



Le texte peut être téléchargé à l'adresse suivante :
<http://www.senat.be>

Deze tekst is ook in het Nederlands beschikbaar.

Secrétariat de la Commission des Affaires institutionnelles :
cominstit@senate.be
02/501 71 11

Editeur responsable :

Gert Van der biesen, secrétaire général du Sénat
Place de la Nation 1, 1009 Bruxelles

Cette publication n'a qu'une valeur informative. Bien qu'elle ait été rédigée avec le plus grand soin, ni le Sénat ni ses services ne sauraient être tenus pour responsables de son contenu.

Dépôt légal : D/2019/3427/5



Les retombées, les opportunités, les potentialités et les risques de la “société intelligente” numérique

RAPPORT D'INFORMATION DU SÉNAT

29 mars 2019

Ce rapport a été préparé par la Commission des Affaires institutionnelles

Rapporteurs:

Christophe Lacroix, Katia Segers, Brigitte Grouwels, Yves Evrard

Composition de la commission :

Président: Jacques Brotchi

N-VA: Jan Becaus, Cathy Coudyser, Karl Vanlouwe, Peter Wouters

PS: Christophe Lacroix, Karl-Heinz Lambertz, Patrick Prévot, Simone Susskind

MR: Anne Barzin, Jacques Brotchi, Jean-Paul Wahl

CD&V: Benjamin Dalle, Sabine de Bethune, Brigitte Grouwels

Ecolo-Groen: Petra De Sutter, Cécile Thibaut

Open Vld: Lionel Bajart, Rik Daems

sp.a: Bert Anciaux, Güler Turan

cdH: Véronique Waroux



SÉNAT DE BELGIQUE

Session 2018-2019

29 mars 2019

Dossier n° 6-413

Ce rapport d'information examine la manière dont l'État fédéral et les entités fédérées peuvent collaborer afin d'optimiser la politique relative à la société intelligente.

Dossier parlementaire :

6-413/1: Demande d'établissement d'un rapport d'information

6-413/2: Rapport fait au nom de la commission

6-413/3: Amendements déposés après l'approbation du rapport

6-413/4: Auditions

Annales du 29 mars 2019 (nr. 6-47)

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	7
II. CONSTATATIONS	11
1. Gouvernance, éthique et droits de l’homme, et législation	11
1.1. Gouvernance	
1.2. Éthique et droits fondamentaux	15
1.3. Responsabilité et personnalité juridique	18
2. Économie, marché du travail et fiscalité	21
2.1. Économie	
2.2. Marché du travail	23
3. Enseignement et formation	32
3.1. Se préparer au mieux aux transformations et à la robotisation du marché du travail	
3.2. Enseignement	33
3.3. Formation	36
3.4. Le rôle du monde de l’entreprise dans l’enseignement du futur	38
4. Économie de l’attention : impact sur l’homme	40
5. Privacy et cybersécurité	42
5.1. Privacy - Protection de données personnelles	
5.2. Cybersécurité	44
6. Recherche et développement	46
6.1. Politique de recherche et financement	
6.2. Cadre éthique et transparence en matière de R&D	48
6.3. Importance des données ouvertes et des codes sources ouverts	49
III. RECOMMANDATIONS	51
1. Points de départ généraux de la politique et principes directeurs	51
2. Éthique et droits fondamentaux, gouvernance et législation	52
2.1. Éthique et droits fondamentaux	
2.2. Gouvernance	53
2.3. Législation	55
3. Économie, marché du travail et fiscalité	56
3.1. Économie	
3.2. Marché du travail	57
3.3. Fiscalité	59
4. Enseignement et formation	59
4.1. Enseignement	
4.2. Formation	61
5. Protection de la vie privée, cybersécurité et cybercriminalité	62
5.1. Vie privée	
5.2. Cybersécurité et cybercriminalité	63
6. Recherche & Développement	64
6.1. Au niveau européen	
6.2. Au niveau belge	
IV. AUDITIONS	66
LES RAPPORTS D’INFORMATION DU SÉNAT	68

INTRODUCTION

La digitalisation de notre société relève de l'évidence. Chaque aspect de l'existence humaine et de la vie en société est concerné par la transition numérique, qu'il s'agisse du développement de la robotique, de l'Internet des objets, des mégadonnées, du *blockchain*, de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique, des plateformes en ligne, de la réalité virtuelle, de la biologie de synthèse, etc. Cette digitalisation de plus en plus importante, qui constitue un défi de taille, tant en termes d'opportunités à saisir que de menaces à contrer, est due à une triple évolution, à savoir celle du matériel informatique, des données, et des logiciels.

Bien que le développement de la numérisation ait connu un essor important lors des dernières décennies, le phénomène n'est pas nouveau. Il repose sur des connaissances de base qui ont été acquises il y a maintenant plus d'un siècle, mais qui ont pu progresser rapidement grâce à l'invention du transistor (un des composants électroniques de base) dans les années 1950. Depuis lors, nous avons pu assister à une accélération exponentielle de la numérisation, et en particulier de la puissance des ordinateurs, dont le rythme de croissance fut illustré par Gordon Moore. Ce dernier avait formulé en 1960 une loi statistique, la loi dite de Moore, toujours applicable aujourd'hui, selon laquelle la puissance et la capacité de mémoire de nos ordinateurs doublent tous les dix-huit mois (cela correspond à une augmentation de 56 % par an). Concrètement, cela signifie qu'un nouvel ordinateur est deux fois plus puissant et plus rapide qu'un ordinateur acheté dix-huit mois auparavant.

La miniaturisation sur laquelle repose la loi de Moore (recours à des technologies de plus en plus petites) prendra inévitablement fin en raison de contraintes techniques et thermodynamiques¹. Cependant, nous assistons déjà au développement de la prochaine génération d'ordinateurs, basée sur ce que l'on appelle l'« informatique quantique », qui ne sera plus basée sur l'électronique classique. Dans l'hypothèse (qui semble être soutenue) d'une continuité de l'application de la loi de Moore entre les ordinateurs classiques et les ordinateurs quantiques, le taux de croissance de 50 % ou plus serait maintenu.

À cela s'ajoute, avec la mondialisation favorisée par le world wide web, la multiplication des données disponibles, cruciales dans la société de l'information. L'accélération de la collecte et de l'acquisition des données est, elle, supérieure à celle de la loi de Moore, son taux annuel de croissance étant de 100 % au lieu de 56 %, soit un doublement chaque année.

Enfin, au cours de la dernière décennie se sont également développés les logiciels. Ces derniers existent bien sûr depuis longtemps, mais aujourd'hui nous parlons davantage d'intelligence artificielle ou d'intelligence automatique. Il y a une nette évolution perceptible dans le logiciel, qui deviendra de plus en plus intelligent et piloté par les deux composantes précédentes (l'énorme croissance de la puissance des ordinateurs et l'augmentation des données disponibles).

L'intelligence artificielle consiste en fait en un certain nombre de méthodes et de techniques logicielles qui visent à rendre les machines de toutes sortes un peu plus « intelligentes ». On distingue deux types d'intelligence artificielle : celle basée sur les connaissances (déductive, codée), et celle basée sur l'expérience (inductive, fondée sur les données et l'apprentissage machine). Là où la première repose sur des modèles logiques et mathé-

1. Les ordinateurs chauffent et, tôt ou tard, les microprocesseurs deviendront si petits que la chaleur ne pourra plus s'échapper et que le silicium se consumera littéralement.

matiques, la seconde utilise des réseaux neuronaux. L'intelligence artificielle basée sur l'expérience entend créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain. Sur la base d'un grand nombre de données, nous essayons de reconnaître les schémas et de les appliquer pour résoudre de nouveaux problèmes.

Les systèmes de décision en ligne (tels que les applications de notation de crédit ou de détection des fraudes) font depuis longtemps partie de notre société. Mais ces dernières années, nous avons également remarqué l'essor des systèmes dits « embarqués » (systèmes où le logiciel est intégré dans le matériel), qui englobent l'Internet des objets et la robotique (pensons notamment au réfrigérateur intelligent et à la voiture autonome).

Aujourd'hui, les systèmes en ligne et les systèmes embarqués peuvent également être « intégrés » - c'est ce qu'on appelle un « système cyberphysique » - comme c'est le cas pour les soins de santé à distance, l'apprentissage électronique et toutes sortes d'implants humains. Tout comme les ordinateurs sont omniprésents (c'est-à-dire présents dans toutes les couches de la société), l'intelligence artificielle sera, elle aussi, omniprésente à l'avenir.

Cela nous confronte à un certain nombre de questions fondamentales, en particulier sur la manière de développer une technologie adaptée et orientée vers un but (*fit-for-purpose*) au service du bien-être humain, et sur la façon de préserver les valeurs universelles d'égalité, de dignité, de solidarité et de liberté au cœur d'une société qui inclut la robotique et l'intelligence artificielle.

Il est possible d'aborder ces questions sous l'angle de trois déficits (ou préoccupations) qui résultent de la croissance exponentielle de la technologie et qu'il convient de prendre en compte lorsque nous tentons de répondre aux défis qu'elle pose : un déficit juridique (repreuant notamment la question du cadre réglementaire à développer en termes de responsabilité et de financement), un déficit éthique (quelle société souhaitons-nous ? Basée sur quelles valeurs ? Quels choix éthiques allons-nous poser et pourquoi ?) et un déficit démocratique (comment s'assurer que les citoyens sachent en quoi consistent et comment fonctionnent les technologies, les systèmes intelligents et les algorithmes ?).

