs plateformes *pure players*.

1. Des acteurs d'ores et déjà positionnés pour déposséder les institutions classiques

Il est à craindre que les GAFAs (Google, Apple, Facebook, Amazon) ainsi qu'IBM et Microsoft et quelques *pure players* inconnus aujourd'hui soient demain les maîtres de cette nouvelle médecine.

La médecine repose de plus en plus sur les technologies de l'information. Or ces dernières sont précisément le métier des leaders de l'économie numérique, qui les utilisent pour prendre le contrôle des écosystèmes dans tous les secteurs où ils se sont introduits.

a. Un business model particulièrement puissant

La force des plateformes que sont les GAFAs est de reposer sur un business model particulièrement puissant :

- La fourniture de masse d'un produit ou d'un service connecté à la population donne aux GAFAs accès à des données abondantes qui sont monétisées de différentes façons.
- La monétisation des données permet aux GAFAs d'offrir de nombreux services gratuits assurant la fréquentation de masse et nourrissant ainsi un cercle vertueux où chacun s'efforce d'enfermer le consommateur dans un écosystème le plus fermé possible (modèle Apple).
- Le modèle économique du Web présentant des coûts marginaux de fourniture des services quasi-nuls favorise naturellement les plus gros acteurs qui accaparent une grande partie de la valeur créée et qui disposent dès lors de capacités d'investissement immenses.
- Ce type de business model pourrait impacter la santé de demain qui reposera sur le traitement de gigantesques quantités de données.

b. Pourquoi la santé intéresse naturellement les GAFAs et pourquoi Google y fait la course en tête

L'attractivité de l'offre des GAFAs repose sur la fourniture de services toujours plus diversifiés répondant à la plus grande variété possible de nos besoins. **La santé est ainsi tout naturellement un service que les GAFAs pourraient ajouter à leur offre même si certains chez Google s'inquiètent de la complexité du « health regulatory ».**

Google est la société la plus en pointe en la matière. Elle pense être en mesure de domestiquer le déluge de données indispensable pour lutter de façon personnalisée contre la maladie.

- Google a annoncé dès 2013, la création de Calico filiale de Alphabet, qui poursuit le but d'allonger significativement la durée de vie humaine. Cette filiale a pour objectif avoué de retarder puis « tuer » la mort.

- Cette création n'est pas le premier pas de Google dans la biologie, puisque sa filiale 23andMe est spécialisée dans le séquençage ADN. 23andme possède un brevet « eugéniste » sur la sélection génétique des embryons pour produire des bébés à la carte⁴.

Comprendre notre fonctionnement biologique suppose la manipulation d'immenses quantités de données : le séquençage ADN d'un individu représente par exemple 10.000 milliards d'informations, soit un volume de 10 Téraoctets. Par comparaison, un vol d'un Airbus A380 génère 16 Téraoctets. Dépasser les limites actuelles de l'espérance de vie humaine suppose de modifier notre nature par des interventions technologiques lourdes en utilisant tout le potentiel des NBIC.

- **Google est d'ores et déjà l'un des principaux architectes de la révolution NBIC et soutient activement le transhumanisme**, notamment en parrainant la *Singularity University*, qui forme les spécialistes des NBIC.

c. Des avancées déjà significatives qui ne permettent pas de prédire l'impact futur des plate-formistes dans les nanobiotechnologies médicales

Les nouveaux acteurs sont déjà positionnés sur de nombreux aspects du marché de la santé et ont déjà obtenu des résultats tangibles.

- Avec Oculus, Facebook s'est engagé sur le marché de la réalité virtuelle et augmentée pouvant servir à la chirurgie. La réalité virtuelle pourrait être à la base des prochains systèmes d'exploitation et pourrait verrouiller l'écosystème chirurgical qui sera fondé sur l'association Robotique + VR + AR. Facebook investit 7 milliards de dollars pour faire d'Oculus un système d'exploitation.

