

*COMMENT
L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE VA
RÉVOLUTIONNER
NOTRE ÉCONOMIE*

*ANALYSE DES SECTEURS DE
L'AGRICULTURE ET DE LA SANTÉ*



Cette étude a été portée par **Olivier Colin**, conseiller au Centre Jean Gol et secrétaire politique du groupe MR au Sénat et par **Alexia Vercruyse** et **Robin Loos**, conseillers au centre d'étude et collaborateurs au groupe MR du Sénat.

Je les en remercie ainsi que **Christopher Cockshaw**, stagiaire au Centre Jean Gol pour sa contribution.

Je vous souhaite une excellente lecture de ce numéro des Études du Centre Jean Gol.

RICHARD MILLER

Administrateur délégué

Les Études du Centre Jean Gol sont le fruit de réflexions entre collaborateurs du CJG, des membres de son comité scientifique, des spécialistes, des mandataires et des représentants de la société civile.

Accessibles à tous, elles sont publiées sous version électronique et sous version papier.

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES

Olivier Chastel, Président du CJG

Richard Miller, Administrateur délégué du CJG

Corentin de Salle, Directeur du CJG

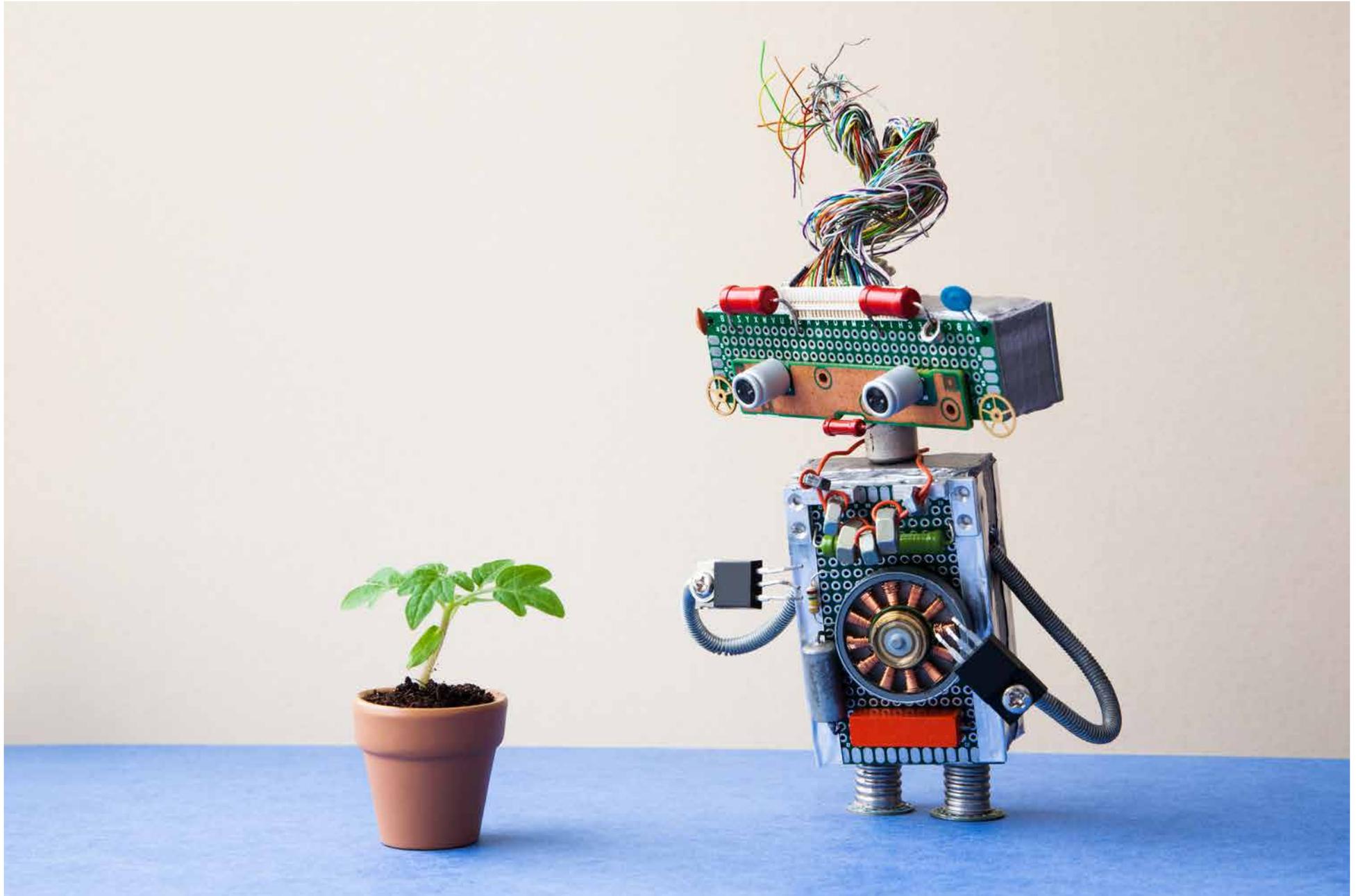
résiliomé

L'intelligence artificielle risque de bouleverser les secteurs de la santé et de l'agriculture. Sans vouloir s'attarder une nouvelle fois sur l'ampleur de cette transformation, nous avons souhaité comprendre ses caractéristiques et analyser dans quelle mesure notre continent peut se préparer au mieux pour en bénéficier pleinement. Des similitudes existent quant à l'impact de l'IA sur ces secteurs et quant aux réponses à y apporter. La formation continue, la recherche appliquée et le soutien à l'entrepreneuriat nous paraissent être des dénominateurs communs indispensables.

Des spécificités sectorielles existent également. Alors que l'agriculteur a plus que jamais besoin de resituer son rôle au sein de la chaîne alimentaire et de créer des synergies intergénérationnelles, le secteur des soins de santé a, quant à lui, besoin d'un meilleur cadre juridico-éthique afin de garantir l'accès aux données et la protection de la vie privée. Globalement, nous pensons que l'Europe peut créer un modèle de développement unique basé sur ses propres avantages comparatifs et qu'il serait une erreur de vouloir imiter le modèle américain de la Silicon Valley. Investissons dans une formation continue à la pointe, dans la recherche appliquée sur des domaines très spécifiques, et dans la protection et la bonne utilisation des données afin d'assurer un bel avenir à ces secteurs d'activité en Europe.

Une étude réalisée par

**ALEXIA VERCRUYSSSE, ROBIN LOOS
& OLIVIER COLIN**



INTRODUCTION

Intelligence artificielle (IA ci-après), robotisation, utilisation des données, protection de la vie privée, GAFA(M)... Voilà bien des thèmes qui ont occupé le devant de la scène médiatique ces derniers mois, à grands renforts d'études, d'annonces chocs et de propositions pour encadrer, d'une manière ou d'une autre, une évolution de la société, de l'économie et du travail que tous s'accordent à décrire comme inévitable.

Souvent présentés de manière agglomérée en raison de l'actualité autour des « géants du net », ces différents thèmes révèlent en réalité des enjeux protéiformes et dont l'impact se mesurera dans tous les secteurs d'activité. A tel point que nombre de travaux majeurs ont été menés sur l'IA et ses sujets corollaires. L'on peut penser au « Rapport Villani », du nom de ce mathématicien devenu député de La République en Marche, le parti du président français Emmanuel Macron. Ce document fait entrer dans le présent et dans le réel une technologie bouleversante. Villani écrit ainsi : « L'IA va désormais jouer un rôle bien plus important que celui qu'elle jouait jusqu'alors. Elle n'est plus seulement un programme de recherche confiné aux laboratoires ou à une application précise. Elle va devenir une des clés du monde à venir ».

Comme d'autres, ce rapport a largement contribué à éveiller l'intérêt du monde politique pour l'IA. Le Rapport Villani avait d'ailleurs été remis à Emmanuel Macron, et accompagné d'un discours fleuve du président qui déclarait : « Il faut tenir le progrès technique et humain en même temps. [...] Penser les termes d'un débat politique et éthique. [...] Il ne faut ni avoir peur, ni être naïfs ». En Belgique, le débat a été lancé au Parlement fédéral. Un groupe de travail de la Chambre des Représentants se penche sur l'incidence de l'IA sur divers

sujets politiques (environnement, emploi ...) tandis que le Sénat s'attelle à la rédaction d'un rapport d'information en la matière. Le Centre Jean Gol s'est quant à lui déjà intéressé à l'économie numérique dans une précédente étude intitulée « Accompagner la robotisation de l'économie »¹. Diverses recommandations en matière d'enseignement, de formation au numérique, de fiscalité digitale ou encore de promotion de la recherche en la matière y étaient présentées. Cette première étude se voulait une véritable analyse globale destinée à dresser un bilan et un état des lieux de la digitalisation de notre économie et de l'impact sur nos sociétés en matière d'emploi, de restructuration du marché du travail ou encore de croissance.

Afin d'encore approfondir le sujet, nous adoptons une approche quelque peu différente dans le cadre de la présente étude. Partant du constat tel que décrit par Cédric Villani, qui écrivait dans l'exposé introductif que « le cœur politique et économique de l'IA bat toujours dans la Silicon Valley », nous avons souhaité nous engager plus directement sur le terrain de l'application concrète de l'IA pour présenter, outre les développements économiques en cours (pas seulement aux États-Unis) et les besoins réglementaires pour accompagner cette évolution, les enjeux dans deux secteurs clés des économies belge et européenne : l'agriculture et la santé. Concrètement, la question de recherche qui sous-tend cette étude peut être présentée comme suit : « Quels sont les enjeux pour les domaines de la santé et de l'agriculture à l'aune de l'IA et comment mettre en place les conditions optimales pour que les entreprises belges et européennes puissent tirer profit du potentiel énorme de ce type de technologie dans ces secteurs ? »

Après une brève introduction sur la thématique, nous analyserons les secteurs de l'agriculture et de la santé en Belgique en Europe et essayerons d'identifier sur base d'exemples dans quelle mesure l'IA peut avoir un impact structurel et disruptif sur leur fonctionnement de ces secteurs. Nous formulerons ensuite des recommandations afin de permettre à nos entreprises de mieux tirer profit de ces nouvelles opportunités tout en minimisant les risques associés.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, PRÉLUDE DE LA SINGULARITÉ ?

Connaissez-vous la fameuse légende à l'origine de la création du jeu d'échecs ? Un roi des Indes qui cherchait à occuper son temps promit une récompense exceptionnelle à la personne qui lui offrirait une distraction satisfaisante. Un brahmane nommé Sissa proposa alors le jeu d'échecs au souverain et ce dernier, très enthousiaste, demanda à Sissa ce qu'il souhaitait recevoir en récompense de cette belle création. Ce dernier demanda que soit déposé un grain de riz sur la première case du jeu, deux grains sur la seconde, quatre sur la troisième, et ainsi de suite en doublant la quantité de riz à chaque case jusqu'à remplir l'échiquier. Le roi sourit et accepta immédiatement cette récompense en apparence très modeste. Mais il dut se rendre compte qu'avec un jeu de 64 cases, il fallait déposer 2^{64} grains de riz, soit plus de 18 milliards de milliards de grains, signifiant par conséquent la ruine de son royaume.

¹ C. de Salle, O. Colin, N. Petit, A. De Saint Martin et J.-F. Bairiot, « Accompagner la robotisation de l'économie » (Études du Centre Jean Gol, 2017).

Cette légende introduit un parallélisme avec l'évolution exponentielle de la technologie au cours de ces dernières décennies. C'est Gordon Moore, docteur en chimie et en physique et co-fondateur de la société Intel, le premier fabricant de microprocesseurs, qui a formulé cette théorie en l'appliquant au nombre de transistors d'un circuit électronique. La première loi de Moore établie en 1965 nous disait que la « complexité des semi-conducteurs proposés en entrée de gamme doublait tous les ans à coût constant depuis 1959. En 1975, Moore a revu sa prédiction en considérant que le nombre de transistors des microprocesseurs sur une puce de silicium doublait tous les deux ans.

Les développements rapides de l'informatique et la numérisation de notre économie constituent certainement une conséquence directe de la croissance exponentielle des capacités de calcul des ordinateurs couplée à une décroissance des prix. Bien que la loi de Moore ne soit qu'une règle empirique et qu'on peut raisonnablement douter de sa validité future, nous pouvons toutefois nous demander jusqu'où cette évolution nous mènera.

Par ailleurs, les progrès réalisés ces dernières années et les nombreuses retombées médiatiques liées à l'IA pourraient nous laisser penser que ce concept est relativement nouveau. Il n'en est rien. Mêlant raisonnement scientifique, application technologique et utopie, le concept est en réalité relativement ancien. Ainsi, on évoque régulièrement la conférence de Dartmouth en 1956 comme point de départ de la recherche en IA. La question centrale de cette conférence visait à savoir si chaque tâche cérébrale pouvait être mécanisée.

C'est d'ailleurs toujours cette question qui constitue le fondement de la recherche en IA qui, selon une définition classique, renvoie à des « programmes informatiques qui traitent des problèmes habituellement résolus par des processus mentaux de haut niveau chez les humains »², et notamment les raisonnements abstraits, créatifs et intuitifs. Ce n'est donc pas la réalisation de tâches complexes qui est en jeu (une compétence recherchée par la robotisation mécanique) mais bel et bien le processus-

même de la réflexion humaine. Ou, dit plus platement, comment recréer un cerveau humain. Comme le note Villani, partant de cet objectif global, on comprend aisément que le champ des possibles est à l'image de la pensée humaine : infini. L'application concrète de cette dernière dans des machines techniquement supérieures aux capacités physiques et mémorielles de l'homme laisse rêveur : quel problème du monde ne saurait être résolu en alliant de telles puissances, qui plus est lorsqu'elles se renforcent mutuellement par une capacité d'apprentissage et de perfectionnement continu ?

Mais avec le rêve vient souvent le cauchemar. Et les scénarios catastrophes sont légion, alimentés par les films, séries et ouvrages de science-fiction. Le plus courant d'entre eux étant que l'homme soit à l'avenir dépassé par la machine ; celle-ci, devenue incontrôlable par la maîtrise de ses propres capacités d'apprentissage, réduira l'homme à l'état d'esclave. C'est en quelque sorte le mythe de la singularité. Bien que moins spectaculaires, des craintes liées au « remplacement » de l'homme par la machine sont toutefois bien réelles. C'est le cas en matière d'emplois, le débat entre perte et création d'emplois n'étant toutefois pas encore tranché. Cette question, ainsi que celle de l'accompagnement réglementaire de cette évolution, a d'ailleurs été largement débattue dans une précédente étude du Centre Jean Gol (voir supra) et continuera de l'être ici, en ce qui concerne les deux secteurs analysés. Quoiqu'il en soit, nous voilà outillés d'une définition et de perspectives globales sur l'IA que nous résumerons comme suit : Faire l'homme hors de l'homme. Faire l'homme mieux que l'homme.

LA SILICON VALLEY, CŒUR POLITIQUE ET ÉCONOMIQUE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

C'est l'assertion, a priori peu discutable, que Cédric Villani fait en introduction de son rapport. Il est vrai que nombre d'entreprises citées en exemples ont été créées ou ont

désormais leur siège non loin de San Francisco. On pense bien évidemment aux GAFA(M), acronyme de Google-Apple-Facebook-Amazon (en y ajoutant Microsoft), qui apparaissent comme des mastodontes économiques et financiers (Apple et Amazon ont récemment dépassé les 1.000 milliards de valorisation boursière).

Bien que différentes tant dans leurs structures que dans les services qu'elles proposent, les GAFA(M) ont en commun une volonté affichée de devenir les leaders de l'IA, que ce soit dans leur « core business model » ou même en développant de nouveaux produits et services apparemment sans lien avec leur mission première. A ce titre, et malgré le côté réducteur et peu éclairant de l'acronyme, il s'agit sans doute d'un point commun pertinent pour cette étude.

Quoiqu'il en soit, et alors que le frein premier à la recherche en IA est le manque d'argent, c'est grâce à leurs profits énormes que ces entreprises peuvent développer des programmes de recherche ambitieux. Des profits tirés des données, recherchées et exploitées telles une sorte de nouvel or noir. Les GAFA(M) seraient un des symboles de ce que l'on peut appeler la datafication du monde. Elles basent leur gigantesque profit sur une exploitation massive de données personnelles et agrégées : elles constituent le nerf de la guerre pour développer encore leurs services. Les capacités financières dégagées par l'exploitation de ces données leur permettent ainsi de développer l'expertise nécessaire à la mise en œuvre de projets innovants en matière d'IA.

Toutefois, n'y a-t-il que ces entreprises pour pousser la recherche en IA ? La réponse est évidemment non. À l'heure où d'autres géants du numérique engrangent des profits records, il serait faux de croire que ces quatre entreprises sont les seules à s'être aventurées sur ce terrain. Mais preuve de la difficulté d'appréhender correctement cette réalité économique nouvelle et de comprendre réellement les objectifs de ces nouveaux géants, l'utilisation de l'acronyme est encore et toujours utilisée, malgré sa tendance à regrouper des entreprises

² C.J.G., *Accompagner la robotisation de l'économie* (voy. *infra*), page 8

aux caractéristiques et objectifs bien différents. Sans même sortir des États-Unis, on pourrait ainsi ajouter aux GAFA(M) les NATU (Netflix, AirBnb, Uber, Tesla). S'il est vrai que ces quatre entreprises ont bouleversé les secteurs dans lesquels elles se sont implantées, on peine à voir leur véritable point commun, même si les NATU sont souvent présentées comme des emblèmes de la révolution numérique, de par les services innovants qu'elles arrivent à proposer dans des secteurs autrefois parfaitement établis et contrôlés.

Toutefois, tout comme pour les GAFA(M), on peut retrouver pour chacune de ces entreprises une volonté de développer des services basés sur l'IA. L'acronyme reprend donc quelque peu d'intérêt en ce qu'il présente de nouvelles perspectives d'utilisation pour l'IA et permet de sonder quelque peu les nombreuses possibilités offertes par l'IA.

Les États-Unis n'ont pas le monopole des acronymes. La Chine se positionne clairement comme le deuxième grand « incubateur » de géants mondiaux, mettant en avant les BATX, pour Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi. On pourrait grossièrement les présenter comme les équivalents chinois des GAFA(M) tant leur taille et leurs services apparaissent comparables. Certes moins connues en Europe, ces sociétés investissent d'énormes sommes dans le développement de l'IA, instaurant de facto un nouveau centre stratégique de cette technologie en concurrence directe avec les entreprises de la Silicon Valley. Ce qui ne les empêche pas de créer certaines coalitions d'intérêts, comme le montre la récente intégration de Baidu dans le « Partnership on AI » lancé à l'initiative des GAFA(M).

Les projets IA des géants chinois

En 2016, le champion du monde de go – jeu de société le plus populaire en Chine – dut s'incliner en finale d'un tournoi face au logiciel « Deep Mind » de Google. À en croire certaines sources du renseignement américain³, c'est à ce moment que Pékin se serait intéressé de près à l'IA et aurait pleinement réalisé son potentiel stratégique. Aujourd'hui, le régime en a fait la clé de ses nouvelles ambitions économiques et politiques, au point que les projets des géants numériques chinois se confondent largement avec ceux du parti unique.

Dix-sept domaines d'application prioritaires – dont les robots de service et les drones intelligents – ont été définis au courant de l'année 2017 dans le cadre d'un plan triennal au terme duquel la Chine devrait avoir rattrapé le niveau de R&D des GAFA(M).⁴ Suite à cela, elle se donnera dix ans pour s'imposer comme leader mondial de l'IA en espérant que son industrie pèsera autour de 150 milliards \$ en 2030.

Un mois après avoir appelé, lors de son discours au Congrès National Populaire, à une intégration « profonde » des technologies de pointe dans la vie quotidienne, le gouvernement de Xi Jinping a constitué en avril 2018 une « équipe nationale » d'entreprises et de centres de recherche à forte capacité d'innovation.⁵

Parmi les sélectionnés : Baidu, Alibaba, Tencent et un spécialiste de la reconnaissance vocale nommé iFlyTek.

Ces quatre firmes sont désormais chargées de créer des « plateformes d'innovation ouvertes » qui renforceront l'entrepreneuriat et l'intégration industrielle dans leurs domaines respectifs. Baidu se concentre sur la construction de véhicules autonomes, Alibaba associe l'IA au cloud computing pour générer des « city brains » et Tencent développe une vision artificielle pour faciliter les diagnostics médicaux.

En mai, ce dernier groupe a inauguré un laboratoire de recherche à Seattle (États-Unis) qui est aujourd'hui dirigé par un ancien scientifique de Microsoft. Sur le sol chinois, une cinquantaine de spécialistes de l'IA ont été recrutés par Tencent pour superviser le travail d'un bataillon de 200 ingénieurs.

³ A. Herman, « China's Brave New World of AI. » (*Forbes*, 30 août 2018)

⁴ Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information, *Avis sur le plan d'action triennal visant à promouvoir une nouvelle génération d'industries de l'intelligence artificielle*, 2017.

⁵ M. Jing et S. Dai, « China recruits Baidu, Alibaba and Tencent to AI 'national team' » (*South China Morning Post*, 25 septembre 2018)

GAFA(M), NATU, BATX. Bien que réducteur voire trompeur, nous pouvons nous servir de ces acronymes pour démontrer le réel changement de paradigme que connaît l'économie mondialisée. Basées sur l'exploitation de données, la mise en place de services sur mesure valorisant l'expérience, la puissance financière et l'investissement dans la recherche en IA, ces entreprises entretiennent sagement leur monopole et révolutionnent l'économie d'une manière inédite dans l'histoire. Mais sans rentrer dans le combat des définitions et des analyses des performances boursières, nous pouvons nous intéresser à contredire l'affirmation de Cédric Villani sur « le cœur politique et économique de l'IA » qui se trouverait dans la Silicon Valley.

Les entreprises chinoises sont bel et bien présentes et pèsent de tout leur poids dans la recherche appliquée en IA. Un nouveau cœur économique de l'IA semble s'y être développé, soutenu par le pouvoir politique qui y voit des opportunités géostratégiques majeures. Et alors que les potentialités de l'IA sont énormes, il est évident que l'Europe ne fait pas partie du jeu à l'heure actuelle. Ou plutôt, elle se trouve en plein milieu, sans voix au chapitre, contrainte de voir arriver sur son territoire des solutions qui ne lui apportent pas la valeur ajoutée nécessaire à son indépendance, et à la création de bien-être au sein de sa société.

L'EUROPE, AU MILIEU DU JEU DE QUILLES

Ce constat soulève en réalité la question sous-jacente de notre étude. Au milieu (géographique) de ce jeu de quilles des puissances de l'IA se trouve l'Europe, que beaucoup d'experts estiment à la traîne en matière d'investissements et de mesures réglementaires favorisant le développement de l'IA. Il est vrai qu'aucune entreprise européenne ne performe au même niveau que les GAFA, NATU ou BATX. Comment faire, dès lors, pour créer les conditions favorables à l'émergence de champions européens de la donnée et de l'IA ?

Cette première question doit, nous l'avons dit, être déclinée dans des secteurs précis pour sortir des débats déjà bien entamés sur la gestion de données personnelles par de grandes entreprises et les enjeux que cela représente. Il convient de choisir des secteurs clés pour l'Europe, où un développement de « champions européens » est possible grâce à l'exploitation de données techniques et un cadre réglementaire porteur encore à définir, de même que d'autres mesures politiques à prendre à différents niveaux de pouvoir. L'enjeu est à la fois économique, social et (géo-)politique.

Les deux secteurs choisis pour cette étude sont l'agriculture et la santé, deux domaines dans lesquels l'Europe a prouvé son savoir-faire, son expertise, et qui constituent des viviers d'emplois majeurs pour le continent. L'IA révolutionne déjà ces secteurs, et ce n'est qu'un début. Il faut y apporter des réponses nationales et européennes, à la fois pour contrecarrer l'hégémonie des blocs américain et asiatique et pour créer de la valeur ajoutée dans notre pays.

L'AGRICULTURE, PREMIER TÉMOIN DES CHANGEMENTS DE SOCIÉTÉ

L'agriculture est sans doute l'un des secteurs d'activité au sein duquel l'évolution du mode de travail et de production en raison des progrès technologiques est la plus marquante. C'est donc devenu un lieu commun de dire que le métier d'agriculteur a profondément changé avec la révolution industrielle, la mécanisation des tâches, l'arrivée des engrais chimiques ou encore la mise en concurrence mondiale des produits. Le constat que l'on dresse d'habitude au sujet de l'agriculture du XXI^e siècle n'est ainsi que le fruit d'une évolution entamée il y a bien longtemps. Dans un « courrier hebdomadaire » de 1992, le CRISP notait déjà que « comme ceux des autres pays de la Communauté européenne, les agriculteurs belges sont confrontés à de sérieux problèmes [...] »

Les tendances observées il y a quelques années dans les modes d'exploitation, les types de production et les débouchés, en Belgique et à l'exportation, des différents produits agricoles, révélaient une intensification et une spécialisation croissantes de la production ». Ce document notait également « qu'un volume toujours croissant de production est réalisé par un nombre de travailleurs et dans un nombre d'exploitations toujours plus restreints »⁶.

Le rapport de Statbel sur l'Agriculture⁷ présenté en 2018 ne dit pas autre chose : « La caractéristique majeure du secteur agricole belge est la diminution structurelle du nombre d'exploitations agricoles qui entraîne un phénomène de concentration des terres. En 36 ans, de 1980 à 2016, le pays a perdu 68% de ses exploitations [...] La superficie moyenne par exploitation a, dès lors, presque triplé. La main-d'œuvre dans l'agriculture connaît parallèlement une contraction de son volume : le secteur a perdu 60 % du nombre de travailleurs occupés aux activités agricoles ». Aujourd'hui, l'agriculture représente moins d'1% du PIB belge, mais représente près de 5% des exportations du pays. Depuis 2010, l'agriculture biologique connaît quant à elle une forte croissance : les superficies cultivées ont augmenté de près de 71,3 % ces huit dernières années.

QUELS ENJEUX POUR L'AGRICULTURE ?

De même que son évolution semble inexorable, l'agriculture fait face à des tendances lourdes qui traversent le climat, la société, la politique et son propre secteur. On notera aisément les enjeux (sécheresse, maladies nouvelles ...) qui accompagnent la modification accélérée du climat. En corollaire, on remarquera la demande forte pour des produits de qualité, sans pesticides ou encore issus de l'agriculture biologique, respectueux de l'animal, ou encore la lutte contre le gaspillage alimentaire.

⁶ E. Van Heck, « Evolution de l'agriculture en Belgique » (*Courrier hebdomadaire du CRISP*, 1992/1-2)

⁷ Statbel, « Chiffres clés de l'agriculture en 2018 »

De manière générale, les considérations environnementales et sanitaires constituent la clé de voûte de la future Politique Agricole Commune, qui constitue un appui financier essentiel pour nombre d'exploitants. Celle-ci inclut d'ailleurs d'autres facteurs, tels que le vieillissement des agriculteurs, le développement technologique et la recherche. On le voit dans cette présentation volontairement succincte et successive, tous ces enjeux sont largement entremêlés, bien qu'ils gravitent autour de plusieurs grands thèmes aisément identifiables.

Mais l'enjeu numéro 1 pour l'agriculture de demain réside sans doute dans le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne de valeur et la relation entre les agriculteurs, les transformateurs, les distributeurs et les consommateurs. Il s'agit d'utiliser toutes les potentialités de l'IA pour développer à la fois les capacités de chaque acteur mais également créer les liens entre eux, élément essentiel pour s'attaquer à ces défis imbriqués. L'agriculteur de demain sera tantôt gestionnaire d'entreprise, tantôt chimiste, planificateur ou négociateur. Et pourtant, malgré cette évolution constante, le « gap » entre le métier d'agriculteur tel que nous le connaissons aujourd'hui et celui qui se développera dans les prochaines années est énorme.

Plus encore qu'aujourd'hui, la place de l'agriculteur sera divisée entre le travail dans les champs et la gestion administrative. Il pourrait même être citoyen et ne passer qu'un temps minime dans son exploitation autonome. Remplacé, assisté par des machines intelligentes, le métier actuel pourrait connaître des évolutions telles qu'il faudra complètement repenser l'accès à la profession et les méthodes agricoles... sans toutefois remettre en cause les enjeux historiques de l'agriculture et sa dépendance, elle aussi historique, à d'autres facteurs. Car l'évolution du métier répond aussi à des changements démographiques, climatiques, et géographiques, tout en intégrant des préoccupations environnementales et sanitaires légitimes. L'agriculture devra ainsi apporter des réponses aux

besoins d'une population grandissante et exigeante, alors que l'urbanisation s'accroît, que les changements climatiques affectent la rentabilité de nombreuses parcelles et que le mode de production dominant pose de nombreuses questions sociales, éthiques, environnementales et sanitaires.

Les enjeux de l'agriculture du futur ne sont donc pas très éloignés des préoccupations actuelles. Mais une agriculture intelligente apporterait de nombreuses réponses, sans toutefois solutionner tous les problèmes. L'IA et l'exploitation de données agricoles devraient permettre une production de pointe, grâce à une connaissance parfaite du terrain de culture et des besoins des plantes ou des animaux. L'agriculture sera connectée, technologique, souvent hors-sol ou urbaine, gérée quotidiennement par des machines automatisées, concentrées sur le bon développement de la plante ou de l'animal. La dualité de l'agriculture résidera donc dans la localisation des parcelles. Tantôt à la campagne, tantôt au sein même des villes. Mais la technologie dominera la production. Les productions se spécialiseront alors selon les intérêts économiques et les facilités logistiques. Quoiqu'il en soit, et comme le note Villani, « l'IA, qui nécessite un volume important de données, peut permettre des innovations sur l'ensemble de la chaîne de valeur – production, transformation, distribution, information du consommateur »⁸.

Mais là encore, c'est l'accès et l'utilisation massive de données qui doit permettre d'en arriver là, tout en assurant des coûts d'utilisation acceptables et une rentabilité suffisante, principalement pour l'agriculture urbaine. Le rôle de l'agriculteur, lui, nécessitera une formation pointue en gestion des données et une connaissance informatique poussée. Plusieurs initiatives se développent en Europe, que ce soit dans les champs à l'aide de drones ou en ville, dans de grands hangars ou sur les toits. Ce changement de paradigme, porté par l'IA, offre des opportunités majeures. Comment faire émerger de grands acteurs européens en la matière et ainsi répondre (en partie) aux grands enjeux de l'agriculture ?

Comment former l'agriculteur de demain ?

C'est ce que nous tenterons de présenter via divers exemples, prémisses de l'agriculture connectée qui se développe. Sans naïveté ou évangélisme, il conviendra d'analyser les options politiques et les nouvelles questions éthiques pour accompagner ce changement et en tirer les meilleurs profits tant économiques que sociétaux.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE NOTRE SANTÉ

Avez-vous déjà envisagé la possibilité de vous faire examiner, opérer ou prescrire un traitement par un robot doté d'IA ? Quelles fonctions médicales délégueriez-vous bien volontiers à un robot et à l'IA ? Dans quelles circonstances considérez-vous au contraire l'avis, la présence ou l'intervention d'un médecin indispensable ? Si ces questions se posent depuis déjà quelques décennies, les réponses sont plus que jamais d'actualité. Les décisions et les initiatives qui sont prises aujourd'hui pour développer la robotique et l'IA dans le domaine de la santé sont décisives et révélatrices de notre capacité à assumer les grands défis de santé publique qui se profilent dans nos sociétés.

Il y a en effet un triple objectif de santé publique qui motive aujourd'hui les décideurs politiques, les chercheurs, les professionnels et les entreprises à développer davantage l'IA dans le domaine de la santé : le vieillissement de la population, l'augmentation des maladies chroniques doublée d'une diminution des décès dus à des maladies transmissibles, et la réorganisation du système de santé en un système collaboratif, efficace et durable.⁹ Ces défis préoccupent et suscitent l'innovation, car la santé est au cœur de notre prospérité économique, sociale et environnementale, et constitue un des plus gros secteurs d'industrie au monde.

⁸ C. Villani, « Donner un sens à l'intelligence artificielle » (2018), p. 205.

⁹ X, « L'innovation médicale 2018 » (*Media Planète – Informations médicales*, mars 2018).

Parallèlement à ce constat, PwC¹⁰ relève cinq tendances qui, ensemble, démontrent que la robotique et l'IA sont en train de remodeler le domaine de la santé : l'évolution des besoins médicaux et des infrastructures qui y répondent, l'énorme quantité de données médicales auxquelles nous avons accès, le développement des technologies de l'information dans le domaine des soins de santé, la démocratisation de l'accès aux soins de santé et la volonté de tout un chacun de prendre une part active dans sa santé et son bien-être. Si ces cinq paramètres seront analysés plus en détails dans les pages qui suivent, ils soulèvent d'instinct le sentiment que le secteur des soins de santé connaît d'ores et déjà une profonde mutation.

Diverses initiatives sont prises aux niveaux de l'Union Européenne, de la Belgique, de nos Régions et de nos Communautés pour développer des outils numériques et technologiques capables, d'une part, de répondre à ces défis majeurs et, d'autre part, de positionner le marché européen – mais surtout belge – en tant que leader de l'IA en santé. C'est que l'IA ouvre des perspectives très prometteuses pour ce secteur : elle permettrait en effet de stimuler la recherche et l'innovation médicale (qu'elle soit thérapeutique ou pharmacologique), d'améliorer la qualité, l'efficacité et la sécurité des soins tout en réduisant les coûts que ceux-ci impliquent. Elle permet d'aider les gens à se maintenir en bonne santé, les médecins à détecter certaines maladies et à poser un diagnostic plus rapidement et plus précisément, à gérer et coordonner un plan de traitement de manière plus efficace et appropriée, et à maintenir les personnes âgées indépendantes pendant plus longtemps, voire à lutter contre leur solitude.