Ces trois questions se retrouvent de manière transversale dans le présent rapport d'information, qui se compose de deux grandes parties.

La première partie présente les constatations qui ont été formulées sur la base des auditions organisées par la commission². Tout d'abord, une attention particulière est accordée, du point de vue de l'éthique et des droits de l'homme, aux conséquences et aux défis de la numérisation sur le plan de la gouvernance et de la législation. Ensuite, l'incidence de la numérisation sur l'économie, le marché de l'emploi et la fiscalité est examinée. Un autre point d'attention porte sur la manière dont on peut adapter l'enseignement et la formation en fonction de la société numérique. Le thème spécifique de l'économie de l'attention est également mis en lumière. Il va sans dire qu'à l'heure actuelle, on ne saurait ignorer non plus la problématique de la protection de la vie privée et de la cybersécurité. Enfin, le dernier thème abordé, et non des moindres, est celui de la recherche et du développement.

Dans la deuxième partie du rapport, sont présentés d'abord les points de départ généraux et les principes directeurs d'une politique pour le futur. Ensuite, on formule un certain nombre de recommandations en suivant, dans les grandes lignes, le canevas des constatations.

Un cadre réglementaire et régulateur est nécessaire si nous voulons pouvoir utiliser ces nouvelles technologies de manière optimale, tout en respectant les droits de l'homme et en préservant les fondements démocratiques de notre société. Comme il s'agit d'un thème de portée mondiale, certains défis nécessiteront évidemment une approche supranationale

2. Pour un aperçu des auditions, voir l'annexe 4 du présent rapport. Le compte rendu des auditions est publié dans un document parlementaire distinct : doc. Sénat, n° 6-413/4.

et ce rapport formulera donc des recommandations quant à la position que la Belgique devrait adopter en cette matière, de préférence au niveau de l'Union européenne³.

Le fait que dans notre monde interconnecté, le Sénat se penche sur le thème de la société intelligente témoigne d'une vision large et prospective des opportunités et des défis insoupçonnés auxquels notre société est et sera confrontée. Les évolutions rapides dans ce domaine affectent tous les aspects de notre vie, sur le plan tant individuel que collectif. Elles touchent aussi bien aux compétences de l'autorité fédérale qu'à celles des entités fédérées et nécessitent donc une action transversale de la part de ces différents niveaux de pouvoir en Belgique. Mais, comme on l'a déjà dit, une approche transversale purement belge ne suffira pas. Des mesures devront également être prises aux niveaux européen et international.



3. La Commission européenne a présenté en avril 2018 une série de mesures en vue de mettre l'intelligence artificielle au service des citoyens. Pour le communiqué de presse : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3362_fr.htm.

Pour plus d'informations concernant la Commission européenne et l'intelligence artificielle : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>.

Cela fait suite à une initiative que le Parlement européen avait prise en janvier 2017. Un état des lieux, sous la forme d'un petit train, est consultable sur le site <http://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-connected-digital-single-market/file-artificial-intelligence-for-europe>. Celui-ci présente ce qui a été fait dans l'UE en matière d'intelligence artificielle et ce qui est en cours de réalisation.



1. Gouvernance, éthique et droits de l'homme, et législation

1.1. Gouvernance

1.1.1. Interaction entre l'intelligence artificielle et l'humain

L'intelligence artificielle (IA) est aujourd'hui présente dans chaque domaine ou secteur de notre vie. Les algorithmes sur lesquels elle est basée constituent une technologie très puissante, capable d'exploits cognitifs qui dépassent largement, et dans de nombreux secteurs, les possibilités humaines.

En fouillant les données dont il dispose, un système intelligent est capable, non seulement de déduire un constat, mais aussi d'offrir de réelles suggestions sur la base d'analyses statistiques et de probabilités. Ainsi, les systèmes d'intelligence artificielle sont parfois amenés à proposer des décisions relatives aux êtres humains, décisions qui sont dans certains cas considérées comme étant statistiquement meilleures que celles qu'aurait prises un humain.

Pensons notamment au diagnostic que l'intelligence artificielle permet de poser sur base de l'imagerie médicale : grâce à son extraordinaire puissance de calcul, un ordinateur peut aujourd'hui comparer des centaines de milliers de clichés en moins d'une minute et poser un diagnostic dont la précision peut concurrencer statistiquement celle du diagnostic posé par un médecin.

L'on pense également à la justice prédictive. La justice dispose en effet de bases de données impressionnantes, parcourues en un temps record par des algorithmes. Ces derniers peuvent ainsi présenter un pronostic au justiciable, avec une certaine probabilité qui permet, par exemple, au justiciable d'évaluer si ses chances de gagner un procès sont suffisantes pour tenter une action en justice.

Notons néanmoins que les statistiques restent des moyennes, ce qui implique que la réponse des systèmes d'IA ne sera pas toujours adaptée aux cas qui s'éloignent de manière significative de ces moyennes.

La précision des réponses apportées par l'intelligence artificielle repose notamment sur les mécanismes du *machine learning*⁴ et du *deep learning*⁵. Le système intelligent devient donc réellement autonome, et propose une réponse - supposée exacte - qui résulte de ses propres connexions.

Cette autonomie que développent les systèmes intelligents présente deux inconvénients. Le premier est qu'il est difficile, pour une personne sans connaissance en matière d'algorithmes et d'intelligence artificielle, de comprendre la manière dont les divers systèmes intelligents interagissent entre eux. Le second inconvénient majeur est connu sur le nom de « *black box* » ou de boîte noire, qui peut être expliqué comme suit. Le fait que ces systèmes intelligents reposent sur des algorithmes souvent très complexes entache le résultat donné d'un risque de grande opacité : les déductions logiques effectuées par la machine peuvent échapper au raisonnement humain et conduire à des

4. Le *machine learning* (ou apprentissage machine) est une application de l'intelligence artificielle basée sur des techniques statistiques qui permet aux systèmes informatiques d'« apprendre » automatiquement à partir de données et de s'améliorer sur base de l'expérience, sans être explicitement programmé.

5. Le *deep learning* (ou apprentissage profond) est cette faculté de l'intelligence artificielle de se baser sur les connaissances dont elle dispose pour apprendre et ainsi en acquérir de nouvelles.

décisions inexplicables, voire incomprises. Si la réponse de la machine 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.

En outre, les données sur lesquelles les algorithmes⁶ sont formés déterminent la qualité du résultat : toute donnée incorrecte, non pertinente ou incomplète, diminue le rendement du système (problème GIGO, « *Garbage in, garbage out* »). Puisque la qualité du résultat dépend des données sur lesquelles l'algorithme est entraîné, tous les problèmes contenus dans les données d'apprentissage (d'éventuelles discriminations⁷, par exemple) sont augmentés, étant donné qu'ils sont automatisés à chaque niveau de décision dans les systèmes d'intelligence automatique.

La transparence des algorithmes constitue dès lors une exigence élémentaire si l'on veut garantir la crédibilité des systèmes intelligents. L'intelligence artificielle doit être explicable et accessible si l'on veut s'assurer que ses utilisateurs, mais aussi et surtout les citoyens en général, lui fassent confiance. Cela suppose notamment de savoir qui a investi dans le système, quel est l'incitatif, qui l'a élaboré, et au nom de qui il l'a élaboré. Cela implique également que des comptes soient rendus sur ce qui est produit, et qu'une responsabilité soit prévue afin que la/les personne(s) responsable(s) répondent de ses/leurs actes.

L'homme se trouve donc « amélioré » grâce à l'intelligence artificielle et aux nouvelles technologies, qui visent à soutenir l'humain dans ses actions et décisions, voire à corriger les « lacunes » propres à la condition humaine. Il reste néanmoins important que l'intelligence artificielle reste confinée dans un rôle de recommandation et de soutien pouvant aider à une meilleure prise de décision ; c'est bien à l'humain que la décision et la responsabilité finales reviennent, ce qui lui confère un rôle essentiel. Il importe donc que la machine (c'est-à-dire le logiciel qui repose sur un algorithme), suive les ordres et les *desiderata* de l'être humain.

Malgré ces impressionnants progrès, prétendre que l'on se dirige vers « l'homme augmenté » constitue une approche dangereuse et hasardeuse. L'homme a toujours été augmenté d'une manière ou d'une autre, que ce soit par sa collaboration avec les animaux ou par l'invention d'outils et de nouvelles technologies. Aujourd'hui, c'est la nature de l'augmentation qui a changé, puisqu'elle repose essentiellement sur des calculs et des algorithmes.

1.1.2. Modèle de société du futur

Les systèmes intelligents ont révolutionné de nombreux secteurs, tels que la mobilité, la transition énergétique ou la santé. Cette révolution est intimement liée aux possibilités qu'offre l'Internet des objets (*Internet of Things*), ce réseau qui relie les appareils entre eux et qui leur permet de communiquer, d'interagir et d'échanger des données.

Environ 55 % de la population mondiale, soit 3,2 milliards de personnes, est en ligne. La plupart possèdent plus d'un appareil.