- De nombreux capteurs électroniques vont bientôt pouvoir monitorer notre santé en produisant des milliers puis des milliards d'informations chaque jour pour chaque patient... même si la plupart des objets connectés finiront dans les poubelles de l'histoire technologique

- « Google X », le laboratoire secret, met au point un système de détection ultra précoce des maladies par des nanoparticules qui vont aussi générer une quantité monstrueuse d'informations.

⁴ US patent numéro 8543339 B2 du 24 septembre 2013.

- En association avec Novartis, Google développe des lentilles de contact connectées pour le suivi du diabète. Sa commercialisation débute en juillet 2016.
- Google a conclu des partenariats majeurs avec Abbvie sur l'allongement de la vie et avec Sanofi sur le diabète. Des stratégies de « Coopétition » entre l'industrie pharmaceutique et les plate-formistes pourraient structurer cet univers.
- **Google, qui a racheté plusieurs entreprises de robotique généraliste, est également entré dans l'univers de la robotique chirurgicale au travers d'un accord avec J&J (Verb Surgical).**

2. Le retard de la France

Comment la France va-t-elle survivre économiquement dans un XXI^e siècle où les NBIC déterminent la puissance des nations, alors que sa classe politique ignore cette problématique ? **En l'état actuel, la France a peu de chances de devenir un acteur majeur de cette santé NBIC.** La marginalisation de la médecine française et de l'industrie européenne de la santé peuvent être spectaculaires à moyen terme.

a. Le risque d'une France décalée

- La Corée du Sud investit deux fois plus en recherche que la France.
- Les acteurs français de la e-santé n'ont jusqu'à présent créé que peu de valeur.
- Les pays où régnera un consensus sur l'augmentation cérébrale des enfants pourraient, lorsque ces technologies seront au point, **obtenir un avantage géopolitique considérable dans une société de la connaissance.**
Le philosophe Nick Bostrom, de l'université d'Oxford, estime que la sélection des embryons après séquençage **permettrait en quelques décennies d'augmenter de 60 points le QI de la population d'un pays.**
En ajoutant la manipulation génétique des embryons, on pourrait obtenir une augmentation encore plus spectaculaire.
- **La méfiance française envers le progrès, dont le principe de précaution est le symbole et le moteur, accélère notre déclin relatif économique et technologique.**
Le contraste est saisissant avec les années 1900, lorsque la France était la Californie du monde en étant à la pointe de toutes les technologies (auto, avion, électricité, chimie, téléphone, photo...).

- Les responsables politiques de la France ont pour l'écrasante majorité d'entre eux une connaissance très imparfaite de la réalité et des enjeux du numérique, et a fortiori de la révolution NBIC.

b. L'erreur de la loi Touraine

La loi Marisol Touraine⁵ pourrait accentuer à la fois le retard français et la prise de pouvoir future par les plate-formistes.

L'article 47 du projet de loi prévoit la création d'un système national des données de santé (SDNS) collectant l'ensemble des données issues de l'Assurance-maladie, des collectivités territoriales, des complémentaires, etc.

- Ces données, fournies en opendata, pourraient être « réidentifiantes » si elles sont croisées par des organisations privées. Le secret médical s'en trouverait ainsi de facto brisé.
- **Plus grave encore, il est à craindre que les GAFKA soient les seuls à pouvoir vraiment tirer partie de ces données diffusées gratuitement en les croisant avec toutes celles qu'ils récoltent par ailleurs sur le comportement des individus.**

La loi Touraine risque de verrouiller l'accès aux données médicales et de tuer dans l'œuf l'industrie française des algorithmes médicaux alors que des entreprises françaises telles que Dassault Systèmes auraient pu la structurer.