Cette présence de plus en plus marquée de l'IA et de la robotique dans le domaine de la santé et de l'action sociale

a un impact certain sur le marché du travail que ce secteur représente. En effet, le secteur de la santé humaine et de l'action sociale en Belgique ne représente pas moins de 14,9 % de l'emploi, ce qui est bien supérieur à la moyenne européenne qui s'élève, elle, à 11% seulement.¹¹ Selon le Bureau du Plan, ce secteur devrait même atteindre 22,6% de l'emploi en 2021.¹²

Outre son impact sur l'emploi, l'IA ouvre également de belles perspectives en termes de croissance économique et de rentabilité des entreprises actives dans le secteur des soins de santé. Selon une étude réalisée en 2017 par le cabinet de conseil Accenture, la rentabilité de ces entreprises devrait augmenter de 55% d'ici 2035.¹³ Une étude réalisée en 2017 par McKinsey démontrait par ailleurs que le potentiel d'automatisation du secteur des soins de santé et des services sociaux s'élevait tout de même à 36%.¹⁴

Le développement de l'IA dans ce secteur représente donc une source d'innovations, d'opportunités et de profits conséquente pour les chercheurs et les entreprises, mais constitue également un impératif de santé publique que les autorités ne doivent pas minimiser si elles veulent assurer la survie de leur système économique, politique et social sur le long terme. Partout en Europe et ailleurs dans le monde, les systèmes de soins de santé doivent évoluer vers plus de prévention, plus de qualité et d'efficacité, plus de soins à domicile, plus de santé mobile et digitale, et doivent, par-dessus tout, susciter l'innovation et l'entreprenariat.

Et cela est bel et bien le cas en Europe où l'on observe une explosion d'innovations HealthTech, un nom qui rassemble les Care Tech (entreprises qui développent des solutions dans le domaine du bien-être), Reg Tech (Regulatory Technology) et Med Tech (Medical Technology). En Belgique, presque 10% des

entreprises de technologies font partie du HealthTech, ce qui représente un nombre conséquent pour un pays aussi petit et complexe.¹⁵ C'est un nombre impressionnant lorsque l'on sait que les start-ups belges restent confrontées à un certain nombre d'obstacles de taille qui les empêchent de suivre le même parcours d'évolution rapide et fructueux que celui de Google, par exemple. La complexité de notre système de soins de santé, la difficulté pour les jeunes entrepreneurs de cerner le secteur médical très hétérogène, le pénible accès aux données médicales et l'étroitesse du marché belge sont autant d'illustrations des difficultés pour un entrepreneur belge d'assurer la viabilité – voire le succès – de sa start-up e-santé.

C'est justement pour surmonter ces difficultés qu'il existe chez nous de plus en plus d'initiatives et de structures, régionales ou nationales, destinées à accompagner et supporter l'entreprenariat dans le secteur de la santé. Pensons notamment à la nouvelle initiative HealthTech.Belgium, soutenue par la ministre de la Santé, Maggie De Block, et par le ministre de l'Agenda numérique, Alexander De Croo, ou au programme unique MedTech Accelerator, lancé cette année à l'initiative des trois Régions et destiné à soutenir les entrepreneurs développant leur projet dans le secteur médical.

Dans ce contexte, le gouvernement joue un rôle majeur dans le soutien et le développement de l'industrie HealthTech. Celui-ci constitue l'investisseur principal dans les start-ups, principalement par le biais de fonds d'investissement publics ou semi-publics. Ainsi, les sources de financement en Belgique ne sont pas difficiles à trouver lorsque le projet s'avère avoir un réel potentiel. Encore faut-il parvenir à se distinguer dans un contexte où de nombreux talents tentent de se surpasser les uns les autres.

¹⁰ PwC, *What doctor? Why AI and robotics will define New Health*, Updated June 2017.

¹¹ Statistiques du Service Public Fédéral de l'emploi, citées par CJG, *Accompagner la robotisation de l'économie* (voy. *infra*), p. 25.

¹² *Ibid.*

¹³ Accenture, 2017.

¹⁴ McKinsey&Company, *Digitally-enabled automation and artificial intelligence: Shaping the future of work in Europe's digital front-runners*, octobre 2017, p. 32.

¹⁵ O. Mohout and S. Staelraeve, "5 things you need to know about the Belgian HealthTech landscape in 2017" (*Startups.be*, 3 janvier 2017).

Il est donc intéressant d'analyser l'apport et les bénéfices considérables qui peuvent être apportés par l'IA et la robotique dans le secteur médical, qu'il s'agisse de l'e-santé ou des biotechnologies. Nous l'avons vu, une (r)évolution est en cours, poussée tant par l'impératif de santé publique que par la volonté de faire partie de cette « compétition de l'innovation médicale » qui pourrait rapporter gros pour les entreprises – et aussi, bien sûr, pour l'économie nationale. L'Union Européenne tente d'adopter une posture proactive en matière d'IA dans la santé. En 2012 déjà, la Commission publiait un « plan d'action pour la santé en ligne 2012-2020 – des soins de santé innovants pour le XXI^e siècle ». En 2015, le Groupe européen d'éthique des sciences et des nouvelles technologies publiait son Opinion n° 29 sur les implications éthiques des nouvelles technologies de santé et la participation des citoyens. Mais dans quelle mesure exactement l'Union Européenne peut-elle réellement soutenir l'industrie HealthTech sur son territoire ? De quelle manière peut-elle la guider, l'encadrer, la freiner ?

Il convient par ailleurs d'examiner la manière dont l'écosystème belge des soins de santé est structuré, sa réactivité aux besoins et évolutions de santé publique, son potentiel d'innovation et son ouverture au risque. Quelles sont les priorités des entreprises belges, comment se démarquent-elles sur le marché analysé ? Quels sont les systèmes d'accompagnement mis en place ? Comment les autorités belges soutiennent-elles l'épanouissement de leur industrie médicale ? Quels sont les obstacles institutionnels, financiers ou stratégiques qui se posent aux jeunes entrepreneurs ?

Pour mener à bien cette analyse, il nous faudra inévitablement revenir sur l'importance capitale d'un système de collecte, de gestion et d'usage des données de santé à la pointe et unifié, tant au niveau européen qu'au niveau belge ou régional. Ces données sont en effet d'importance capitale pour l'industrie médicale, qu'il s'agisse des grosses entreprises qui innovent ou des start-ups qui désirent se développer au sein du marché mondial de la santé digitale, évalué à 118 milliards \$ en 2017 et estimé à plus de 200 milliards \$ d'ici 2020.¹⁶ L'accès et l'usage de ces données sont les prémisses d'un système qui répond adéquatement aux défis de santé publique tels que décrits ci-avant. Ils ouvrent la porte à une médecine plus prédictive, personnelle et efficace, mais nécessite néanmoins un cadre légal renforcé et unifié.

¹⁶ X, « Les enjeux de la santé digitale » (LLB, 16 décembre 2017).

I. L'AGRICULTURE FACE AUX DÉFIS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'AGRICULTURE PRÊTE POUR DEMAIN ?

« La technologie peut nourrir durablement les villes en développement dans le futur. Voici comment »¹⁷. C'est par ce titre accrocheur que deux chercheurs et consultants ont voulu affirmer l'apport essentiel des nouvelles technologies (et particulièrement de l'IA) pour le futur de notre agriculture.

C'est que les enjeux et l'état actuel de l'agriculture méritent une affirmation aussi catégorique. Le modèle actuel est soumis à d'innombrables pressions internes et externes qui laissent penser que la rupture à venir aura des conséquences plus importantes que les évolutions précédentes.

Car, comme nous l'avons rappelé dans l'introduction de cette étude, nul besoin d'être spécialiste pour faire état des évolutions majeures de l'agriculture, que ce soit dans une perspective historique sur un temps long (de la sédentarisation de l'homme à nos jours) ou au travers de l'étude des changements technologiques, financiers, sociologiques et commerciaux du siècle dernier.

Les défis qui attendent l'agriculture sont énormes. La liste de ceux-ci, certes évasive, présentée en introduction doit maintenant être complétée et précisée afin de la rendre opérationnelle dans le cadre d'une vision globale permettant de relier chaque problématique à une solution directement applicable de l'IA ou, le cas échéant, à une opportunité ou un risque nécessitant *de facto* une action politique de sorte à articuler une réponse adaptée.

Bien entendu, nous pourrions considérer que chaque enjeu n'exige pas une solution directement apportée par l'IA. Des politiques publiques efficaces ne nécessitent pas nécessairement le recours à des technologies de pointe pour apporter des réponses adéquates.

Si un tel raisonnement est évidemment acceptable et logique, il révèle toutefois notre incapacité à appréhender l'ensemble des possibilités offertes par l'IA et l'utilisation de données. Beaucoup sont encore surpris des capacités incroyables de certains robots ou des nouveaux marchés ouverts par des algorithmes. L'IA se situe encore à la frontière du réel, de l'imaginaire et de l'impensable pour le grand public comme pour le monde politique. C'est au gré des prouesses technologiques, généralement relayées par les médias, que le monde extérieur se fait petit à petit une idée des possibilités de ce champ technologique, sans pour autant être en mesure d'anticiper la suite.

Cette étude et les solutions présentées font ainsi partie de ce processus permettant d'appréhender les solutions offertes par l'IA pour chaque enjeu. Il ne s'agit pas de dire que l'IA constitue *la* solution la plus pertinente à chaque problème, mais bien de démontrer que son champ d'application est tellement large qu'elle ne peut que s'imposer dans le débat public.

Dans ce chapitre, nous commençons par présenter les grands enjeux qui entourent la production agricole, avant d'énumérer conjointement les solutions, les opportunités et les risques apportés par l'utilisation de l'IA. Viendront ensuite le cadre réglementaire et les initiatives, privées ou publiques, régionales, fédérales et européennes, qui se développent autour de

l'IA.¹⁸ Afin d'étayer notre propos, plusieurs exemples concrets d'application de l'IA en agriculture (et plus largement, dans la chaîne alimentaire) seront présentés tout au long de ce chapitre.

Ce cheminement nous mènera naturellement aux recommandations que nous pourrions adresser aux décideurs politiques pour développer le plein potentiel de cette technologie dans le secteur agricole.

DE NOMBREUX ENJEUX, TROIS GRANDS THÈMES

Quels sont les grands enjeux auxquels fait face l'agriculture ? Il est relativement aisé d'en dresser une longue liste, tant l'actualité nous rappelle constamment la nécessité de transformer notre mode de production agricole (ou à tout le moins le besoin de s'adapter aux pressions externes).

Toutefois, dans le cadre de cette étude et pour faciliter la présentation au lecteur, nous proposons d'évoquer trois grands thèmes résumant les défis qui se présentent : un environnement sous pression, de nouvelles méthodes de production, et des relations nouvelles au sein de la chaîne alimentaire. Ces trois thèmes n'existent évidemment pas en vases clos. Les interactions entre eux sont déterminantes, et il convient de les lire en gardant en tête cette notion cruciale.

À la suite de cette présentation, nous terminerons par quelques éléments essentiels sur le métier d'agriculteur, qui subit lui aussi de nombreux changements et doit faire face à de profondes mutations auxquelles l'IA pourra également répondre.

¹⁷ F. Davies et B. Garrett, "Tech can sustainably feed developing world cities of the future. Here's how" (*SingularityHub*, 5 septembre 2018).

¹⁸ Dans cette partie, nous nous éloignerons quelque peu du domaine agricole, certaines dispositions réglementaires ou initiatives n'étant pas directement liées à ce secteur mais ayant tout de même un impact sur celui-ci.

1) UN ENVIRONNEMENT SOUS PRESSION

L'environnement est probablement le facteur le plus déterminant pour le futur de notre agriculture, du niveau le plus local aux grandes exploitations européennes, de la production végétale à l'élevage. Les changements climatiques et ses conséquences pèsent sur la productivité et le rendement des récoltes, et donc sur les revenus des agriculteurs, l'approvisionnement de la chaîne alimentaire, le type de culture choisie, l'utilisation d'intrants chimiques, le comportement des consommateurs, etc.

En Belgique et en Europe, les exemples les plus frappants sont les sécheresses des dernières années qui ont affecté bon nombre de nos régions. À titre d'exemple, la Fédération wallonne de l'Agriculture estimait les pertes liées à la sécheresse de 2018 à 358 millions d'euros¹⁹, mettant directement en cause la faiblesse des aides publiques (fonds des calamités, aides exceptionnelles, compensations fiscales, etc.) proposées par la Région.

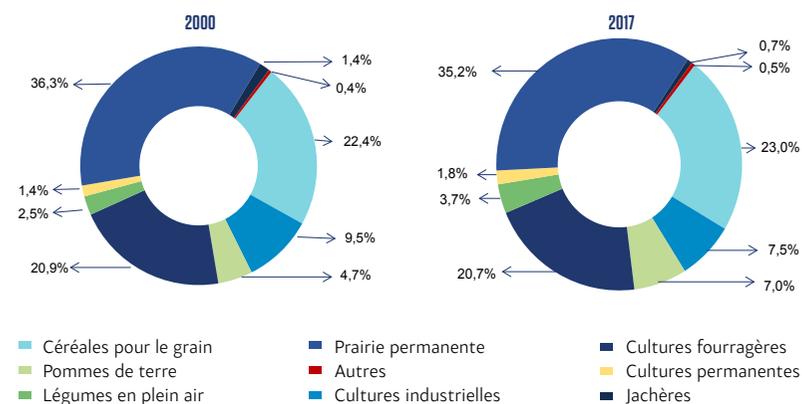
Ces épisodes de sécheresse étant de plus en plus récurrents, l'on peut directement s'interroger sur les réponses à y apporter tant en amont qu'en aval, le soutien financier ne pouvant raisonnablement pas être une solution de long terme.

Toutefois, il est à noter que les enjeux climatiques ont des effets paradoxaux, certaines modifications du climat ayant également un effet positif sur la production de denrées. Cela ne peut toutefois pas constituer un motif de satisfaction unique et nécessite également une réponse politique. En Belgique, ce mouvement de réorientation des cultures reste relativement marginal et n'est pas nécessairement dû à un changement de climat mais plutôt à des modifications de la production de produits transformés pour répondre aux attentes des consommateurs ou à la présence (ou disparition) de politiques publiques régulatrices. La betterave sucrière en est ainsi un exemple frappant, mais nous y reviendrons.

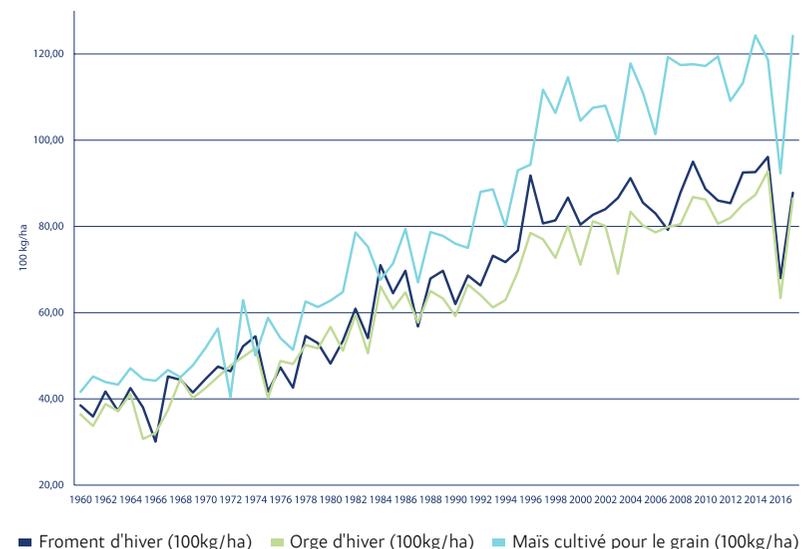
Si, comme on le voit sur ce graphique montrant l'importance des différentes cultures en Belgique (cultures en plein air, la précision est importante), on constate une assez forte stabilité dans les différents types de céréales ou de légumes cultivés, c'est le rendement de ces cultures qui pose problème. Dans la tendance haussière de long terme identifiable sur le graphique ci-dessous, on aperçoit également des chocs importants dans le rendement de certaines cultures.

Nous évoquons ainsi les sécheresses, mais la récurrence d'évènements extrêmes et imprévisibles, certains de courte durée, s'accélère. A ces évènements soudains, il convient d'ajouter d'autres tendances de long terme, elles aussi associées au changement climatique, telles que la modification des moyennes de température et de précipitation, les maladies nouvelles, la disparition d'insectes pollinisateurs ou le manque d'eau. Toutefois, le changement climatique n'est pas la seule cause de ces conséquences observables. En effet, quels effets du recours à certains intrants dans les cultures sur la résistance des microbes ? Quelles conséquences d'une agriculture aux ressources non maîtrisées sur les capacités des nappes phréatiques ?

IMPORTANCE DES DIFFÉRENTES CULTURES (EN HA)



EVOLUTION DU RENDEMENT DE QUELQUES CULTURES (1960-2017)



Source : Statbel, Chiffres clés de l'agriculture 2018

¹⁹ Marc Mélon, « La sécheresse reste un gros problème pour les agriculteurs » (RTBF, 18 octobre 2018).



Quoiqu'il en soit, s'il n'est pas encore évident de noter l'augmentation de la fréquence de ces chocs dans le rendement des cultures, les prévisions largement relayées par la presse n'encouragent pas à l'optimisme. Il est également aisé de comprendre que ces changements climatiques à l'échelle de la Belgique ou de l'Europe auront un impact direct sur l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Ironiquement, l'agriculture, à l'échelle mondiale, est également responsable des émissions de gaz à effet de serre. L'élevage et les exploitations agricoles sont responsables d'environ 10% des émissions belges²⁰, mais de près de 25% des émissions au niveau mondial²¹. Pour nuancer ces chiffres, il convient de préciser que si les émissions du secteur sont en baisse en Belgique et en Europe, elles augmentent partout ailleurs, « et pourraient continuer à augmenter de 30% d'ici 2050, si les efforts pour les réduire ne sont pas intensifiés »²².

Dès lors, de même que les modifications du climat et ses conséquences dans nos régions seront liées de près à d'autres enjeux liés à la production agricole, il convient de préciser que la question environnementale dépasse évidemment le cadre de l'Europe, et affecte bon nombre de régions du monde. Dans une économie mondialisée, il ne faut pas sous-estimer les interactions au sein de l'ensemble de la chaîne alimentaire, composée de multiples points de production et de transformation locaux dispersés sur l'ensemble de la planète.

Une diminution de la production agricole primaire en Asie ou sur le continent américain pourrait affecter notre production dans bien des aspects : manque d'approvisionnement affectant la production de produits transformés, réorientation du choix des cultures, et donc hausse de nos exportations et/ou baisse de nos importations.

Ce critère d'interactions globales n'est nullement à négliger. Il prédestine des choix locaux et régionaux de production (on parle certes moins, chez nous, de modification des types de culture), altère le bon fonctionnement de toute la chaîne alimentaire et accentue d'autant plus les contraintes auxquels nous faisons face. Rendre à l'agriculture mondiale sa capacité de contribuer positivement à l'effort climatique relève certes principalement des pays dits « émergents », mais l'Europe ne peut éviter la question.

La réponse politique à ce grand enjeu environnemental et ses composantes que nous venons d'évoquer doit donc s'inscrire dans une vision globale, qui ne se limite pas à la compensation de pertes financières des agriculteurs mais impacte l'ensemble des acteurs de la chaîne alimentaire, renforçant au besoin le rôle de certains et les modes de prévention en son sein. À ce titre, l'IA, dans sa capacité de s'intégrer dans l'ensemble de la chaîne alimentaire, offrira une réelle plus-value et une anticipation/protection des risques essentielle au XXI^e siècle.

Protection et choix des cultures, maîtrise accrue des ressources, renforcement du fonctionnement de la chaîne alimentaire par une meilleure connaissance des capacités et besoins ainsi que l'anticipation des risques seront les moteurs d'une politique agricole intelligente dans les prochaines années.

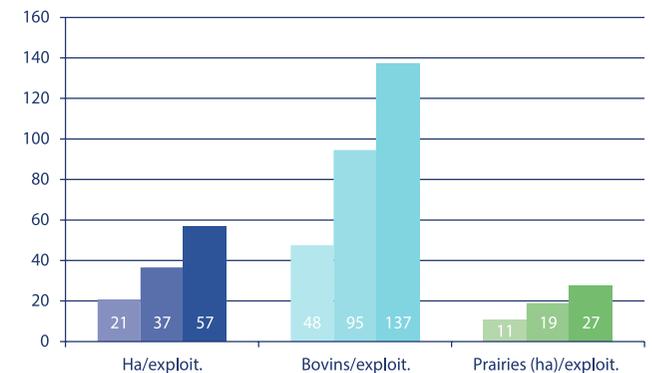
2) DE NOUVELLES MÉTHODES DE PRODUCTION

Si l'enjeu environnemental présenté plus tôt a une visée prospective, il n'empêche que le mode de production agricole a déjà bien évolué, notamment en raison de bouleversements internes. Ce thème vient ainsi rassembler un ensemble de facteurs liés notamment à la globalisation des échanges,

au besoin de production de plus en plus important et à la sociologie des agricultures. Ces facteurs viennent s'ajouter au thème précédent pour compléter notre compréhension globale des changements dans le fonctionnement de la chaîne alimentaire.

L'élément le plus marquant dans le mode de production est sans aucun doute lié à la taille des exploitations, corolaire de la diminution du nombre de celles-ci. Comme le note Statbel²³, « Le nombre d'exploitations agricoles ou horticoles baisse chaque année. Toutefois, la superficie totale de l'ensemble des exploitations recule beaucoup moins vite. En moyenne, les exploitations ne cessent donc de s'agrandir. Depuis 1980, la superficie moyenne des exploitations a presque triplé. »

EVOLUTION DE LA TAILLE MOYENNE DES EXPLOITATIONS EN RÉGION WALLONNE EN 1980, 2000 ET 2017



Source : Statbel, Chiffres clés de l'agriculture 2018

²⁰ Climat.be, La contribution des principaux secteurs aux émissions totales et leur évolution (2016).

²¹ FAO, Augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture (2014).

²² Idem.

²³ Statbel, Chiffres clés de l'agriculture 2018.

Cette augmentation de la taille des exploitations pose plusieurs défis pour les agriculteurs, et pour l'ensemble de la chaîne alimentaire. Des exploitations plus grandes sont obligatoirement dépendantes d'une mécanisation poussée et modifient concrètement le métier d'agriculteur. Celui-ci n'est plus un paysan au sens premier du terme, mais voit les tâches mécaniques qu'il exerçait autrefois remplacées par des besoins nouveaux de gestion et de planification, directement liés à l'accroissement des machines sur ses terres. La question de la formation des agriculteurs sera un élément déterminant pour accompagner l'émergence de l'IA. De même, si l'on souhaite que des champions de l'IA agricole se développent en Europe, il faut s'assurer que les capacités de développement de technologie IA (la disponibilité et traitement des données notamment) puissent être réalisées sur le continent.

Car en lisant ce chapitre en gardant en tête notre objectif de développer l'IA dans l'agriculture, on peut s'interroger sur la capacité de cette dernière à s'adapter à tous les types et toutes les tailles d'exploitations, sans être réservée à de grands industriels financièrement capables tant de développer ou d'obtenir cette technologie que de former le personnel nécessaire pour l'exploiter pleinement. La capacité de l'IA à assurer un rendement suffisant et soulager des épisodes critiques liées aux changements climatiques dépendra ainsi de son « taux de pénétration » global et de sa vitesse de propagation dans les cultures.

Mais avant cela, avec l'augmentation de la taille des exploitations vient généralement la question de l'accroissement du rendement de celles-ci et de l'utilisation des ressources. La croissance de la population mondiale exige un rendement élevé et une réduction des pertes au sein de la chaîne alimentaire. A ce titre, il est à noter que selon un rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, « un tiers de la production alimentaire destinée à la consommation humaine dans le monde est perdue ou gaspillée, atteignant

environ 1,3 milliards de tonnes par an. (...) De la production initiale jusqu'à la consommation par les ménages, des pertes et gaspillages alimentaires sont constatés tout au long de la chaîne alimentaire ».²⁴

La production sur de grandes surfaces, généralement associées au terme d'agriculture intensive, est liée à la question de l'accès à l'eau et à l'épuisement des sols. La question du rendement ayant entraîné l'accroissement de la taille des exploitations est désormais mise sous pression par la rareté des ressources et les capacités des sols à produire. Ce à quoi il convient d'ajouter les conséquences climatiques évoquées précédemment. Une analyse de l'Académie américaine des sciences²⁵ abondait dans ce sens, et ce pour toutes les régions du monde.

L'idée même que le rendement agricole en Europe atteindrait donc un pic se renforce donc si l'on combinait ces facteurs à la réduction globale des surfaces cultivées (en termes d'hectares totaux de surface cultivées). L'urbanisation croissante et la disponibilité des terres cultivables sont également devenues des enjeux majeurs de l'agriculture du XXI^e siècle... rapidement exploités par de nouvelles formes de production.

« L'agriculture urbaine » est un phénomène croissant dans les grandes villes occidentales. Comme d'autres, le développement de ce nouveau mode de production répond à plusieurs préoccupations : diminution des espaces ruraux cultivables donc, mais également volonté de créer des circuits courts ou de produire de manière plus écologiquement responsable.

Pouvons-nous toutefois parler de nouveau mode de production ? La cellule environnementale de la Région Bruxelles-Capitale notait il y a peu que « la filière doit encore se professionnaliser »²⁶. Mais les possibilités sont réelles et la capacité d'adaptation et l'ingéniosité de ces nouvelles fermes surprennent : sur les toits des immeubles et des supermarchés (et dans les caves), dans des hangars urbains ou au sein de

bâtiments à l'aide de lumières LED et de capteurs en tout genre. Et ce tout en assurant une production linéaire toute l'année.

Ainsi, de par sa nature, l'agriculture urbaine utilise et utilisera largement les outils de l'IA pour permettre un volume de production suffisant. Nous le verrons, plusieurs initiatives apparaissent, et les entrepreneurs derrière ces projets constituent un public urbain, jeune et connecté, plus à même de recourir et d'intégrer largement les nouvelles technologies dans leur production.

Quoiqu'il en soit, cette nouvelle réalité de production, si elle se maintient, peut constituer un élément déterminant de l'agriculture du futur, misant sur cette dualité urbain-rural et à laquelle l'IA viendrait se greffer selon les besoins. On pourrait même imaginer que l'agriculture urbaine devienne un laboratoire vivant de l'agriculture connectée, sorte d'incubateur pour les entreprises souhaitant se lancer avant d'attaquer un marché plus large.

3) DES RELATIONS NOUVELLES AU SEIN DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

De nombreux enjeux évoqués précédemment viennent peser sur l'ensemble de la chaîne alimentaire, de la production à la distribution en passant par la transformation. La globalisation de l'économie a en effet entraîné la multiplication d'acteurs dans la chaîne alimentaire. Celle-ci est désormais mise sous pression en raison d'éléments externes (le principal exemple étant l'impact des changements climatiques sur les productions primaires), mais également en son sein même, les modifications comportementales et stratégiques des acteurs (et l'apparition de nouveaux) impactant son fonctionnement tout entier.

²⁴ FAO, « Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde » (2012).

²⁵ *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, "Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates" (2017).

²⁶ AFP, « En plein essor à Bruxelles, l'agriculture urbaine cherche son modèle économique » (RTBF.be, juin 2018).

Ainsi, on notera que la restructuration du secteur de la grande distribution bouscule les business models et accélère la nécessité pour les entreprises d'évoluer rapidement. L'émergence des magasins hard discount, la multiplication des commerces de proximité, franchises de grande chaîne, la croissance exponentielle de l'e-commerce y compris dans le secteur alimentaire ou le développement des magasins bio sont autant de phénomènes a priori contradictoires mais qui amplifient les tensions entre acteurs. On observe ainsi un double phénomène de tension sur les prix et de valorisation de modes de production « bio » et « équitables ».

Ce double phénomène est particulier, fonctionnant tantôt de manière parallèle (des prix bas pour les produits issus de la production intensive et des prix élevés pour le bio) et tantôt de façon coordonnée. Un exemple marquant est la campagne récente de l'entreprise Carrefour visant à proposer à ses clients « les produits bio les moins chers du marché ». Le Collège des Producteurs wallons avait vivement réagi à cette annonce, dénonçant le fait qu'une « guerre des prix bas dans le secteur bio aura deux conséquences plus que probables : la croissance des importations au détriment des productions locales et un prix plancher pour les producteurs bio »²⁷. À l'inverse, le Collège des producteurs avait lancé son label « Prix juste Producteur »²⁸ pour réaffirmer leur place dans les différentes filières.

Cet exemple illustre le fait que l'émergence d'un marché bio censé être plus rémunérateur pour le producteur, dont la position avait été progressivement affaiblie dans la chaîne alimentaire, n'a pas apaisé les tensions avec les autres acteurs de la transformation et de la distribution. L'on peut en déduire que cette nouvelle méthode de production seule n'est pas la solution, puisqu'elle subit les mêmes contraintes et que dans une économie mondialisée, sa production en masse est possible.

C'est notamment pour cela que certains producteurs sortent des filières classiques pour diminuer le nombre d'intermédiaires et interagir directement avec les consommateurs.

Car le consommateur en bout de chaîne, de par sa volonté propre ou en raison d'éléments externes (marketing, mise en lumière de problèmes environnementaux etc.), établit également de nouvelles obligations pour les producteurs. Les questions de bien-être animal, de limitation des pesticides et des intrants chimiques, la volonté d'une autonomie alimentaire locale et autres préoccupations citoyennes orientent le marché vers de nouveaux types de produits. À l'inverse, la demande croissante pour des produits transformés, généralement sucrés, a pu doper la production de betteraves sucrières en Europe. Le consommateur agit ainsi à la fois comme acteur décisionnel et comme cible dans les interactions entre acteurs.

Quoiqu'il en soit, et alors que les consommateurs sont de plus en plus nombreux, il faudra assurer la répartition de valeur au sein de la chaîne alimentaire et permettre une saine compétition, le tout en assurant une production suffisante protégée des aléas environnementaux. On le voit, ce troisième thème est à la fois la cause et la conséquence des deux premiers, puisque le fonctionnement même de la chaîne alimentaire est remise en question.

L'IA peut améliorer le fonctionnement global de la chaîne alimentaire. Mais les conditions de son développement et son utilisation future nécessitent l'implication de tous les acteurs, avec le soutien du politique, pour que la répartition de richesse soit la plus juste et la plus représentative possible de l'état du marché.

L'AGRICULTURE À L'HEURE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

QUEL PROFIL POUR L'AGRICULTEUR DE DEMAIN ?

Une problématique évidente apparaît en filigrane de chacun des trois thèmes évoqués : celle du statut de l'agriculteur. Dans son « Manifeste pour un XXI^e siècle paysan », Silvia Pérez-Vitoria tente de démontrer que « les agriculteurs industrialisés sont les plus fragiles » : « Ils sont endettés, ils ont perdu très souvent la maîtrise des marchés dans lesquels ils doivent vendre, même du point de vue connaissances et savoirs, ils dépendent souvent de techniciens qui leur imposent des normes (...) [Il faut] produire ce qu'on peut produire, et ce qu'on ne peut pas produire, on l'exporte ou on l'importe »²⁹.

Cette vision pessimiste du statut de l'agriculteur, confortée par un refus de la technologie, ne servira pas l'agriculteur sur le long terme. Leur sociologie particulière, responsable en partie du déclin du nombre d'exploitations, ne permet pas ce « retour à la production primaire » idéalisé. Au contraire, l'apport de l'IA pourra permettre une production sécurisée, favorisant l'émergence de nouvelles cultures autrefois impossible sans cet outil. Ainsi, la production en bâtiment de fruits et légumes autrefois importés n'est-elle pas la meilleure des solutions, à l'aide des nouvelles technologies ? Ne permettra-t-elle pas de renforcer la capacité de l'agriculteur à vendre sur un marché, fusse-t-il local, autrefois inaccessible ? Imaginer une version passéiste vertueuse de l'agriculteur ne permet pas d'envisager ce que sera la production de demain.

²⁷ Collège des Producteurs, « (Communiqué de presse) Du bio juste plutôt que juste du bio dans les grandes surfaces! » (septembre 2018).

²⁸ Collège des Producteurs, « (Communiqué de presse) Les premiers produits « Prix Juste Producteur » ont reçu leur label » (mai 2018).

²⁹ Interview de Silvia Pérez-Vitoria sur la RTBF, 14 novembre 2018.