Dans le domaine de la mobilité, les voitures autonomes et autres systèmes de transport autonomes n'ont par ailleurs de sens que si ces systèmes sont capables de synchroniser leurs décisions. Le jour où les voitures sauront communiquer entre elles, la priorité de droite ou les feux de signalisation, qui sont actuellement des systèmes d'organisation

6. Un algorithme est un ensemble de règles opératoires dont l'application permet de résoudre un problème énoncé au moyen d'un nombre fini d'opérations. Un algorithme peut être traduit, grâce à un langage de programmation, en un programme exécutable par un ordinateur (définition Larousse).

7. Pensons à l'exemple de COMPAS, le système que de très nombreux juges et le ministère public utilisent aux États-Unis lorsqu'ils doivent prendre une décision sur une peine à infliger ou sur une libération conditionnelle. Comme les personnes de race noire reprises dans l'ensemble de données récidivent plus souvent que les personnes de race blanche - cette réalité est unanimement reconnue -, on constate, chez les personnes qui ne récidivent pas, des faux positifs parmi les personnes de race noire (souvent pressenties comme présentant un risque de récidive trop élevé par rapport à la réalité) et des faux négatifs parmi les personnes de race blanche (plus souvent associées à tort à un faible risque de récidive).

humaine, dépendront de systèmes d'organisation algorithmiques. Les citoyens semblent d'ailleurs assez favorables aux systèmes de mobilité automatisés car ils leur reconnaissent de nombreux avantages, comme la diminution de la pollution, du stress et des accidents de la route.

Les applications de Google Maps et Waze, massivement utilisées aujourd'hui pour se déplacer, représentent indubitablement un avantage pour tout usager qui souhaite se déplacer d'un point A à un point B de la manière la plus rapide, sûre et peut-être aussi la moins coûteuse possible.

Ces outils présentent néanmoins deux défauts. Le premier consiste en un déficit de gouvernance : les gens n'ont pas le choix. Waze, en recommandant des itinéraires à ses utilisateurs, a changé le profil de la mobilité. Les habitants se demandent pourquoi, d'un jour à l'autre, une multitude de voitures passent dans leur rue autrefois plus calme. Deuxièmement, ces outils satisfont les usagers à titre individuel sans tenir compte du bien-être collectif.

Bien commun

Si certaines applications sont développées dans le seul but de satisfaire un besoin individuel sans tenir compte des conséquences de la modification de comportement sur le bien-être d'autres citoyens, les algorithmes peuvent également être imposés et dans certains cas constituer des sortes de cadenas pouvant être installés sur nos comportements pour objectiver ou optimiser des ressources et des biens communs : optimisation des transports publics, consommation énergétique optimisée, *smart contracts*, polices prédictives, accès aux études, etc. En adaptant automatiquement la consommation à la production, l'on crée certes une perte de confort, mais celle-ci peut être imposée pour le bien commun.

D'aucuns préviennent d'ailleurs que d'ici une bonne dizaine d'années, nous ne pourrons faire autrement que de démarrer la transition vers les *smart grids* ou réseaux intelligents, c'est-à-dire des systèmes de gouvernance énergétique décentralisés.

Par exemple, nous ne pourrons pas faire notre lessive au moment où nous le déciderons car le recours à un *smart grid* aura pour effet que notre production énergétique, vraisemblablement basée sur les panneaux solaires, sera insuffisante pour que nous puissions utiliser notre lavelinge selon notre bon vouloir.

Pour coordonner cette transition énergétique, il faudra donc mettre en place des systèmes qui pourront, soit satisfaire la personne à titre individuel, soit prendre en considération les problématiques de biens publics et communs, la question étant de savoir comment diminuer la consommation et la production pour satisfaire l'intérêt général.

1.1.3. Gouvernance

La société numérique offre de nombreuses possibilités, mais elle comporte aussi de nombreux risques. Le gouvernement doit s'y adapter, s'investir et y consacrer les budgets nécessaires. L'innovation doit être encouragée et les chercheurs doivent être mieux soutenus qu'ils ne le sont aujourd'hui. Le fonctionnement de l'appareil sécuritaire (police, services de renseignements, justice, etc.) doit évoluer pour garantir l'efficacité, et la réglementation et la supervision des services publics qui utilisent la technologie doivent être renforcées.

Par exemple, beaucoup de villes et communes disposent aujourd'hui de caméras intelligentes (qui intègrent la reconnaissance faciale ou l'identification des plaques en continu, par exemple), dont les fonctionnalités sont plus nombreuses qu'autrefois. Le débat politique sur l'opportunité d'installer de telles caméras est toujours en cours dans certaines

villes et communes, mais s'il est choisi d'y recourir, il faut qu'un contrôle très strict sur leur utilisation soit maintenu, étant donné que les abus potentiels auxquels ces caméras peuvent donner lieu sont plus importants que ceux des caméras ordinaires.

Il est possible de décliner les préoccupations, ou déficits, qui découlent de la croissance exponentielle de la technologie comme suit :

- *démocratique* : l'enjeu est d'essayer de comprendre les tenants et aboutissants de cette technologie, dont l'incidence pour les personnes profanes en la matière est difficile à estimer. Face à cette incertitude quant à l'incidence des nouvelles technologies sur les humains (quelles seront les répercussions d'une modification génétique ?), de nombreuses réglementations sont adoptées qui entravent souvent les progrès scientifiques et technologiques ;

- *juridique* : comment assurer une justice juste et efficace lorsque les personnes qui doivent créer les lois et celles qui doivent les appliquer ne sont pas suffisamment informées sur ce dont il s'agit ?

- *éthique* : la question n'est plus de savoir ce que nous pouvons faire ou comment nous pouvons le faire, mais plutôt comment faire les bons choix et pourquoi faire certains choix (exemple classique des voitures autonomes en situation d'accident).

À cet égard, le Parlement européen a recommandé la création d'une agence européenne de la robotique et de l'intelligence artificielle. Les problèmes se posent en effet de la même manière dans tous les États membres, et il importe que l'Union européenne se dote, pour y faire face, du savoir, de la compétence et du soutien d'experts publics - pas seulement d'experts qui soient toujours issus de grandes entreprises.

Google, Facebook, Uber, Amazon utilisent en effet l'intelligence artificielle à grande échelle pour collecter des informations, les traiter et fournir un contenu adapté aux utilisateurs. Il est important de comprendre et d'inverser les effets négatifs, dont les vagues de désinformation qui minent les processus démocratiques, afin de se défendre contre l'impact des médias sociaux et des algorithmes qu'ils contiennent.

Certains experts préconisent d'établir une législation afin de consacrer les droits des citoyens dans le domaine de l'Internet. Des limites ont déjà été fixées dans d'autres lois, mais la possibilité d'adopter une loi spécifique pour Internet existe, qui se baserait sur les obligations qui pourraient être imposées aux géants de l'Internet, par exemple en ce qui concerne l'accès public ou les normes de programmation.

Participation citoyenne

Le monde se complexifiant aussi vite que largement (mobilité, transition énergétique, inégalités croissantes, etc.), l'on assiste à l'émergence, pour certains, d'un sentiment de perte de contrôle : l'homme est dépassé par une complexification qu'il a lui-même créée. Pensons notamment à la crise économique, qui résulte finalement d'une problématique de prêts bancaires et de titrisations basés sur des algorithmes dont on avait perdu le contrôle. Si ce sont des algorithmes qui sont à l'origine de telles situations, ce sont aussi eux qui peuvent contribuer à les réguler.

Cette perte de contrôle peut être limitée si et dans la mesure où nous parvenons à établir et à maintenir des principes éthiques et des valeurs sociales qui nous sont propres et qui caractérisent notre société. Cet exercice peut s'avérer parfois difficile dans un contexte de globalisation, mais il est néanmoins primordial pour la confiance et l'acceptation sociale des nouvelles technologies et de l'intelligence artificielle.

Ainsi, outre le développement de compétences techniques dans le domaine de la numérisation, nous devons stimuler une forte prise de conscience sociale et éthique dans les

vingt ou trente prochaines années afin de construire un cadre solide de valeurs et de normes pour les jeunes de demain. Il est donc nécessaire de centraliser, de développer et de diffuser largement les connaissances et les lignes directrices juridiques et éthiques en la matière.

Le Parlement européen a par ailleurs plaidé pour une participation citoyenne au débat relatif à l'utilisation de l'intelligence artificielle. La participation des citoyens est importante parce que les valeurs de l'autodétermination informationnelle et de l'autonomisation ont toujours été au cœur du cadre législatif sur la protection des données, qui vise à ce que le citoyen ait le contrôle et soit suffisamment informé sur ce qu'il advient de ses données. Dans une situation où il existe un risque de perte de ce contrôle, celle-ci doit être compensée par des garanties qui continuent à placer le citoyen au centre de l'attention. Ces garanties peuvent être élaborées par la technique dite des « bacs à sable »⁸ ou d'autres structures de laboratoires vivants et de soft law.

Certains considèrent que trois types de développeurs seront nécessaires à l'avenir :

- les *politiques élus*, pour formuler les idées dont se nourrissent les algorithmes. Les politiques devront décider du type d'algorithme souhaité. Des choix idéologiques devront être effectués par la voie démocratique ;
- les *experts*, à savoir non seulement des informaticiens aguerris à l'informatique, mais aussi des experts liés aux domaines que l'informatique traite (des experts en énergie pour la transition énergétique, des experts en mobilité pour la mobilité intelligente, etc.). La formation des citoyens joue, dans ce contexte, un rôle essentiel ;
- les *citoyens tirés au sort* qui participeraient à l'écriture des algorithmes. Ces expériences ne sont pas impossibles. Des initiatives sont prises dans certains pays européens et aux États-Unis, à Boston plus précisément, où, dans le cadre d'une initiative importante appelée *Code for America*, des citoyens tirés au sort décident de l'accès aux écoles, du nettoyage des routes en cas de chutes de neige, etc. Cette réflexion a été collective et a impliqué des milliers de citoyens. Le niveau communal est propice à cette démarche : les véhicules partagés, la gestion de la commune, etc. Il importe de trouver la bonne échelle et de faire participer les citoyens qui apprécient d'être impliqués dans des problématiques qui les concernent.