Les systèmes experts seront donc essentiellement made in USA, là où la constitution de cohortes de millions de patients pour les alimenter a déjà commencé. HLI, créé par Craig Venter, va corréliser les séquences ADN avec le dossier médical électronique (EMR). Le but étant de devenir incontournable dans la production de systèmes experts. Compte tenu de la complexité des interactions entre mutations, Craig Venter estime qu'il faudrait séquencer 10 millions d'individus pour identifier la quasi-totalité de la composante génétique des maladies et de nos caractéristiques phénotypiques. Son programme de séquençage devrait dépasser un million d'individus par an, pour lesquels il dispose d'un dossier médical électronique de grande qualité grâce à un accord avec des assureurs santé. Le but avoué est de créer un logiciel permettant d'optimiser la prise en charge des patients et d'augmenter leur espérance de vie. À côté du programme de HLI, les programmes publics semblent dérisoires : Genomics England vise 100.000 séquençages d'ici fin 2017 et le programme français de séquençage est perdu dans des dédales bureaucratiques. Les systèmes experts issus de ces programmes seront des monstres de puissance et d'intelligence. Chacun coûtera des milliards de dollars et s'autoaméliorera par l'analyse en temps réel de millions de dossiers de patients, ce qui fait craindre que les leaders californiens de l'économie numérique obtiennent le monopole de cette médecine du futur.

5 « Projet de loi de modernisation de notre système de santé » encore débattu au Parlement à l'heure où nous écrivons.

c. 3 scénarii pour le secteur de la santé en France

L'évolution du secteur de la santé dans les vingt ans qui viennent reste largement incertaine du fait de la complexité et de la multiplicité des facteurs. Trois éléments rendent ainsi toute prévision très hasardeuse :

- L'imprévisible réaction du corps social : quelle façon la société sera capable d'accepter ou de demander ces nouvelles pratiques, quelle sera sa propension à aller au-devant des transgressions ?
L'importance du piratage et les pratiques déjà observés de tourisme de santé (y compris pour la GPA) tendraient à prouver néanmoins que la transgression est facile et que les barrières légales ou morales ont peu d'effet.
- L'incertitude fondamentale concernant la capacité des laboratoires des GAFAs à accoucher des nouvelles découvertes nécessaires à la réalisation de leur projet prométhéen (tuer la mort, développer la neuro-amélioration).
- L'incertitude concernant **la réalité et la rapidité des progrès de l'IA** : les prévisions les plus optimistes ont, depuis les années 1950, toujours été déçues.

Ajoutons que nous **ne pouvons pas savoir à l'heure actuelle de quelle façon ces trois tendances vont interagir.**

3 scénarii peuvent cependant être imaginés :

Scénario 1 : l'inertie du secteur de la santé le protège durablement des plate-formistes.

Ce scénario n'est pas à exclure dans la mesure où les freins au bouleversement du monde de la santé sont moins technologiques que sociaux et psychologiques. Le cas de l'échec de la société Healtheon a valeur d'exemple : filiale de Netscape, elle a cherché à numériser les dossiers médicaux dans les années 90. L'échec est dû :

- Aux réticences des institutions concernées (hôpitaux, assurance) à partager leurs données de crainte de perdre le contrôle de leurs clients.
- A l'indifférence, voire à la crainte des clients finaux qui sont par principe anxieux devant tout risque de diffusion des données confidentielles de santé.

Scénario 2 : l'inertie du secteur de la santé crée une ligne Maginot qui produit un illusoire sentiment de sécurité pour les acteurs et débouche sur une prise de contrôle ultérieure par les GAFA.

- A l'instar de ce qui s'est passé pour les taxis, l'illusoire protection du monopole empêche les nouveaux modèles de se bâtir en interne. Les dichotomies entre médecine de ville et médecine hospitalière ou bien entre mutuelles et caisses d'assurance maladie empêchent toute coopération autour de projets de changement.
 - L'impréparation accentue la violence du dépassement une fois que de nouveaux modèles apparaissent en-dehors du système traditionnel.
 - La rapidité de progression des plate-formistes dépasse de loin celle des institutions. Les innovations numériques progressent la plupart du temps par transgression audacieuse de règles qui finissent par être changées de fait, la réaction des institutions étant trop tardive.
- In fine, les législations protectrices européennes sont des machines à détruire les externalités metcalfiennes⁶.**

Scénario 3 : sursaut collectif des institutions, des professionnels de santé et des responsables politiques en faveur d'une politique d'innovation volontariste

Un scénario peu probable en l'absence d'une mobilisation rapide des acteurs européens. La troisième partie de cette note indique malgré tout, les mesures qui pourraient être prises.