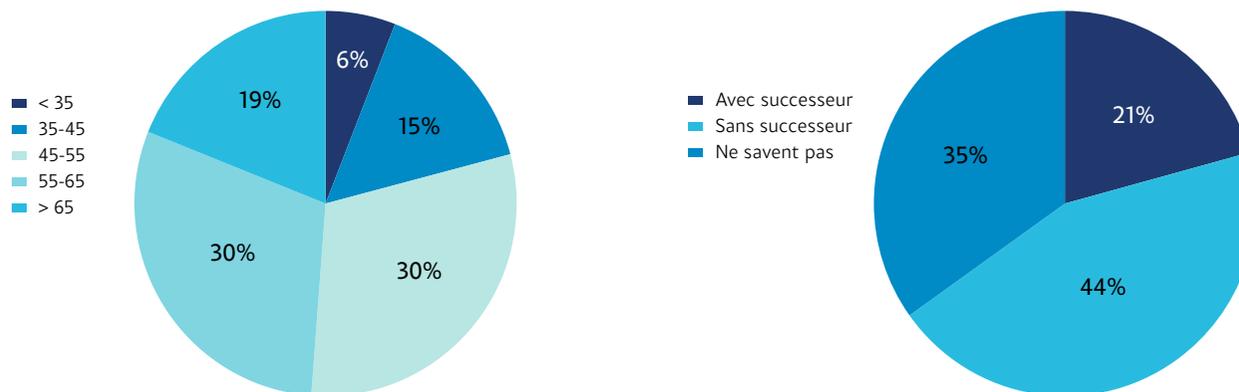
Deux études mises en avant par le site Digital Wallonia viennent soutenir cette thèse :

« Nesta, organisme de recherche anglais, a démontré que l'intégration de technologies numériques pouvait augmenter, d'environ 18%, les revenus d'une ferme en activité mixte (culture de blé avec du bétail en pâturage) de taille moyenne en Angleterre et minimiser les impacts environnementaux avec la rationalisation de l'utilisation d'intrants. American Farm Bureau, organisme de recherche américain, a réalisé un sondage auprès d'un panel d'agriculteurs. Ceux-ci estiment que l'utilisation de nouvelles technologies réduit le coût des semences, des engrais et des pesticides d'environ 15% et augmente les rendements des cultures d'environ 13% »³⁰.

Pourtant, selon le Baromètre 2018 de maturité numérique des entreprises wallonnes, le secteur agricole est encore très en retard par rapport à d'autres en la matière, étant d'ailleurs classé avant-dernier sur une liste d'une quinzaine de secteurs.³¹ L'utilisation d'internet sur les exploitations reste encore trop peu développée. Les agriculteurs n'ont d'ailleurs pas encore intégré les bénéfices du numérique et de l'IA pour leur exploitation : 44% des agriculteurs wallons envisagent les technologies numériques comme un moyen d'accroître leur rentabilité, et seul 30% considèrent que le numérique aura un impact environnemental positif.³²

En revanche, il est essentiel de rappeler que l'endettement des agriculteurs est lui un problème de long terme qu'il convient de solutionner, en valorisant sa production et en proposant des outils financiers adaptés qui dépassent le cadre de la subvention par hectare, qui, seule, ne constitue pas un soutien efficace au renforcement du rôle de l'agriculteur dans la chaîne alimentaire.

ÂGE DES EXPLOITANTS ET SUCCESSION DES EXPLOITANTS DE 50 ANS ET + (2016)



Source : SPW Agriculture

Ainsi, le développement d'une filière technologique agricole doit être une priorité du politique. L'agriculteur de demain sera connecté, qu'il soit rural ou urbain. Cette filière technologique doit comprendre des formations adaptées, favoriser l'émergence d'outils offrant une réelle plus-value pour le terrain auquel ils sont destinés et offrir une perspective financière stabilisée, impactant directement l'ensemble de la chaîne alimentaire en assurant la juste répartition des valeurs. Point de main invisible dans ce schéma, qui doit résulter de choix politiques clairs.

Si nous aurons l'occasion de développer ces arguments, il convient d'affirmer que le profil même de l'agriculteur devra évoluer. Et ce notamment pour éviter qu'il ne soit que la victime passive d'une évolution que le politique n'aurait pas accompagnée. L'accompagnement de cette évolution est d'autant plus important que le profil sociologique de l'agriculteur laisse entrevoir de nombreux défis, tant en termes de diminution du nombre d'agriculteurs que de capacités de formation pour les plus âgés d'entre eux, comme le montre le graphique ci-dessus.

³⁰ Digital Wallonia, « Smart Farming, le numérique est dans le pré » (2016).

³¹ Digital Wallonia, Baromètre 2018 de maturité numérique des entreprises wallonnes (octobre 2018).

³² Idem.



DES INTERACTIONS COMPLEXES ENTRE CAUSES ET CONSÉQUENCES AU SEIN DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Cette présentation des enjeux auxquels fait face l'agriculture peut aisément laisser perplexe. Quels sont les facteurs déterminants majeurs ? Comment séparer les causes des conséquences ? S'il n'est pas aisé de décrire schématiquement les interactions entre tous ces enjeux, force est de constater qu'ils interagissent tous entre eux et qu'il est impossible, voire inutile d'en isoler un sans considérer les autres.

Ainsi, les réponses et les solutions que l'IA pourrait apporter doivent-elles aussi être comprises de manière globale. C'est d'ailleurs un des grands enseignements à tirer de cette étude : l'IA, par sa capacité à traiter un grand nombre de données, peut répondre à ces interactions complexes. Son application doit transcender les secteurs et les politiques publiques pour optimiser le fonctionnement de la chaîne alimentaire dans son ensemble et bénéficier à tous.

Le Directeur général du Centre wallon de recherche agronomique, René Poismans, résumait l'ensemble des enjeux sous cette formule : « La ferme de demain est une ferme qui répond à toutes une série d'attentes : pour le producteur c'est la rentabilité, pour le consommateur c'est la qualité à prix raisonnable et pour le citoyen c'est l'environnement et un produit équitable ». ³³

LES SOLUTIONS APPORTÉES PAR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

« La technologie peut nourrir durablement les villes en développement dans le futur. Voici comment ». Reprenons cette affirmation pour tenter de voir les applications concrètes de « l'agriculture intelligente » et les réponses qu'elles apportent aux enjeux que nous avons listés précédemment.

Pour ce faire, gardons en tête la dichotomie précédemment établie entre l'agriculture urbaine et l'agriculture rurale. Cette dualisation de la production agricole agit en effet comme une lame de fond de la transformation technologique à l'œuvre dans le secteur, et permet l'identification nette des technologies de l'IA applicables à l'une ou l'autre.

Nous dressons ici un portrait général des initiatives, majoritairement privées, qui se sont développées en Belgique, en Europe ou dans le monde, en soulignant les enjeux de l'agriculture auxquels elles répondent. Toutes s'inscrivent dans ce que l'on appelle le *Smart Farming*. Cette méthode peut être définie comme la dissémination de technologies diversifiées combinée à une utilisation accrue d'informations collectées et traitées, dans le but de réduire et de simplifier le travail « opérationnel » des agriculteurs. ³⁴

1. Les projets de Google et Microsoft

Afin de répondre à l'introduction de notre étude concernant les projets IA des grandes entreprises numériques, commençons cette liste d'initiatives par plusieurs projets portés par Google et Microsoft, certains d'entre eux directement en Belgique.

Google s'est notamment lancé dans la recherche IA en agriculture pour améliorer le rendement des exploitations et réduire les pertes. ³⁵ Leur laboratoire, Google X, se penche notamment sur l'utilisation de drones pour l'analyse et la gestion des cultures.

Parallèlement, Microsoft investit massivement dans son projet Farmbeats ³⁶, usant de technologies basées sur l'exploitation de données et le *machine learning* (voir *infra*). Constatant l'augmentation de la population mondiale et la raréfaction des terres arables, Microsoft fait le pari de financer des projets

pilotes dans l'agriculture augmentée. Des capteurs, des drones et des ballons sondes viennent ainsi alimenter l'agriculteur en données, son exploitation étant reliée par la ferme à l'internet et au *cloud* pour traiter ses données par divers algorithmes. Des projets pilotes sont pour le moment menés aux USA, en Inde et en Afrique.

En Belgique, l'entreprise n'est pas en reste et propose des formations aux agriculteurs via son « Digital Boostcamp », en partenariat avec le programme public Digital Wallonia. Une partie de ce « camp digital », qui se tient à Namur jusqu'en mars 2019, s'intéresse directement aux enjeux agricoles et propose une formation aux producteurs et aux agriculteurs pour développer leurs exploitations grâce au numérique.

2. Les projets TerrEye et Quadratic

TerrEye est une société belge spécialisée dans l'analyse de données des terres agricoles par drones. Les connaissances engrangées permettent de réduire les coûts d'exploitation, de maintenance et de mise en œuvre.

La société (belge également) Quadratic est quant à elle spécialisée dans l'analyse de données géospatiales, et a pour objectif d'offrir à ses clients une offre complète permettant la collection, la conservation et l'analyse de ces données. L'agriculteur peut ainsi faire des prévisions et des plannings de rendements agricoles. Quadratic travaille de concert avec Copernicus, le programme européen d'observation de la Terre, et a également pour objectif l'interopérabilité des données.

Le potentiel de ces technologies est réel. Comme le notait le Centre wallon de recherches agronomiques, « [I]es premiers capteurs créés permettaient de cartographier les besoins des plantes en azote et donc de cibler et réduire l'usage

³³ Propos relayés sur *La Première*, dans son programme « Tendances Premières » du 18 septembre 2018.

³⁴ Le site de Digital Wallonia donne ainsi plusieurs exemples d'application des nouvelles technologies au secteur agricole : <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/smart-farming/>.

³⁵ J. Vanian, « Alphabet Research Arm X Wants to Apply Artificial Intelligence to Farming » (mars 2018).

³⁶ <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/farmbeats-iot-agriculture/>.

Comprendre la transition numérique

Comprendre le monde qui nous entoure pour mieux anticiper

- Découvrir les grandes tendances et impacts
- Comprendre la transformation numérique
- Intégrer la méthodologie (Lean)

Développer une offre attractive

Vendre plus et mieux en répondant aux besoins d'aujourd'hui

- Appréhender les nouveaux modèles d'affaires (Business models)
- Se positionner par rapport aux acteurs numériques
- Proposer une offre attractive
- Développer de nouveaux produits/services (tests)
- Récolter et générer de la valeur avec les données (Big data)

Transformer la relation-clients

Mettre le consommateur final et les clients au centre de la relation

- Qui sont vos clients?
- Que recherchent-ils?
- Comment se différencier grâce à une meilleure relation? (Expérience client)
- Comment vous faire connaître et faciliter la vente (Digital Marketing)?

Transformer l'organisation

Changer la manière de travailler pour être plus efficace

- Développer une vision stratégique
- Mettre en place une organisation agile et favoriser la collaboration
- Gérer un projet informatique
- Mettre en place des outils digitaux pour faciliter la gestion
- Gérer et communiquer le changement

Programme du Digital Boostcamp Agriculture 2018-2019. Source : <http://www.digitalboostcamp.be/agriculture>

des fertilisants. On a depuis développé des capteurs sols qui détaillent le pourcentage d'argile, le PH, les matières organiques présentes dans la terre, les besoins en eau. Les plus modernes localisent et identifient chaque mauvaise herbe de la parcelle. »³⁷

En résumé, les bénéfices de ces applications sont l'amélioration du rendement de la parcelle, la réduction des coûts et donc la meilleure rémunération de l'agriculteur, la réduction d'intrants chimiques ou encore la minimisation des risques liés au climat.

3. LEA, l'assistant d'exploitation

LEA, acronyme de Logiciel pour Entreprises de travaux Agricoles, se veut être l'assistant personnel des agriculteurs, sorte de plateforme de gestion administrative. L'application offre une aide numérique pour l'enregistrement des bons de travaux, la planification du travail des employés, la préparation de factures, l'exploitation de données ou encore le respect de la réglementation en vigueur.

Si la version actuelle de LEA ne correspond pas (encore) à la version la plus poussée de l'IA, son ambition affichée est bel et bien de remplacer une fonction de secrétariat pour limiter au maximum les tâches administratives. Plus encore, l'aide à la prise de décisions stratégiques est présentée comme la réelle plus-value de l'application. La connaissance précise des données et des coûts engendrés par chaque machine et chaque travailleur, de la consommation de carburant ou de pesticide, de la situation des stocks et même de la mise en place d'une nouvelle réglementation vient directement appuyer les choix de l'exploitant dans ses investissements futurs ou ses choix de production.

Lancée par un jeune entrepreneur belge en 2011, LEA continue de développer son réseau de clients, et donc son expertise, par l'augmentation des données traitées et des retours d'utilisation. Elle travaille également à l'interopérabilité de ses données avec celles des marques de tracteurs connectés, et a récemment fusionné avec SMAG, une entreprise française de logiciels agricoles, qui leur permet de développer de nouvelles applications.

4. Urban Harvest, la Ferme Bigh, Färm et Roots Store, pionniers de l'agriculture urbaine

L'agriculture urbaine est en plein développement. Mais plus que la production, c'est la création d'une nouvelle chaîne de valeur au sein des villes qui représente un potentiel réel et offre des solutions aux enjeux de l'agriculture du XXI^e siècle.

A Bruxelles, plusieurs projets émergent et se complètent :

³⁷ Interview de Quentin Limbourg dans *La Libre Belgique Entreprise* du samedi 3 novembre 2018, page 2.

Le projet Urban Harvest

La jeune start-up bruxelloise Urban Harvest récupère des locaux industriels et des parkings désaffectés pour y cultiver des herbes aromatiques en suivant les principes des « fermes verticales ». Grâce à un système de production modulable, ces fermes peuvent facilement voir le jour dans des espaces couverts de types variés et se prêtent mieux aux possibilités de l'IA que la production agricole classique.

Les entrepreneurs Alexandre van Deun et Olivier Paulus superposent leurs plants sur plusieurs étages allant du sol au plafond et les font pousser en hydroculture, c'est-à-dire avec les racines dans l'eau et sous un éclairage LED. Comme la start-up gère sa production de la semence à la livraison en magasin, elle doit constamment veiller à certains paramètres (température, humidité, cycles de luminosité) et pouvoir les ajuster, ce qui est actuellement le travail d'une petite équipe sur son site d'Etterbeek.

Ce mode de cultivation consomme jusqu'à 90% d'eau en moins que l'agriculture classique et chaque surface est optimisée puisque 200 plantes peuvent être récoltées sur un seul mètre carré.³⁸ En outre les fermes couvertes s'apparentent à des serres, ce qui donne à Urban Harvest l'occasion de se concentrer sur des herbes généralement importées de la Méditerranée ou du Kenya (eg, basilic, origan, ciboulette), réduisant ainsi leur empreinte carbone.

Lancée dans une campagne de financement pour 50.000 € depuis septembre 2018, la start-up a déjà deux contrats de distribution à Bruxelles avec des chaînes de supermarchés bio mais ambitionne maintenant de faire passer son volume de production à trois tonnes par an.³⁹ Dans cette perspective il n'est guère étonnant que ses fondateurs se tournent vers une automatisation à moyen terme.

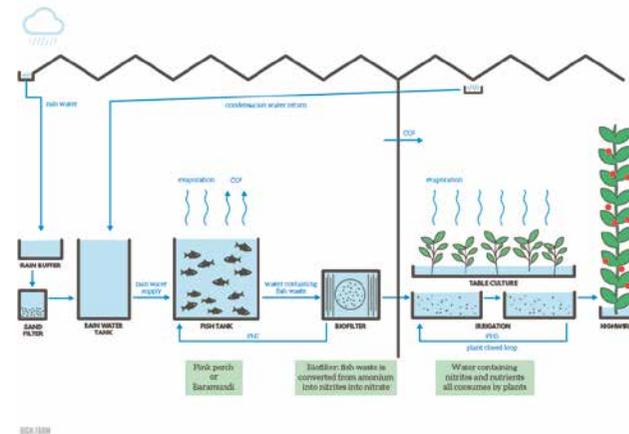
En effet, bien que les systèmes de production basés sur l'IA coûtent encore très cher, leur retour sur investissement peut se révéler impressionnant. « Kameoka », une ferme couverte de Kyoto (Japon) a, par exemple, doublé sa récolte journalière de laitues grâce au système « Techno Farm » développé par la société de robotique SPREAD Co. et compte désormais décupler ce volume en cinq ans, sans aucune main d'œuvre.⁴⁰

De façon similaire mais sans aller jusqu'à l'automatisation complète, la start-up américaine Plenty utilise l'IA pour optimiser la fraîcheur et le goût de ses légumes.⁴¹ Avec déjà 226 millions \$ (199 millions €) de capital risqué en poche et des mentors tels que Jeff Bezos, le fondateur d'Amazon, elle rêve d'ouvrir une ferme verticale à l'extérieur de chaque grande ville dans les pays du Golfe.

Pour devenir viable, ce type de grands projets nécessitera en parallèle un développement de l'IA au niveau des processus souvent chronophages de tri et de distribution des récoltes. Par rapport à ce challenge, il est utile de mentionner le logiciel de *deep learning* « AlphaGo » que Google a d'ores et déjà adapté en 2016 pour trier des concombres selon leurs dimensions et leur variété.⁴²

La Ferme BIGH

La Ferme BIGH est une ferme urbaine, officiellement ouverte depuis avril 2018 et installée sur les toits des abattoirs d'Anderlecht. Différentes cultures au sol sont produites, ainsi que l'élevage de poissons en piscines. Respectant les principes du « zéro déchet » et de l'économie circulaire, le projet a pour ambition de s'étendre pour créer un véritable réseau de fermes urbaines technologiques et écologiques en ville.



Source : Ferme Bigh (<https://bigh.farm/fr>)

Le projet de la Ferme BIGH s'articule autour de l'aquaponie, qui est un mélange d'hydroponie (culture hors sol) et d'aquaculture. Ce système en circuit fermé répond aux mêmes enjeux que Urban Harvest.

L'objectif tant d'Urban Harvest que de la Ferme Bigh est évidemment de vendre leurs produits. Dans le même esprit écologique et technologique, de nouveaux détaillants et revendeurs sont apparus et travaillent directement avec ces nouveaux agriculteurs, intégrant la vision de circuits courts et de production locale.

³⁸ S. N., "Nieuwe indoor kruidenteler: 'Zon nabootsen met ledlampen'" (Bruzz, 20 juin 2018).

³⁹ Rédaction, "La 1ère Ferme verticale commerciale à Bruxelles (Pub.be, 21 juin 2018).

⁴⁰ J. McCurry, "Japanese firm to open world's first robot-run farm" (The Guardian, 2 février 2016).

⁴¹ D. Roberts, "This company wants to build a giant indoor farm next to every major city in the world." (Vox, 11 avril 2018).

⁴² K. Sato, "How a Japanese cucumber farmer is using deep learning and TensorFlow. Mountain View : Google Cloud, 31 août 2016.

Les magasins Färm et Roots Store

Ces magasins sont deux exemples marquants de la logique des circuits courts telle qu'elle se développe en Europe. Färm, construit sous forme de coopérative, valorise l'agriculture locale et biologique via un catalogue de plus de 5000 produits. Chaque citoyen peut ainsi participer au capital et contribuer au développement des 7 magasins ouverts à Bruxelles et Louvain-la-Neuve. Roots Store, également installé à Bruxelles, s'engage également sur la production responsable et l'économie circulaire, en assurant une traçabilité stricte de ses produits.

C'est donc toute une chaîne de valeur qui peut se développer dans les grandes villes, répondant ainsi à plusieurs préoccupations citoyennes grâce à l'exploitation de technologies avancées.

5. Un code de conduite européen sur le partage des données agricoles

Le besoin d'encadrer l'utilisation et le partage des données est désormais au cœur de nombreuses politiques publiques. Ainsi, à l'initiative de plusieurs associations sectorielles européennes, un « Code de conduite européen sur le partage des données agricoles »⁴³ a été établi.

Ce Code établit les droits et devoirs des différents acteurs de la chaîne alimentaire, définissant le propriétaire originel de la donnée et les profits qu'il peut en tirer. Par accord contractuel, celui-ci peut autoriser l'exploitation des données produites, engageant dès lors les autres parties à assurer la protection des données. Les questions de propriété intellectuelle sont également abordées, définissant ainsi les trois rôles clés autour de la donnée : le *data originator*, le *data provider* et le *data user*.

6. PlantVillage et l'outil Nuru : des solutions pour les pays en développement

Le développement de solutions intelligentes requiert la maîtrise de connaissances poussées et d'outils performants, deux facteurs fortement liés aux capacités de recherches et financières dont ne dispose pas ou peu les pays en développement.

Pourtant, et alors que, comme nous l'avons montré, l'agriculture fait face à des enjeux globalisés, l'accès à l'IA dans ces pays est essentiel. Qui plus est, les maladies, l'apparition de nuisibles et les changements climatiques affectent principalement des pays aux ressources limitées, et les risques pour la population locale sont décuplés en raison de leur faible autonomie d'approvisionnement. C'est pourquoi la recherche de solutions innovantes dans les régions du monde moins favorisées est nécessaire pour garantir le bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne alimentaire et l'approvisionnement en ressources primaires des autres régions.

A ce titre, diverses organisations, gouvernementales ou non, peuvent contribuer à développer des solutions ad hoc pour ces régions connaissant des problèmes locaux. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) collabore ainsi avec l'Université d'Etat de Pennsylvanie pour aider les agriculteurs africains à l'aide de l'IA. Le programme « PlantVillage »⁴⁴ vise à rendre accessible l'utilisation de satellites, de drones, de nanotechnologie et d'applications pour ces agriculteurs.

Plus encore, une plateforme collaborative d'échange d'informations est mise en ligne par le programme « PlantVillage ». Les agriculteurs peuvent y poser leurs questions et demander des conseils sur les bonnes méthodes à appliquer pour combattre des nuisibles ou des maladies dans leurs champs.

L'exemple le plus marquant de ce programme est le projet « Nuru »⁴⁵, une application intelligente devant lutter contre la chenille légionnaire d'automne, apparue en 2016 et menaçant gravement les cultures de maïs. L'application Nuru permet à l'agriculteur de confirmer la nature des dégâts causés à un plant de maïs et, via un système d'apprentissage machine propre à l'IA, permet de prodiguer les conseils les plus efficaces et les plus à jour pour lutter contre le nuisible. L'application a même vocation à parler la langue de l'agriculteur pour accroître davantage son efficacité.

Les données récoltées par l'application Nuru sont ensuite envoyées dans la base de données centrale de la FAO, permettant un suivi en temps réel et une amélioration continue des traitements via un agrégat de données (plants touchés, type de traitement le plus efficace, variété de plantes la plus résistante, évaluation du nombre de nuisibles, ...) toujours plus important.

UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DES AGRICULTEURS, BÉNÉFIQUE POUR TOUTE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

La suite d'exemples présentés ci-dessus ne montrent encore qu'un bref aperçu des possibilités offertes par l'IA dans l'agriculture. Une bonne façon de résumer l'ensemble des avantages qu'apportent l'IA serait de concevoir cette dernière comme l'assistant personnel de l'agriculteur, dont l'importance des choix décisionnels au sein de la chaîne alimentaire dépasse celle de la gestion quotidienne de son exploitation.

⁴³ Copa-Cogeca, *EU Code of Conduct on Agricultural data sharing by contractual agreement*.

⁴⁴ <https://plantvillage.psu.edu/>.

⁴⁵ <http://www.fao.org/news/story/fr/item/1142460/icode/>.

Encore une fois, il s'agit de considérer l'évolution nécessaire du rôle de l'agriculteur. Sur les exploitations rurales, il développe des connaissances techniques nécessaires à l'utilisation des outils de l'IA. Dans les villes, les entrepreneurs agricoles développent directement de nouveaux modèles de gestion agricole connectée. Tous deux s'emploient à prendre leur juste place au sein de la chaîne alimentaire, renforcés par les décisions éclairées par l'apport de la technologie.

Que produire ? Quand le produire ? Quel est l'état du marché ? Quelle est la valeur attendue de mon exploitation ? Quels coûts puis-je réduire ? Quels investissements ? Quelle gestion de mes ressources ? Autant de questions auxquelles l'agriculteur de demain pourra consacrer un temps plus important afin d'assurer la rentabilité et la viabilité de son exploitation.

C'est donc principalement en début de la chaîne de valeur que l'IA pourra avoir le plus d'impact. Et c'est bien de cet impact, pourtant très local (à l'échelle d'une exploitation) dont l'ensemble du secteur agroalimentaire pourra tirer profit, tant sur le plan économique qu'environnemental ou social. Car les effets de levier créés en début de chaîne alimentaire sont divers et imbriqués, et renforcent le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne, qu'on imagine également influencé par l'IA.

Sur le plan économique, l'assurance d'une production primaire plus stable (dans les champs ou en ville) diminuera les effets de contrainte sur les prix et assurera le bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne alimentaire. Plus prévisible, plus en phase avec les besoins du marché (qu'il soit local ou mondial), la production limitera les pertes et augmentera les économies d'échelle. Les étapes de transformation et de distribution en seront positivement impactées via une planification plus aisée.

Quant à l'agriculteur, outre une meilleure gestion de son exploitation limitant les pertes et les coûts tout en rationalisant sa production, c'est sa mise en réseau avec d'autres producteurs qui sera renforcée.

La juste répartition de la valeur au sein de la chaîne alimentaire constitue en effet une question centrale, et l'agriculteur y est généralement perçu comme le grand perdant. L'IA doit lui permettre de renforcer la partie « decision-making » de son travail, au même titre que les autres acteurs de la chaîne alimentaire. La liberté gagnée sur l'exploitation quotidienne de ses cultures/élevages lui donnera la capacité d'agir en tant qu'acteur rationnel sur le marché. Acteur individuel, l'agriculteur négociant avec des transformateurs et des revendeurs institutionnalisés a déjà renforcé sa position via diverses organisations de producteurs reconnues par les pouvoirs publics. En intégrant l'IA dans la gestion de ces organisations (partage de données, gestion commune des productions, analyse du marché, etc.) les agriculteurs pourront renforcer leur poids économique.

Sur le plan environnemental, la réduction de l'utilisation d'intrants chimiques et la meilleure utilisation des ressources naturelles (l'eau principalement) auront également un impact positif, renforcé par cercle vertueux grâce aux gains en termes d'économies que cette rationalisation des ressources engendre. L'IA doit en outre aider l'agriculture à contribuer positivement à la politique climatique européenne, via une meilleure gestion des terres et des prairies. Ainsi, il conviendra de développer une IA capable d'intégrer les enjeux climatiques et environnementaux au sein des outils destinés à l'amélioration de la productivité, la rationalisation des coûts ou la sécurité de production.

Un exemple : une analyse poussée de la composition des sols pour définir les besoins en termes de nutriments doit également amener des données quant à la quantité de CO₂ captée par la parcelle, qu'elle soit sous forme de prairie, de jachères ou de culture. Une meilleure connaissance de la capacité des exploitations à contribuer positivement ou négativement à l'effort climatique permettra la prise de décisions efficaces, en concertation avec tous les acteurs du secteur et le monde politique.

Sur le plan social, l'IA doit répondre à des enjeux quelque peu différents selon les régions du monde. Dans les régions les plus pauvres, elle doit permettre avant tout une autonomie alimentaire des producteurs et des écosystèmes locaux qui gravitent autour des exploitations de petites tailles. Cela passe, rappelons-le, par le développement de technologies adaptées aux situations particulières rencontrées dans ces régions. À l'échelle mondiale, cet enjeu est d'ailleurs majeur. Ainsi, la FAO note que « dans le monde, il y a plus de 550 millions de fermes et 83% d'entre elles sont de petites exploitations familiales de moins de 2 hectares avec peu ou pas d'accès à des connaissances permettant d'accroître la productivité. »⁴⁶ Une plus grande autonomie des producteurs leur confèrera également un pouvoir décisionnel plus grand au sein de chaînes de valeur existantes ou nouvelles. Bien entendu, l'aide au développement accordée à ces pays doit rentrer dans cette logique, comme nous le verrons plus tard.

En Europe, les enjeux sociaux sont avant tout liés à la sociologie de deux corps sociaux : celui des agriculteurs et celui des consommateurs. Pour rappel, les agriculteurs ont une moyenne d'âge élevée, et leur taux de remplacement est très faible. En outre, nombre d'entre eux sont endettés et ont souffert des précédentes crises économiques ou climatiques. En ce sens, on assiste à un mouvement d'expansion des cultures et diminution du nombre d'exploitation.

Paradoxalement, cela doit permettre une introduction plus aisée de l'IA, utilisée sur de plus grandes surfaces ayant déjà entamé un processus d'économies d'échelle. Dans le même temps, une agriculture connectée doit favoriser, comme c'est déjà le cas en agriculture urbaine, l'émergence de nouvelles entreprises agricoles dirigées par de jeunes entrepreneurs maîtrisant ou développant les technologies de l'IA et donc capables de développer dans l'agriculture un business model directement viable, alimenté par des fonds privés et publics, orientés pour ces derniers dans un objectif de développement durable auquel l'agriculture connectée peut répondre (notamment, on l'a vu, via le modèle de l'économie circulaire).

⁴⁶ *Plant Village*.

Les consommateurs européens, quant à eux, privilégient conjointement des produits de qualité, respectueux de l'environnement, éthiquement responsables, rémunérateurs pour le producteur mais également à bas coûts. L'IA peut ici intervenir sur deux axes clairs : celui de la réduction des intrants chimiques, de la réduction du gaspillage alimentaire, etc. mais également celui de la composition de la chaîne alimentaire. La réduction du nombre d'intermédiaires répond à une demande de plus en plus forte du consommateur, qui pourrait prendre un rôle bien plus actif en intégrant les outils IA dans ses choix de consommation.

MINIMISER LES RISQUES ET GARANTIR LA JUSTE RÉPARTITION DE LA VALEUR

Malgré les promesses, l'arrivée de l'IA ne peut être simplement constatée au bénéfice pur et entier de l'agriculteur. Il serait utopique de croire que l'agriculteur serait naturellement bénéficiaire de nouvelles technologies, aussi vertueuses soient-elles. Alors que la mécanisation des tâches agricoles et la globalisation des marchés a pu engendrer des externalités négatives pour les producteurs, renforcées par des politiques publiques inadaptées, la révolution de l'IA comporte elle aussi des risques à minimiser tout en acceptant qu'elle est elle-même une partie de la solution.

En effet, les enjeux actuels de l'agriculture s'inscrivent dans un contexte social et environnemental nouveau (risques climatiques qui pèsent sur la production, augmentation de la population, etc.) mais résultent également de ces mêmes externalités négatives (réduction des intrants chimiques, endettement des agriculteurs, nouvelle conception de la chaîne alimentaire, etc.).

Nous pouvons ici lister trois grands risques liés à un développement non accompagné de l'IA en Europe et en Belgique :

- Prédominance de solutions IA issues d'entreprises étrangères ;
- Manque de connaissances techniques des agriculteurs, et donc de formation de ceux-ci ;
- Utilisation des données au détriment des agriculteurs et des consommateurs et manque de transparence dans le traitement des données.

Ces risques pourraient amener plusieurs conséquences négatives :

- Un déploiement raté de l'industrie belge et européenne de l'IA ;
- Un manque de contrôle sur les données exploitées et des possibles influences négatives sur le marché, la position des agriculteurs et des consommateurs dans la chaîne de valeur ;
- Un renforcement de la spéculation sur les prix en raison d'un manque de transparence sur les données des exploitations ou de la chaîne alimentaire ;
- Une perte d'autonomie des agriculteurs dans la gestion de leurs exploitations et un effet de renforcement des intermédiaires (étrangers).

Le rachat de la start-up Blue River Technologies, exemple du potentiel et des risques de l'IA en agriculture

Le fabricant de tracteurs John Deere planchait déjà sur des véhicules automatisés à une époque où Google et Tesla n'existaient pas encore mais ce n'est que depuis son rachat de la start-up Blue River Technologies que l'agriculture automatisée semble devenir une piste sérieuse pour les acteurs du secteur dit « classique ».

La start-up californienne, cédée pour 305 millions \$ (267 millions €), développe une vision artificielle de pointe pour outiller les agriculteurs face aux mauvaises herbes tout en leur permettant de « scanner » leurs champs et évaluer l'état des cultivations. La technologie « See and Spray » emploie plusieurs caméras fixées sur les pulvérisateurs qui, grâce à du *deep learning*, repèrent précisément les mauvaises herbes à éliminer et les plantes à fertiliser, qu'il s'agisse de coton ou de laitue. Avec des paramètres bien ajustés, Blue River promet une économie de 95% sur le volume de produits chimiques pulvérisés qui s'ajoute en outre à une économie de main d'œuvre.⁴⁷

Ce rachat signale un regain d'intérêt pour l'automatisation de l'agriculture mais il montre aussi que ce secteur est non-routinier et donc difficile à numériser⁴⁸ : il faut toujours un cultivateur dans l'habitacle pour prendre en compte des variables telles que la météo ou les oiseaux et y remédier. Toujours est-il que Blue River rapproche l'agriculture classique de la ferme robotisée du futur (que l'on ne verra peut-être jamais) en désignant clairement un aspect automatisable de la cultivation. « See and Spray » permet aux agriculteurs de faire plus avec moins ; cette technologie représente donc un gain de performance comparable à celui des nouvelles générations d'engrais qu'ils ont connues. La vraie différence est que l'innovation est cette fois de nature numérique et non chimique.

⁴⁷ A. Peters, "How John Deere's New AI Lab Is Designing Equipment For A More Sustainable Future. Fast Company", 9 novembre 2017.

⁴⁸ J. Vincent, "John Deere is buying an AI startup to teach its tractors how to farm" (*The Verge*, 7 septembre 2017).

Face à ces différents risques, des politiques ciblées doivent être mises en place. Non pas pour brider un potentiel via l'imposition de normes arbitraires mais pour lui permettre de s'exprimer pleinement au bénéfice des créateurs réels de richesse et d'atteindre les plus hauts standards environnementaux, sociaux et éthiques.