1.2. Ethique et droits fondamentaux

1.2.1. Intelligence artificielle et droits fondamentaux

Il existe un large consensus consistant à dire que le droit à la protection de la dignité humaine est supérieur à tous les autres. Il constitue un principe de base qu'il convient de respecter en toutes circonstances, et qui permettra de sanctionner toutes les atteintes pouvant être causées par le robot, quel que soit le type d'atteinte.

L'impact de l'évolution vers une société numérique a néanmoins des conséquences sur un panel de droits très large qui dépasse le seul droit à la dignité humaine : il s'agit du droit à la propriété, de la protection contre la discrimination, de la liberté d'expression, de l'accès au droit et du droit à un procès équitable, du droit aux données personnelles et, éventuellement, aux biens matériels dans un monde virtuel. Une série de nouveaux droits fondamentaux peut également être défendue, comme le droit à un contact humain significatif⁹. L'interaction sociale est en effet très importante et permet aux gens d'interagir avec les robots de manière intuitive. Parler est important, mais les émotions et les gestes jouent un rôle.

8. La procédure du bac à sable vise en premier lieu à créer un cadre réglementaire qui fixe des principes pour des essais responsables.
9. Voy. le rapport du Rathenau Institute commandé par le Conseil de l'Europe.

Les droits fondamentaux doivent donc être à la base de toute mesure prise. Selon certains, la protection de la vie privée en particulier - considérée comme un droit de défense du citoyen contre l'autorité étatique - constitue un droit-pivot dont la transgression peut menacer la protection d'autres droits fondamentaux, tels que la liberté d'opinion et la liberté de religion.

Nous disposons actuellement d'un bon arsenal législatif en la matière, composé, entre autres, du nouveau Règlement général sur la Protection des données personnelles et de la loi belge relative à la protection de la vie privée. Ces outils offrent de nombreuses possibilités de protection, qu'il convient d'appliquer efficacement.

Il revient aux gouvernements de montrer l'exemple en termes de protection des droits de l'homme. Ainsi, toute ingérence dans le droit au respect de la vie privée, protégé à l'article 8 de la Convention européenne des droits de l'homme (qui n'est pas un droit absolu, contrairement, par exemple, à l'article 2 de la CEDH qui garantit le droit à la vie), doit respecter quatre conditions : légalité (existe-t-il une loi qui permet l'atteinte à la vie privée ?), nécessité (l'intervention est-elle nécessaire dans une société démocratique ?¹⁰), proportionnalité (ne rien faire de manière disproportionnée) et subsidiarité (si un certain objectif peut être atteint par une intervention qui constitue une atteinte moindre à la vie privée, le moindre mal doit être choisi).

1.2.2. Intelligence artificielle et éthique

Il y a deux façons d'appréhender le rapport entre l'éthique et l'intelligence artificielle :

- *l'éthique des machines ou des robots* : l'éthique des machines constitue une forme de moralisation de la machine. Les agents moraux artificiels doivent être capables de comprendre, analyser et respecter une règle éthique. Cela nécessite un travail de programmation extrêmement difficile (par exemple : voitures autonomes - trolley paradox ou dilemme du tramway¹¹). Il faut anticiper et répondre à ces questions avant de vendre ces machines, qui devront respecter nos règles éthiques et non celles des autres pays susceptibles de les produire avant nous¹² ;

- *l'éthique des agents humains* : elle concerne toute la chaîne humaine impliquée dans la conception d'une machine (concepteurs, fabricants, utilisateurs, programmeurs, réparateurs, etc.).

L'utilisation de la robotique et de l'intelligence artificielle a diverses conséquences en matière d'éthique et de droits humains. Citons trois exemples :

- *dignité humaine* : nous l'avons dit, les experts s'accordent à dire que le droit à la protection de la dignité humaine est supérieur à tous les autres et qu'il doit être respecté en toutes circonstances, même par les algorithmes et les systèmes autonomes. Cela signifie, d'une part, qu'il faut concevoir les machines en intégrant cette dimension de dignité humaine et, d'autre part, que les humains qui les utiliseront doivent se comporter de manière éthique (une machine « éthique » mise entre de mauvaises mains peut être utilisée d'une manière qui ne l'est pas). La personne doit toujours être consentante et doit toujours pouvoir refuser le recours à la machine ;

Aujourd'hui, certains chercheurs développent l'idée qu'un robot autonome doit pouvoir refuser d'exécuter un ordre lorsqu'il estime qu'il représente un danger pour l'utilisateur (par exemple : chaise roulante autonome à qui l'on demanderait d'avancer dans des escaliers). Le problème en l'occurrence, c'est l'opposition entre deux valeurs, toutes deux

10. Cela pose par ailleurs la question de savoir quelle société nous voulons, et quand une société cesse d'être démocratique.

11. Ce dilemme est illustré comme suit : un tram se dirige vers cinq personnes ligotées sur des rails, ou incapables de bouger. Vous vous trouvez à côté d'un levier qui, si on l'active, dirige le tram sur une voie latérale, permettant ainsi de sauver ces cinq personnes. Cependant, une personne se trouve elle aussi ligotée sur la deuxième voie. Quelle est l'option la plus éthique : ne rien faire et laisser le tram tuer les cinq personnes sur la voie principale, ou tirer le levier et dévier le tram sur la voie latérale où il tuera une personne ?

12. Voy. le site web : <http://moralmachine.mit.edu/>.

protégées en droit : d'une part, la liberté de la personne et, d'autre part, la santé et la sécurité.

Dans certaines hypothèses, toutefois, le robot devrait pouvoir refuser d'exécuter un ordre donné par un humain, par exemple dans des situations dans lesquelles des tierces personnes seraient mises en danger ou lorsque l'utilisateur n'a pas les capacités mentales de comprendre les ordres qu'il donne, à cause de son âge ou de son état ;

- *vie privée* : selon certains, une personne âgée ou assistée doit être protégée à tout prix, même si cela doit un peu affecter sa vie privée. D'autres pensent en revanche qu'il faut absolument limiter le risque d'atteinte à la vie privée. Cela pourrait se faire de plusieurs manières :

- exemple de solution juridique : imposer au fabricant ou au vendeur, au prestataire, à tous ceux qui seront amenés à utiliser la machine, de demander le consentement non pas de l'acheteur mais de l'utilisateur final. Il faut donc vérifier qui utilise réellement la machine. Ce n'est pas le cas actuellement ;
- exemple de solution technique : fixer un protocole technique pour les tiers afin que la personne concernée sache quand un tiers accède aux caméras ou au micro du robot. Les fabricants jouent ici un rôle central ;
- exemple de solution algorithmique : le robot serait capable de détecter quand la personne a besoin de soins particuliers, quand il est nécessaire d'avertir les secours ou quand la personne, confrontée à un problème, peut se débrouiller toute seule. L'intelligence artificielle pourra peut-être répondre à ce type de situation, mais cela requiert une confiance de l'utilisateur dans l'outil.

Un autre problème éthique se pose par exemple dans le cas des drones militaires, ces systèmes développés pour identifier, par exemple, par reconnaissance faciale ou similaire et depuis les airs, un terroriste présumé puis pour l'éliminer - et ce sans permission humaine. Ces systèmes, dont le caractère intelligent peut être débattu, peuvent objectivement mettre des vies en péril. Les États-Unis, Israël et sans doute d'autres grandes puissances comme la Russie et la Chine travaillent au développement de ce genre de drones militaires. Les problèmes éthiques posés par ce genre de technologie sont indiscutablement importants.

Une simple charte éthique, sans caractère obligatoire, serait insuffisante pour protéger adéquatement les droits humains par rapport au développement de l'intelligence artificielle. Les principes éthiques que nous considérons comme intangibles et que nous voulons défendre à l'échelle mondiale ne peuvent être optionnels, s'agissant des algorithmes et des robots.

Il conviendrait d'établir un cadre regroupant les critères devant être respectés par chaque produit mis sur le marché : vie privée, liberté, etc. Cela devrait se faire pour le moins au niveau européen, ce qui augmenterait les chances de faire accepter ces principes sur le plan international étant donné que nous interagissons avec des produits, des logiciels, des robots qui proviennent du monde entier. L'Union européenne pourrait dès lors refuser sur son marché un produit qui ne correspondrait pas à ces critères. Il faut également décliner ces principes de façon à ce qu'ils soient applicables en pratique, respectés et contrôlés.

Il revient donc au législateur européen de travailler à adapter nos droits humains aux questions d'intelligence artificielle et de systèmes autonomes, voire à créer de nouveaux droits pour renforcer la protection des personnes, qui est essentielle.

La Commission européenne a mis en place, en juin 2018, un Groupe d'experts de haut niveau sur l'IA, dont les activités ont débuté l'année dernière¹³. Ce groupe doit élaborer

des lignes directrices en rapport avec les principes éthiques chers à l'Union européenne. Elles ont été mises en ligne en 2018, mais n'ont pas encore été suivies d'actions concrètes au niveau européen.