La mobilisation des grands assureurs et groupes informatiques européens comme AXA, SAP, Dassault Systèmes et ATOS pourrait créer une dynamique nouvelle.

6 Selon la loi de Metcalfe, la valeur d'un réseau est proportionnelle au carré du nombre de ses utilisateurs.



III - DES SOLUTIONS COMPLEXES À METTRE EN ŒUVRE MAIS INDISPENSABLES

Il est possible d'aider le secteur de la santé à affronter les enjeux des NBIC : accompagner la mutation du rôle des professionnels de santé (A), refonder l'éducation et la formation (B), repenser en profondeur notre système de santé sur des bases innovantes (C) et en préalable à toutes ces mesures mobiliser les responsables politiques (D).

A. Accompagner les professionnels de santé dans une redéfinition de leur rôle

Tous les secteurs qui ont été touchés par la digitalisation ont dû redéfinir les caractéristiques, fonctions et écosystèmes (entendons par là le mode de création de valeur et sa répartition) des professions qui y travaillent. Les médecins ne feront pas exception.

Colins et Zins⁷ suggèrent que, face à la perte de monopole sur l'expertise encyclopédique et le geste de précision, « *les médecins vont devoir se concentrer sur ce qui fera vraiment la différence : l'empathie, la connexion avec les patients, la touche humaine de la physiothérapie. Il s'agit d'un rappel opportun du fait que les médecins ne sont pas là simplement pour nous réparer – nous ne sommes pas des objets – mais pour nous soigner (...)* ». La médecine sans médecins théorisée par Guy Vallancien imagine ce type d'évolution pour le corps médical.

Les auteurs mettent en garde contre les corporatismes qui pourraient refuser le changement, empêchant les médecins d'apprendre à travailler avec les machines afin de prendre mieux soin des patients.

Un exemple d'adaptation : la mort des chirurgiens pourrait n'être que leur métamorphose, à condition pour eux d'investir les métiers de demain : NBIC, intelligence artificielle, « big data », robotique et biomécanique. Les chirurgiens deviendraient ainsi les experts qui conçoivent les robots.

B. Elaborer un nouveau système de santé pour le monde d'après la révolution NBIC : créer des plateformes innovantes de la santé

La révolution NBIC n'est pas seulement technologique, elle est civilisationnelle. Les NBIC sont porteuses de **mutations majeures du point de vue du système de santé**. Un financement devenu impossible par construction

⁷ Op.Cit.

Les deux piliers de notre système de santé vont être ébranlés :

■ **Le financement de la santé ne pourra plus reposer sur le système actuel de cotisations prélevées essentiellement sur le travail**, ce qui constitue une assiette beaucoup trop étroite.

- Dans une économie qui risque de voir le nombre d'emplois traditionnels considérablement réduits du fait de l'automatisation, le travail pourrait devenir trop rare dans un scénario pessimiste.
- Des systèmes alternatifs de répartition de la valeur entre les membres d'une société devront être trouvés, comme par exemple le revenu universel de base, qui garantit à chacun un accès minimum et inconditionnel à un revenu.

■ **La logique assurantielle de notre protection sociale sera elle aussi mise en échec**, dans la mesure où les risques seront beaucoup mieux connus. **C'est le risque sans l'incertitude.**

Les populations les moins risquées auront intérêt à sortir du système assurantiel, laissant les plus gros risques dans un système devenu ainsi structurellement déséquilibré (puisque son équilibre repose sur la confusion des risques).