C'est pourquoi, dans le chapitre suivant, nous proposons d'identifier, dans les politiques-clés liées à l'agriculture, les besoins et les opportunités en termes de développement de l'IA dans le secteur agroalimentaire. Les constats dressés amèneront naturellement à la formulation de recommandations qui viendront clôturer cette analyse.

INTÉGRER L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES

Les applications IA présentées dans ce chapitre montrent que les solutions se développent à toutes les échelles. Toutefois, comme nous venons de le rappeler, le politique a un rôle à jouer dans le développement de ces applications et la garantie d'un accès au plus grand nombre.

L'émergence de projets IA portés par le secteur privé ne peut donc pas se suffire à elle-même. Les pouvoirs publics doivent se saisir du sujet et l'intégrer directement à leurs politiques. Ainsi, cette partie vise à pointer les initiatives publiques intégrant l'IA dans ses priorités en Europe et en Belgique afin de comprendre comment nos politiques peuvent permettre de libérer le plein potentiel de l'IA dans le domaine de l'agriculture.

1. L'Union Européenne, niveau de pouvoir crucial

Au vu de ses compétences et de son champ d'action, l'Union Européenne (UE) détient bien des leviers pour le développement à grande échelle de l'IA. En effet, elle dispose de moyens structurants et définit les orientations stratégiques de la Politique Agricole Commune (PAC) tout en ayant la capacité réglementaire et le champ d'action territorial suffisant pour encadrer la gestion et l'échange des données. Ce sont ces deux éléments que nous présenterons ici.

UNE POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE SOUS PRESSION QUI NÉCESSITE UNE RÉFLEXION PROFONDE

Dans le cadre de cette étude, il ne s'agit pas de retracer l'historique de la PAC et des positions de toutes les parties prenantes quant à son évolution, sous peine d'alourdir inutilement la lecture. Afin de garder une perspective dirigée vers l'avenir, nous rappellerons ici quelques éléments factuels avant de présenter les grandes tendances de la prochaine PAC et ce dont il sera possible d'en conclure en termes d'IA pour l'agriculture. Néanmoins, une connaissance approfondie des mécanismes de la PAC reste un élément essentiel dans le chef des gouvernements et des administrations pour l'orientation des politiques nationales, et les recommandations formulées dans cette étude doivent être rendues opérationnelles grâce cette connaissance.

La PAC est une des plus anciennes politiques de l'UE, et celle qui pèse encore le plus dans son budget, à hauteur de 37% de l'enveloppe globale (près de 60 milliards d'euros en 2018)⁴⁹. Quant à la Belgique, elle contribue annuellement à hauteur de 5 milliards d'euros et perçoit 4,2 milliards d'aides en retour (la Wallonie percevant un peu plus de la moitié des aides)⁵⁰.

De nombreuses réformes ont rythmé la PAC, s'enchaînant parfois à un rythme peu soutenable, mais toujours dans un double objectif de réduction des paiements directs aux agriculteurs et de prise en compte d'objectifs climatiques et environnementaux. La dernière réforme de 2013, mise en œuvre à partir de 2015, s'inscrit dans cette démarche en y ajoutant une simplification des mécanismes d'octroi des aides et une gestion plus dynamique des risques.

La structure historique de la PAC est telle qu'elle est divisée en deux « piliers » de financement. Pour résumer, ces deux piliers sont les paiements directs (soutien aux agriculteurs par hectares cultivés) et le développement rural (aides relatives à la préservation des écosystèmes, au renouvellement générationnel, à la réduction et la capture du CO₂, ...), ce second pilier étant co-financé par les Etats-membres.

Toutefois, dans les faits, cette structure en deux piliers tend à s'étioler. Sous l'impulsion de nouveaux objectifs environnementaux et climatiques, le premier pilier comprend de plus en plus de mesures de « verdurisation » et les paiements directs sont ainsi conditionnés à des objectifs davantage liés au second pilier. De même, les capacités budgétaires globales allouées au premier pilier diminuent au profit du second. Enfin, une plus grande flexibilité est laissée aux Etats membres quant à l'allocation des aides.

De nombreuses critiques entourent la PAC, qui cristallise les tensions autour des objectifs-mêmes de l'UE et du monde agricole dans son ensemble. D'aucuns, parmi les Etats membres, la trouvent trop chère ; nombre d'agriculteurs et d'associations agricoles l'estiment trop complexe et déplorent la diminution des aides directes tout en critiquant la perte de solidarité liée à la flexibilisation accrue de cette politique ; les associations environnementales critiquent son manque d'ambition en matière climatique et environnementale, ...

⁴⁹ Commission européenne, *Budget annuel de l'UE 2018*.

⁵⁰ B. Massart, M. Cambier, « La politique agricole commune, une aide européenne de moins en moins solidaire » (RTBF, 30 juillet 2018).



Les critiques sont multiples et détaillées, mais nous n'y reviendrons pas dans cette étude.

Il convient ici de s'intéresser à ce que sera la PAC post-2020, alors que le budget global de l'UE est en négociation et qu'une proposition sur la PAC a été publiée par la Commission européenne⁵¹. Notons d'emblée que le futur cadre budgétaire pour la PAC s'inscrit dans la tendance des réformes précédentes, tout en étant accentué par les effets du Brexit. En effet, la Grande-Bretagne contribue actuellement au budget de la PAC à hauteur de 12 milliards d'euros annuels, une contribution qui ne sera plus disponible (et cela vaut pour l'ensemble du budget de l'UE) dans le prochain Cadre Financier Pluriannuel 2021-2027 qui régit l'ensemble des budgets sectoriels de l'UE.

La proposition de la Commission européenne s'articule donc autour d'une baisse du budget général de la PAC, qui « perdrait » sa place historique de première politique de l'UE en termes budgétaires, avec une baisse du budget total de 5% en euros courants (365 milliards d'euros sur la période 2021-2027)⁵². Plus encore, les aides directes (le premier pilier) devraient diminuer de 15%, renforçant la logique de conditionnalité des aides à la réalisation d'enjeux environnementaux. Il s'agit là d'un premier paramètre essentiel : faire mieux avec moins de moyens. Un objectif qui répond à ce que l'IA doit pouvoir apporter en agriculture.

Quoiqu'il en soit, dans le cadre de cette étude, il est intéressant de constater que les enjeux que nous avons présentés en début de chapitre sont repris tels quels dans les objectifs de la future PAC, preuve de la capacité (ou de la volonté) de cette politique européenne à activer des effets de levier dans ce secteur. Quelles sont donc les priorités de la future PAC et comment y intégrer les solutions IA⁵³ ?

La PAC post-2020 fixe 9 grands objectifs :

- Assurer un revenu équitable aux agriculteurs ;
- Accroître la compétitivité de l'agriculture européenne ;
- Rééquilibrer les pouvoirs dans la chaîne alimentaire ;
- Agir contre le changement climatique ;
- Protéger l'environnement ;
- Préserver les paysages et la biodiversité ;
- Soutenir le renouvellement de génération ;
- Dynamiser les zones rurales ;
- Garantir la qualité des denrées et la santé.

Pour y arriver, les outils sont (entre autres) les suivants :

- Une plus grande flexibilité pour les Etats membres dans l'allocation des aides, avec des possibilités de transferts⁵⁴ entre le premier et le second pilier pour renforcer les priorités environnementales ;
- L'élaboration par les Etats membres de plans stratégiques visant à atteindre les objectifs fixés. Les Etats ont donc une plus grande liberté de moyens et pourront mieux prendre en compte leurs spécificités (types de culture, climat, etc.) ;
- Un ciblage des aides vers les petites et moyennes exploitations et une obligation pour les Etats d'en faire de même ;

- Un soutien renforcé aux jeunes agriculteurs et des règles plus souples en matière de succession de terres ;
- Une conditionnalité totale des paiements directs aux objectifs environnementaux et des récompenses financières en cas de dépassement de ces objectifs ;
- Hors du budget PAC, un montant de 10 milliards d'euros sera alloué à la recherche et l'innovation en agriculture sous le futur programme Horizon Europe pour favoriser le développement de solutions numériques et intelligentes.

On le voit, la PAC post-2020 est clairement inscrite dans une logique environnementale (renforcée par un système de sanctions et de récompenses) tout en répondant à des impératifs de rationalisation budgétaire. Si elle se veut toujours ambitieuse dans ses objectifs, elle relègue aux Etats membres les obligations de moyens tout en fixant les obligations de résultats.

Si certains redoutent la compétition entre États membres, il apparaît avant tout que la future PAC est à la fois un incitant et une contrainte pour les modèles agricoles des Etats membres. Il conviendra pour ces derniers et les agriculteurs de s'en servir dans leurs plans stratégiques présentés à la Commission européenne.

Au niveau belge, cela passe par un travail commun entre acteurs de terrain et monde politique amenant à une définition claire des moyens qui seront mobilisés. Et à ce titre, l'intégration de l'IA dans ces moyens doit être une priorité. On l'a vu, elle apporte des réponses concrètes aux problèmes (déclinés en objectifs) identifiés par la PAC. Qui plus est, une concentration des efforts en la matière rendra accessibles de nouvelles sources de financement. On pourrait même imaginer que l'introduction de l'IA permettent l'évaluation de la réalisation des objectifs environnementaux fixés par la PAC.

⁵¹ Commission européenne, « Budget de l'Union : la politique agricole commune après 2020 » (1^{er} juin 2018).

⁵² Pour un bref résumé du futur Cadre Financier Pluriannuel, voir en ligne.

⁵³ Commission européenne, « Budget de l'Union : la politique agricole commune après 2020 » (1^{er} juin 2018).

⁵⁴ Il s'agit ici de transférer l'argent directement issu du budget de l'UE et non de budget partagé entre la Commission et les Etats membres, qui, rappelons-le, co-financent le deuxième pilier.

C'est donc sous cette impulsion que doit s'entamer un travail de réflexion à tous les niveaux de pouvoir. La définition d'une stratégie claire par les régions et le fédéral doit garantir les économies exigées par la diminution du budget PAC, le financement par les aides conditionnées et la recherche de nouvelles sources de financement, tout en contribuant à la réalisation des objectifs fixés.

Notons finalement que les négociations autour de la PAC post-2020 sont toujours en cours et que des glissements budgétaires d'un programme à l'autre sont toujours possibles. Les positions des Etats membres sur la question sont évidemment à prendre en compte.

UNE STRATÉGIE IA QUE LE SECTEUR AGRICOLE DOIT S'APPROPRIER

Si l'IA doit s'implanter dans le secteur agricole, elle a besoin de financement et de mesures autres que celles confinées dans la PAC. A ce titre, la Commission européenne a lancé en avril 2018 une approche visant à développer l'IA par les investissements et un cadre éthique pour l'utilisation des données.⁵⁵

Sans rentrer dans les détails (puisqu'elle concerne une stratégie globale et non une priorité agricole), cette approche vise à mobiliser quelque 20 milliards d'euros de fonds privés et publics d'ici 2020 pour ensuite viser un investissement similaire chaque année pour la décennie à suivre. La Commission européenne agit principalement via son programme de recherche Horizon 2020, dont elle renforce la partie recherche sur l'IA, et le fonds d'investissements stratégiques mis en place à l'initiative du Président Jean-Claude Juncker. La question des secteurs dans lesquels investir est ici cruciale. En effet, la Commission note, à juste titre, que l'UE (2,4 à 3,2 milliards € par an) est loin derrière l'Asie (6,5 à

9,7 milliards €) et l'Amérique du Nord (12,1 à 18,6 milliards €) en termes d'investissements annuels pour l'IA.

Il ne s'agit donc pas de rattraper le retard en voulant à tout prix rejoindre ces deux géants mais bien en définissant les secteurs-clés dans lesquels l'UE peut performer. A ce titre, des projets IA spécifiques pour l'agriculture sont déjà financés via les différents fonds européens, notamment le projet Mars⁵⁶, qui développe des robots agricoles intelligents, connectés et mis en réseau devant aider les agriculteurs dans la gestion de leurs champs. Ce projet est mené par un consortium d'acteurs privés, de laboratoires de recherches et d'universités.

Outre ces investissements dans la recherche, la Commission souhaite également activer des effets de levier essentiels en matière d'accessibilité et d'interopérabilité des données. Des lignes directrices sur le partage des données publiques et privées, la mise en œuvre du fameux RGPD (le règlement général sur la protection des données) et l'introduction de normes éthiques sur l'IA doivent permettre l'établissement d'un cadre clair pour les acteurs du secteur. Dans ce domaine, l'UE peut jouer un rôle de pionnière. Enfin, la communication de la Commission européenne vient rappeler le besoin de s'adapter aux évolutions inhérentes à cette transformation numérique et à ses effets sur le marché du travail.

Ces premiers constats et mesures doivent mener, d'ici la fin de l'année 2018, à la mise en place d'une stratégie coordonnée entre les Etats membres et la Commission. Cela constitue un réel challenge, alors que, comme le note un rapport⁵⁷ de l'association France Digitale dédié à « l'écosystème IA » en Europe, si quelques pays (France, Royaume-Uni, Allemagne, Espagne) ont pris le pas de l'IA, les projets européens manquent de volumes critiques permettant de mobiliser les capitaux nécessaires.

Il est dès lors primordial que le secteur agricole s'approprie le *momentum* actuel qui combine réforme de la PAC et émergence d'un cadre pour l'IA. Une stratégie claire et coordonnée en la matière peut s'inscrire dans cette logique. Les propositions du secteur agricole quant à la gestion des données des exploitations (voir *supra*) peuvent ainsi servir à la réflexion plus globale menée par la Commission. De même, les opportunités de financement tant par le budget de la PAC que par celui de la stratégie IA doivent être étudiées de concert par le secteur et les pouvoirs publics afin d'en tirer le meilleur profit.

2. Le niveau fédéral pour fixer le cap de l'IA

Si l'Union Européenne peut fixer les grandes lignes directrices en matière d'IA, elle laisse aux Etats membres le choix des moyens à mettre en œuvre, ceux-ci ayant d'ailleurs la pleine maîtrise en matière de stratégies nationales et de secteurs à soutenir. Il existe d'ailleurs bien des disparités entre Etats membres.⁵⁸ En ce qui concerne le secteur agricole, ce constat est d'autant plus renforcé que la future PAC leur offre davantage de flexibilité dans les moyens à mettre en œuvre. Toutefois, si ces disparités ne doivent pas totalement disparaître, elles méritent *a minima* une coordination. Ce qui nécessite par ailleurs que chaque Etat définisse ses priorités.

⁵⁵ Communication de la Commission européenne, « Intelligence artificielle pour l'Europe » (25 avril 2018).

⁵⁶ MARS - Mobile Agricultural Robot Swarms.

⁵⁷ France Digitale & Roland Berget, « Joining the dots - A map of Europe's ecosystem » (2018).

⁵⁸ *Idem*.

A ce titre, la Belgique fait encore figure de petit poucet sur la scène européenne.⁵⁹ Toutefois, les initiatives existent. Le ministre fédéral en charge de l'Agenda numérique Alexander De Croo a ainsi récemment mis sur pied un réseau d'experts indépendants (« Coalition AI for Belgium »⁶⁰) chargés de définir la stratégie et de proposer des recommandations pour notamment rendre accessible l'IA aux entreprises belges et former les travailleurs. Ces recommandations devraient arriver sur la table du gouvernement au début de l'année 2019.

Parallèlement à cette initiative gouvernementale, les parlementaires fédéraux se sont également emparés du sujet. La Chambre des représentants a ainsi mis sur pied un groupe de travail « Agenda robonumérique »⁶¹ (qui a récemment auditionné Cédric Villani) alors que le Sénat s'attelle à la rédaction d'un rapport d'information sur « les retombées, les opportunités, les potentialités et les risques de la « société intelligente » numérique »⁶².

Toutes ces initiatives permettront de fixer le cap pour la Belgique. Elles doivent toutefois rapidement déboucher sur des actions concrètes et une capacité de financement proposée aux différents secteurs. Les administrations devront ainsi être associées pour mettre en œuvre cette vision. De même que les régions, qui possèdent de nombreuses compétences en matière de financement et de politiques sectorielles telles que l'agriculture, le fédéral se chargeant principalement de la coordination européenne en la matière.

3. Les régions pour les investissements sectoriels

EN FLANDRE

Preuve de l'agitation récente autour de l'IA, la Flandre a annoncé en octobre 2018 un « plan IA »⁶³ à hauteur de 30 millions d'euros. Ce plan doit définir les secteurs prioritaires pour la Région, stimuler la recherche et réfléchir à l'instauration d'un cadre éthique.

EN WALLONIE

En Wallonie, c'est le programme Digital Wallonia⁶⁴, mené par l'Agence du Numérique depuis 2015, qui doit mettre en œuvre la stratégie régionale en matière de numérique et d'IA. Cette stratégie regroupe plusieurs thèmes (Économie numérique, Compétences et Emploi, Services publics ouverts, territoire connectés et intelligents, etc.) comprenant des actions concrètes.

Un projet « Smart Farming »⁶⁵ a ainsi été développé par le programme Digital Wallonia. Ce projet s'attelle à la sensibilisation de l'utilisation des outils numériques (robots agricoles, drones, utilisation et partage de donnée, etc.) par les agriculteurs wallons (le projet est notamment présenté à la Foire de Libramont). Il recense également les prestataires de services intelligents opérant en Wallonie et leur permet d'accéder plus facilement au marché.

En matière agricole, Digital Wallonia s'est associée au Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W), qui lui-même travaille directement avec des universités et des entreprises privées pour le développement de solutions IA en agriculture⁶⁶. Ainsi, le Digital Boostcamp de Microsoft est conduit en partenariat avec Digital Wallonia et le CRA-W. Ce dernier développe et évalue la pertinence d'applications IA directement pour les fermes wallonnes, tout en restant en contact avec les agriculteurs.

Les projets sont donc lancés. Ils sont toutefois peu mis en avant dans les discours politiques et les financements accordés au secteur. Dès lors, en raison de ses compétences quasi-exclusives en matière agricole, la Région wallonne a tout intérêt à réfléchir à une stratégie intégrant l'IA dans ce secteur, ne serait-ce que pour préparer les pertes financières liées à la diminution du budget PAC (3,9% pour les agriculteurs belges⁶⁷) et la réorientation des priorités de cette politique européenne.

En sus des initiatives déjà mises en place et des synergies qui se développent, le message politique doit être fort. La révision du Code wallon de l'agriculture, en intégrant un cadre favorable aux solutions IA et en renforçant les programmes existants, peut ainsi être l'occasion de fixer un nouveau cap pour la Région et concevoir de nouvelles formes d'aides octroyables aux agriculteurs leur permettant en même temps de s'assurer des revenus plus stables et une recherche de solutions innovantes financièrement abordables.

59 *Idem*.

60 C. Charlot, « Prendre le train de l'intelligence artificielle » (*Trends Tendances*, 8 novembre 2018).

61 La Chambre des représentants, <http://www.lachambre.be/kvvcr/showpage.cfm?section=/comm&language=fr&cfm=/site/wwwcfm/comm/com.cfm?com=9733>.

62 <http://senate.be/www/?MIval=/dossier&LEG=6&NR=413&LANG=fr>.

63 Pieter Van Nuffel, « Vlaanderen trekt 30 miljoen euro uit voor inhaalrace rond artificiële intelligentie » (*Knack*, 4 octobre 2018).

64 <https://www.digitalwallonia.be/fr>.

65 <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/smart-farming>.

66 Geneviève Minne, « L'agriculture face à la révolution numérique » (CRA-W, 6 novembre 2018).

67 B. Massart - M. Cambier, « La politique agricole commune, une aide européenne de moins en moins solidaire » (*RTBF*, 30 juillet 2018).

Notons par ailleurs qu'un « réseau IA »⁶⁸ d'entrepreneurs s'est également lancé de manière indépendante aux pouvoirs publics, avec pour ambition d'accélérer le développement de la Wallonie grâce à ce type de technologie. L'idée est notamment de créer des synergies entre acteurs et d'accompagner les entreprises dans leurs démarches de numérisation.

QUEL MODÈLE POUR UNE EUROPE ET UNE BELGIQUE DE L'IA EN AGRICULTURE ?

La présentation des politiques publiques (et des initiatives privées) relatives au développement de l'IA, et particulièrement dans le secteur de l'agriculture, doit nécessairement nous inviter à réfléchir à ce qu'il convient d'améliorer pour permettre un plein développement du potentiel de cette technologie aux nombreux découchés. Pour ce faire il s'agit avant tout de définir la vision qui doit animer conjointement la Belgique (fédéral et entités fédérées) et l'Union Européenne, chaque niveau de pouvoir portant dans ses compétences des solutions à mettre en œuvre, de manière coordonnée.

Les projets privés ou publics en matière d'IA agricoles sont nombreux. Mais on l'a vu, les agriculteurs ne sont pas encore prêts à adopter pleinement ces nouvelles applications, et les contraintes techniques ou financières sont encore élevées, alors que le paysage européen (et intra-belge) semble encore trop morcelé. Dès lors, le premier challenge du politique est de d'envoyer un message clair aux destinataires des mesures mises en place.

Doit-on pour autant s'approprier un discours narratif semblable à celui des Etats-Unis ou de la Chine ? A-t-on vocation à devenir une superpuissance de l'IA fondée sur des valeurs boursières inédites ?

Les exemples présentés tout au long de ce chapitre et le besoin d'une IA au service de l'agriculteur poussent à développer un autre schéma. Ainsi, comme le rappelait le ministre flamand en charge de l'innovation Philippe Muyters, « [s]ur le plan international, cela bouge déjà beaucoup. Nous ne devons donc pas tenter de réinventer l'eau chaude, mais nous disposons de pas mal de bonnes cartes que nous pouvons jouer. Le tout est de choisir la bonne filière. »⁶⁹

Et l'agriculture fait partie de ces choix de filières possibles. Les entreprises actives dans le domaine se lancent, il s'agit donc de les accompagner en mettant l'IA au cœur de la politique agricole pour répondre de manière innovante aux enjeux auxquels elle fait face. L'UE, comme la Belgique, doit se donner les capacités d'action en la matière. Et agir de manière cohérente avec la structure de son agriculture. C'est d'autant plus vrai que la future PAC obligera les Etats membres à définir leur plan stratégique pour atteindre les objectifs fixés par la politique européenne.

Développer des géants européens de l'IA agricole n'aurait ainsi que peu de sens. Les exploitations américaines sont 15 fois plus grandes que les exploitations européennes.⁷⁰ Il serait vain (et financièrement impossible) de répliquer ce schéma. Comme le rappelait Paolo De Castro, député européen et ancien président de la commission Agriculture du Parlement européen, « les Etats-Unis sont basés sur des productions à grande échelle et les denrées de base, le modèle européen est composé principalement de structures à petite échelle intensive en main-d'œuvre ». ⁷¹ En parallèle des capacités développées par des hubs de recherche d'une puissance incomparable tels que la Silicon Valley et d'une volonté exportatrice forte dans la structure des aides agricoles américaines, on comprend aisément que deux modèles s'affrontent.

A l'inverse, la recherche de solutions adéquates et originales doit être la priorité. À l'instar du plan sur l'IA à venir entre l'IA et la Commission européenne, les responsables de la politique agricole européenne et belge ont donc pour mission de fixer le cap. Il s'agit d'une première recommandation forte : inscrire l'IA au cœur de l'agenda de la politique agricole. Ainsi, à l'instar de ce qui a pu être fait par le ministère français de l'agriculture⁷², le rapport Villani ou plus modestement dans cette étude, la déclinaison sectorielle d'une stratégie nationale et européenne en matière d'IA s'avère essentielle. Les différents niveaux de pouvoir doivent se coordonner pour définir les enjeux prioritaires pour l'agriculture et identifier les moyens d'action rendus possibles par l'IA qu'ils souhaitent développer, tout en prenant en compte les réalités budgétaires. L'agriculteur ne peut ni rester sous perfusion d'aides inefficaces ni ne pas être soutenu dans sa recherche de stabilité.

Ce travail de réflexion est un processus préalable primordial pour l'accompagnement efficace, sur le long terme, des nouvelles technologies en agriculture. Il évitera les effets de mimétisme et éveillera le politique quant aux potentialités qui s'offrent à l'agriculture belge et européenne par des entreprises basées sur le continent, à l'instar des stratégies industrielles déjà développées par le passé, tout en fixant un cap et un message politique clair à l'attention du secteur.

⁶⁸ <https://www.reseauia.be/>

⁶⁹ *Propos tirés du Vif, Pieter Van Nuffel, « La Flandre libère 30 millions d'euros pour combler son retard en matière d'intelligence artificielle » (Le Vif, octobre 2018).*

⁷⁰ Momagri, « Une approche comparée des politiques agricoles européenne et américaine » (2018).

⁷¹ *Idem.*

⁷² *Ministère français de l'agriculture, « 30 projets pour une agriculture compétitive et respectueuse de l'environnement » (octobre 2015).*

RECOMMANDATIONS

1. Une administration préparée et une réglementation adaptée

- Mener un travail de réflexion au sein des administrations en partenariat avec le monde agricole :
 - A l'instar du ministère français de l'agriculture et du Rapport Villani, les administrations fédérales et régionales en charge de l'agriculture doivent mener un travail de réflexion préliminaire en vue de l'émergence des technologies IA. Ce travail doit mener à l'élaboration d'un plan stratégique présentant des recommandations claires et visant à 1) identifier et à planifier le développement de technologies IA dans des productions clés de l'agriculture belge, rémunératrices pour les agriculteurs, 2) prévoir un cadre de financement à moyen et long terme associant la recherche et l'application sur le terrain, 3) planifier les moyens qui seront traduits plans annuels stratégiques à remettre à la Commission européenne, tel que prévu par la future PAC et 4) identifier les modifications réglementaires et législatives nécessaires à l'implémentation de technologies IA ;
 - Cela peut déboucher notamment sur une révision du Code wallon de l'agriculture en y intégrant les objectifs IA.
- Des mesures concrètes à mettre en œuvre rapidement :
 - Au niveau communal, réaliser un cadastre des toitures cultivables et des bâtiments publics/zones adaptées à l'agriculture en intérieur et encourager les surfaces commerciales à développer des cultures sur leurs toits ;
 - Mettre en œuvre la stratégie coordonnée sur l'IA adoptée au niveau européen et en décliner les objectifs dans la PAC post-2020 ;

- Assurer la couverture réseau du monde rural ;
- Simplifier les procédures administratives et intégrer l'IA dans les échanges entre l'administration et les exploitants, afin notamment de réduire le temps d'attente pour l'obtention d'une aide.

2. Un développement de la R&D et des capacités de financement de l'IA

- Dans le cadre de la future PAC, cibler les aides en usant de la flexibilité accrue donnée aux Etats-membre pour répondre aux besoins identifiés par les administrations et les parties prenantes afin de créer de réels effets de levier pour l'innovation dans l'agriculture ;
- Mettre en place des hubs de recherche associant les producteurs, les chercheurs et les entreprises développant des technologies IA pour assurer les synergies et l'application rapide de projets dans les exploitations :
 - Des laboratoires grandeur nature d'agriculture augmentée peuvent être mis en place pour tester la viabilité des projets ;
 - En Wallonie, il convient de renforcer les moyens d'expertise et de développement de projets du Centre wallon de recherches agronomiques, déjà actif sur le sujet de l'IA agricole.
- Lister sur une plateforme commune les potentialités de financement (guichets, prêts, crédit, programme d'aides, etc.) et renforcer les capacités des PME à y accéder (via une aide à l'introduction des dossiers par exemple par l'intermédiaire d'un retour au guichet unique agricole). Le programme Horizon 2020 et le futur programme Horizon Europe doivent être mobilisés dans le cadre d'une stratégie agricole axée sur l'IA : 10 milliards d'euros sont prévus pour les projets innovants en agriculture dans la future PAC ;

- Étendre le principe du tax shelter « entreprises en croissance » pour les entreprises développant des projets IA dans le domaine de l'agriculture et qui n'auraient pas 10 employés ou ne rempliraient pas les conditions actuelles.

3. Une formation adaptée et réaliste

- Une plateforme de conseil et de sensibilisation :
 - Créer une plateforme dédiée à la sensibilisation et au conseil des acteurs de terrain à l'initiative des ministères régionaux de l'agriculture, en collaboration avec l'agence Digital Wallonia. Cette plateforme, présente en ligne et sur les foires agricoles du pays, aura pour vocation de mettre en lumière le potentiel qu'offre l'IA dans le domaine et d'informer les agriculteurs quant aux dernières technologies en développement dans leur secteur ;
 - Cette mesure à court terme aura une fonction introductive dans la stratégie IA plus globale qui sera déployée pour dynamiser notre agriculture.
- Une équipe itinérante de « coachs » (spécialistes) de l'IA :
 - Similairement aux « tuteurs énergie » qui visitent des foyers pour le compte de CPAS wallons et les conseillent sur leur consommation d'électricité et leur isolation thermique, les coachs en IA se rendront sur les exploitations agricoles qui feront appel à eux pour évaluer au cas par cas l'opportunité de recourir à des engins ou logiciels sophistiqués. Cela demandera de trouver et recruter un nombre de spécialistes dans un domaine de niche mais on peut par exemple penser à entendre certaines activités déjà assurées par la CRA-W.
 - En parallèle, la plateforme mènera des campagnes de communication ciblant les jeunes (futurs) agriculteurs, les ingénieurs agronomes et les étudiants en sciences (eg, biologie, informatique, chimie) pour leur donner conscience des opportunités de carrière qui s'ouvrent dans l'IA agricole

- Intégrer l'IA dans l'enseignement supérieur :

- L'IA doit être considérée comme un aspect majeur des études d'agronomie et d'horticulture à l'avenir. Cela justifiera une certaine réorientation des cursus dispensés par des universités ou hautes écoles, comme par exemple celles présentes à Gembloux (Agro-Bio Tech de l'ULiège, ISla, ITH) ou à Ciney (EPASC), vers plus d'apprentissages informatiques et de familiarisation aux hautes technologies (spécialement l'IA et les big data).
- A cela s'ajoute l'installation de parcs scientifiques qui feront le lien entre la recherche fondamentale et la R&D industrielle. Même de taille modeste, ces parcs financés en PPP, seront un grand atout pour lier les étudiants agronomes à des entreprises actives dans l'IA, pour favoriser l'émergence de start-ups et pour attirer les multinationales qui domine le développement de l'industrie technologique agricole.
- Il faut également tenir compte du fait que certaines universités dans les pays européens (eg, Italie, Royaume-Uni) et limitrophes (surtout aux Pays-Bas) possèdent déjà une expertise en IA bien avancée. Il convient donc pour nos universités de renforcer leurs partenariats avec ces institutions dans le but bien défini de profiter de leurs savoirs et de suivre leur exemple l'élaboration de cursus qui intègre ces perspectives technologiques dans des disciplines scientifiques existantes.

- Mettre en place des partenariats intergénérationnels

- Le régime d'aide à l'installation agricole en Région Wallonne pourrait être revu pour inciter des jeunes qui souhaiteraient s'investir à ne pas partir de zéro mais au contraire à intégrer ou reprendre des exploitations. En effet, celles-ci ont clairement tendance à grandir et se réduire en nombre, créant un besoin fort chez leurs propriétaires de déléguer une partie de leur travail ou d'être assistés dans la supervision des cultures ou l'utilisation de nouvelles technologies, voire encore de trouver des repreneurs quand le lien générationnel est rompu ;
- Afin d'impliquer l'agriculture urbaine dans la stratégie globale et de favoriser la diffusion de pratiques innovantes, il faut envisager la mise sur pied d'un programme d'échange de postes pour des courtes durées (quelques jours) entre des agriculteurs du secteur classique et des entrepreneurs intéressés ou actifs dans le secteur des fermes urbaines et/ou verticales et/ou robotisées en fonction d'objectifs de découverte préétablis.

4. Renforcer le rôle de l'agriculteur au sein de la chaîne alimentaire

- Favoriser la mise en réseau des agriculteurs à l'aide d'outils IA pour renforcer leur position au sein de la chaîne alimentaire :
 - Le renforcement des organisations de producteurs est essentiel pour assurer une juste répartition de valeur au sein de la chaîne alimentaire. Le partage de technologies physiques et l'échange de données entre producteurs doit être encouragés, notamment par le biais des recommandations citées précédemment. La mise en place de projets spécifiques en la matière doit être une priorité de la politique agricole belge : l'octroi d'aides, déjà en partie lié à l'existence d'organisations reconnues, doit être conditionné à cet échange de données et de moyens entre producteurs.
- Libérer les données et s'assurer du bénéfice aux producteurs, sans que ceux-ci ne subissent cette exploitation de données (augmentation des primes d'assurance, etc.) en encourageant les initiatives privées du style « guide de bonnes pratiques » :
 - La mise en place de règles éthiques, tant au niveau européen que national, doit être une priorité des autorités. Le respect de la propriété des données produites par les agriculteurs doit être assuré.
- Encourager les fermes urbaines et participatives permettant de réduire le nombre d'intermédiaires entre le producteur et le consommateur :
 - Un cadre réglementaire et fiscal attractif pour ces projets doit permettre aux agriculteurs de rejoindre ces réseaux et de diversifier leurs sources de revenus.



II. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE NOTRE SANTÉ

VERS UN NOUVEAU PARADIGME MÉDICAL

Lundi matin, vous vous réveillez avec un mal de tête et de la fièvre. Votre médecin de famille est en congé, et vous n'avez de toute façon pas le courage de vous déplacer. Pas de problème, il vous suffit d'allumer votre ordinateur et votre médecin vous examinera ! Cette situation vous paraît irréaliste ? Pourtant, la consultation médicale à distance est déjà une réalité aujourd'hui. En 2017, la start-up ViViDoctor a lancé en Belgique le premier service de consultation médicale virtuelle. Il suffit pour cela de s'inscrire sur une plateforme sécurisée, d'indiquer ses symptômes et la vidéo consultation pourra commencer quelques minutes plus tard.