Selon d'aucuns, la composition de ce Groupe d'experts de haut niveau n'est pas suffisamment équilibrée, celui-ci étant pour moitié composé de parties prenantes et de fédérations de l'industrie. Il pourrait par exemple inclure davantage de philosophes, d'éthiciens et de chefs religieux, ainsi que des anthropologues et des experts de la santé, ce qui garantirait mieux le respect nécessaire de la nature humaine et des droits humains. La professeure Nathalie Nevejans considère également que la Commission européenne devrait impliquer davantage les organisations de consommateurs, comme le recommande le rapport du Centre commun de recherche *Artificial Intelligence*¹⁴.

La plateforme *AI4EU* constitue un projet de grande envergure de l'Union européenne en matière d'intelligence artificielle. Lancé en janvier 2019 pour trois ans avec un budget de 20 millions d'euros, le projet vise à développer un écosystème européen de l'intelligence artificielle, rassemblant les connaissances, les algorithmes, les outils et les ressources disponibles et proposant une solution convaincante pour les utilisateurs¹⁵.

1.3. Responsabilité et personnalité juridique

Si les experts se réjouissent du fait que des initiatives d'autorégulation sont prises dans le secteur de l'intelligence artificielle, ils s'accordent à reconnaître qu'elles sont insuffisantes et qu'il est urgent de mettre en place un cadre législatif, de préférence au niveau international (niveau européen). À l'heure actuelle, il y a en effet un vide juridique car il n'existe guère de législation en matière de responsabilité. Les avis divergent toutefois sur la manière dont cette régulation doit être organisée.

D'une part, les partisans d'une approche plus généraliste préconisent la fixation, au niveau international, d'un certain nombre de principes de base dans une (sorte de) déclaration universelle, qui serait globale, technologiquement neutre et suffisamment tournée vers l'avenir. Dans cette optique, on n'est donc pas favorable à une certification ou une labellisation officielle des logiciels et des systèmes car ceux-ci évoluent constamment ; on écarte aussi l'idée de mener un débat approfondi sur la définition juridique de concepts tels que l'intelligence artificielle. Cette déclaration universelle pourrait déjà énoncer un certain nombre d'obligations à l'attention des fournisseurs de systèmes :

- mesures dès la conception (par exemple obligation de motivation, encourager les contacts humains, etc.) ;
- responsabilité en ce qui concerne les algorithmes et leurs résultats (on pourrait imaginer une forme de responsabilité solidaire, avec cinq parties, par exemple, qui assumeraient une part de responsabilité et l'une d'entre elles qui devrait répondre pour les autres) ;
- transparence dans les algorithmes (faut-il travailler avec des logiciels libres ? Faut-il instaurer l'obligation d'utiliser un volume suffisant de données de qualité afin d'éviter les biais ?) ;
- politiques en matière de destruction de données ;
- recours à un spécialiste indépendant en matière d'éthique pour la conception d'algorithmes destinés aux systèmes à haut risque.

13. Voy. pour la composition : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence>.

14. Nathalie Nevejans et Laetitia Poulliquen, *AI and Robotics - Ethical recommendations*.

15. Voy. <https://www.ai4eu.eu/> ; Steels, audition 8. Pour plus de détails : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/artificial-intelligence-79-partners-21-countries-develop-ai-demand-platform-eu20-million-eu>.

Par ailleurs, la majorité des experts, en particulier les chercheurs et les concepteurs de technologies d'intelligence artificielle, qui ont pris la parole lors des auditions, préconisent des mesures sectorielles spécifiques. À cet égard, on recommande que les applications d'intelligence artificielle soient évaluées sur la base des principes qui régissent le secteur dans lequel elles sont utilisées. Ainsi, dans le secteur médical, il existe un système global de contrôle et de certification des médicaments et des appareils.

En ce qui concerne la problématique de la responsabilité juridique, on est d'emblée confronté à la question de savoir s'il est souhaitable d'accorder la personnalité juridique aux systèmes d'intelligence artificielle. C'est une question cruciale, car la personnalité juridique a des effets (considérables) en droit : elle confère des droits et des devoirs à la personne qui en est titulaire, lui permet d'agir en justice pour défendre ses droits, avec la responsabilité qui lui incombe si elle venait à causer un dommage. L'octroi de la personnalité juridique pourrait être une piste intéressante car elle pourrait résoudre des problèmes liés à l'utilisation de systèmes intelligents autonomes dans la société : certains systèmes d'intelligence artificielle ont en effet une longue durée de vie et survivent à leurs concepteurs et aux entreprises qui les ont développés. La question est dès lors de savoir pendant combien de temps la responsabilité du développeur est engagée pour des systèmes qui évoluent¹⁶.

Mais l'octroi de la personnalité juridique aux robots et aux agents logiciels autonomes (systèmes d'intelligence artificielle) se heurte aussi à de nombreuses objections qui sont de nature philosophique et morale, mais aussi de nature juridique et éthique :

- les partisans de l'octroi d'un statut juridique de personne électronique avancent souvent comme argument que la responsabilité, en cas de dommage causé par un robot ou un système d'intelligence artificielle, serait impossible à prouver¹⁷. Or, il existe déjà des règles juridiques applicables à l'intelligence artificielle et à la robotique autonome. S'agissant de la responsabilité civile, en cas de défaut d'un logiciel ou d'un robot autonome, la directive actuelle sur les produits défectueux est tout à fait applicable. Elle permet de trouver un humain responsable, à savoir le producteur, pour assumer un défaut de sécurité ayant entraîné des dommages causés à une personne ou à ses biens. Et même en l'absence de défaut de sécurité, il serait possible de trouver un responsable, notamment dans la personne de l'utilisateur, pour usage inadéquat. Il s'agira, soit d'une responsabilité sans faute, soit d'une responsabilité pour faute. D'autres hypothèses de responsabilité pourraient être trouvées, par exemple dans le cas d'une erreur commise par un réparateur de la machine.

Toutefois, la Commission européenne devra envisager une mise à jour du cadre légal en matière de responsabilité concernant l'intelligence artificielle ;

- il est suggéré que la responsabilité est différente pour les systèmes autonomes et les systèmes auto-apprenants parce que leur comportement serait imprévisible. En droit, l'imprévisibilité est un terme très fort ; c'est le cas de force majeure. Or, en robotique et en intelligence artificielle, il existe des phases de programmation, d'essai et de mise sur le marché. On peut donc argumenter que la notion d'imprévisibilité ne peut avoir d'autre définition que le défaut de conception. Si le robot autonome ou

16. L'assurance porte donc sur le système lui-même, qui peut poser et aussi subir des actes juridiques. Steels et Delvaux, audition 8 17. À titre d'illustration, selon la résolution du Parlement européen de 2017, l'octroi de la personnalité juridique est une éventualité à prendre en considération puisque l'émergence des systèmes autonomes et auto-apprenants pose la question de l'opportunité de repenser la responsabilité civile. Dans les principes généraux, au paragraphe 59, il est d'ailleurs demandé à la Commission européenne, « lorsqu'elle procédera à l'analyse d'impact de son futur instrument législatif, d'examiner, d'évaluer et de prendre en compte les conséquences de toutes les solutions juridiques envisageables, telles que » - au point f) - « la création, à terme, d'une personnalité juridique spécifique aux robots, pour qu'au moins les robots autonomes les plus sophistiqués puissent être considérés comme des personnes électroniques responsables, tenues de réparer tout dommage causé à un tiers ; il serait envisageable de conférer la personnalité électronique à tout robot qui prend des décisions autonomes ou qui interagit de manière indépendante avec des tiers. » Nevejans, audition 7.

l'intelligence artificielle utilisés par des humains sont imprévisibles, cela doit signifier *ipso facto* que le fabricant n'a pas fait en sorte qu'ils ne le soient pas, au moyen des tests requis ;

- du point de vue éthico-juridique, il serait dangereux de faire dériver le statut juridique du système autonome de celui de la personne physique. Si l'on considère que le robot, le système ou l'agent logiciel autonome est l'équivalent d'une personne physique, cela signifie que des droits humains lui seront accordés : droit à la dignité, droit à son intégrité, droit à la rémunération, droit à la citoyenneté, droit de vote, etc. ;
- l'octroi d'une personnalité juridique au système autonome aurait pour effet de déplacer la responsabilité du concepteur-fabricant vers l'utilisateur. Le producteur du robot ne serait plus nécessairement responsable du défaut. On risque ainsi de se diriger vers une responsabilité unique de l'utilisateur, qui devrait s'assurer pour l'utilisation de sa machine et pour tous les éventuels bogues susceptibles de se produire.

Si l'on abandonne la piste de l'octroi de la personnalité juridique aux systèmes d'intelligence artificielle, qui est alors responsable ? Les « systèmes emboîtés » par exemple, constituent un amalgame de matériels, de systèmes d'exploitation, de micrologiciels et d'applications logicielles de toutes sortes, dont les paramètres peuvent encore souvent être modifiés par l'acheteur lorsqu'il commence à s'en servir. Il est important de régler rigoureusement la responsabilité et de veiller à ce que - dans un contexte commercial - la personne qui met le système sur le marché soit aussi responsable de celui-ci. On pourrait opter à cet égard pour une forme de responsabilité solidaire afin de faire en sorte que celui qui tire un gain de l'ensemble de la chaîne en assume la responsabilité. Cela pourrait être réglé dans la directive européenne relative aux machines, qui fera l'objet d'une révision.