La lenteur d'adaptation du système de financement de la santé est préoccupante. Si elle a lieu, la prise de contrôle de la santé par les acteurs numériques accaparera la valeur créée, asséchant les recettes des autres acteurs de la filière et achevant de déséquilibrer un système déjà fortement affaibli.

La pénétration des GAFAs sera d'autant plus forte et rapide que le modèle de plateforme qu'ils maîtrisent (Airbnb, Netflix ou Uber en sont les meilleurs exemples) est particulièrement efficace :

- S'appuyant sur la logique de l'économie du partage, la plateforme met en relation de façon simple et directe l'offre et la demande ;
- Permettant des interactions commerciales et/ou sociales et accroissant l'efficacité de son fonctionnement grâce à l'utilisation des masses de données collectées sur les comportements des utilisateurs ;
- Le cercle vertueux reposant sur l'effet réseau joue ici à plein : massification du service = massification des utilisateurs = valorisation maximale des données.

C. Une politique ambitieuse de modernisation du système de santé pourrait permettre la création de plateformes dans un cadre maîtrisé

La solution à la prise de pouvoir des GAFAs est aussi la clé d'un nouveau système de santé.

L'Etat doit ainsi créer les conditions d'émergence de plateformes européennes privées ou publiques capables de reproduire le business model des GAFAs dans un cadre maîtrisé : mise en relation efficace des offres et des demandes dans toute leur diversité, développement d'interactions commerciales ou sociales, valorisation de ces interactions.

L'avenir de la santé passe nécessairement par la collecte, le traitement et la valorisation des données médicales.

- L'Etat doit réorganiser dès à présent l'ensemble du secteur autour de cet impératif, en veillant à créer un secteur hybride où les institutions publiques et des acteurs privés, devenus indispensables, coopèrent.
- Les données doivent être aisément accessibles par tous les professionnels habilités. La création d'un dossier médical personnalisé électronique doit devenir une priorité absolue.
- L'analyse par les meilleurs outils d'IA de ces masses de données va donner la clé de nouvelles politiques de santé publique, en matière de prévention notamment. La France peut devenir l'un des pays en pointe en matière de connaissance et de prise en charge de la santé globale de sa population via les outils numériques.
- L'Etat pourrait avoir un rôle d'impulsion dans l'émergence de systèmes experts en matière de séquençage. Il pourrait imposer, à la manière du carnet de santé, que soit cartographié le génome de chaque Français à sa naissance. Si la CNIL devrait se montrer garante de la non-transmission de ces données aux compagnies d'assurance, ce programme de séquençage constituerait en quelques années seulement un échantillon significatif (grâce aux 800 000 naissances annuelles) permettant à la France de se positionner comme un leader européen et de rivaliser avec les leaders californiens menés par Craig Venter.

Des plateformes innovantes sont à inventer en matière de santé publique.

Elles pourraient permettre :

- à des groupes de patients atteints d'une même pathologie de rentrer en relation, échanger sur des pratiques
- une gestion automatisée des prises de rendez-vous avec les professionnels de santé
- une prise en charge simplifiée pour tous des paiements et remboursements
- aux professionnels de diffuser des informations utiles (notamment en matière de prévention), d'échanger entre eux, de gérer collectivement les agendas pour répartir les charges, etc.
- à l'Etat de maîtriser le coût du système de santé
- aux scientifiques de disposer en temps réels de données d'une exceptionnelle richesse qui dépasserait celles des GAFA. La valorisation maîtrisée de ces données pourrait permettre de résoudre le problème du financement de la santé

Pour inventer ce nouveau modèle de la santé, le principe d'encouragement à l'innovation doit devenir la norme en matière de santé. L'environnement réglementaire et législatif doit être amendé en ce sens.