Au-delà des questions que nous pourrions nous poser sur la crédibilité médicale de telles consultations, ce cas illustre pleinement la mutation du secteur. Les exemples ne se limitent pas aux simples consultations médicales : il existe de nombreux cas où la machine pourrait se montrer nettement plus performante que l'humain dans le secteur de la santé, sauvant ainsi de nombreuses vies.

Les décisions et les initiatives qui sont prises aujourd'hui pour développer l'IA dans le domaine de la santé sont décisives et révélatrices de notre capacité à assumer les grands défis de santé publique qui se profilent dans notre société.

Contrairement aux technologies traditionnelles qui ne sont finalement que des algorithmes et des outils qui « complètent » et « supportent » essentiellement le travail humain, l'IA a le potentiel d'augmenter l'activité humaine dans le secteur de la santé, tant dans le domaine de la pharmacologie que celui de l'imagerie médicale, de l'analyse de risques ou du diagnostic de l'état de santé.⁷³

Le rapport de Villani le rappelait en mars 2018 : « l'IA ouvre des perspectives très prometteuses pour améliorer la qualité des soins au bénéfice des patients et réduire leur coût grâce à un appui renforcé à la décision médicale et une meilleure traçabilité. Elle peut également contribuer à améliorer l'accès aux soins des citoyens, grâce à des dispositifs de prédiagnostic médical ou d'aide à l'orientation dans le parcours de soins ».⁷⁴

Ce n'est donc pas un hasard si ce le marché de l'IA dans le secteur de la santé est en plein essor, porté par les géants de la Silicon Valley, mais aussi par les start-ups. Selon le cabinet Frost & Sullivan, l'IA pourrait engendrer des économies annuelles substantielles, de l'ordre de plus de 150 milliards de dollars pour le secteur de la santé aux Etats-Unis d'ici 2026. Ils estiment par ailleurs que le marché devrait y atteindre une valeur de 6,6 milliards de dollars d'ici 2021, ce qui représente un taux de croissance annuelle de 40% entre 2014 et 2021.⁷⁵

UN TRIPLE OBJECTIF DE SANTÉ PUBLIQUE

Ces progrès technologiques basés sur l'IA visent à répondre à différentes évolutions du secteur de la santé, telles que l'importance croissante que les citoyens accordent à leur santé, la pénurie de main d'œuvre et la plus grande mobilité des patients et des professionnels de la santé.

Mais il y a aussi et surtout un triple objectif de santé publique qui doit être affronté aujourd'hui par les systèmes de santé à travers le monde : le vieillissement de la population, l'augmentation des maladies chroniques accompagnée d'une plus grande résistance aux antimicrobiens et d'une diminution des décès dus à des maladies transmissibles, et la réorganisation de notre système de santé en un système collaboratif, efficace et durable.⁷⁶

1. Vieillesse de la population

Le vieillissement de la population est une tendance qui n'est pas nouvelle mais qui s'accélère dans tous les pays industrialisés. Au sein des pays de l'OCDE, l'espérance de vie à la naissance a notablement augmenté puisque la population vit en moyenne plus de 80 ans, soit 10 ans de plus que dans les années 70.⁷⁷ En Belgique en 2017, les personnes âgées de 67 ans ou plus étaient 26% plus nombreuses que les personnes âgées de 18 à 66 ans. En 2070, elles seront 39% de plus.⁷⁸

⁷³ Accenture, 2017 (précité).

⁷⁴ Rapport Villani, 2018 (précité), p. 195.

⁷⁵ Frost & Sullivan, "Artificial Intelligence in Healthcare Takes Precision Medicine to the Next Level" (13 septembre 2018).

⁷⁶ Media Planète, « L'innovation médicale 2018 » (précité).

⁷⁷ OECD Stat., *Etat de santé*.

⁷⁸ Perspectives démographiques 2017-2070, BFP et Statbel.

Cette tendance est problématique à plusieurs égards : l'impact se ressent tant au niveau du mode de fonctionnement des entreprises et de l'organisation du travail qu'au niveau du comportement de l'électorat ou de l'aménagement urbain. D'autres questions essentielles se posent, comme par exemple l'amélioration du bien-être de ces populations vieillissantes.⁷⁹ Doublé d'une baisse constante du taux de natalité et d'une diminution de la main d'œuvre dans le secteur, les conséquences sont importantes et s'avèrent inquiétantes pour les pays qui peinent déjà à voir leur croissance économique décoller.

D'une part, le vieillissement de la population implique de plus grands risques de maladies, de situations d'invalidité et de dépendance. Dans ce contexte, la technologie peut jouer un rôle pour diminuer ces risques de maladie ou faciliter leur prise en charge. Elle représente une opportunité exceptionnelle pour accompagner notamment les personnes dans leur dépendance et leur offrir un meilleur cadre de vie.⁸⁰

D'autre part, il est certain que le vieillissement de la population est un signe d'amélioration de la santé des personnes âgées et de leur plus grande intégration dans la vie sociale. Le développement des technologies qui facilitent et favorisent leur indépendance constitue donc une source potentielle d'économies sous deux aspects. Tout d'abord, la prise en charge par une institution des personnes âgées pèse beaucoup sur les budgets publics. Le développement de technologies adaptées à leurs problématiques leur permet de rester à domicile, ce qui coûte *in fine* moins cher.⁸¹

Ensuite, ces nouvelles méthodes d'accompagnement, fondées sur un usage intensif des technologies de l'information et de la communication (TIC), peuvent permettre de réaliser des gains de productivité, non seulement dans les secteurs qui les utilisent, mais aussi dans les industries qui les produisent. La création de nouveaux emplois a ainsi vu le jour dans le secteur des services ainsi que les domaines de l'ingénierie et du développement.⁸²

2. Maladies chroniques

Un Belge sur quatre souffrirait d'une maladie chronique (maladies psychiatriques ou psychotropes, cancers, maladies cardio-vasculaires, diabète, etc.). C'est ce qui ressort d'une étude réalisée par les Mutualités libres auprès de ses 2,2 millions d'affiliés. Entre 2010 et 2015, le nombre de personnes atteintes de maladies chroniques a augmenté de plus de 55.000 (+ 12%) pour atteindre 520.523 personnes en 2015, soit 24,8% des affiliés des Mutualités libres.⁸³

En Belgique, plus de 6 personnes de 60 à 79 ans sur 10 en sont atteintes ; 8 personnes sur 10 pour les plus de 80 ans. Si le nombre de maladies chroniques augmente bien entendu avec l'âge, nos comportements culturels ou environnementaux en sont également un facteur de déclenchement (malbouffe, pollution, ...). Un mode de vie qui a une influence certaine sur les coûts engendrés par ces pathologies : les dépenses liées aux maladies chroniques ont augmenté en cinq ans (2010-2015), passant de 67,4% à 70,4% du budget Inami.⁸⁴

Afin de contrer l'emballement du phénomène des maladies chroniques, il est capital de miser sur la prévention. Investir dans la gestion proactive des affections chroniques permettra d'éviter des dépenses colossales, favorisera le bien-être de la population et augmentera sa productivité. Nulle surprise donc que l'IA connaisse un essor record dans ce domaine ces dernières années : elle permet d'ores et déjà de détecter des maladies, comme le cancer, de manière plus précise et aux stades les plus primaires.

79 X, « Causes et conséquences du vieillissement de la population européenne » (*SeniorActu*, 21 mars 2005).

80 B. Laperche et D. Uzunidis, « Dans quelle mesure le vieillissement de la population génère-t-il des innovations technologiques ? Portées et limites des gérontechnologies », *Innovation Forum VI - 2014, Crisis, innovation and transition*

81 *Idem*.

82 *Idem*.

83 J.-P. Bombaerts, « Le coût des maladies chroniques a augmenté de 10% en cinq ans » (*L'Echo*, 28 février 2018)

84 *Idem*.

Sidekick Health : Prévenir les maladies chroniques par un accompagnement intelligent

L'application Sidekick Health développée par la start-up islando-suédoise du même nom exploite autant les capacités prédictives de l'IA que les ressorts de la psychologie expérimentale pour accompagner des utilisateurs dans leurs activités quotidiennes et leur nutrition. Le but est de les « nudger », ou autrement dit de les inciter indirectement à adopter des habitudes plus saines, au cas par cas et selon les risques pour chaque profil de développer une ou plusieurs maladies chroniques.

Bien qu'interactive du point de vue des « patients », l'application est essentiellement destinée au personnel médical et aux employeurs. Sa principale plus-value par rapport à d'autres programmes de suivi réside dans le fait que son approche « gamifiée » possède une efficacité considérable : au travers d'une étude menée par des neurologues de Harvard et du MIT auprès d'un échantillon de personnes hautement exposées au risque de développer un diabète de type 2, l'application a démontré qu'elle pouvait tripler le nombre de sujets qui réussissaient à perdre 5% ou plus de leur masse corporelle en 16 semaines.⁸⁵

3. Système de santé participatif

Afin de garantir que nos systèmes de santé et de soins⁸⁶ restent adaptés aux objectifs poursuivis, il faut les repenser fondamentalement en les axant sur la promotion de la santé, la prévention des maladies et la personnalisation des soins. C'est ce que conclut le récent rapport sur l'état de la santé dans l'UE.⁸⁷

Le recentrage des soins de santé sur les besoins de chaque patient ne peut se faire sans l'implication des patients eux-mêmes dans le processus de personnalisation. La multiplication des nouvelles technologies et de l'IA s'est dès lors accompagnée d'un changement radical dans la manière dont les gens abordent les questions liées à la santé. La santé n'est désormais plus l'apanage des médecins : tout le monde, en tant que patient, citoyen ou consommateur, s'implique activement et contribue, directement ou indirectement, à l'évolution du secteur. Les différentes frontières de lieux, d'acteurs et de temps s'effacent, laissant place à une dynamique plus collaborative et participative qu'autrefois. Les citoyens endossent par exemple le rôle de sujet d'expérimentation ou de recherche, de pourvoyeur de données ou d'utilisateur de celles-ci.⁸⁸ Ce qui rend possible cette nouvelle dynamique, c'est l'Internet of Things, ou l'internet des objets, c'est-à-dire l'« interconnexion qui existe par le biais de systèmes et de matériel informatique qui sont intégrés dans les objets du quotidien, et qui permettent de collecter des données n'importe quand, n'importe où. »⁸⁹

Le Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies le soulignait en 2015 dans son Opinion n° 29 : une plus grande implication des citoyens dans les soins de santé et dans la recherche médicale peut offrir des bénéfices substantiels. Les patients en seraient mieux informés et responsabilisés, prendraient un plus grand contrôle de leur propre santé, dans un système de soins plus efficace, porté par la recherche médicale qui exploite la puissance du big data.⁹⁰

Favoriser une collaboration et une participation optimale de tous les acteurs impliqués dans la chaîne des soins de santé requiert néanmoins une grande transparence de la part de l'autorité publique. Chaque individu doit être conscient des données qui le concernent et des décisions qui sont prises à son égard. L'engagement de l'individu, en sa qualité de citoyen, de patient, ou de consommateur, implique également qu'il ait son mot à dire dans les choix qui le concernent – auquel cas l'individualisation des soins serait plus difficilement réalisable.

UN NOUVEAU PARADIGME MÉDICAL BASÉ SUR LES DONNÉES

Nos systèmes de soins de santé ne parviennent plus à performer correctement dans un contexte de population vieillissante, de manque d'effectif médical et d'augmentation des maladies chroniques, du coût de la main d'œuvre et de l'exigence de qualités de services de soins de la part des citoyens. Ils ne parviennent plus à assumer les énormes dépenses que ce contexte engendre.

85 CORDIS Horizon 2020, 2017. *Periodic Reporting for period 1 - SidekickHealth (Improving health the fun way... seriously)*. Bruxelles : Commission Européenne [communiqué du 1er mai].

86 Le terme « systèmes de santé et de soins » englobe ici la santé publique et l'aide sociale.

87 « Rapport d'accompagnement 2017 » de l'initiative « L'état de la santé dans l'UE », cité par Commission européenne, *Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, Permettre la transformation numérique des services de santé et de soins dans le marché unique numérique ; donner aux citoyens les moyens d'agir et construire une société plus saine* [SWD(2018) 126 final], 25 avril 2018, p. 1.

88 Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies, *Opinion n° 29 « Les implications éthiques des nouvelles technologies de la santé et la participation des citoyens »*, 13 octobre 2015, p. 11.

89 *Voy. à ce sujet PwC (2016), Care Anywhere : Moving health and wellness out of the hospital and into the hands of the consumer*, cité par PwC, *What doctor? Why AI and robotics will define New Health* (précité).

90 Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies, *Opinion n° 29* (précité).

Le portail Masanté : pour mieux gérer et contrôler ses données

C'est en ce sens que va l'initiative de la ministre belge de la santé, Maggie De Block, qui, dans un souci de cohérence et de lisibilité des données de santé dans un cadre sécurisé, a lancé en mai 2018 le portail en ligne Masanté. Ce portail vise à offrir à chacun un aperçu global de ses données de santé disponibles en ligne.⁹¹ Cette initiative permet d'autonomiser les citoyens et de les impliquer dans la gestion et le contrôle de leur santé et des données y relatives. Concrètement, ce portail permet aux individus de vérifier et de gérer la liste de ses médecins afin de pouvoir moduler l'accès à ses données. Le système ne permet pas à l'heure actuelle de modifier directement le contenu en ligne. La modification nécessite de passer par le gestionnaire de ces données ou par le réseau hospitalier concerné.⁹²

Selon le cabinet de conseil Deloitte, les dépenses mondiales en soins de santé devraient augmenter à un taux annuel de 4,1 % en 2017-2021, alors que ce taux ne s'élevait qu'à 1,3 % en 2012-2016.⁹³ Cela au détriment d'autres secteurs (travail, pensions, etc.), de la croissance économique et du bien-être des citoyens. L'innovation, la participation et la collaboration de tous les acteurs du secteur est donc plus que jamais nécessaire si l'on veut parvenir à répondre aux défis qui se présentent à nous aujourd'hui tout en assurant l'efficacité et la pérennité de la protection sociale à long terme.

Cette réforme passe inexorablement par un changement de paradigme : nous devons passer d'une *médecine 'réactive'*, qui se base sur un nombre de données limitées et bien établies pour guérir et soigner les patients, à une *médecine 'proactive'*, plus préventive, prédictive, personnalisée et participative.⁹⁴ C'est précisément vers cela que les récents développements de nouvelles technologies de la santé et la multiplication des données médicales convergent. Les efforts et initiatives se multiplient mais doivent être davantage soutenus si l'on veut rapidement limiter les dépenses qui augmentent dangereusement.

L'évolution vers une médecine plus proactive et personnalisée ne serait pas possible sans l'énorme quantité de données de santé (le 'big data') qui sont maintenant disponibles. Leur volume « a augmenté de 40% par an au niveau mondial au cours de la dernière décennie et devrait passer de 4,4 Zbt⁹⁵ en 2013 à 44 Zbt en 2020, soit 44 billions de gigabytes ».⁹⁶

Problème : les progrès dans l'IA dépendent aujourd'hui entièrement de notre capacité à croiser cette quantité phénoménale de données afin de mettre en évidence les relations entre elles qui étaient jusque-là inconnues et stimuler les recherches médicales.⁹⁷ Or, la grande majorité de ces données n'est pas structurée : elles sont hétérogènes et ne sont pas rassemblées dans une base de données ou dans autre type de structure similaire.

Les données de santé sont en effet collectées par le biais de différentes sources : les données cliniques, génomiques⁹⁸,

moléculaires, cellulaires, biomédicales, l'imagerie médicale, les données démographiques, sociales, environnementales, comportementales, de bien-être, mais aussi les données personnelles, des réseaux sociaux, des sources administratives, données ouvertes en général, etc. Il est humainement impossible pour un individu de collecter, trier et accéder à toutes ces données par lui-même. Ce sont les progrès en biologie et en technologie informatique qui, ensemble, permettent aux chercheurs de trier et d'analyser cette énorme quantité de données.⁹⁹

L'impact de l'évolution de la technologie et de l'IA dans le secteur de la santé outre-passe les limites des soins de santé *per se*. L'interconnectivité résultant de la technologie digitale a pour conséquence une plus grande démocratisation de l'accès aux soins. Le cabinet de conseil PwC l'explique : « certains des outils d'IA les plus puissants sont déjà intégrés dans Android ou iOS. L'utilisation de cette technologie fournit aux consommateurs les données et l'information dont ils ont besoin pour gérer de façon proactive leur propre santé et leur propre mieux-être et pour prendre des décisions plus éclairées en partenariat avec leurs fournisseurs de soins de santé. »¹⁰⁰

Les récentes avancées en robotisation et biotechnologie démontrent ainsi une évolution vers une médecine de plus en plus prédictive, personnalisée, efficace et à moindre coût. On y voit là l'espoir de se rapprocher d'une valeur et d'un principe fondamental partagé par la plupart des pays européens, à savoir l'accès universel à des soins de santé de qualité et à un prix abordable, à la fois pour les individus et pour la société au sens large.¹⁰¹

91 M. Michel, « Toutes vos données santé consultables via le portail Masanté » (*L'Echo*, 10 mai 2018)

92 J. M., « MaSante.belgique.be: comment votre patient va pouvoir accéder à son dossier médical en ligne » (*MediSphere*, 8 mai 2018)

93 Deloitte, **2018 Global health care outlook The evolution of smart health care**, 2018, p. 5.

94 Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies, *Opinion n° 29 (précité)*, p. 29.

95 Un zettabit est une unité de mesure ou de stockage dans le langage informatique qui équivaut à 10²¹ bits dans le Système international ou encore 2⁷⁰ bits dans l'usage courant.

96 M. Le Rouzic (co-fondatrice de Hellocare), « Comment l'intelligence artificielle va-t-elle révolutionner la santé ? » (*Génération Nouvelles Technologies*, 18 février 2018).

97 Rapport Villani (précité), p. 195.

98 Par rapport aux données génétiques et la médecine génomique personnalisée, voy. C. Desorbay, "Quel usage pour nos données génétiques?" (*Vers l'Avenir*, 15 décembre 2018)

99 Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies, *Opinion n° 29 (précité)*, p. 18.

100 PwC, **What doctor? Why AI and robotics will define New Health** (précité).

101 Eurostat, **Statistiques sur les dépenses de la santé**, 28 février 2018.

LE SECTEUR DES SOINS DE SANTÉ EN QUELQUES CHIFFRES

UN SECTEUR EN CROISSANCE ET À FORTE VALEUR AJOUTÉE

Nous l'avons vu, les objectifs d'accès universel à des soins de qualité et à un prix abordable revêtent une importance avérée lorsque l'on sait que la santé est au cœur de notre prospérité économique et sociale. La Commission européenne le soulignait d'ailleurs dans son Livre blanc publié en 2007, intitulé « Ensemble pour la santé : une approche stratégique pour l'UE 2008-2013 » : « une population en bonne santé est également une condition préalable à la productivité et à la prospérité économiques. » Elle y rappelait par ailleurs qu'en 2005, « le nombre d'années de vie en bonne santé a été introduit comme indicateur structurel de Lisbonne afin de souligner que l'espérance de vie en bonne santé, et pas uniquement la durée de vie, de la population était un facteur de croissance économique essentiel. »¹⁰²

Le secteur de la santé représente en effet 10% du PIB de l'Union Européenne et 10% du PIB belge. Cette donnée est en quasi constante augmentation depuis l'année 2000, la Belgique n'ayant consacré « que » 7.9% de son PIB national aux dépenses et au financement du secteur de la santé en 2000 et 9.3% de celui-ci en 2008.¹⁰³

En calculant la valeur ajoutée brute par branche d'activité depuis 2007, l'Institut des comptes nationaux a démontré en 2017 que le secteur de la santé publique et du bien-être social avait connu en Belgique une croissance fulgurante entre 2007 et 2016, passant ainsi de 20.123 millions d'euros à 28.840 millions d'euros (données brutes), ce qui représente une croissance de 43.3%, largement supérieure à la moyenne des autres secteurs (voy. Tableau 1).¹⁰⁴

TABLEAU 1 – PRODUIT INTÉRIEUR BRUT

					CROISSANCE	
	2007	2014	2015	2016	2016 / 2007	2016 / 2015
Agriculture, sylviculture et pêche	3.051	2.565	2.745	2.775	-9,0%	1,1%
Industrie	60.182	59.107	61.520	63.001	4,7%	2,4%
Construction	16.711	19.716	19.957	20.700	23,9%	3,7%
Services	228.016	277.084	283.070	289.661	27,0%	2,3%
Commerce, transports et Horeca	65.155	70692	72034	73173	12,3%	1,6%
Information et communication	12.479	14606	15183	15697	25,8%	3,4%
Activités financières	15.780	22883	23094	23196	47,0%	0,4%
Activités immobilières	28.117	30442	31226	31851	13,3%	2,0%
Services aux entreprises	37.626	48937	50698	52754	40,2%	4,1%
Administration publique et enseignement	42.064	53859	54318	55662	32,3%	2,5%
Santé publique et bien-être social	20.123	27464	28085	28840	43,3%	2,7%
Autres services	6.672	8201	8432	8488	27,2%	5,9%
Produit intérieur brut aux prix du marché	344.713	400.797	410.247	421.611	22,3%	2,8%

Source : Institut des comptes nationaux.

¹⁰² Commission européenne, **Livre blanc - Ensemble pour la santé: une approche stratégique pour l'UE 2008-2013** {SEC(2007) 1374} {SEC(2007) 1375} {SEC(2007) 1376} /* COM/2007/0630,final */ , p. 5 .

¹⁰³ Source : OECD Health Statistics 2018. Pour voir l'évolution annuelle, voy. <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SHA#>.

¹⁰⁴ Statistics Belgium, **Chiffres clés - Aperçu statistique de la Belgique, 2017** .

UN SECTEUR À FORTE INTENSITÉ DE MAIN D'ŒUVRE

Non seulement le *secteur de la santé* représente-t-il une part croissante du PIB, mais il constitue également une partie grandissante de l'emploi : les données du Service Public Fédéral de l'emploi nous révèlent en effet que ce secteur rassemblait en Belgique 6.5% de la population active entre 15 et 64 ans en 2013, contre 7% en 2016. Cette évolution positive s'oppose à la moyenne européenne, qui reste, elle, relativement stable (cf. Tableau 2¹⁰⁵).

TABLEAU 2 - ÉVOLUTION DE L'EMPLOI DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ (%)

	2013	2014	2015	2016	2017 (1)
Région flamande	6,4	6,7	6,5	6,7	7,0
Région Wallonne	6,8	7,5	8,1	7,9	7,8
Région de Bruxelles-Capitale	6,1	6,3	5,5	5,9	5,4
Belgique	6,5	6,9	6,9	7,0	7,1
UE-28	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2

Source : EUROSTAT ; Statistiques du Service Public Fédéral de l'emploi, du travail et de la concertation sociale.

Lorsque l'on examine la répartition de l'emploi par secteur d'activité de manière plus générale, l'on remarque que le *secteur de la santé humaine et de l'action sociale* en Belgique représentait à lui seul 14.9% de la population active en 2017, soit une part de loin supérieure à l'ensemble des autres secteurs confondus. Ce chiffre est également nettement plus élevé par rapport à la moyenne européenne, qui s'élève seulement à 11.1% (cf. Tableau 3).¹⁰⁶

TABLEAU 3 - RÉPARTITION DE L'EMPLOI PAR SECTEUR EN 2017 (%)

	2017 (1)					
	BELGIQUE			UE-28		
	H	F	T	H	F	T
Secteur primaire	1,4	0,7	1,1	4,8	2,8	3,9
Industrie	31,5	8,5	20,8	34,8	12,4	24,5
Services	66,1	89,6	77,0	60,3	84,6	71,6
Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	13,3	12,2	12,8	13,1	14,5	13,8
Transports et entreposage	8,4	2,4	5,7	7,7	2,6	5,4
Hébergement et restauration	2,9	3,3	3,1	3,9	5,4	4,6
Information et communication	4,8	1,8	3,4	4,1	2,1	3,2
Activités financières et d'assurance	3,1	3,7	3,4	2,7	3,3	3,0
Activités immobilières	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8
Activités spécialisées, scientifiques et techniques	5,7	4,7	5,2	5,5	5,9	5,7
Activités de services administratifs et de soutien	4,5	7,0	5,7	4,1	4,5	4,3
Administration publique	8,5	8,8	8,6	6,8	7,3	7,0
Enseignement	5,3	15,0	9,8	3,9	12,1	7,7
Santé humaine et action sociale	5,8	25,5	14,9	4,4	18,9	11,1
Arts, spectacles et activités récréatives	1,5	1,4	1,5	1,6	1,8	1,7
Autres activités de services	1,4	2,9	2,1	1,5	3,5	2,5
Activités des ménages en tant qu'employeurs ; activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre	0,0	0,2	0,1	0,2	1,9	1,0
Organismes extra-territoriaux	1,0	1,2	1,1	0,1	0,1	0,1

Source : EUROSTAT ; Statistiques du Service Public Fédéral de l'emploi, du travail et de la concertation sociale.

¹⁰⁵ Source : EUROSTAT ; Statistiques du Service Public Fédéral de l'emploi, du travail et de la concertation sociale, tableau IDB07 . NB. : (1) Rupture de série suite à une réforme profonde de l'enquête et à l'introduction du panel rotatif.

¹⁰⁶ Idem, tableau IDB06

TABEAU 4 – IMPACT DE L'IA PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ/CROISSANCE DES PROFITS

SECTEUR D'ACTIVITÉ	% AUGMENTATION DE PROFIT D'ICI 2035
Education	84%
Hébergement et services alimentaires	74%
Construction	71%
Commerce de gros et de détail	59%
Soins de santé	55%
Agriculture, forêt et pêche	53%
Services sociaux	46%
Transport et stockage	44%
Industrie manufacturière	39%
Autres services	36%
Services financiers	31%
Services publics	27%

Source : Accenture, 2017 (précité), cité par CJG, « Accompagner la robotisation de l'économie » (précité), p. 22.

SANTÉ ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Au vu de l'importance de ce secteur en termes de croissance économique et d'emplois, il n'est pas étonnant de constater qu'il constitue tant un vivier qu'un bénéficiaire substantiel de technologies innovantes. Le développement de l'IA et de la robotique dans ce secteur est fort encouragé et constitue une source d'opportunités et de profits considérables pour les chercheurs, les entreprises et l'Etat. Ce dernier bénéficie en effet tant du retour direct à l'investissement qu'il effectue (par le bais de fonds publics ou semi-publics) que du bien-être social et de la croissance économique qui en résultent.

L'on peut dès lors se demander quel sera l'impact du développement de la robotisation et de l'IA sur ce secteur, tant en termes de croissance économique et de rentabilité des entreprises que sur l'automatisation de l'emploi.

Le cabinet de conseil Accenture estimait en 2017 que l'IA devrait avoir un impact positif sur la croissance économique et sur la rentabilité des entreprises dans le secteur des soins de santé : d'ici 2035, le cabinet prévoit que la rentabilité des entreprises augmenterait de 55% dans ce secteur, contre une augmentation moyenne de 38% dans 16 secteurs d'activités (voy. Tableau 4).¹⁰⁷

Plus précisément, si l'on compare la croissance de référence en 2035 à un scénario dans lequel l'IA fait partie intégrante de l'économie, le taux de croissance annuel de la valeur ajoutée brute (indicateur proche du PIB) en 2035 serait de 2.2% contre 3.4%.¹⁰⁸

La société de consultance McKinsey & Company a quant à elle évalué l'impact de la potentielle automatisation de l'emploi sur les différents secteurs, de manière à cibler les emplois qui seront les plus susceptibles de disparaître.¹⁰⁹ Ces emplois sont, sans surprise, ceux qui impliquent de poser des actes physiques plus routiniers et qui requièrent moins d'interaction humaine, de capacités à solutionner des problèmes et de créativité. La santé est donc l'un des secteurs les moins touchés par la robotisation et la suppression d'emploi, avec 36% de potentiel d'automatisation contre 44% de potentiel d'automatisation en moyenne, tous secteurs confondus.

Bien qu'il soit difficile d'analyser l'évolution que la structure de chaque industrie subira précisément lors des prochaines années, voire décennies, nous pouvons déjà affirmer, à l'heure actuelle, que la robotisation et l'IA créeront davantage d'emplois dans plusieurs secteurs, notamment celui des soins de santé.¹¹⁰ McKinsey a en effet évalué la croissance de l'emploi dans ce secteur à 0.5% par an entre 2016 et 2030, ce qui est largement supérieur à la plupart des autres secteurs – certains subissent d'ailleurs une décroissance annuelle allant jusqu'à 1.5%.¹¹¹

La santé représente ainsi une valeur en soi dans laquelle chaque nation investit et doit investir massivement afin de favoriser sa croissance économique et le bien-être de ses citoyens. Cela passe inévitablement par l'investissement dans les progrès scientifiques et les innovations technologiques, qui renouvellent et améliorent constamment le secteur de la santé afin de répondre aux grands défis de santé publique qui se poseront à nous aujourd'hui et demain.

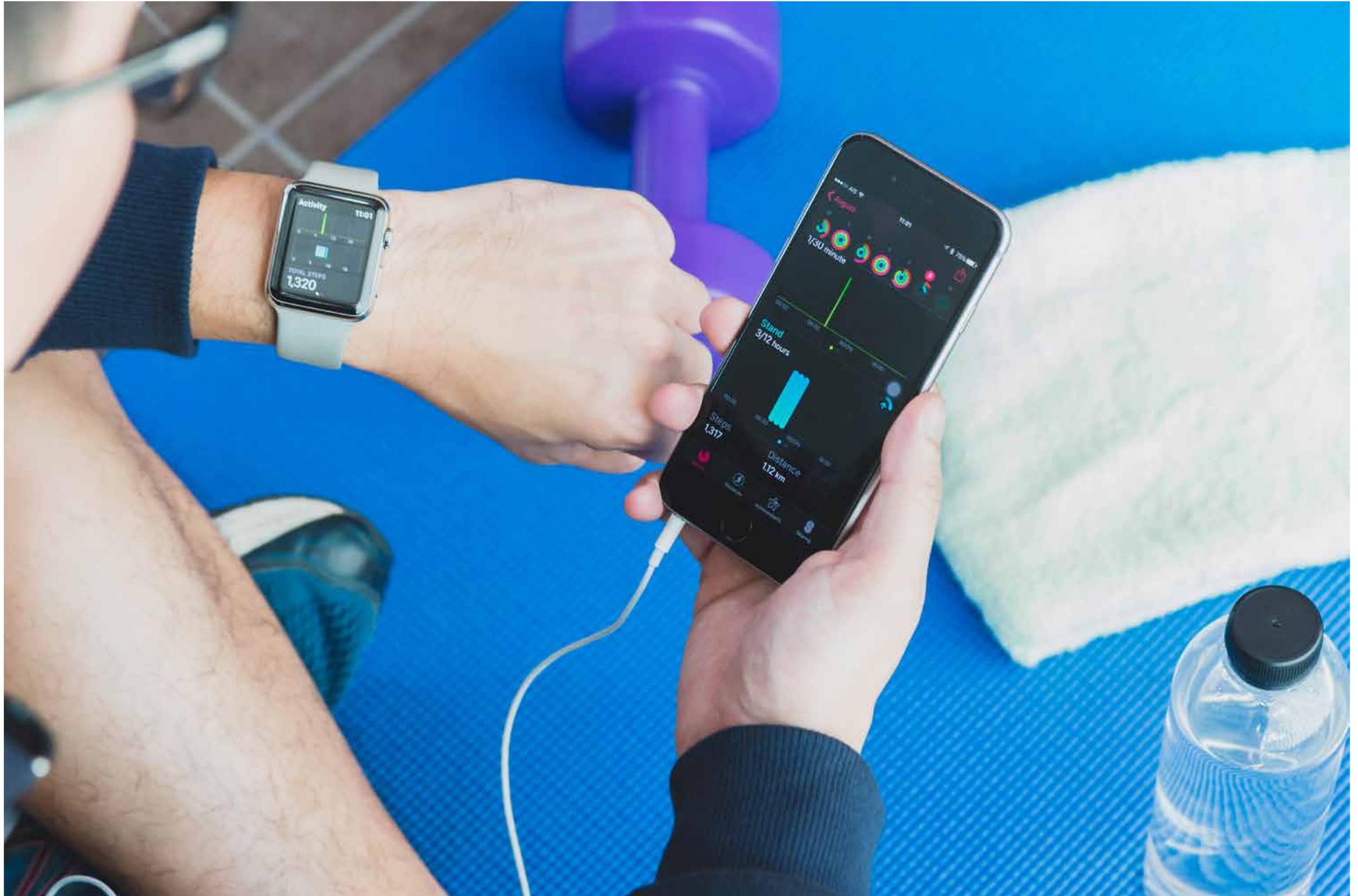
¹⁰⁷ Accenture, 2017 (précité), cité par CJG, « Accompagner la robotisation de l'économie » (précité), p. 22.

¹⁰⁸ *Idem.*

¹⁰⁹ McKinsey & Company (précité), p. 38.

¹¹⁰ *Idem.*, p. 41.