Dans le contexte administratif, l'instance compétente qui prend la décision assumerait la responsabilité. Bien entendu, il arrivera fréquemment que l'instance compétente achète un système de décision, mais, d'après les experts, cela ne la dispense pas pour autant de l'obligation de justifier la décision.

D'un autre côté, il faut faire en sorte que les entreprises/développeurs puissent s'assurer pour cela. On pourrait même aller plus loin et considérer que si l'assureur refuse de couvrir un risque relatif à un produit ou un système, celui-ci ne peut pas être commercialisé. Au Parlement européen aussi, le débat est ouvert sur la question de l'assurance obligatoire.

À l'heure actuelle, la Commission européenne est occupée à évaluer l'applicabilité de la directive relative à la responsabilité du fait des produits dans le domaine de l'intelligence artificielle. La directive présente une lacune importante dans la mesure où elle ne couvre pas le *hacking*. Les résultats de cette analyse étaient attendus pour début 2019.

Lors des auditions, on a également fait remarquer que la réglementation anticipative doit encore être complétée par d'autres méthodes. Ainsi, on pourrait examiner de plus près le concept des « bacs à sable », considérés comme des environnements à vocation réglementaire. La procédure du bac à sable vise en premier lieu à créer un cadre réglementaire qui fixe des principes pour des essais responsables. On procède ensuite, dans le cadre du processus législatif, à un *feed-back* sur la base des résultats du développement afin de voir quelles sont les retombées sur les plans éthique et juridique.

2. Économie, marché du travail et fiscalité

2.1. Économie

2.1.1. Macroéconomie

Nous sommes aujourd'hui confrontés au niveau mondial à plusieurs transitions importantes et nous n'y sommes encore que peu préparés. Ces grandes transformations auront pourtant un impact sur notre vie. Nous entrons aujourd'hui dans un monde numérique, un monde de données.

Aux défis actuels tels que le creusement des inégalités, les migrations, les réalités démographique, l'importance du chômage, la pauvreté, etc., s'ajoutent les grands défis de demain que sont les changements climatiques et la révolution numérique intelligente. Ces évolutions interagissent et leur combinaison rend la transition particulièrement complexe.

Les experts entendus ont mis en exergue le fait que la transition numérique impliquera une révolution de notre marché du travail et, partant, celui de notre modèle économique et fiscal.

En effet, les domaines de l'économie et de la société qui échappent à la numérisation sont très rares.

Ces innovations peuvent conduire à davantage de croissance et d'emploi, mais leur rapidité et leur ampleur soulèvent également différentes questions préoccupantes sur le plan politique et décisionnel.

La prise de conscience est réelle à travers le monde, elle se traduit par une multiplication des endroits de réflexion, qu'ils se situent dans le cadre de structures internationales comme l'OCDE, l'ONU, l'OIT, la Banque mondiale, etc., ou au sein de la société civile avec des initiatives telles que le *Serpentine Work Marathon*¹⁸. Il s'agit d'une initiative fonctionnant grâce à l'implication de volontaires originaires de tous les continents et dont le but est de nourrir un débat public sur l'intelligence artificielle, l'emploi, le développement économique, etc. L'objectif est de dresser un *memorandum of understanding* à destination de l'ONU.

Pour arriver à cerner les enjeux liés à l'économie numérique, cette définition peut être utile : « *L'économie numérique présente quatre spécificités : la non-localisation des activités, le rôle central des plateformes, l'importance des effets de réseau et l'exploitation des données massives. Ces caractéristiques la distinguent de l'économie traditionnelle, en particulier par la modification des chaînes de création de valeur qu'elles induisent*¹⁹ ».

C'est ainsi que la situation de quasi-monopole des géants du Web (notamment les GAFA : Google, Amazon, Facebook et Apple) se caractérise par une concentration des cerveaux, des technologies et des données (véritables matières premières). En parallèle on observe l'émergence d'entreprises structurées en plateforme, ce qui représente un modèle économique tout à fait différent car repris dans la théorie des marchés à deux versants (c'est-à-dire au sommet une plateforme qui met en correspondance deux versants où chacun est à la fois producteur et demandeur). À titre d'exemple, on pense à Uber, Google ou Airbnb.

Dès lors, les notions classiques ne s'appliquent souvent plus aux économies de réseaux. Dans la théorie économique classique, la valeur d'un bien dépend de la rareté relative de ce bien. Nous sommes aujourd'hui dans un monde totalement différent : plus les connexions et interactions sont abondantes, plus la valeur économique sera grande. Il en

18. Voy. *The 2018 Serpentine Work Marathon « the future of work »* (info Serpentine gallery.org).

19. Charrié et Janin, 2015, cités dans *Le travail dans l'économie digitale : continuités et ruptures*, Gérard Valenduc et Patricia Vendramin, p. 7.

résulte un risque de monopoles. Les avantages compétitifs ne consistent plus, comme par le passé, en la somme des domaines dans lesquels on est le plus efficace mais dans le nombre de connexions au sein d'un réseau.

Discuter de la mise en place d'une nouvelle macroéconomie basée sur une nouvelle intelligence de la technologie sera une nécessité au niveau mondial.

Le processus d'automatisation généralisée par le biais de robots ou par les *big data* et les économies de réseaux se vérifie dans de multiples domaines, ce qui se traduit, au niveau macroéconomique, par la disparition du modèle keynésien de la redistribution par l'emploi des gains de productivité. Certains experts sont d'avis que « *les gains de productivité devront donc être redistribués à travers autre chose que l'emploi, à savoir par le travail.* »

D'autres pensent, que, sur le plan macroéconomique, on observe aujourd'hui deux effets opposés : d'une part, un effet de déplacement, puisque certaines technologies vont reprendre les tâches des humains, et, d'autre part, un effet de productivité (grâce à la technologie, la demande de travail va croître dans d'autres domaines d'activités, souvent tout à fait nouvelles). Aujourd'hui, nous ne connaissons même pas certaines d'entre elles. Cet effet est moins visible. On a la quasi-certitude qu'un effet de déplacement se fera sentir, mais on est nettement moins sûr qu'il y aura un effet de productivité.

Par ailleurs, pour jauger la situation économique d'un pays, il ne faut pas tenir compte uniquement du produit intérieur brut mais aussi du bien-être, des conditions de travail, de l'environnement et de la répartition des revenus. Les performances économiques doivent être évaluées sur la base de l'amélioration partagée du niveau de vie pour toutes les couches de la société.

C'est pourquoi la Commission mondiale sur l'avenir du travail (au sein de l'Organisation internationale du travail) élabore un agenda social renforcé requérant une nouvelle approche qui place l'humain et son travail au centre de la politique économique et des pratiques du monde des affaires.

Cet agenda d'investissement humain est axé sur trois domaines d'action :

1. l'investissement dans l'emploi durable (par exemple secteur des soins, économie verte, économie rurale, infrastructures, etc.) ;
2. l'investissement dans l'être humain (avec quatre volets fondamentaux) :
 - le droit universel à l'enseignement doit devenir un droit universel à l'apprentissage tout au long de la vie ;
 - une meilleure protection sociale ;
 - un agenda mesurable de l'égalité des genres ;
 - des dispositifs de soins ;
3. l'investissement dans les institutions et la réglementation du travail, notamment en instaurant une garantie universelle du travail (régime général de protection du travail offrant à tous les travailleurs une protection élémentaire), ce qui implique :
 - la liberté d'association et la reconnaissance du droit aux négociations collectives ;
 - l'interdiction du travail forcé et du travail des enfants ;
 - la lutte contre les discriminations ;
 - un salaire garantissant des conditions de vie convenables ;
 - la limitation des temps de travail (réévaluation du nombre d'heures de travail et diminution progressive de celles-ci en fonction de la productivité) ;
 - la sécurité et la santé au travail.

L'exécution effective du contrat social exige une revitalisation du dialogue social.

2.1.2. Défis lancés par la révolution numérique au niveau de l'économie belge

En Belgique, les partenaires sociaux, réunis au sein du Conseil central de l'économie (CCE) et du Conseil national du travail (CNT), se penchent sur le défi sociétal que constitue la numérisation, en exécution de l'accord interprofessionnel (AIP) 2017-2018²⁰.

La numérisation offre, comme les vagues d'innovation technologique du passé, des opportunités de croissance de la productivité et de l'économie. .

Au sein du CCE, les partenaires sociaux ont souligné l'importance de disposer de conditions appropriées. Le défi sociétal consistera « à soutenir les gains de productivité tout en veillant, notamment grâce à la concertation sociale, à ce que la transition ait un impact positif sur la prospérité de tous »²¹.

Il est important que les conditions nécessaires soient réunies :

- un climat d'investissement favorable ;
- une infrastructure numérique performante : la mise à jour du réseau de télécommunications est essentielle pour préserver notre compétitivité ;
- un marché du travail efficace ;
- un excellent système d'enseignement et de formation.

Ces deux derniers éléments sont étroitement liés entre eux : pour que la numérisation réussisse, il faut trouver les bonnes personnes, avec les aptitudes adéquates.

2.2. Marché du travail

2.2.1. Transformation et robotisation du marché du travail : effets positifs/négatifs

2.2.1.1. En général

Les prévisions en matière d'impact de la numérisation sur l'emploi divergent fortement.