- **La réglementation doit entériner un changement de logique :** en matière de santé, l'innovation entrepreneuriale doit être considérée *a priori* comme intéressante et non comme *a priori* déviante. Par exemple, les pharmaciens d'officines doivent être encouragés à devenir des conseillers maîtrisant et valorisant les données de santé qu'ils contribuent à collecter, plutôt que d'attendre que d'autres entreprises le fassent à leur place.
- Plus généralement, le droit à l'expérimentation dans le domaine de la santé doit être reconnu. L'assurance-maladie devrait pouvoir mettre à disposition des entrepreneurs des jeux de données venant de personnes consentantes et le contrôle de la CNIL porterait non plus sur l'utilisation faite de ces données mais sur les algorithmes sous-jacents.

D. Faire prendre conscience aux responsables de l'urgence d'agir

Il n'est pas encore trop tard. Des mesures vigoureuses et audacieuses peuvent encore remettre la France dans la course. Mais il y a urgence. La prospérité de nos enfants dépendra de notre capacité à rattraper notre retard dans les technologies NBIC.

Faire prendre conscience aux décideurs des enjeux et les convaincre d'agir avec courage est le préalable au rattrapage du retard français.

L'Etat a un rôle à jouer dans l'accompagnement des innovations en matière de santé.

Comme l'a montré Mariana Mazzucato⁸, la solution libérale classique consistant à poser la minimisation du rôle de l'Etat comme condition à l'épanouissement de l'innovation est une erreur. **En réalité, l'Etat joue toujours un rôle important dans l'épanouissement des plus grandes innovations et dans le développement des entreprises qui leur sont liées.**

Le développement des tant attendus « Google européens » pourrait bien avoir lieu dans le domaine de la santé, si les Etats savent :

- promouvoir un cadre innovant valorisant le droit à l'expérimentation contre le principe de précaution ;
- donner aux acteurs de la santé (pharmaciens, médecins), les formations et les possibilités réglementaires d'innover eux-mêmes dans leurs pratiques en utilisant les nouvelles technologies.

La complexité du processus de production médicale laisse aux Européens un délai pour agir. Il est encore possible de déployer une stratégie offensive.

⁸ Mazzucato, Mariana. *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. Vol. 1. Anthem Press, 2013.

CONSTRUIRE L'EUROPE NUMÉRIQUE

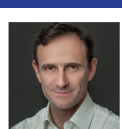
L'ambition de la Digital New Deal Foundation est d'éclairer le futur numérique de nos sociétés. C'est ainsi en premier lieu une mission de déchiffrement que se sont fixée les concepteurs de la fondation. Forts de la diversité de leurs expertises, ils font le vœu de mettre à la disposition du public et des décideurs leur lecture des enjeux numériques, en ce qu'ils bouleversent l'ensemble de notre économie et de notre société.

Au-delà de cette détermination pédagogique, les professionnels reconnus qui composent le Conseil d'administration de la fondation partagent la conviction qu'un futur numérique brillant est à la portée de l'Europe, pourvu qu'elle sache dessiner elle-même l'environnement et la régulation propice à son développement. Il s'agit dès lors de nourrir le débat et de contribuer à la réflexion collective sur des enjeux dont la portée ne peut plus être sous-estimée.

La révolution numérique produisant ses effets dans l'ensemble de l'économie, ce sont des personnalités de haut niveau issus de secteurs divers qui se sont rassemblés au sein de la Digital New Deal Foundation, créée en ... 2015 sous un statut d'association de loi 1901.

Les membres du conseil d'administration

Les membres du Conseil d'administration de la Digital New Deal Foundation sont tous membres fondateurs. Bien qu'issus d'horizons divers, leur prise directe avec la transformation digitale des entreprises et des organisations les rassemble au sein de la fondation. Forts de leur intérêt commun pour les questions numériques, ils ont décidé de prolonger leurs débats en formalisant un cadre de production et de publication au sein duquel la complémentarité de leurs expériences pourra être mise au service du débat public et politique. Ils s'impliquent personnellement dans la vie de la Digital New Deal Foundation.



Olivier
Sichel



Michel
Combes



Laurent
Alexandre



Nicolas
Dufourq



Alain
Minc



Yves
Poilane



Judith
Rochfeld



Sébastien
Bazin



Robert
Zarader