¹¹¹ *Idem.*



QUEL APPORT DE L'IA DANS LE SECTEUR DE LA SANTE ?

Nous l'avons déjà mentionné à divers endroits ci-avant : le développement de l'IA s'inscrit dans le principe d'une médecine de plus en plus personnalisée. Il offre la possibilité d'analyser des millions de données afin d'en déduire le traitement qui conviendra le mieux au patient et à la pathologie qu'il présente. Dans le domaine génétique, par exemple, il est désormais possible – grâce à la nette diminution du coût du séquençage de l'ADN – de faire analyser des milliers de patrimoines génétiques par des algorithmes afin d'anticiper la réaction d'un être humain à un traitement en fonction de ses gènes.¹¹²

Pour cela, une grande quantité de données sont nécessaires, qui seront analysées par un mécanisme clé lorsque l'on parle d'IA : la *deep learning* – ou 'apprentissage profond' – qui est cette faculté de l'IA de se baser sur des connaissances dont elle dispose pour apprendre et ainsi en acquérir de nouvelles. À l'image de l'être humain, plus la machine sait, plus elle apprend. En fouillant les données médicales dont elle dispose, le système intelligent ne se contente pas de déduire un constat par le biais d'une association symptôme-pathologie, mais de poser un véritable diagnostic à partir d'analyses statistiques et de probabilités. Le système intelligent devient donc réellement autonome, et propose une réponse – supposée exacte – qui résulte de ses propres connexions.¹¹³

Cette autonomie cache néanmoins un inconvénient de taille : il n'est pas possible pour un individu de comprendre comment l'IA est parvenue à son résultat. Si la prédiction s'avère correcte, personne ne peut vraiment expliquer le raisonnement qui a conduit au résultat – résultat qui enrichit, par ailleurs, le corpus de connaissances initial.¹¹⁴ Si ce problème, connu sous le nom de

black box, se pose dans toutes les applications de l'IA, peu importe le secteur, il est particulièrement sensible dans le secteur de la santé. Les médecins ne veulent en effet pas prendre de décisions relatives à la vie, au bien-être ou à la mort de leur patient sans être pertinemment convaincus non seulement du diagnostic posé, mais également du raisonnement qui a mené à celui-ci. La dimension éthique de l'usage et de la confiance que l'on pose dans l'IA est transversale, mais elle prend ici une place toute particulière.

Il est difficile de tracer un tableau complet des applications de l'IA dans le secteur de la santé, tant elles sont nombreuses et diverses. L'IA a un impact sur chaque échelon de la chaîne de la santé : recherche clinique, prévention, diagnostic, chirurgie assistée par ordinateur, traitement, suivi thérapeutique, etc. C'est pourquoi nous nous contenterons dans cette section de développer les applications de l'IA qui illustrent le mieux l'impact positif de l'IA dans le secteur de la santé.

Toute nouvelle technologie dans ce secteur poursuit néanmoins un objectif commun : celui de permettre aux individus de vivre plus longtemps et d'améliorer leur qualité de vie, ce qui aura *in fine* un impact sur le bien-être social et économique de la société dans son ensemble. Cela permettra également de garantir la survie et la longévité des systèmes de soins de santé, qui doivent aujourd'hui répondre, nous l'avons vu, à des défis d'une nature différente de celle qui existait jusqu'alors.

Si le modèle de soins de santé répondait jusqu'à présent à une dynamique presque exclusivement réactive et ponctuelle, l'IA et la robotique nous permettent maintenant d'imaginer un modèle plus holistique. Comprenez : plus interconnecté, plus constant, plus collaboratif, plus rapide et plus abordable. En bénéficieront le personnel de santé et les citoyens, bien sûr, mais aussi les chercheurs, les entreprises et l'autorité publique.

UNE MÉDECINE PLUS PRÉVENTIVE

Cela commence par garder les citoyens en bonne santé. Il est moins coûteux pour un système de santé de maintenir sa population en bonne santé que de la soigner.¹¹⁵ L'IA permet ainsi de développer des applications de santé sur smartphone et des dispositifs mobiles qui incitent et rappellent les individus à adopter un comportement et un train de vie plus sain, et ce de manière proactive.

L'Internet of Things, dans ce cas-ci, of Medical Things, par le biais de capteurs intégrés à l'individu via des applications de santé sur smartphone ou des objets de *quantified self*, permet aux gens soit de rester en bonne santé, soit de faire un suivi constant de leur état de santé avec un focus particulier sur des problèmes dont ils ont déjà conscience.¹¹⁶

L'on observe également un recours de plus en plus marqué à des consultations à distance grâce à des salles de télémédecine dotées des technologies qui permettent les prestations de santé à distance et l'échange de l'information médicale s'y rapportant. Certains avantages sont associés à cette formule, comme le gain de temps pour les patients et les médecins, et la possibilité de procéder à des consultations plus régulières.

Ce nouveau modèle de consultations s'inscrit pourtant dans un contexte dans lequel la relation patient-médecin est encore fort importante. En Belgique, 97% des patients déclarent qu'ils ont eu des expériences positives en termes de temps passé avec leur médecin traitant, de clarté des explications et de leur participation dans les décisions de traitement. Sur ce point, la Belgique effectue un taux exceptionnellement haut en comparaison aux autres pays de l'OCDE, la moyenne ne s'élevant qu'à 84.5%.¹¹⁷

112 J. Bouchez, « Intelligence artificielle en santé : entre promesses et prudence (partie 2 sur 2) » (hinnovic.org, 2 mai 2018).

113 *Idem*

114 L. Galanopoulou, « Des logiciels experts en diagnostic médical » (*CNRS Le Journal*, 26 décembre 2017).

115 I. de Laminne, « La Vitalité des biotechs » (*LLB*, 4 novembre 2017).

116 J.-Ph. Rivière, « Intelligence artificielle en santé : analyses et recommandations du rapport Villani » (*Vidal*, 5 avril 2018).

117 *Panorama de la santé 2017 (données extraites du Fonds du Commonwealth, Enquête internationale sur les politiques de santé 2016 et autres sources nationales)*, p. 107.

UNE MÉDECINE PLUS PRÉDICTIVE

Une analyse efficace par un algorithme des données médicales disponibles sur base d'actions et d'interventions quotidiennes permet également de procéder à des simulations de vie réelle pour prédire la probable évolution d'une maladie chronique dans le futur, par exemple. Ces simulations aident les chercheurs, les praticiens, l'industrie pharmaceutique et les consommateurs à mieux comprendre la manière dont les choix quotidiens et les différents traitements impactent la santé de chaque patient et la santé publique, ainsi que les coûts qui y sont liés.¹¹⁸

C'est dans ce sens que va la recherche portée par le projet de Google DeepMind Health, qui travaille en collaboration avec des médecins spécialistes, des chercheurs et des patients afin de résoudre des problèmes de santé qui se posent à l'heure actuelle. La technologie sur laquelle se base ce projet combine l'apprentissage automatique (ou apprentissage machine, *machine learning*¹¹⁹) et des systèmes de neuroscience pour construire des algorithmes capables de reproduire la manière dont le cerveau humain fonctionne.¹²⁰

Plus loin encore que la détection rapide d'une pathologie selon des protocoles prédéfinis par le monde médical, l'IA aide le corps médical à prendre les décisions qui s'imposent à l'état de fait. Impossible ici de ne pas citer le logiciel Watson du groupe IBM, présenté dès 2005 comme un outil intelligent qui synthétise une masse d'informations provenant de

dossiers patients, de rapports médicaux, de tests cliniques et de littérature médicale pour aider les médecins à poser un diagnostic et prendre une décision médicale.¹²¹ L'on se rapproche de plus en plus d'une situation dans laquelle l'IA pourra poser un diagnostic aussi précis, voire meilleur que les spécialistes. En 2016, une étude a démontré que l'IA a été capable de détecter de manière automatisée un cancer du sein avec un taux de réussite de 92%, le taux de réussite des spécialistes étant de 96%.¹²²

Le développement de l'IA dans le domaine de l'imagerie médicale nous offre l'exemple le plus emblématique d'une technologie permettant de prédire une maladie et/ou son évolution. C'est également dans ce domaine que les progrès technologiques ont été les plus remarquables, et ce grâce au *machine learning* et au *deep learning*. Ces technologies peuvent en effet trier un grand nombre d'images afin de déterminer très tôt les clichés qui présentent des anomalies pathologiques. Le rôle du *deep learning* dans la médecine prédictive augmentera avec son accessibilité grandissante et avec la multiplication des sources de données et des données elles-mêmes. Les diagnostics deviendront de plus en plus précis et démocratiques, au point où certains se questionnent sur la pertinence de la fonction de radiologue.

Cette technologie présente un intérêt capital dans la recherche contre le cancer, par exemple. En août dernier, la revue *The Lancet Oncology* a publié le résultat d'une étude menée par des chercheurs français travaillant au centre de lutte contre

le cancer Gustave-Roussy, à l'Inserm et des ingénieurs de CentraleSupélec. Ensemble, ces chercheurs ont pu concevoir et entraîner « un algorithme capable d'analyser des images fournies par un scanner. Ce travail a contribué à établir une signature radiomique, un développement qui allie imagerie médicale et big data, capable de déterminer l'efficacité de l'immunothérapie sur certains cancers. »¹²³

Consciente que l'application de l'IA dans le domaine de la santé est particulièrement prometteuse, la Commission européenne a déclaré, dans sa communication du 7 décembre 2018 relative au plan européen coordonné dans le domaine de l'IA, qu'elle soutiendra, par l'intermédiaire du programme « Horizon 2020 », le développement d'une base de données commune d'images médicales anonymisées et fournies par des patients transmettant leurs données sur base volontaire.¹²⁴

L'IA s'est également montrée très utile pour détecter des problèmes de santé mentale à un stade précoce. Selon le cabinet Deloitte¹²⁵, le nombre de personnes dans le monde atteintes de démence était estimé à 50 millions en 2017. En 2018, la démence était devenue une maladie ayant coûté un billion de dollars à la société. L'essor de l'IA dans ce domaine est donc important, et comprend par exemple le développement d'un algorithme qui utilise le traitement automatique du langage naturel (*automated natural language processing*) pour poser un diagnostic dans de nombreuses pathologies mentales, comme la psychose.¹²⁶

118 PwC, *What doctor? Why AI and robotics will define New Health* (précité).

119 Le *machine learning* est un domaine de l'IA basé sur des techniques statistiques qui donne aux systèmes informatiques la capacité d'« apprendre » automatiquement à partir de données et de s'améliorer sur base de l'expérience, sans être explicitement programmé.

120 PwC, *What doctor? Why AI and robotics will define New Health* (précité).

121 Rapport Stratégie France I.A., pour le développement des technologies d'intelligence artificielle, mars 2018, p. 54.

122 *Idem*.

123 https://www.marisciences.com/maladie/cancer-une-intelligence-artificielle-predit-l-efficacite-d-un-traitement_art41438.html

124 Commission européenne, « Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions - Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle », Bruxelles, le 7.12.2018 COM(2018) 795 final, p. 8.

125 Deloitte, *2018 Global health care outlook – The evolution of smart health care*, 2018, p. 5.

126 J. Bouchez, « Intelligence artificielle en santé : entre promesses et prudence (partie 2 sur 2) » (précité).

Icometrix, poser de meilleurs diagnostics plus tôt

Icometrix est l'une des sociétés belges les plus en pointe dans le domaine de la vision artificielle médicale. Son produit phare, un logiciel baptisé « Icobrain », est déjà commercialisé en Europe et a reçu cette année les autorisations des régulateurs américains, canadien et australien pour être exporté vers ces pays. Il s'agit d'un programme informatique relativement simple d'utilisation qui regroupe et analyse une série de biomarqueurs capables de révéler à partir d'images IRM les symptômes « sous-cliniques » (précurseurs) de trois types de maladies neurologiques : la sclérose en plaques, la démence et les lésions cérébrales. Grâce à ce gain de temps dans le diagnostic, les médecins peuvent choisir plus exactement le traitement à administrer et évaluer plus facilement la réponse du patient à ce traitement. Dans le cas de la sclérose en plaques, on évitera ainsi d'exposer le patient plus longtemps que nécessaire à des traitements chers et sous-optimaux, réduisant la durée d'observation à 1,3 an alors qu'elle est aujourd'hui de 3,9 ans en moyenne.¹²⁷ La rapidité du diagnostic est encore plus importante en ce qui concerne les maladies qui évoluent vite comme les démences et les lésions. Examiner le cerveau à la recherche d'une atrophie ou de déformations locales est une tâche ardue à l'œil nu que l'IA d'« Icobrain » remplace par une analyse quantitative plus fiable.

Les solutions d'Icometrix peuvent être vues comme étant en concurrence avec celles, plus généralisables, de l'entreprise américaine Enlitic qui a recours au *deep learning* pour évaluer la pertinence des traitements précoces¹²⁸, notamment contre la maladie d'Alzheimer.

UN MEILLEUR ACCOMPAGNEMENT ET SUIVI THÉRAPEUTIQUE

L'IA offre par ailleurs un appui pour l'amélioration de l'observance des traitements et du suivi thérapeutique des patients, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des centres de soins. Sont notamment visées les personnes fragiles, âgées ou subissant une thérapie de longue durée. Ces cas de figure ont en effet souvent besoin d'un suivi constant mais ne bénéficient pourtant pas toujours suffisamment de l'aide d'un personnel médical. Dans ce cas, la nouvelle technologie offre non seulement une alternative efficace à la pénurie de personnel de santé, mais elle permet également d'offrir un confort et une qualité de vie à des patients qui se verraient, sinon, isolés chez eux.

Le vieillissement de la population implique donc plus de risques de se sentir seul et isolé, mais aussi que les gens ne décèdent plus forcément des mêmes causes que précédemment. Il est fréquent que les décès soient dus, par exemple, à des causes de démence, d'ostéoporose ou de déficience cardiaque.¹²⁹ Les nouvelles technologies peuvent aujourd'hui répondre à ces problèmes et révolutionner l'accompagnement des personnes en fin de vie ou subissant des soins de santé sur le long-terme en leur permettant de rester indépendants plus longtemps et de s'acquitter de tâches routinières qui n'auraient jadis été possibles qu'en hôpital ou en présence d'un membre du personnel médical.¹³⁰

Remedus : des soins de santé de qualité à domicile

Remedus fournit des dispositifs médicaux et de nouvelle technologie pour les soins de santé à domicile afin de les malades de longue durée disposent des mêmes soins chez eux qu'à l'hôpital. Cela implique des traitements et des dispositifs individuels et personnalisés ainsi qu'un suivi constant. Cela permet également de pallier le manque de personnel médical, et d'employer celui-ci à meilleur escient. Sans la technologie et les applications mobiles, cela ne sera pas possible.¹³¹

L'entreprise a notamment développé l'application Remecare, « qui enregistre, automatiquement ou manuellement, une série de paramètres et de symptômes chez chaque patient. Cet outil permet un échange fluide d'informations entre le personnel soignant, les médecins et les patients. Nous avons digitalisé ce processus de manière transmurale, au-delà des limites des soins de santé ».¹³²

¹²⁷ Blackford, 2018. *Icometrix*. Édimbourg: Blackford Analysis

¹²⁸ D. Abrams Kaplan, "How Radiologists are Using Machine Learning. Diagnostic Imaging", 21 avril 2017

¹²⁹ PwC, *What doctor? Why AI and robotics will define New Health*, Updated June 2017.

¹³⁰ *Idem*.

¹³¹ Trends Information Services, « Les soins de santé doivent être davantage organisés en fonction du patient – « Tout le monde sur le pont pour accélérer l'innovation dans le secteur des soins ! »

¹³² *Idem*.

LA PRÉVENTION EN POPULATION GÉNÉRALE

Dans le domaine de l'épidémiologie aussi, l'IA a déjà prouvé être un outil de prévention et d'anticipation révolutionnaire. Les autorités régulatrices s'intéressent de plus en plus à la collecte de données épidémiologiques à grande échelle dont les traitements deviennent des enjeux majeurs de santé publique.¹³³

Yves-Alexandre de Montjoye l'a prouvé dans le cadre de ses recherches sur l'utilisation des métadonnées de téléphonie mobile dans les pays en voie de développement. L'analyse de ces données permet aux pays et aux ONG d'observer la propagation de la malaria ou du sida, de lutter intensivement contre Ebola, et peut s'avérer utile dans l'approche de la pénurie alimentaire.¹³⁴ Au Sénégal et en Côte d'Ivoire, le traitement de données mobiles a également permis « la détection de la propagation et la modélisation de maladies, la cartographie des zones encore inaccessibles à une intervention médicale rapide, ou encore les besoins en infrastructures, notamment de santé ».¹³⁵ Si l'on déploie et automatise ce genre d'initiatives à grande échelle, l'on peut prévenir la propagation de futures épidémies à l'avenir et améliorer l'accès aux soins pour une population dans son ensemble.¹³⁶

Sans rentrer dans le cœur du débat éthique, qui n'est pas le sujet immédiat de cette étude et qui mériterait une analyse à part entière, Yves-Alexandre de Montjoye a également pu démontrer que même si l'on assure que les données personnelles récoltées et analysées ont été anonymisées, il n'y a pas de garantie en termes de vie privée. Il a en effet étudié les différentes situations de 'ré-identification possibles' et a conclu que les méthodes qui sont actuellement mises en place pour protéger la vie privée des individus, par exemple par ajout de 'bruit' ou en rendant les données plus 'brutes', ne sont plus adéquates, les données brutes permettant toujours d'identifier des individus et d'en déduire leur personnalité ou leur sexe.¹³⁷

LES INNOVATIONS PHARMACOLOGIQUES

Le développement de l'IA revêt également un intérêt particulier dans le domaine pharmaceutique. Il faut savoir que le coût de développement d'un médicament s'élève à 1,5 milliards d'euros environ¹³⁸, et les phases d'essais cliniques durent en moyenne 6 à 11 ans. La procédure étant par nature coûteuse et chronophage, il n'est pas étonnant que l'industrie pharmaceutique fasse de plus en plus appel à l'IA pour stimuler la recherche tout en réduisant ses coûts.

Les chercheurs peuvent ainsi bénéficier de l'énorme quantité de données de santé déjà disponibles actuellement afin de les exploiter et les réexploiter en fonction de leur projet de recherche, ce qui leur permet d'économiser en temps et en argent. En menant des études prospectives sur base de ces données, ils peuvent limiter la constitution de cohortes et les essais cliniques à la résolution des questions spécifiques et innovantes de leur cas de recherche.¹³⁹

¹³³ F. Plessier, « Comment l'intelligence artificielle révolutionne le monde de la santé américain », *Mission pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France aux Etats-Unis*, 19 novembre 2015.

¹³⁴ BNP Paribas Fortis, « Yves-Alexandre de Montjoye : « On vise une utilisation raisonnée des métadonnées » » (**Trends Tendances**, 11 mai 2015)

¹³⁵ K. Levy-Heidmann, « En médecine, les impacts réels de l'intelligence artificielle » (**Ouest-France santé**, 17 décembre 2017).

¹³⁶ **Idem.**

¹³⁷ BNP Paribas Fortis (précité).

¹³⁸ X, « Job étudiant : il gagne 3.000 euros en deux semaines » (*RTBF.be*, 4 juillet 2018).

¹³⁹ K. Levy-Heidmann, « En médecine, les impacts réels de l'intelligence artificielle » (précité).

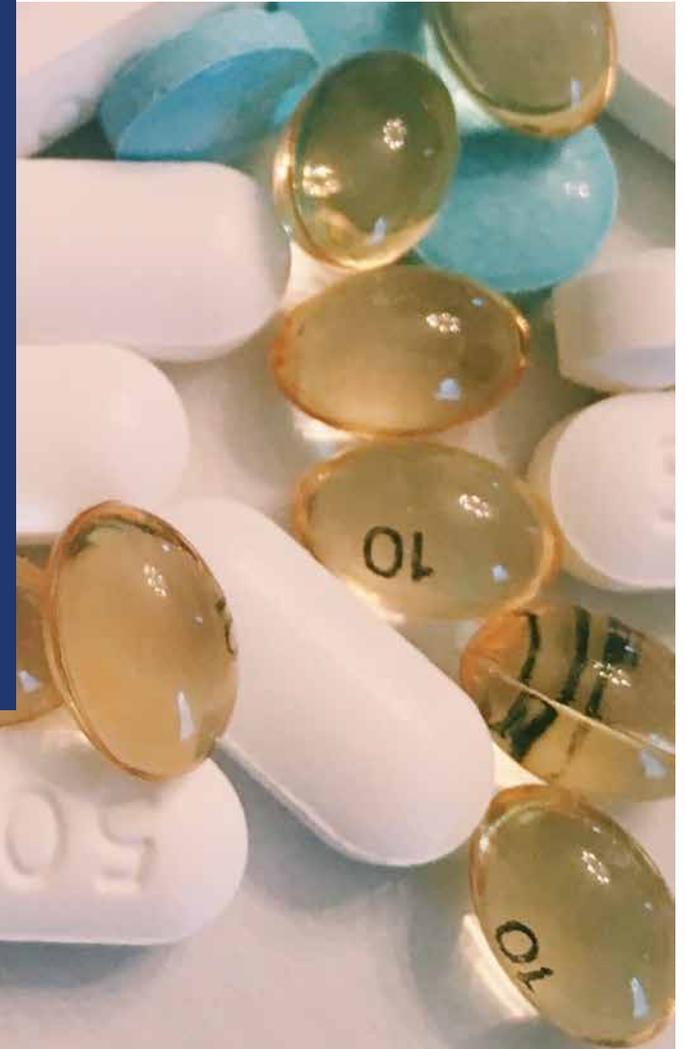
La grande accélération de la R&D pharmaceutique

L'arrivée des hautes technologies dans la découverte de médicaments n'est pas une première. Au courant des années 2000, les multinationales de cette industrie ont tenté l'une après l'autre d'accélérer leur rythme de R&D en introduisant des robots programmés pour le « screening à haute cadence » (high throughput screening) de molécules chimiques. Cette méthode a généré des montagnes de données intéressantes mais créait finalement plus d'inefficacité qu'elle n'en résorbait.¹⁴⁰

On peut donc comprendre que des géants pharmaceutiques comme Pfizer ou Novartis restent prudents face au potentiel de screening de l'IA, même s'il est encore plus grand étant donné que les logiciels procèdent de manière « intelligente » et non plus générique. L'industrie attend de voir une nouvelle molécule sortir des écrans d'ordinateur pour se matérialiser en laboratoire et aboutir sur un marché. Cependant, un autre grand groupe se montre actuellement plus audacieux et nourrit l'ambition d'intégrer l'IA comme système hybride (combiné à la robotique) dans l'ensemble de sa production.

Il s'agit de GlaxoSmithKline (GSK) – une multinationale bien implantée en Belgique qui a pour stratégie de conclure des partenariats avec des start-ups pour qu'elles adaptent leurs technologies à ses besoins avant de vraisemblablement les racheter. En 2017, GSK a conclu un accord de partenariat d'une valeur de 33 millions £ (38 millions €) avec la start-up écossaise Exscientia contre la promesse que son IA lui permettra d'identifier des médicaments potentiels quatre fois plus vite et à un quart du coût actuel.¹⁴¹

Cette année, un deuxième partenariat à long terme a été signé avec la start-up américaine Cloud Pharmaceuticals (qui associe l'IA au cloud computing), dans le but de diversifier les investissements mais aussi d'optimiser les cohortes pour éviter les accroc pendant les phases de test. Notons que ces deux start-ups sont intimement liées aux universités dans leur région et que cela participe clairement à leur attrait du point de vue des investisseurs pharmaceutiques.



¹⁴⁰ B. Hirschler, « Big Pharma turns to AI to speed drug discovery, GSK signs deal. » (Reuters, 2 juillet 2017)

¹⁴¹ A. McConaghie, « GSK to accelerate drug discovery with artificial intelligence company » (PharmaPhorum, 3 juillet 2017)

L'ECOSYSTEME BELGE ET INTERNATIONAL DE L'IA EN SANTE

De manière générale, le secteur de la santé est compliqué et peu enclin à la transformation. Ce conservatisme s'explique de plusieurs manières :

- les médecins font preuve de beaucoup de prudence et de précaution afin de s'assurer que les développements technologiques se fassent dans le strict respect de la vie et de la dignité humaine. On ne joue pas avec la santé des individus, et peu de place est en général laissée à l'erreur médicale. De nombreux professionnels de la santé sont encore sceptiques par rapport à la transformation digitale de leur activité et aux nouvelles technologies à cause des risques techniques ou erreurs possibles qu'elles pourraient induire.
- le secteur fait l'objet d'une forte réglementation. Il est très encadré par l'Etat, qui finance une grande partie des soins de santé et qui fixe les tarifications à travers les modalités de remboursement. Cette forte réglementation vise également à fixer un cadre sécurisé à l'utilisation des données personnelles qui sont collectées par de nombreux acteurs, qu'il s'agisse des médecins et établissements de soins, des assureurs ou des grandes plateformes numériques (Google, IBM, Microsoft, Apple, etc.). La cybersécurité et la gestion des risques liés aux données continuent d'être à l'avant-plan, en particulier lorsque les patients prennent un contrôle plus actif de leur santé et veulent avoir accès à leurs données et les rendre fiables.¹⁴²

- S'il faut se féliciter d'une réglementation qui offre une sécurité renforcée des données personnelles et de la vie privée des citoyens, une surréglementation maintiendrait néanmoins les équilibres existants au sein de nos systèmes de santé tout en freinant ensuite les évolutions désirables dans notre modèle de santé.¹⁴³ Un système surréglementé complique en effet davantage l'accès aux données, pourtant nécessaires si l'on veut favoriser et stimuler la recherche dans le secteur de la santé, et laisse peu de place à l'épanouissement d'idées et d'innovations.
- les besoins en capitaux pour développer des technologies innovantes sont grands et malheureusement pas toujours faciles à trouver (voy. *supra*).
- citons aussi la barrière culturelle à laquelle Sylvie Bové, ex-directrice de l'EIT Health (pôle de l'EIT – l'Institut européen d'innovation et de technologie – dédié au secteur de la santé) faisait référence en 2017. Au niveau européen, par exemple, le secteur de la santé se caractérise par des systèmes forts différents, distincts les uns des autres. Les solutions innovantes peinent à franchir les frontières et les barrières imposées par chaque marché national.¹⁴⁴

Ces éléments sont considérés comme ralentissant le développement souhaitable de l'IA dans le secteur de la santé, dont la survie repose, nous l'avons vu, sur les progrès technologiques d'aujourd'hui et de demain. Le financement du secteur et la réglementation qui régule celui-ci sont des données cruciales dans la course à l'innovation médicale. Elles doivent faire l'objet d'un équilibre subtil et dynamique qui prend en compte tant les contraintes budgétaires et éthiques actuelles que les défis de santé publique futurs.

L'EUROPE FAVORISE LA COOPÉRATION ET STIMULE L'INNOVATION

Cet équilibre, l'Union européenne s'efforce de le trouver dans les limites des compétences qui lui sont attribuées en la matière. Si certains Etats membres, notamment ceux répondant à une logique fédérale, ont délégué la responsabilité du financement et de la fourniture des soins de santé à leurs entités régionales, il revient de manière générale à chaque Etat membre de réguler, pour ce qui le concerne, l'organisation et la prestation des soins de santé et de l'aide sociale.¹⁴⁵

Il n'empêche que tous les systèmes de santé en Europe sont confrontés à des défis communs auxquels les autorités responsables doivent répondre. Il est donc préférable de fédérer les forces et de traiter ces problématiques de manière conjointe. La Commission européenne dispose pour cela d'un large panel de compétences visant à promouvoir la santé publique et la prévention des maladies, soutenir la coopération entre les Etats membres, stimuler l'innovation, la croissance économique et le développement du marché unique en étroite coordination avec les Etats membres, cela dans le but d'améliorer la complémentarité de leurs services de santé dans les régions frontalières.¹⁴⁶

En avril 2018, la Commission européenne publiait une communication dans laquelle elle identifiait trois piliers principaux au sein de la santé et des soins qui feront l'objet d'une digitalisation renforcée dans le courant des prochaines années : (1) l'accès et le partage sécurisé des données, (2) la connexion et le partage des données de santé pour la recherche, un diagnostic plus rapide et une amélioration de la santé, et enfin (3) le renforcement de l'autonomisation des citoyens et les soins individuels au moyen de services numériques.¹⁴⁷

¹⁴² Deloitte, « 2018 Global health care outlook - The evolution of smart health care – Analysis ».

¹⁴³ Rapport Villani (précité), p. 195.

¹⁴⁴ O. Fabes, « La santé, un enjeu entrepreneurial pour l'Europe » (*Le Soir*, 12 juin 2017).

¹⁴⁵ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, **Permettre la transformation numérique des services de santé et de soins dans le marché unique numérique : donner aux citoyens les moyens d'agir et construire une société plus saine [SWD(2018) 126 final]**, Bruxelles, le 25.4.2018 COM(2018) 233 final, p. 2.

¹⁴⁶ *Idem*.

¹⁴⁷ https://ec.europa.eu/health/ehealth/overview_en. Voy. le texte de la communication.

Pour concrétiser ces trois objectifs, l'Union européenne dispose de divers instruments. Citons par exemple le « eHealth Network »¹⁴⁸, qui relie les autorités nationales responsables de la santé en ligne et qui « vise à améliorer l'interopérabilité entre les systèmes de santé électroniques et la continuité des soins et à garantir l'accès à des soins de santé sûrs et de qualité pour la santé en ligne au niveau européen ».¹⁴⁹ Pensons également au « European Reference Network » (ERN), qui « vise à encourager les solutions cliniques innovantes (télémédecine), les idées et les nouvelles possibilités de diagnostic, les traitements plus efficaces et la poursuite de la recherche médicale avec des bénéfices potentiellement considérables pour les patients ».¹⁵⁰

Diverses structures de coopération ont par ailleurs été mises en place au niveau européen, comme par exemple le Partenariat européen d'innovation pour un vieillissement actif et en bonne santé¹⁵¹ ou les partenariats public-privé tels que l'initiative technologique conjointe « Composants et systèmes électroniques pour un leadership européen »¹⁵². Mais aussi et surtout, il y a l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT), qui fut mis en place dès 2009 et qui réunit les trois grands acteurs de l'innovation — entreprises, enseignement et recherche — dans le but de promouvoir l'innovation et de renforcer la capacité de l'Europe à innover en encourageant l'esprit d'entreprise. Un budget d'environ 2 milliards d'euros jusque 2022 a été alloué au pôle Health de l'EIT, financé à 25 % par l'Union européenne et à 75 % par ses partenaires — 140 partenaires parmi les universités, les hôpitaux, les financeurs,

les entreprises et les start-ups — pour permettre à l'Europe de transformer ses découvertes et innovations en succès économiques mondiaux. L'EIT Health travaille arduement pour éviter que le secteur de la santé ne suive le même destin que les domaines de l'informatique et des télécoms, qui sont aujourd'hui dominés par les GAFAs américains.¹⁵³

De généreuses sommes sont enfin investies dans la recherche de solutions numériques visant à améliorer les soins de santé ainsi que dans le développement des infrastructures nécessaires pour accueillir ces innovations. Ainsi, le programme « Horizon 2020 » a été soutenu à concurrence de 7.472 milliards d'euros pour améliorer les soins de santé en Europe¹⁵⁴, et le « Third EU Health Programme » (2014-2020) doté d'un budget de 449,4 millions d'euros réparti dans 23 domaines prioritaires.¹⁵⁵

LE PARTAGE DE DONNÉES EN EUROPE

L'Union européenne, bien consciente que la survie et l'évolution des systèmes de santé de ses États membres dépendent en grande partie de la disponibilité et de l'usage responsable des données de santé, est réputée pour son cadre de protection renforcé des données personnelles. Depuis le 25 mai 2018, le règlement général sur la protection des données (General Data Protection Regulation) remplace la directive sur la protection des données, qui n'était plus adaptée aux normes technologiques actuelles. Le règlement prévoit une harmonisation de la conformité et de l'application

de la protection des données entre tous les États membres, contient de nouvelles définitions pour les données génétiques, biométriques et celles concernant la santé, et interdit que ces données ne soient traitées, sauf dans le cas des exceptions qui sont expressément prévues.

Une des exceptions concerne le traitement des données personnelles dans le cadre de la recherche ou pour des objectifs de santé publique. Il est en effet capital de prévoir une marge de manœuvre permettant de favoriser et de stimuler la recherche, qu'il s'agisse du secteur de la santé ou de tout autre secteur, d'ailleurs. Les experts en IA le disent : une surréglementation de l'IA ne permettrait en aucun cas d'offrir un cadre propice à son évolution réelle et ne représenterait qu'une perte en termes de compétitivité. Stimuler l'innovation des technologies IA dans le secteur de la santé consiste au contraire à expérimenter en conditions réelles et au plus près des usagers finaux de ces technologies, qu'il s'agisse des patients, des hôpitaux, des médecins, etc.

Cédric Villani le soulignait d'ailleurs dans son rapport : « l'expérimentation « en condition réelle » est indispensable pour tester l'efficacité du système et l'améliorer en se fondant sur les retours d'expérience et les données produites en situation par les usagers. Elle permet non seulement d'améliorer la pertinence du système et son adéquation avec les besoins de terrain, mais aussi de faciliter son appropriation et à terme de sécuriser sa mise sur le marché, notamment grâce à la capacité de déploiement offerte par la plateforme. »¹⁵⁶

¹⁴⁸ Créé à partir de la Directive relative aux droits des patients en matière de soins de santé transfrontaliers directive 2011/24/UE du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 relative à l'application des droits des patients en matière de soins de santé transfrontaliers (JO L 88 du 4.4.2011).