L'étude de l'incidence de la numérisation sur le marché du travail la plus souvent citée est celle de Carl Frey et Michael Osborne, qui a tenté d'évaluer le caractère automatisable des professions. Elle arrive à la conclusion que près de 50 % des professions risquent fort d'être automatisées à terme. En appliquant la même méthodologie, d'autres économistes concluent que de 35 à 39 % des professions sont susceptibles d'être automatisées en Belgique²².

Par la suite, d'autres études ont tenté de déterminer quelles tâches au sein d'une profession seront automatisées et lesquelles ne le seront pas. En appliquant cette méthodologie, nous obtenons des chiffres moins élevés : en Belgique, quelque 7 % des professions seraient automatisées²³.

La dernière étude de l'OCDE, de mars 2018, « *Automation, skills use and training* », prévoit que le nombre d'emplois qui pourraient être automatisés dans le futur s'élève à 14 %²⁴.

En parallèle, la moitié des métiers existants verraient leur contenu - qualification et organisation du travail - profondément transformé.

Un tel écart dans les prévisions ne peut s'expliquer que par des divergences profondes dans l'interprétation du lien entre la technologie et le travail.

Les études les plus pessimistes considèrent qu'un métier est appelé à disparaître quand les tâches qui le composent deviennent automatisables. Les chercheurs plus optimistes

20. Voir notamment le *Diagnostic des partenaires sociaux concernant la digitalisation et l'économie collaborative*, 2017.

21. *Idem*, p. 2.

22. *Transposition à la Belgique de l'étude de Frey et Osborne (2013)*, Université d'Oxford.

23. Voir l'étude de Arntz, Gregory & Zierahn, pour l'OCDE, 2016, qui conclut que 7 % des emplois disparaîtraient à cause de la numérisation ; De Groot, audition 3.

24. Voir la dernière étude de l'OCDE, Nedelkoska & Quintini, mars 2018, « *Automation, skills use and training* ».

prennent en compte l'hétérogénéité des métiers : dans un métier, certaines tâches peuvent être automatisées, d'autres non.

C'est donc le contenu du travail, davantage que le volume de l'emploi, qui est en jeu.

2.2.1.2. Les types d'emploi exposés

Le processus d'informatisation, et donc l'adaptation des métiers, est en cours depuis plus de trente ans. Les travailleurs qui disposent d'une marge d'autonomie tendent à privilégier les tâches les moins exposées à l'automatisation. Cependant, les métiers continueront à se transformer.

Il s'agit là du phénomène de polarisation de l'emploi : la part des professions hautement qualifiées ne cessant d'augmenter tandis que celle des emplois moyennement qualifiés ne cesse de diminuer. Ces derniers contiennent principalement des tâches routinières qui peuvent être automatisées (les ordinateurs et les robots sont des substituts au travail routinier, alors qu'ils sont complémentaires au travail abstrait).

En d'autres termes, deux processus importants jouent un rôle à cet égard : la mutation des tâches de routine vers des tâches non routinières et la mutation des tâches non basées sur les TIC vers des tâches basées sur les TIC. La combinaison de ces deux processus a comme conséquence que les tâches routinières et les tâches qui ne peuvent être effectuées à l'aide des TIC perdront en importance.

En Belgique, les glissements en termes d'emploi pour les personnes hautement qualifiées, les personnes moyennement qualifiées et les personnes peu qualifiées présentent les caractéristiques suivantes :

- l'emploi hautement qualifié augmente ;
- l'emploi moyennement qualifié diminue fortement ;
- l'emploi peu qualifié stagne.

Actuellement, en Belgique comme dans le reste de l'Europe, ce sont les personnes moyennement qualifiées qui sont les plus exclues. Les secteurs concernés souhaitent eux aussi que l'on répertorie les tâches et emplois menacés afin de pouvoir anticiper sur la reconversion.

Il y a donc un réel risque de polarisation de la société, avec un développement d'emplois très qualifiés et d'autres qui, comme celui de cycliste-livreur de repas, le sont beaucoup moins, au détriment des professions intermédiaires. Certains experts y voient en corollaire un accroissement potentiel des écarts salariaux et des inégalités sociales.

Les trois catégories professionnelles où le risque de perte d'emplois est probablement le plus élevé sont le personnel administratif, les métiers de service et la catégorie des vendeurs et artisans.

Selon le Conseil central de l'économie, « la vision optimiste consisterait à dire que le gain de productivité généré par le processus en cours impliquera de nouveaux emplois extrêmement différents dont ne profitera pas nécessairement la personne qui perd son emploi, même si, globalement, on assiste à une création nette d'emploi ».

2.2.1.3. Autres éléments dont il faut tenir compte

Une prévision récurrente concerne le remplacement des humains par des machines. C'est une conception assez simpliste du travail. Il faut en effet éviter une vision réductrice qui se limiterait à la seule question des compétences numériques. Une tâche ne se définit pas par rapport aux possibilités d'une machine mais en fonction d'une organisation collective du travail. Un métier ne se définit pas seulement par un assemblage de tâches, mais aussi par un positionnement dans une organisation, par des compétences acquises

au fil du temps dans la formation et par l'expérience, par une trajectoire ou une carrière, par l'appartenance à un collectif de travail ou un groupe professionnel. C'est une position dans la société. L'organisation du travail est une question de rapport de forces entre acteurs, de négociations et de compromis.

À titre d'exemple, si le potentiel d'automatisation des tâches de juriste ne va pas se traduire en une diminution correspondante des emplois de juriste, c'est parce que cette position dans les organisations et dans les institutions est un aspect qui ne se remplace pas automatiquement par des machines.

L'automatisation des emplois n'est donc pas déterminée uniquement par les possibilités techniques, mais aussi par la recherche et le développement (R&D) et les coûts de la mise en œuvre, par la dynamique du marché du travail, et par des considérations économiques, sociales et légales.

Une autre erreur consisterait à croire que, dès qu'elles sont au point, les innovations sont instantanément disponibles pour tous. En fait, il y a un décalage important entre, d'une part, l'accroissement exponentiel des performances technologiques et, d'autre part, le rythme plus lent d'adoption et d'appropriation des innovations dans les entreprises, les institutions, l'enseignement et l'ensemble de la société.

2.2.1.4. Opportunités

L'automatisation des tâches et des métiers peut constituer une chance historique de désautomatisation du travail humain : elle permet de développer des capacités proprement humaines. Encore faudra-t-il développer ces compétences via la formation continue (voir point 3. Enseignement et formation).

Par le passé, les révolutions technologiques, pour autant qu'elles aient été correctement encadrées, ont toujours entraîné à long terme une création nette d'emploi et une amélioration de la prospérité et du bien-être.

L'automatisation peut être bénéfique pour la qualité du travail, et elle est donc une bonne chose de ce point de vue. Les ordinateurs ou les robots peuvent assumer des tâches répétitives, lourdes, routinières ou monotones, ce qui permet de mobiliser la main-d'œuvre là où elle est nécessaire.

Les partenaires sociaux adoptent une attitude positive à cet égard : la numérisation renferme en effet un grand potentiel de croissance de la productivité dans de très nombreux secteurs et professions et se traduira certainement par de nouveaux emplois. La numérisation facilite en outre l'accès à l'entrepreneuriat, tandis que la qualité des emplois s'améliore à maints égards.

La numérisation conduira aussi à la création de nouvelles activités et professions et/ou de nouveaux secteurs (par exemple planificateur de mobilité, coach en consommation, filtreur et protecteur d'informations). L'innovation se traduit par l'émergence de nouveaux produits, de nouvelles fonctions et de nouveaux secteurs. Les nouvelles technologies requièrent de nouvelles infrastructures et de nouvelles machines. La hausse de la production pousse les coûts de production et les prix à la baisse, et permet d'augmenter le volume des dépenses dans d'autres activités. La numérisation abaisse le seuil d'accessibilité, y compris pour l'entrepreneuriat. Il faut promouvoir la Belgique comme terre d'innovation de manière à répondre adéquatement aux glissements qui surviendront sur le marché du travail.

En ce qui concerne l'entrepreneuriat lié aux technologies, cet avènement numérique agit comme un véritable stimulant. Un rapport de McKinsey a étudié l'incidence économique qu'auront les technologies en 2025. Dans cette étude, la robotique figure en cinquième position. L'impact de ce marché est évalué entre 1,7 et 6,2 trillions de dollars.

On s'attend à un résultat net positif sur le volume de l'emploi, de par les effets combinés de la disparition ou de la modification de certains emplois et de l'apparition d'autres emplois.

2.2.2. Capacité d'anticipation sur la transformation et la robotisation du marché du travail

2.2.2.1. Réflexion à court terme

La difficulté est de veiller à maintenir l'équilibre entre le souci de ne pas freiner les avancées technologiques et la préservation de nos éléments de protection sociale.

Afin d'accompagner cette transition numérique, les objectifs généraux vis-à-vis de la structure du marché du travail devraient être :

- éviter la surpolarisation du marché du travail et l'explosion des inégalités ;
- penser la complémentarité entre l'homme et la machine.

Les partenaires sociaux s'accordent à dire que la politique en matière de numérisation doit veiller à l'inclusivité numérique pour combler la fracture numérique et qu'une population active disposant des compétences adéquates (tant sur le plan des TIC qu'au niveau des « soft skills ») est nécessaire pour permettre une transition aussi rapide que possible vers une société numérique²⁵.