¹⁴⁹ Voy. « eHealth: connecting health systems in Europe ».

¹⁵⁰ *Idem*.

¹⁵¹ European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing, https://ec.europa.eu/eip/ageing/home_en.

¹⁵² Règlement (UE) n° 561/2014 du Conseil du 6 mai 2014 portant établissement de l'entreprise commune ECSEL (JO L 169 du 7.6.2014).

¹⁵³ O. Fabes, « La santé, un enjeu entrepreneurial pour l'Europe » (précité).

¹⁵⁴ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, **Permettre la transformation numérique des services de santé et de soins dans le marché unique numérique : donner aux citoyens les moyens d'agir et construire une société plus saine** (précité), p. 2.

¹⁵⁵ *Idem*.

¹⁵⁶ Rapport Villani (précité), p. 199.

LA HEALTHTECH, UN SECTEUR PORTEUR EN EUROPE...

Il s'agit en effet pour l'Europe de se montrer stratégique, unie et rapide en matière d'innovation dans les soins de santé. L'industrie HealthTech aux Etats-Unis a, elle, bien compris l'urgence et le potentiel de ce secteur puisque le financement du capital de risque a augmenté de pas moins de 200 % entre 2010 et 2015, ce qui a permis à plus de 30.000 investisseurs d'investir 11.7 milliards de dollars américains dans les entreprises de technologies de la santé.¹⁵⁷ Cette soudaine croissance de l'industrie HealthTech aux Etats-Unis a été favorisée par les différentes initiatives réglementaires qui ont été prises en ce sens ces dernières années. Par exemple, la loi HITECH (Health Information Technology for Economic and Clinical Health) fut adoptée en 2009 pour promouvoir et encourager l'adoption et l'utilisation des technologies de l'information sur la santé.¹⁵⁸

L'expansion du marché européen de l'HealthTech est quant à lui en vitesse de croisière. On le voit en particulier avec le développement du Mobile Health (mHealth), c'est-à-dire de ce domaine de la santé digitale qui inclut notamment l'utilisation de dispositifs de communication mobiles pour des services de santé et de bien-être et des fins d'information, ainsi que des applications de santé mobiles.¹⁵⁹ Le mHealth permet en effet de se départir du modèle de soins traditionnel, fondé sur une dynamique curative et de réponse aux maladies pour

intégrer une dynamique plus préventive. Il permet de gérer les maladies en tout lieu et en tout temps, et contribue à un partage de données favorisant la recherche et l'innovation.

En 2017, plus de 100.000 applications mHealth étaient disponibles sur le marché. En 2015, le cabinet Deloitte annonçait une explosion de la croissance des revenus générés par ce marché au niveau mondial, passant de 2.4 milliards de dollars en 2013 à 21.5 milliards de dollars en 2018 (cela constitue une prédiction de 54.9% de croissance annuelle).¹⁶⁰ Deloitte prédisait également que le marché européen, avec une croissance annuelle de 61.6% et une valeur de 6.1 milliards de dollars, serait le plus important dans le domaine du mHealth en 2018.¹⁶¹

Lorsque l'on se concentre sur le marché des technologies médicales (MedTech), l'on observe que le marché européen n'a rien à envier à son homologue américain : il était estimé à environ 110 milliards d'euros en 2016, soit environ 29% du marché mondial si l'on se base sur les prix. Cela en fait le deuxième plus grand marché de technologie médicale après les Etats-Unis (environ 43%). La Belgique, pour sa part, représente environ 3% de ce marché.¹⁶²

L'industrie européenne de la technologie médicale¹⁶³ constitue l'un des secteurs de haute technologie les plus diversifiés et innovants du vieux continent. L'Office européen des brevets

(OEB) a enregistré, en 2016, plus de 12.200 demandes de brevets dans le domaine de la technologie médicale, soit 7,7% du nombre total de demandes.¹⁶⁴ En Europe, c'est le secteur où la demande est la plus forte : dans le domaine pharmaceutique et celui de la biotechnologie, par exemple, seules 5.700 demandes environ ont été respectivement déposées. Notons que par ailleurs, une grande partie des demandes de brevets dans le secteur de la technologie médicale (41%) provenaient de pays européens (UE28, Norvège et Suisse), les 59% restants des demandes provenant d'autres pays, dont la plupart des Etats-Unis.¹⁶⁵

Il y a environ 27.000 entreprises spécialisées dans la technologie médicale en Europe, la majorité d'entre elles (presque 95%) étant des PME.¹⁶⁶ En tout, cela représente plus de 675.000 personnes employées dans l'industrie européenne de technologie médicale et plus de 740.000 personnes dans l'industrie européenne pharmaceutique, ce qui démontre que ce secteur représente une part importante de l'économie européenne.¹⁶⁷

Nous assistons donc à une multitude d'initiatives réglementaires et financières au niveau de l'Union européenne, destinées à renforcer les interconnexions entre les différents marchés et systèmes de santé européens. Certains le disent, à juste titre : le multiculturalisme de l'écosystème européen constitue un atout considérable pour les entreprises (tous secteurs confondus) qui veulent être rapidement solvables et appréhender de nouveaux marchés dans la durée.¹⁶⁸

¹⁵⁷ PlugAndPlay, « What is HealthTech and Why Does It Matter to All of Us? ».

¹⁵⁸ *Idem*.

¹⁵⁹ Commission européenne, *Stratégie pour le marché unique numérique, secteur santé (mai 2017)*.

¹⁶⁰ Deloitte Centre of Health Solutions, « Connected Health – How digital technology is transforming health and social care », 2015, p. 2.

¹⁶¹ *Idem*.

¹⁶² MedTech Europe, *The European Medical Technology Industry in figures – 2018*, p. 25.

¹⁶³ L'industrie de la technologie médicale « comprend surtout des dispositifs médicaux qui simplifient la prévention, le diagnostic et le traitement des maladies et des affections. Les produits les plus connus de la technologie médicale sont, entre autres, les stimulateurs cardiaques, les instruments d'imagerie, les machines de dialyse et les implants. » (<https://www.statista.com/topics/1702/medical-technology-industry/>).

¹⁶⁴ MedTech Europe, *The European Medical Technology Industry in figures – 2018 (précité)*, p. 11.

¹⁶⁵ *Idem*.

¹⁶⁶ *Idem*, p. 19.

¹⁶⁷ *Idem*, p. 15.

¹⁶⁸ A. Radu, *L'Europe, nouvel eldorado des start-ups ?* (10 septembre 2018).

Il n'en reste pas moins qu'en ce qui concerne le secteur de la santé en particulier, une des difficultés majeures auxquelles l'Europe fait face est que le secteur se caractérise par des systèmes nationaux très différents. Lorsqu'une start-up développe un produit au niveau national (voire régional, pour les Etats fédéraux), celui-ci doit correspondre au système en place et au marché national avec sa propre logique et ses propres incitants financiers. Le déployer à plus grande échelle nécessite un dialogue et une ouverture d'esprit, notamment entre les entrepreneurs et les décideurs publics. Malgré le grand nombre de forces créatrices en Europe et les financements disponibles, le manque d'interactions entre les différents acteurs et la déconnection entre les divers marchés constituent de réels freins à l'implémentation des solutions innovantes à grande échelle.¹⁶⁹

En ce sens, les structures de soutien et de développement qui existent au niveau européen sont importantes car elles permettent aux start-ups de naviguer à travers les frontières et de répondre à un marché qui dépasse les barrières structurelles et culturelles. Tout cela en évitant, par ailleurs, que les start-ups les plus prometteuses et ambitieuses ne fuient vers le marché américain, trop souvent considéré comme étant la référence en termes de source d'investissement et de succès.¹⁷⁰

...MAIS AUSSI ET SURTOUT EN BELGIQUE

Nous pourrions penser qu'il n'est pas aisé, pour un pays petit et complexe tel que la Belgique, de se frayer un chemin à travers ces différents obstacles dressés ci-avant tout en s'assurant une

position de leader dans la course à l'innovation médicale. Mais il n'en est rien ; la Belgique n'est pas en reste lorsqu'il s'agit d'innover et d'entreprendre dans le secteur de la santé. De nombreuses entreprises développent de nouvelles plateformes et technologies, soutenues par des initiatives prises par autorités publiques, qu'elles soient régionales ou fédérales.

Qu'il s'agisse d'applications mobiles en e-santé ou, de manière plus générale, de l'application des TIC aux activités liées à la santé, le marché belge de l'IA se révèle riche et créatif. L'on voit ainsi fleurir de nombreuses solutions innovantes qui visent toutes, malgré leur diversité, à changer les pratiques et améliorer le quotidien et le bien-être de la population. La majorité de ces solutions sont actives dans le B2B et se développent dans les domaines des appareils connectés (medical device), les solutions liées au bien-être (care tech), les solutions logicielle directement utilisées dans l'acte de soin (medical software) et les solutions de soins à distance (tele health).¹⁷¹ Pensons notamment à Cubigo pour la gestion digitale des maisons de retraite, à GenePlaza pour l'analyse et l'interprétation de l'ADN, à MoveUp pour le suivi médical et la réhabilitation¹⁷² ou encore à FibriCheck, pour la détection de l'arythmie cardiaque.

Le domaine de la HealthTech occupe une place importante dans le paysage des start-ups belges et regroupe presque 10% de la totalité des jeunes entreprises belges en technologie.¹⁷³ C'est également dans le secteur de la santé que le nombre de scale-ups est le plus grand : 46% en 2017, soit beaucoup plus que la moyenne de 39% de scale-ups que représentent tous les secteurs confondus.¹⁷⁴

Une analyse du *Journal du Médecin* révélait ce constat en février 2017 : « 2.158 start-ups sont recensées à l'heure actuelle en Belgique. Quel que soit leur stade de maturité, l'e-santé tient le haut du pavé : premier domaine pour les start-ups, premier pour les scale-ups, quatrième pour le peu enviable top des domaines où périssent les start-ups et enfin, deuxième des start-ups « avalées » par de plus grandes entreprises. »¹⁷⁵

Cette fertilité de la Belgique dans le domaine des start-ups e-santé n'est néanmoins pas homogène selon les régions. En février 2017, la Wallonie représentait 20.67% du marché belge de l'e-santé, Bruxelles 25.48% et la Flandre 53.85%.¹⁷⁶ La plupart de ces start-ups se situent à proximité des grands centres urbains, à savoir – outre Bruxelles – Gand, Louvain, Anvers et Liège.

Le fait que la Flandre constitue un terrain particulièrement favorable à la digitalisation du secteur de la santé est manifeste, et son objectif est de valoriser cette croissance au niveau international. Comme évoqué dans la première partie de cette étude, le ministre flamand de l'Innovation, Philippe Muyters (N-VA), a prévu d'investir 30 millions d'euros de fonds publics dans la recherche et l'application de l'IA. Le but n'est pas « d'investir pour reproduire », mais bien de se concentrer sur les secteurs dans lesquels la Flandre, mais aussi et surtout la Belgique, possède l'expertise technologique nécessaire pour faire la différence au niveau international.¹⁷⁷

En Belgique, l'un de ces secteurs niches est la biotechnologie, qui rassemble un grand nombre d'entreprises de très haute technologie.

¹⁶⁹ O. Fabes, « La santé, un enjeu entrepreneurial pour l'Europe » (précité).

¹⁷⁰ *Idem*.

¹⁷¹ S. Godard, « Les start-ups e-santé se heurtent à la complexité du système de soins belge » (*L'ECHO*, 28 mars 2018).

¹⁷² X, « Les enjeux de la santé digitale » (précité).

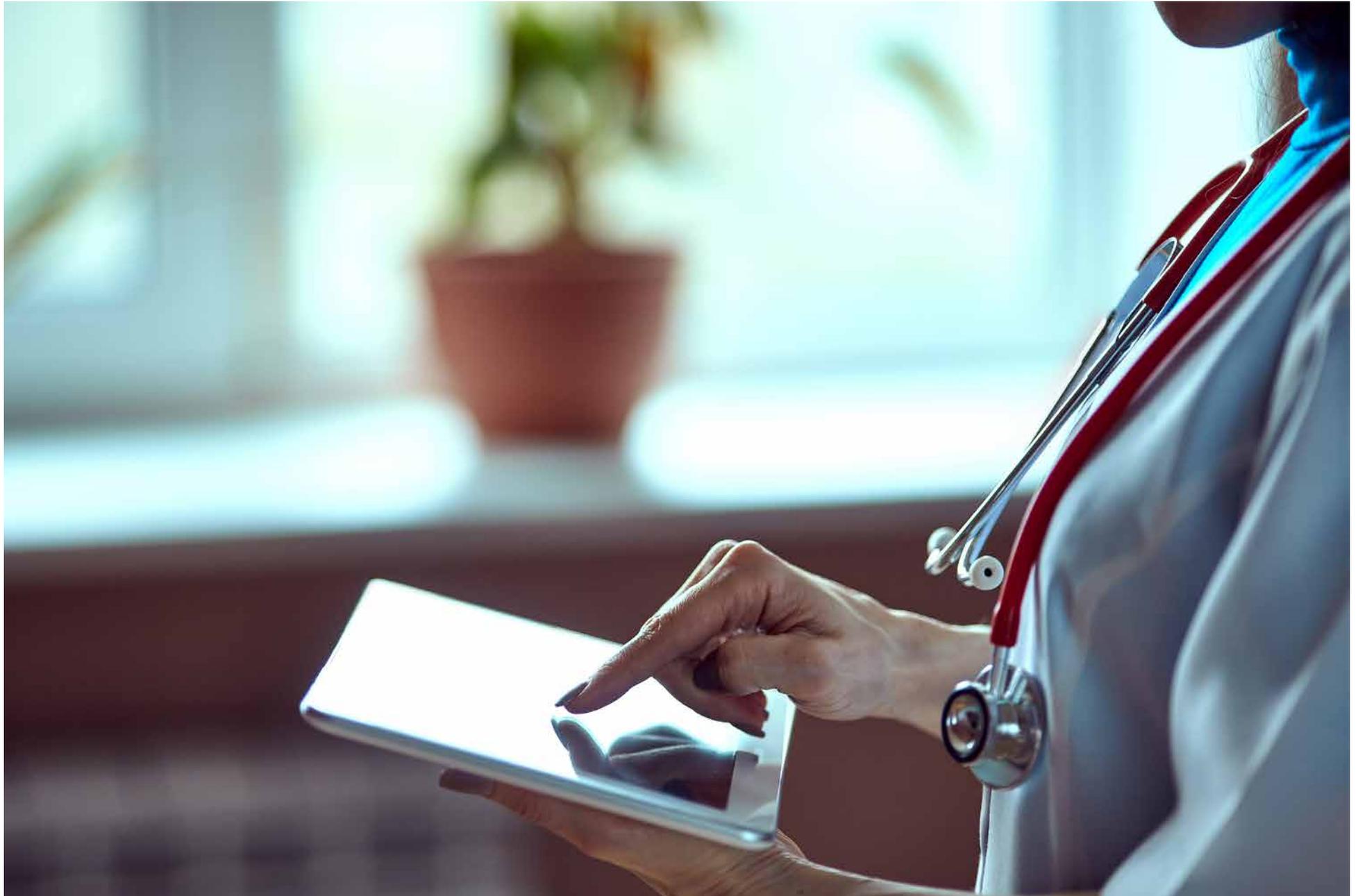
¹⁷³ O. Mohout et S. Staelraeve, *5 things you need to know about the Belgian HealthTech landscape in 2017* (précité).

¹⁷⁴ *Idem*.

¹⁷⁵ X, « L'e-santé, fer de lance des start-up belges : une analyse du Journal du Médecin », (*WELL*, 27 février 2017).

¹⁷⁶ *Idem*.

¹⁷⁷ X, « Vlaanderen start inhaalrace rond artificiële intelligentie » (*De Tijd*, 3 octobre 2018).



Le secteur pharmaceutique représente en effet une source importante d'innovation et de prestige. Outre le fait que la Belgique est le pays où il y a le plus d'études cliniques par habitant, 82% de l'ensemble des essais cliniques initiés chez nous sont organisés et financés par l'industrie pharmaceutique. Les 18% restants le sont par le secteur académique.¹⁷⁸ Selon Catherine Rutten, CEO de Pharma, « [ces] Biotechs sont le plus souvent de taille réduite, ce qui leur permet d'évaluer et de s'adapter rapidement aux nouvelles avancées médicales. Souvent, elles travaillent main dans la main avec les grandes entreprises mettant en commun leurs atouts. Ce système unique de relations étroites entre les différents pôles de recherche fait de notre pays une perle rare du développement pharmaceutique. [...] La Belgique est un acteur important à l'échelle mondiale. Les entreprises biopharmaceutiques installées chez nous investissent massivement dans la recherche et le développement de nouveaux médicaments : 2,89 milliards d'euros en 2016. Notre pays représente à lui seul 1/10 du montant total de l'ensemble des investissements en R&D du secteur biopharmaceutique en Europe. »¹⁷⁹

Si la Région bruxelloise concentre plus d'un quart des start-ups belges en e-santé, il n'en reste pas moins qu'elle doit renforcer et favoriser davantage la capacité de pénétration de ses jeunes pousses. C'est dans ce contexte que le ministre régional de l'Economie Didier Gosuin (Défi) a annoncé en 2017 la création, par l'intermédiaire de l'incubateur public lifetech.brussels, d'une plateforme e-santé.brussels pour fédérer les différents acteurs économiques, publics et privés.¹⁸⁰

La Région wallonne, bien décidée à stimuler la recherche et le développement d'innovations HealthTech sur son territoire, a quant à elle approuvé en 2018 la création de l'INAH (Institute of Analytics for Health)¹⁸¹, une plateforme numérique qui vise à mettre en lien les données médicales des patients des hôpitaux et des médecins généralistes partout en Wallonie avec les entreprises du secteur de la santé.¹⁸² Selon le gouvernement wallon, « ce dispositif pilote est un outil intelligent qui aura pour but d'une part de faciliter le développement de solutions thérapeutiques innovantes et d'autre part de renforcer la prévention médicale grâce à la structuration des données et à l'identification anticipée de potentielles pathologies, le tout dans le strict respect de la confidentialité des données. »¹⁸³ Il entend offrir ainsi un nouvel outil de qualité aux entreprises, aux professionnels de la santé et patients, et aux universités.

SPIN-OFFS ET INCUBATEURS

Les universités constituent un vivier de main d'œuvre hautement qualifiée, de créativité et d'innovation. Or, seules 18% des entreprises du secteur des biotechnologies et 24% des start-ups en HealthTech ont débuté au sein d'instituts de recherche (spin-offs) en Belgique.¹⁸⁴ L'entrepreneuriat dans le secteur de la santé dépend donc, dans une certaine mesure qui est à encourager davantage encore, d'organisations et des structures de recherche déjà existantes pour se développer.

Les start-ups peuvent par ailleurs compter sur un grand nombre de networks et d'initiatives pour se déployer. Plus de la moitié

des jeunes entrepreneurs, tous secteurs confondus, font appel à des structures d'accompagnement, qu'elles soient publiques ou privées.¹⁸⁵ Ces structures d'aide à la création d'entreprise, ou incubateurs, offrent de nombreux programmes d'accompagnement des entrepreneurs qui désirent développer leur start-up.

L'on constate néanmoins que si les opportunités de soutien sont nombreuses, elles n'en restent pas moins fort éparpillées, ce qui complique et retarde le parcours de validation d'un projet. Conséquence : les nombreuses innovations qui fleurissent dans le domaine de la santé sont sous-utilisées et intégrées trop lentement dans le secteur.

C'est pour pallier cet inconvénient qu'Agoria, la fédération belge des entreprises technologiques, BeMedTech, la fédération belge de l'industrie des technologies médicales et ABDH, l'Association belge des directeurs d'hôpitaux, ont ensemble créé HealthTech.Belgium en 2018, donc l'objectif principal est de « faciliter la réalisation de tests médicaux à grande échelle et de proposer un soutien personnalisé aux entrepreneurs de la filière numérique en santé ».¹⁸⁶ Les initiatives engagées par HealthTech.Belgium se feront en collaboration avec des initiatives régionales, dans le but d'élargir leurs projets et de renforcer leurs actions. Ainsi, en plus des trois fondateurs du projet, la plateforme travaille d'ores et déjà en partenariat avec BlueHealth Innovation Center, In4Care, lifetech.brussels, MedTech Flanders & MedTech Wallonie.

Par nature ouverte à la collaboration, HealthTech.Belgium accueillera toute initiative intéressée à s'y joindre.¹⁸⁷

178 X, « La Belgique est un acteur important à l'échelle mondiale » (*Media Planet - Informations médicales*, mars 2018).

179 *Idem*.

180 O. Fabes, « La santé, un enjeu entrepreneurial pour l'Europe » (précité)

181 A l'initiative du ministre wallon de l'Economie, de la Recherche, de l'Innovation et du Numérique Pierre-Yves Jeholet (MR) et de la ministre de l'Action sociale, de la Santé, de l'Egalité des chances, de la Fonction publique et de la Simplification administrative Alda Greoli (cdH).

182 JVK, « Le « big data » s'invite dans le monde de la santé » (*La DH*, 26 juillet 2018).

183 X, « Les Ministres Jeholet et Greoli s'associent dans un dispositif innovant renforçant la prévention et la création de valeur médicale » (site du Gouvernement de Wallonie, 19 juillet 2018).

184 X, « L'e-santé, fer de lance des start-up belges : une analyse du Journal du Médecin » (précité)

185 Statups.be et Digital Wallonia.be, *Baromètre des startups 2017 - Les startups du secteur du numérique en Wallonie*, p. 6.

186 X, « Une nouvelle coupole nationale pour accélérer l'innovation en e-santé » (*Belga*, 31 janvier 2018).

187 X, « Lancement de HealthTech.Belgium : « Faisons de la Belgique LE pays test pour l'innovation Health Tech » » (*Agoria*, 1 février 2018).

UN DÉFI FONCTIONNEL ET FINANCIER

Ces programmes d'aide et d'accompagnement sont fort utiles pour le développement dans le secteur de la santé. L'analyse de l'écosystème belge des start-ups en e-santé que Start-ups.be a effectuée en 2017 souligne néanmoins que malgré notre bon tissu socio-économique en matière de soins de santé, le nombre de nouvelles start-ups dans le secteur a diminué ces deux dernières années.¹⁸⁸ Philippe Rangoni, directeur *business development* chez Startups.be et auteur de l'analyse, y voit plusieurs explications, dont la complexité du système de soins de santé belge et la difficulté de le comprendre.¹⁸⁹

Le principal défi qui se pose aux entrepreneurs qui désirent se frayer un chemin dans le secteur de la santé est donc fonctionnel. Non seulement la solution développée doit être utile pour le destinataire (patient, professionnel de la santé, citoyen), mais elle doit aussi et surtout être comprise et adoptée par celui-ci. Cela peut s'avérer plus complexe qu'on ne le pense au premier abord et constitue souvent une raison de l'échec de certaines initiatives.

Cette confusion a un impact direct sur le modèle économique que les start-ups mettent en place au départ. En effet, si les entrepreneurs n'ont pas une idée précise de qui sera l'utilisateur final de l'application ou du dispositif médical, d'une part, et de celui qui va financer le projet, d'autre part, le modèle économique s'en trouve fragilisé. Le réel avantage concurrentiel de la solution développée dépend donc de l'implication et de l'avantage que chaque partie intéressée dégage du projet. Cela demande une bonne connaissance du système de santé et des financements disponibles.

Systeme de santé

Du système de santé d'abord, car si l'on n'appréhende pas suffisamment bien le fonctionnement de l'hôpital ou d'une spécialisation, par exemple, le projet ne répondra pas aux problèmes tels qu'ils se présentent sur le terrain.¹⁹⁰ Une majorité des scale-ups européennes actives dans le domaine de la HealthTech répondent à la logique B2B, et la Belgique n'en fait pas exception : pas moins de 78% d'entre elles sont orientées B2B.¹⁹¹ Cela signifie qu'en l'occurrence, il est important que les médecins se sentent impliqués et s'investissent dans le développement des innovations dans leur secteur.

Une enquête sur l'e-santé menée par MediQuality et Newpharma¹⁹² révèle pourtant que, bien que la moitié des personnes interrogées soient convaincues de l'importance de la transformation digitale de leur activité et y portent beaucoup d'intérêt, près de 60% avouent ne pas être très impliquées et 16% affirment ne pas se sentir impliquées du tout par l'e-santé.¹⁹³ Cette méconnaissance des nouvelles technologies et de leurs avantages s'explique par deux raisons : la complexité de l'utilisation des nouvelles technologies et de leur mise en œuvre, et la crainte que la confidentialité des données ne soit compromise.¹⁹⁴ Les solutions développées doivent donc reposer sur des évidences scientifiques et cliniques bien établies afin de convaincre les médecins de l'efficacité et de la qualité des nouvelles solutions numériques qu'ils vont utiliser.¹⁹⁵

A cela s'ajoute une certaine confusion face à la multitude des innovations ou initiatives qui sont prises et qui se rejoignent, quitte à faire double emploi. En effet, si de nombreuses

plateformes ou applications bourgeonnent çà et là, il est souvent difficile pour les utilisateurs de savoir lesquelles utiliser ou préférer. Dans le cas des solutions e-santé présentées aux prestataires de soins, cette prolifération des outils contribue au désintérêt que les praticiens pourraient éprouver pour l'e-santé et à leur manque d'implication dans l'évolution de leur secteur, ce qui constitue, en fin de compte, un frein au développement de ce dernier.

Il est évident que cette tendance n'aide pas à la diffusion des nouvelles technologies dans le secteur de la santé, mais elle n'est néanmoins pas à généraliser. L'on observe que des initiatives sont prises par et pour les médecins pour fédérer les idées et les efforts dans un but d'intérêt commun. Pensons notamment à la coopérative Medispring, qui rassemble aujourd'hui plusieurs centaines de médecins généralistes et spécialistes, et qui a lancé le 1^{er} octobre 2018 un logiciel de gestion des dossiers médicaux informatisés (DMI). Il s'agit d'un dossier regroupant l'ensemble des informations médicales d'un patient (informations de consultations, résultats d'analyse, etc).

Ce système permet à tout médecin de disposer de toutes les informations nécessaires pour prendre une décision, pour poser un diagnostic ou pour effectuer un suivi ou un contrôle des soins et de l'état de santé d'un patient. Cette initiative très récente bénéficiera d'abord à tous les jeunes médecins qui n'ont pas encore de patients et qui ne doivent pas migrer d'un logiciel existant vers Medispring. Le nombre d'utilisateurs du logiciel dépendra du nombre de médecins qui décideront d'abandonner leur logiciel actuel pour adopter Medispring.¹⁹⁶

188 B. Doucet, « Qui sont les start-ups e-santé en Belgique ? Une étude de Start-ups.be » (*Régional.IT*, 1 mars 2018).

189 *Idem*.

190 X, « ING Belgique et Start-ups.be analysent l'écosystème belge des start-ups de la santé numérique » (*ING*, 27 mars 2018).

191 O. Mohout et S. Staelraeve, *Five things you need to know about the Belgian HealthTech landscape in 2017* (précité)

192 Les résultats de ce sondage s'expliquent notamment par l'âge des participants : 2,9% de moins de 40 ans, 6% entre 41 et 50 ans, 20% entre 51 et 60 ans, près de 30% ayant plus de 60 ans et 41,4% dont l'âge n'est pas spécifié.

193 L. D., « E-santé : les médecins s'avouent peu impliqués » (*LLB*, 31 août 2017).

194 *Idem*.

195 X, « ING Belgique et Start-ups.be analysent l'écosystème belge des start-ups de la santé numérique » (précité)

196 L. G., « Medispring, le logiciel par et pour les médecins, lancé le 1^{er} octobre » (*LLB*, 22 et 23 septembre 2018).

Financement

Des possibilités de financement, ensuite, car il est erroné de supposer d'emblée que le produit sera remboursé par les organisations d'assurance maladie, publiques ou privées.¹⁹⁷ Le question du financement constitue en effet un véritable défi pour certaines start-ups belges du digital health, en particulier celles qui proposent des solutions B2C. Une étude menée par ING Belgique et Startups.be révélait que 25% des start-ups en digital health obtiennent un financement sous la forme de subsides, et que 40% des start-ups avaient reçu des fonds publics (subsides, capital ou prêt).¹⁹⁸ Sans compter les subsides ou les différentes formes de prêts qui peuvent être accordés, ce ne sont pas moins de 167 millions d'euros qui ont été investis dans les start-ups belges en santé digitale ces dix dernières années.¹⁹⁹

S'il y a suffisamment de capital disponible dans notre pays pour soutenir les entreprises, il n'empêche qu'il n'est pas disponible comme capital risque ou comme capital de croissance, ce qui reflète la timidité et le manque de confiance en soi des entrepreneurs belges. Cela leur prend environ 5 ans pour attirer suffisamment de financement extérieur, ce qui est plus long que dans les autres pays européens.²⁰⁰

ASSURER LA BONNE GESTION DES DONNÉES

Cette prospérité des idées et des outils est portée par la volonté des Belges – et des européens en général – d'être

mieux informés sur leur santé et d'en avoir un meilleur contrôle. Les Belges sont enclins à soutenir et accorder leur confiance aux évolutions technologiques qui touchent à leur santé, mais cela doit s'accompagner d'une gestion sûre et honnête de leurs données personnelles. Il revient aux autorités publiques de s'assurer que cela soit bien le cas et de créer un cadre de protection des données personnelles renforcé qui s'aligne sur les mesures énoncées au niveau européen.

Mais elle est également favorisée par l'évolution progressive de notre système e-santé vers un partage toujours plus grand et plus simple des données de santé. En 2008 déjà, le gouvernement fédéral avait instauré la plateforme nationale e-Health, qui offre toute une série de services à destination des protagonistes du secteur des soins de santé tout en garantissant la sécurité de l'information, la protection de la vie privée du patient et du prestataire de soins, et le respect du secret médical. Via cette plateforme, les applications TIC peuvent avoir accès à certaines bases de données, telles que le registre des résidents belges ou le registre des professionnels de la santé qui sont accrédités.²⁰¹

Cette plateforme fédérale respecte, stimule, coordonne et soutient les initiatives locales et régionales telles que les hubs et metahubs, Vitalink (Flandre) et Réseau Santé Wallon/Inter-Med (Wallonie et Bruxelles).²⁰² Ces dernières structures regroupent les données de santé des patients traités en Wallonie, en Flandre ou à Bruxelles et permet un véritable partage de ces données entre les prestataires de soins dans des domaines qui sont de compétence régionale.

Plus récemment, l'Etat fédéral et les entités fédérées avaient préparé ensemble un cadre officiel visant à développer l'e-santé sur notre territoire : le plan e-santé 2019. Celui-ci vise à « généraliser le partage des données de santé dans un cadre sécurisé en vue d'optimiser les traitements, d'en réduire les coûts et d'impliquer au maximum le patient dans la prise en charge de sa santé. » La majorité des développements techniques et mesures concrètes que comprend ce plan sont à ce jour finalisés ou en voie de l'être.²⁰³

Un des points importants de ce plan e-santé et qui a bénéficié d'une attention particulière était le développement des applications de santé mobile. Fin 2017, l'évaluation d'un projet pilote mené par les autorités et reprenant 24 applis ciblées sur le diabète, la santé mentale, les AVC, les maladies cardiovasculaires et les douleurs chroniques (cinq pathologies qui représentent à elles seules 80% des coûts de santé !) s'est par ailleurs révélée très positive.²⁰⁴

Au-delà des structures et initiatives mises en place pour favoriser le partage protégé des données, la gestion et l'utilisation responsables de ces dernières requièrent des professionnels de qualité. Or, les analystes de données ne représentent que moins d'1% de l'emploi dans la plupart des Etats membres de l'UE.²⁰⁵ En Belgique, Agoria pointait en février 2017 que nous faisons face à une pénurie d'analystes de données. Elle estimait que l'on aurait besoin d'environ 7.000 personnes possédant un savoir-faire en matière de données d'ici 2020, ce qui signifie que 4.000 professionnels en la matière seront manquants.²⁰⁶

197 B. Doucet, « Qui sont les start-ups e-santé en Belgique ? Une étude de Start-ups.be » (précité)

198 X, « ING Belgique et Start-ups.be analysent l'écosystème belge des start-ups de la santé numérique » (précité)

199 S. Godard, « Les start-ups e-santé se heurtent à la complexité du système de soins belge » (précité).

200 O. Mohout et S. Staelraeve, **Five things you need to know about the Belgian HealthTech landscape in 2017** (précité).

201 Milieu Ltd and Time.lex, « Overview of the national laws on electronic health records in the EU Member States National Report for Belgium », 1 avril 2014.

202 M. Callens, **eHealth in België**, CM-Informatie 258, décembre 2014.

203 M. Michel, « Et si on vous prescrivait une petite dose de Santé? » (**L'Echo**, 5 février 2017).

204 **Idem**.

205 European Political Strategy Centre, « The Age of Artificial Intelligence – Towards a European Strategy for Human-Centric Machines », EPSC Strategic Notes, Issue 29, 27 May 2018, p. 4

206 X, « Vlaanderen start inhaalrace rond artificiële intelligentie » (**De Tijd**, 3 octobre 2018).

Or, la quantité de données personnelles et leur utilisation ne va faire que croître et s'intensifier au fil de temps. Si les grandes entreprises ont la capacité d'adopter et intégrer les technologies digitales pour faire évoluer leur business, ce n'est toutefois pas le cas des plus petites entreprises, qui représentent pourtant une majorité des entreprises belges en HealthTech. Il est donc urgent que nous accordions à cette pénurie toute l'attention nécessaire et que nous renforçons la formation dans ce domaine.

QUEL MODÈLE POUR UNE EUROPE ET UNE BELGIQUE DE L'IA DANS LE SECTEUR DES SOINS DE SANTÉ ?

Nous l'avons dit, les défis sont importants et les pays européens ont encore du chemin à parcourir afin de tirer pleinement profit des bénéfices de l'IA. Nous avons identifié 4 axes de recommandations que nous estimons être particulièrement importants pour l'avenir du secteur des soins de santé :

UN CADRE JURIDICO-ÉTHIQUE ADAPTÉ

- Afin de soutenir les efforts des États membres dans la réforme de leur système de santé, l'Union européenne devrait **renforcer les évaluations nationales**, l'analyse comparative, les réseaux de référence, l'échange des connaissances et l'assistance technique.
- Accorder une attention toute **particulière à la sécurisation des données** et déployer des efforts constants, qu'ils soient financiers ou en termes d'infrastructures, pour atteindre un niveau toujours plus abouti et garanti de protection de la vie privée des patients.

- La Flandre souhaite former un groupe d'experts sur les implications éthiques de l'IA dans la santé. Afin d'éviter une multiplication des initiatives, **une telle démarche pourrait être entreprise au niveau national**. Chacune des trois régions serait représentée au sein de ce groupe national d'experts, qui travaillerait en amont et en aval du Comité consultatif sur l'IA de la European AI Alliance.
- S'assurer qu'un nombre toujours croissant de patients dispose **d'un résumé clinique partagé** et que toujours plus d'institutions de soins et de médecins rejoignent le Réseau Santé Wallon. Le nombre de patients disposant d'un dossier clinique résumé (« sumehr » pour SUMarized Electronic Health Record) a augmenté de 45% en 12 mois. Le nombre de généralistes affiliés au Réseau Santé Wallon a quant à lui augmenté de 50% sur la même période. Tous les hôpitaux wallons y livrent leurs données, ainsi que sept laboratoires privés font également partie du système.²⁰⁷ Afin de s'assurer que cette tendance ne faiblisse pas, les patients doivent être informés et sensibilisés à cette possibilité ainsi qu'à ses avantages (continuité des soins ainsi que recherche et croissance du big data médical). Ils doivent par ailleurs être suffisamment rassurés dans leurs questionnements et doutes qui y sont liés. Cela dépend néanmoins directement de l'implication des prestataires de soins eux-mêmes et de leur correcte formation sur le sujet.
- **Clarifier la responsabilité des professionnels de santé en cas d'utilisation des techniques d'IA**. A l'heure actuelle, leur responsabilité est engagée en cas de faute ou de manquement déontologique. Dans ce cadre, il est important de rappeler que l'IA doit permettre d'offrir un support à l'action des prestataires de soins afin de leur permettre de prendre une décision. L'objectif n'est pas de les remplacer complètement. Leur responsabilité finale est donc toujours susceptible d'être engagée.

L'insécurité des prestataires de soins quant à leur éventuelle responsabilité lorsqu'ils posent un acte ou prennent une décision est nocive au bon déroulement d'un traitement, et contre-productive. Il est dès lors nécessaire qu'un cadre juridique clair et sans équivoque soit établi, qui intègre adéquatement les différents développements de l'IA et du numérique.

- Il est primordial d'éduquer davantage les patients **sur les bénéfices que peut apporter l'IA dans un secteur comme les soins de santé**. Il y a un réel travail de crédibilité qui doit être réalisé aussi bien par les acteurs publics que par les acteurs privés.

INTÉGRER L'IA DANS LA FORMATION DE BASE ET LA FORMATION CONTINUE DES MÉDECINS

- **Intégrer davantage et de manière plus systématique les nouveaux développements numériques et de l'IA, leurs potentialités et leurs conséquences pour le secteur des soins de santé dans les formations de base et continues des professionnels de la santé**. Le fait que trop peu de professionnels de la santé soient réellement impliqués, voire intéressés, dans les évolutions numériques et technologiques de leur secteur constitue un frein évident à l'utilisation des innovations qu'elles engrangent et à l'épanouissement des entreprises qui les conçoivent. Il convient dès lors de s'assurer que les formations qui sont proposées sensibilisent les professionnels concernés aux différentes évolutions et innovations et intègrent une explication adéquate de leur importance, tenants et aboutissants.

²⁰⁷ F. Soumois, « Pourquoi le réseau numérique santé wallon -t-il ? » (*Le Soir*, 7 décembre 2018). [...]

- Cela va de pair avec un **renforcement des incitants à suivre et à s'impliquer dans la formation continue**. Actuellement, les prestataires de soins (médecins ou pharmaciens biologistes) qui participent à des activités de formation continue peuvent obtenir ou prolonger leur accréditation. L'une des conditions pour cela est d'avoir obtenu au minimum 20 unités d'accréditation (appelés crédits points ou CP) pour chacune des périodes de référence de 12 mois, en suivant des activités de formation continue reconnues dans le cadre de l'accréditation des médecins et pharmaciens biologistes. Parmi ces 20 CP, ils doivent avoir obtenu au minimum 3 CP dans la rubrique éthique et économie. L'on pourrait par exemple réfléchir à une manière de lier davantage cette obligation à des formations spécifiques consacrées aux développements numériques et à l'IA.
- **Former les prestataires de soins afin qu'ils disposent des outils nécessaires pour réduire leur exposition administrative et financière à l'évolution numérique et technologique de leur secteur**, et maximaliser leur réputation de professionnel (en tant que professionnel à la pointe des nouvelles technologies).²⁰⁸
- A l'instar de ce qui a été préconisé dans le rapport Villani, **former – dans le cadre de la formation de base et de formation continue – les professionnels de la santé aux compétences de coordination, d'empathie et du rapport avec les patients**.

LA RECHERCHE RESTE PRIMORDIALE ET DOIT IMPLIQUER TOUS LES ACTEURS

- **Valoriser davantage la recherche et renforcer l'implication des professionnels de la santé dans la recherche**. Cela va de pair avec la coopération entre les professionnels de la santé, les instituts de recherche et les entreprises.

Il est impératif que les trois secteurs soient mis en lien et disposent de moyens de coopération suffisants pour favoriser une recherche efficace et dans l'intérêt de toutes les parties intéressées.

- **Cibler, dès la formation de base, les étudiants qui se distinguent par leurs aptitudes et connaissances, et les inciter à s'investir dans la recherche**. Parallèlement à ceci, des éléments (salaires attractifs, infrastructures adéquates, etc.) doivent être mis en place afin d'inciter les jeunes chercheurs à poursuivre leur carrière dans notre pays, ce qui contribuerait à sa renommée et au développement de la technologie de pointe intégrant l'IA dans les marchés prometteurs spécifiques à la Belgique.
- **Cibler les sous-secteurs niches/marchés prometteurs, au sein-même du secteur santé, dans lesquels investir massivement** (en particulier la biotechnologie et le développement d'applications et de dispositifs mobiles).
- **Etablir un cadre de recherche attractif dans le but d'attirer les experts de la santé étrangers à venir développer leur recherche en Belgique**. Ce cadre dépend directement de la qualité des données, des financements disponibles et des infrastructures mises en place. Cela dans le but de faire de la Belgique une sorte d'incubateur au sein duquel les chercheurs viendraient faire leur recherche de manière efficace et sécurisée.
- **Renforcer le lien de feedback entre les patients et les médecins à la suite d'un traitement**. Cela doit se faire en termes de quantité et de qualité : un meilleur et plus fréquent feedback de la part des patients à leur médecin permet à ces derniers de cibler plus rapidement et dans une meilleure mesure les erreurs, carences ou difficultés des traitements proposés, ce qui leur permet de diriger la recherche vers la résolution de ces problématiques.

CRÉER UN CADRE ENTREPRENEURIAL FAVORABLE POUR LES ENTREPRISES

Nous l'avons dit, il s'agit d'un secteur très complexe, présentant de nombreux défis structurels, des contraintes budgétaires importantes et des évolutions majeures avec des impacts importants en termes d'automatisation et de rentabilité des entreprises.

- Les entreprises déjà existantes dans le secteur doivent procéder à une évaluation approfondie de tous ces paramètres pour comprendre les changements récents et à venir et **maximaliser les investissements dans les ressources humaines, les processus et la technologie** – ce en conformité avec les différentes réglementations nationales et européennes en vigueur.²⁰⁹
- Établir un réseau d'experts qui suivent perpétuellement les nouvelles évolutions technologiques en santé dans le monde et en informent les entreprises afin qu'elles maximalisent leur compétitivité sur le plan international.
- Établir une corrélation directe entre **la pénurie de main d'œuvre dans le secteur des soins de santé et l'investissement dans l'IA/digitalisation**. La digitalisation des soins de santé et l'investissement dans l'IA ne doit pas uniquement s'inscrire dans une dynamique ascendante, c'est-à-dire qui vise à développer une technologie de pointe toujours plus poussée, mais doit également prendre en compte le paramètre de la pénurie de main d'œuvre dans le secteur de la santé. Cette logique, plus transversale, nécessite que l'on cible les activités qui ont le plus grand potentiel d'automatisation/digitalisation afin de permettre à la main d'œuvre de se concentrer sur les activités pour lesquelles elle est strictement nécessaire.

²⁰⁸ www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/global-health-care-sector-outlook.html

²⁰⁹ www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/global-health-care-sector-outlook.html

CONCLUSION

Les études sur l'IA et son impact sur notre économie se multiplient ces derniers mois. Le Centre Jean Gol s'est lui-même intéressé dans une précédente étude à la numérisation de notre économie. Dans le cadre de cette étude, nous avons souhaité nous engager sur le terrain de l'application concrète de l'IA en présentant les grands enjeux qu'elle présente dans deux secteurs clés : l'agriculture et la santé. Pour ce faire, nous avons souhaité répondre à la question suivante : quels sont les enjeux pour les domaines de la santé et de l'agriculture à l'aune de l'IA et comment mettre en place les conditions optimales pour que les entreprises belges et européennes puissent tirer profit du potentiel énorme de ce type de technologie dans ces secteurs ? Les secteurs de l'agriculture et de la santé sont très différents. On peut pourtant y trouver certaines similitudes quant à l'impact de l'IA sur leur développement et quant aux réponses à y apporter.

Le secteur agricole est caractérisé par une forte pression environnementale liée au changement climatique et à ses conséquences sur la productivité, de nouvelles méthodes de production avec des changements au niveau de la taille des exploitations et un développement de l'agriculture urbaine, mais également de nouvelles relations au sein de la chaîne alimentaire et la multiplication des acteurs à l'intérieur de celle-ci. Nous l'avons vu, l'IA peut apporter de nombreuses solutions pour répondre à ces défis majeurs : amélioration du rendement, utilisation des données agricoles à l'aide de drones afin de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance, analyse des données géospatiales, outils d'aide à la gestion administrative, développement de l'agriculture verticale et meilleure utilisation des circuits courts ne sont que quelques exemples de la manière avec laquelle l'IA peut révolutionner positivement le secteur à l'avenir.

Une bonne façon de résumer l'ensemble des avantages qu'apportent l'IA serait de concevoir cette dernière comme l'assistant personnel de l'agriculteur, dont l'importance des choix décisionnels au sein de la chaîne alimentaire dépasse celle de la gestion quotidienne de son exploitation. Il s'agit de considérer l'évolution nécessaire du rôle de l'agriculteur. Sur les exploitations rurales, il développe des connaissances techniques nécessaires à l'utilisation des outils de l'IA. Dans les villes, les entrepreneurs agricoles développent directement de nouveaux modèles de gestion agricole connectée. Tous deux s'emploient à prendre leur juste place au sein de la chaîne alimentaire, renforcés par les décisions éclairées par l'apport de la technologie. C'est principalement au début de la chaîne de valeur que l'IA pourra avoir le plus d'impact. Et c'est bien de cet impact, pourtant très local dont l'ensemble du secteur agroalimentaire pourra tirer profit, tant sur le plan économique qu'environnemental ou social. Car les effets de levier créés en début de chaîne alimentaire sont divers et imbriqués, et renforcent le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne.

Malgré toutes ces promesses, il convient de ne pas perdre de vue que le secteur agricole belge et européen ne pourra libérer son potentiel qu'en minimisant les externalités négatives qui pourraient survenir : la prédominance de solutions IA d'entreprises étrangères, le manque de connaissance, de formation et d'accès au financement des agriculteurs ou encore l'utilisation des données au détriment des agriculteurs et des consommateurs sont autant de risques qu'il convient de minimiser. Face à ces différents risques, des politiques ciblées doivent être mises en place. Non pas pour brider un potentiel via l'imposition de normes arbitraires mais pour lui permettre de s'exprimer pleinement au bénéfice des créateurs réels de richesse et d'atteindre les plus hauts standards environnementaux, sociaux et éthiques.

Pour ce faire il s'agit avant tout de définir la vision qui doit animer conjointement la Belgique (fédéral et entités fédérées) et l'Union Européenne, chaque niveau de pouvoir portant dans ses compétences des solutions à mettre en œuvre, de manière coordonnée. Les projets privés ou publics en matière d'IA agricoles sont nombreux. Mais on l'a vu, les agriculteurs ne sont pas encore prêts à adopter pleinement ces nouvelles applications, les contraintes techniques ou financières sont encore élevées, et le paysage européen (et intra-belge) semble encore trop morcelé. Selon notre analyse, tenter de copier le modèle américain en développant des géants européens de l'IA agricole ne serait pas une solution optimale. Les caractéristiques du secteur sont très différentes et les réponses doivent être adaptées.

Nous formulons dans cette étude plusieurs recommandations pour le secteur agricole, divisées en 4 grands volets :

- **Une administration préparée et une réglementation adaptée** : le préalable serait la mise en place d'un travail de réflexion en vue de l'émergence des technologies IA. Ce travail devrait conduire à l'instauration d'un plan stratégique visant à identifier et planifier le développement des technologies agricoles, prévoir un cadre de financement à moyen et long terme et identifier les modifications réglementaires nécessaires à l'implantation de ces technologies. A côté de cela, des mesures « quick wins » pourraient être mises en place rapidement comme la réalisation d'un cadastre des toitures cultivables ou encore l'amélioration rapide de la couverture réseau du monde rural (zones blanches).



- **Un développement de la R&D et des capacités de financement de l'IA** : la recherche constitue un élément clé du développement de l'IA, quel que soit le secteur. Nous recommandons la création de hubs de recherche associant producteurs, chercheurs et entreprises privées pour favoriser les synergies entre les différents acteurs du secteur. Cela peut se faire par exemple via la mise en place de laboratoires d'agriculture augmentée pour tester la viabilité des projets. Il convient d'y associer les programmes européens et en particulier le futur programme Horizon Europe qui prévoit 10 milliards d'euros pour les projets innovants en agriculture.
- **Une formation adaptée et réaliste** : comme pour chaque secteur, la formation constituera un élément majeur si l'on souhaite bénéficier pleinement du potentiel de l'IA dans le futur. Nous recommandons entre autres la création d'une équipe itinérante de « coachs » spécialistes en IA agricole afin de sensibiliser les exploitants agricoles sur le potentiel de l'IA et les « quicks wins » qu'ils pourraient déjà mettre en place. Nous souhaitons que l'IA soit davantage intégrée dans l'enseignement supérieur et notamment dans les études d'agronomie et d'horticulture, mais également dans l'enseignement universitaire en favorisant la création de cursus spécialisés dans le domaine de l'IA. Enfin, nous pensons qu'il est plus que jamais nécessaire de mettre en place des partenariats intergénérationnels pour inciter les jeunes à intégrer des exploitations existantes et y apporter leur valeur ajoutée, tout en bénéficiant de l'expertise de l'exploitant.
- **Renforcer le rôle de l'agriculteur au sein de la chaîne alimentaire** : nous souhaitons favoriser la mise en réseau des agriculteurs à l'aide d'outils IA pour privilégier davantage les circuits courts et renforcer leur position au sein de la chaîne. Cela implique la libération des données au bénéfice du producteur et l'encouragement des fermes urbaines à réduire le nombre d'intermédiaires entre le producteur et le consommateur par exemple.

Parallèlement au secteur agricole, le secteur des soins de santé doit lui aussi faire face à des défis importants : le vieillissement de la population impliquant un plus grand risque de maladies, de situations d'invalidité et de dépendance, l'augmentation significative du nombre de maladies chroniques et l'implication grandissante d'une multitude d'acteurs (y compris le patient lui-même) dans le système des soins de santé. Dans un tel contexte, notre système de soins de santé, qui représente 10% du PIB au niveau de l'Union européenne, ne parvient plus à assumer des dépenses en croissance continue. On prévoit pourtant une augmentation de la rentabilité des entreprises de l'ordre de 55% dans ce secteur d'ici 2035, grâce à l'IA. Pour y parvenir, la médecine de demain passera inexorablement par un changement de paradigme : nous devons passer d'une *médecine 'réactive'*, qui se base sur un nombre de données limitées et bien établies pour guérir et soigner les patients, à une *médecine 'proactive'*, plus préventive, prédictive, personnalisée et participative. Pour ce faire, nous devons utiliser l'énorme quantité de données de santé désormais disponible. Les progrès dans l'IA dépendent aujourd'hui entièrement de notre capacité à croiser cette quantité phénoménale de données afin de mettre en évidence les relations entre elles qui étaient jusque-là inconnues et stimuler les recherches médicales.

Les apports de l'IA dans le secteur des soins de santé ne sont déjà plus à démontrer : analyse de patrimoines génétiques par des algorithmes, dispositifs mobiles de prévention incitant les citoyens à adopter un mode de vie plus sain, consultations à distance, détection plus rapide de pathologies spécifiques ou encore un meilleur accompagnement et suivi thérapeutique via la mise en place de soins de santé de qualité à domicile.

Pourtant, le secteur des soins de santé est souvent extrêmement complexe et parfois même conservateur, que ce soit à cause d'une trop forte réglementation ou des principes de prudence et de précaution souvent indispensables quand il s'agit de données privées et de dignité humaine. Le manque de capitaux et les barrières culturelles sont également deux obstacles importants au développement de l'IA dans le secteur.

Au niveau européen, par exemple, le secteur de la santé se caractérise par des systèmes forts différents, distincts les uns des autres. Les solutions innovantes peinent à franchir les frontières et les barrières imposées par chaque marché national.

Nous avons identifié 4 axes de recommandations que nous estimons être particulièrement importants pour l'avenir du secteur des soins de santé :

- **Mettre en place un cadre juridico-éthique adapté** : il convient de renforcer les évaluations nationales et les échanges de connaissances à l'échelle européenne et d'accorder une importance particulière à la sécurisation des données afin de garantir la protection de la vie privée des patients. Nous recommandons la création d'un groupe d'experts sur les implications éthiques de l'IA dans la santé. Nous souhaitons également qu'un nombre toujours croissant de patients dispose d'un résumé clinique partagé et que toujours plus d'institutions de soins et de médecins rejoignent le Réseau de santé wallon. Enfin, il convient de clarifier la responsabilité des professionnels de santé en cas d'utilisation des techniques d'IA.
- **Intégrer l'IA dans la formation de base et la formation continue des médecins** : comme pour l'agriculture, nous pensons que la formation est un élément clé pour le développement de l'IA dans le secteur. Pour ce faire, il convient d'intégrer davantage et de manière plus systématique les nouveaux développements numériques et de l'IA, leurs potentialités et leurs conséquences pour le secteur des soins de santé dans les formations de base et continues des professionnels de la santé. Cela va de pair avec un renforcement des incitants à suivre et à s'impliquer dans la formation continue.

- **Impliquer l'ensemble des acteurs à la recherche** : il convient de valoriser davantage la recherche et d'y renforcer l'implication des professionnels de la santé. Cela va de pair avec la coopération entre les professionnels de la santé, les instituts de recherche et les entreprises. Cette recherche doit cibler les sous-secteurs niches/marchés prometteurs, au sein-même du secteur santé, dans lesquels investir massivement (en particulier la biotechnologie et le développement d'applications et de dispositifs mobiles). Nous pensons également qu'il est primordial de profiter de l'IA pour renforcer le lien de feedback entre les patients et les médecins à la suite d'un traitement afin cibler plus rapidement et dans une meilleure mesure les erreurs, carences ou difficultés des traitements proposés, ce qui leur permet de diriger la recherche vers la résolution de ces problématiques.
- **Créer un cadre entrepreneurial favorable pour les entreprises** : Nous l'avons dit, il s'agit d'un secteur très complexe, présentant de nombreux défis structurels, des contraintes budgétaires importantes et des évolutions majeures avec des impacts importants en termes d'automatisation et de rentabilité des entreprises. Les entreprises déjà existantes dans le secteur doivent procéder à une évaluation approfondie de tous ces paramètres pour comprendre les changements récents et à venir et maximaliser les investissements dans les ressources humaines, les processus et la technologie. Il conviendrait également d'établir une corrélation directe entre la pénurie de main d'œuvre dans le secteur des soins de santé et l'investissement dans l'IA/digitalisation.

BIBLIOGRAPHIE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

Zhao C et al., Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 29 août 2017, 6 p.

MANIFESTES

Collège des Producteurs, (Communiqué de presse) Du bio juste plutôt que juste du bio dans les grandes surfaces!, septembre 2018

Collège des Producteurs, (Communiqué de presse) Les premiers produits «Prix Juste Producteur» ont reçu leur label, mai 2018

Copa-Cogeca, EU Code of Conduct on Agricultural data sharing by contractual agreement, 2018

Davies F. et Garrett B., Tech can sustainably feed developing world cities of the future. Here's how, SingularityHub, 5 septembre 2018

Momagri, Une approche comparée des politiques agricoles européenne et américaine, 2018

RAPPORTS ET ANALYSES

Accenture, Artificial Intelligence : Healthcare's New Nervous System, 2017, 8 p.

de Salle C., Colin O., Petit N., de Saint Martin A. et Bairiot J.-F., Accompagner la robotisation de l'économie, Etudes du Centre Jean Gol, 2017, 66 p.

Deloitte, 2018 Global health care outlook The evolution of smart health care, 2018, 32 p.

France Digitale & Roland Berget, Joining the dots – A map of Europe's ecosystem, 2018, 20 p.

Groupe européen d'éthique et des nouvelles technologies, Opinion n° 29 « Les implications éthiques des nouvelles technologies de la santé et la participation des citoyens », 13 octobre 2015

Laperche B. et Uzunidis D., Dans quelle mesure le vieillissement de la population génère-t-il des innovations technologiques ? Portées et limites des gérontechnologies, Innovation Forum VI – 2014, Crisis, innovation and transition

McKinsey&Company, Digitally-enabled automation and artificial intelligence: Shaping the future of work in Europe's digital front-runners, octobre 2017, 72 p.

Minne G., L'agriculture face à la révolution numérique, CRA-W, 6 novembre 2018

PwC, Care Anywhere: Moving health and wellness out of the hospital and into the hands of the consumer, 2016, 13 p.

PwC, What doctor? Why AI and robotics will define New Health, Updated June 2017, 50 p.

Rivière J.-Ph., Intelligence artificielle en santé : analyses et recommandations du rapport Villani, 5 avril 2018

Stratégie France I.A., Rapport de synthèse pour le développement des technologies d'intelligence artificielle, mars 2018, 36 p.

Van Heck E., Evolution de l'agriculture en Belgique, Courrier hebdomadaire du CRISP, 1992/1-2, 80 p.

Villani C., Donner un sens à l'intelligence artificielle, 2018, 235 p.

RESSOURCES AUDIO

Propos relayés sur La Première, dans son programme « Tendances Premières » du 18 septembre 2018

RESSOURCES INSTITUTIONNELLES

Bureau Fédéral du Plan et Statbel, Perspectives démographiques 2017-2070, 22 février 2018

Climat.be, La contribution des principaux secteurs aux émissions totales et leur évolution, 2016

Commission européenne, Budget annuel de l'UE 2018

Commission européenne, Budget de l'Union : la politique agricole commune après 2020, 1^{er} juin 2018

Commission européenne, Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions - Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle, 7 décembre 2018

Commission européenne, Intelligence artificielle pour l'Europe, 25 avril 2018

Commission européenne, Livre blanc - Ensemble pour la santé : une approche stratégique pour l'UE 2008-2013, 23 octobre 2007

Commission européenne, Permettre la transformation numérique des services de santé et de soins dans le marché unique numérique ; donner aux citoyens les moyens d'agir et construire une société plus saine, 25 avril 2018

Digital Wallonia, Baromètre 2018 de maturité numérique des entreprises wallonnes, octobre 2018

Digital Wallonia, Smart Farming, le numérique est dans le pré, 2016

Eurostat, Statistiques sur les dépenses de la santé, 28 février 2018

FAO, Augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture, 2014

FAO, Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde, 2012

La Chambre des représentants, Composition du groupe de travail « Agenda robonumérique »

Ministère français de l'agriculture, 30 projets pour une agriculture compétitive et respectueuse de l'environnement, octobre 2015

Ministère français de l'Industrie et des Technologies de l'Information, Avis sur le plan d'action triennal visant à promouvoir une nouvelle génération d'industries de l'intelligence artificielle, 13 décembre 2017

OCDE, Statistiques - Etat de santé

OMS, Évaluation des technologies de la santé : dispositifs médicaux Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux, 2012, 44 p.

Statbel, Chiffres clés de l'agriculture en 2018, 2018

Statistics Belgium, Chiffres clés - Aperçu statistique de la Belgique 2017, 14 novembre 2018

ARTICLES DE PRESSE

AFP, En plein essor à Bruxelles, l'agriculture urbaine cherche son modèle économique, RTBF.be, 10 juin 2018

Bombaerts J.-P., Le coût des maladies chroniques a augmenté de 10% en cinq ans, L'Echo, 28 février 2018

Charlot C., Prendre le train de l'intelligence artificielle, Trends Tendances, 8 novembre 2018

De Laminne I., La Vitalité des biotechs, La Libre Belgique, 4 novembre 2017

Fabes O., La santé, un enjeu entrepreneurial pour l'Europe, Le Soir, 12 juin 2017

G. L., Medispring, le logiciel par et pour les médecins, lancé le 1^{er} octobre, La Libre Belgique, samedi 22 et dimanche 23 septembre 2018

Herman A., China's Brave New World of AI, Forbes, 30 août 2018

Interview de Quentin Limbourg dans La Libre Belgique Entreprise du samedi 3 novembre 2018, page 2

Interview de Silvia Perez-Vitoria sur la RTBF, 14 novembre 2018

IREF Europe, Systèmes publics de santé européens : la concurrence vaut mieux que le monopole, Contrepoints, 27 mai 2018

Jing M. et Dai S., China recruits Baidu, Alibaba and Tencent to AI 'national team', South China Morning Post, 25 septembre 2018

JVK, Le big data s'invite dans le monde de la santé, La Dernière Heure, 26 juillet 2018

Levy-Heidmann K., En médecine, les impacts réels de l'intelligence artificielle, Ouest-France, 17 décembre 2017

Massart B. et Cambier M., La politique agricole commune, une aide européenne de moins en moins solidaire, RTBF, 30 juillet 2018

McCurry J., Japanese firm to open world's first robot-run farm, The Guardian, 2 février 2016

Mélon M., La sécheresse reste un gros problème pour les agriculteurs, RTBF, 18 octobre 2018

Mohout O. et Staelraeve S., 5 things you need to know about the Belgian HealthTech landscape in 2017, Startups.be, 3 janvier 2017

Muriel M., Toutes vos données santé consultables via le portail Masanté, L'Echo, 10 mai 2018

Peters A., How John Deere's New AI Lab Is Designing Equipment For A More Sustainable Future. Fast Company, 9 novembre 2017

Rédaction, Causes et conséquences du vieillissement de la population européenne, SeniorActu, 21 mars 2005

Rédaction, L'innovation médicale 2018, Media Planète – Informations médicales, mars 2018

Rédaction, La 1^{ère} Ferme verticale commerciale à Bruxelles, Pub.be, 21 juin 2018

Rédaction, Les enjeux de la santé digitale, La Libre Belgique, 16 décembre 2018

Roberts D., This company wants to build a giant indoor farm next to every major city in the world, Vox, 11 avril 2018

S. N., Nieuwe indoor kruidenteler: 'Zon nabootsen met ledlampen, Bruzz, 20 juin 2018

Sato K., How a Japanese cucumber farmer is using deep learning and TensorFlow, Google Cloud, 31 août 2016

Soumois F., Pourquoi le réseau numérique santé wallon explose-t-il ?, Le Soir, 7 décembre 2018

Van Nuffel P., La Flandre libère 30 millions d'euros pour combler son retard en matière d'intelligence artificielle, Le Vif, octobre 2018

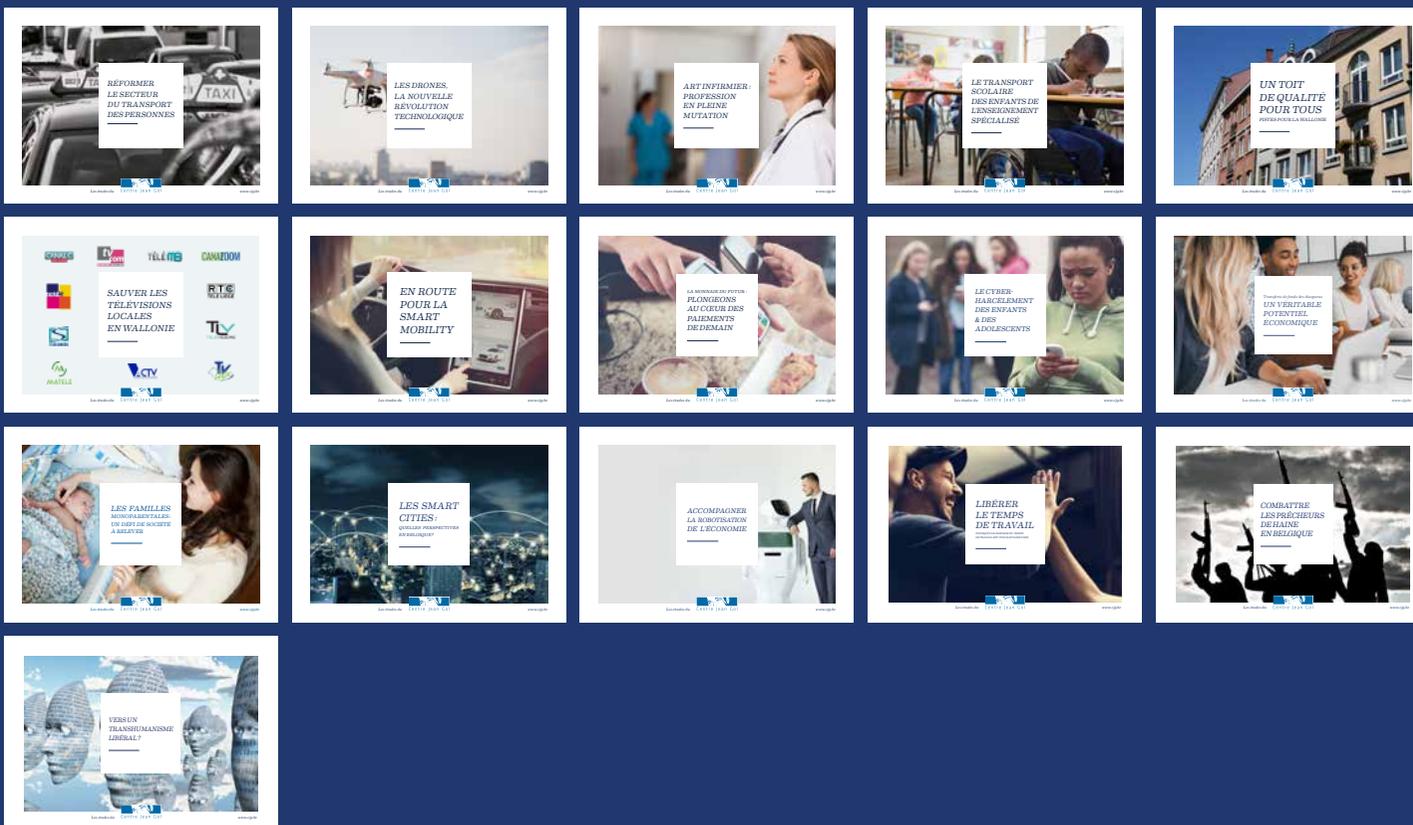
Vanian J., Alphabet Research Arm X Wants to Apply Artificial Intelligence to Farming, Fortune, 27 Mars 2018

Vincent J., John Deere is buying an AI startup to teach its tractors how to farm, The Verge, 7 septembre 2017

05	INTRODUCTION
12	I. L'AGRICULTURE FACE AUX DÉFIS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
35	II. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE NOTRE SANTÉ
58	CONCLUSION
62	BIBLIOGRAPHIE

Editeur responsable : Olivier Chastel,
Président du Centre Jean Gol
Gestion et Action libérale asbl, 84-86
1060 Bruxelles

Retrouvez toutes nos études sur cjpg.be ou demandez-nous gratuitement un exemplaire par téléphone ou par mail



Centre Jean Gol

Avenue de la Toison d'Or 84-86 1060 Bruxelles • 02.500.50.40 • info@cjpg.be • [facebook.com/centrejeangol](https://www.facebook.com/centrejeangol) • [@CentreJeanGol](https://twitter.com/CentreJeanGol)

www.cjpg.be