Les partenaires sociaux sont conscients des risques et des défis. À court terme, les révolutions technologiques peuvent générer de nombreux coûts d'adaptation. C'est ce que nous constatons déjà au niveau du déplacement des structures d'emploi. Pour accueillir ces changements, nous avons toujours besoin d'études de qualité et de statistiques.

Les différents bureaux de placement des travailleurs (le Forem, le VDAB et Actiris) doivent tenir à jour les modifications dans les profils et aptitudes recherchés afin de permettre un *feedback* rapide vers l'enseignement et une bonne collaboration entre les entreprises et les écoles.

Cela permettra également de maintenir un équilibre entre l'offre et la demande. D'une part, de nombreuses sociétés auront, et ont pour certaines déjà, du mal à trouver les profils qu'elles recherchent ; d'autre part, dans le centre de Bruxelles et d'autres villes belges, un grand pourcentage de personnes, en particulier de jeunes, ont beaucoup de difficultés à trouver leur voie sur le marché du travail.

La difficulté est de s'assurer que la capacité d'anticipation soit pérenne, continue et articulée avec des politiques publiques. La question qui se pose aujourd'hui est « Comment articuler la nécessité de penser les transformations souvent radicales, à venir, et celle d'assurer le fonctionnement de l'ensemble des services publics au jour le jour ? »²⁶.

Les experts entendus ont également insisté sur le fait que la machine ne remplace pas le travail, elle le déplace et ce, dans plusieurs directions. Il s'agit bien sûr de déplacements géographiques liés à la mondialisation mais aussi de déplacements entre des branches d'activités. Par exemple, la logistique est une branche d'activité qui se développe au détriment du commerce de détail. Il s'agit encore de déplacements entre métiers, entre maillons successifs d'une chaîne de valeurs, entre hommes et femmes, entre jeunes et âgés, entre les différents statuts du travail (montée des statuts plus précaires et diminution des contrats d'emploi plus stables), de déplacements entre sécurité et précarité, et entre stabilité et instabilité.

À titre d'exemple, la transition entre le secteur privé et l'enseignement, et inversement, ou entre le secteur privé et une activité d'indépendant, devrait être plus facile. Actuel-

25. CCE-CNT, *Diagnostic des partenaires sociaux concernant la digitalisation et l'économie collaborative - Exécution de l'accord interprofessionnel 2017-2018*, p. 2.

26. *Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne*, Cédric Villani, 8 mars 2018, p. 107.

lement, ces transitions entraînent des difficultés sur le plan des droits constitués et des conditions de travail.

D'aucuns ont dès lors émis l'idée d'un système de portabilité des droits sociaux étant donné que plus personne n'exercera le même métier durant toute sa carrière et que de plus en plus de travailleurs alternent des statuts d'indépendant, de salarié, suivent des formations, passent par le secteur public, puis retournent dans le secteur privé. Ces trajectoires qui ne correspondent plus du tout à l'idée traditionnelle du travail sont très mal couvertes par le système de protection sociale actuel.

En outre, plus les régimes de travail se diversifient, plus il est impératif de trouver de nouvelles manières d'offrir à tous les travailleurs une protection élémentaire, qu'ils accomplissent des microtâches en ligne, travaillent à domicile pour des chaînes mondiales d'approvisionnement ou exécutent des missions proposées sur une plateforme.

En raison du manque structurel de travailleurs et de compétences insuffisantes, un emploi vacant sur dix en moyenne risque de ne pas être pourvu en 2030. Si l'on ventile ces prévisions par secteur, on remarque que ce sont surtout les secteurs de la santé, des TIC (Agoria estime qu'en Belgique, 584 000 postes liés à l'IT ne seront pas comblés d'ici 2030) et de l'enseignement qui seront confrontés à ces difficultés.

En effet, en ce qui concerne plus particulièrement la pénurie d'informaticiens et le manque de spécialistes dans les technologies numériques, de nombreux signaux d'alerte sont émis depuis très longtemps. Les statistiques sur les diplômés le confirment, on observe une diminution de l'output en termes de formation de spécialistes tant dans les universités que dans les hautes écoles. Les femmes y sont insuffisamment représentées, les inégalités de genre dans le métier des TIC s'aggravent. Dès lors, si les femmes étaient aussi nombreuses que les hommes dans ce secteur du numérique, on ne parlerait sans doute plus de pénurie.

Une autre étude récente montre que, dans le même délai, 4 300 000 personnes seront directement touchées par la transformation numérique au travers de leur fonction. Face à ces constats, on se dit qu'étant donné la quantité d'emplois vraisemblablement disponibles dans le futur, il faut promouvoir des formations.

La formation tout au long de la vie est donc un élément clef pour réussir cette transition numérique. (voir point 3. Enseignement et formation).

Le professeur Valenduc va dans le même sens lorsqu'il précise que c'est « davantage en termes de complémentarité qu'il convient de penser, et de construire, le futur ».

Les experts français adoptent la même approche. Le rapport Villani parle de « *complémentarité capacitante* ». Il s'agit de « développer massivement les compétences humaines complémentaires de l'intelligence artificielle » en formation initiale ou continue. Le développement des compétences capacitantes est donc l'objectif à atteindre (par exemple la créativité, la dextérité manuelle, la pensée abstraite, la résolution de problèmes, etc.)²⁷.

A titre d'exemple, la féminisation de nombreuses professions a permis le développement du « *care* », mode d'organisation du travail privilégiant le souci de l'individu. Avec la numérisation, les questions générales liées au « *care* », c'est-à-dire au fait de prendre soin de l'humain dans le travail, prennent de l'importance dans les perspectives de développement du travail.

Cette complémentarité, certains la traduisent de la manière suivante : « *Ce qui est très difficile pour les humains est souvent simple pour un robot, et ce qui est simple et banal pour nous est souvent très difficile pour une machine. La machine est encore loin des possibilités impressionnantes du corps humain.* »

27. Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne, Cédric Villani, 8 mars 2018, p. 105, 112.

L'exemple d'Amazon est éloquent à ce sujet : auparavant, les travailleurs devaient parcourir tous les rayonnages pour réunir les marchandises d'une commande. Maintenant, les robots vont chercher les étagères, les soulèvent et les amènent aux préparateurs de commandes. Par contre, la dernière tâche, qui consiste à prendre le produit et à le mettre dans le carton d'expédition, est très simple pour l'être humain, mais extrêmement difficile pour un robot.

Le professeur Hans Moravec a déclaré à ce propos : « *It is comparatively easy to make computers exhibit adult level performance on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility.* »

2.2.2.2. Réflexion à plus long terme

Au vu de l'ampleur de la transition qui s'amorce et des conséquences tant sur le plan de l'éducation, la formation, l'emploi, l'économie et la fiscalité de demain, certaines questions restent encore sans réponse. Plusieurs experts ont dès lors lancé des pistes de réflexion en ce qui concerne :

a. Réduction du temps de travail

Pour réussir à passer le cap de cette transition numérique, certains experts ont émis l'idée d'une réduction du temps de travail.

Afin de ne pas creuser davantage les inégalités actuelles du monde du travail et celles qui s'annoncent, certains experts entendus considèrent que passer par une meilleure répartition de l'emploi est nécessaire.

Les grandes vagues d'innovations technologiques se sont souvent accompagnées non seulement d'une réduction du temps de travail mais aussi d'un changement dans la structure et la répartition du temps de travail.

En effet, comme on l'a vu *supra*, la révolution numérique va entraîner une polarisation de l'emploi ce qui veut aussi dire que moins de travailleurs seront nécessaires pour atteindre un même niveau de production.

À titre d'exemple, aux États-Unis, la production augmente de 80 % et le volume de travail diminue de 30 %. Les gains de productivité colossaux qui ont été engendrés ont entraîné le quasidoublement de la production. On a besoin de moins de travail. Nous assistons à une transformation de la valeur du travail et de son contenu.

Une réduction du temps de travail peut ainsi être intéressante dans un contexte où le volume global de travail risque fortement de diminuer. La réduction collective du temps de travail est un moyen de réduire les inégalités entre les temps partiel et les temps plein. Il faut savoir qu'actuellement 45 % des femmes travaillent à temps partiel et que le travail à temps partiel se développe chez les travailleurs âgés.

En 2009 et 2010, l'Allemagne a opté pour des primes en faveur d'une diminution du temps de travail, afin de limiter le nombre de licenciements. C'est ainsi que 1,5 million de travailleurs allemands, au lieu d'être licenciés, se sont vu appliquer une diminution moyenne du temps de travail de 31 %, alors que le gouvernement maintenait 95 ou 98 % du revenu.

D'aucuns estiment que le but est d'aller en même temps vers une société de plein emploi et de pleine activité, une société où un maximum de personnes ont un vrai travail et gagnent leur vie. Il faut que chacun participe au travail de création du monde et de production de richesses, tout en ayant plus de temps libre pour sa vie personnelle, sa vie de famille, pour se former et s'engager dans la cité.

b. Financement de la transition numérique

- Repenser l'ensemble de notre système fiscal

Les experts constatent également que l'adoption d'une nouvelle génération de technologies (l'intelligence artificielle, la robotique intelligente, les machines apprenantes) est un processus inégalitaire, qui crée des tensions et des disparités (entre entreprises, entre pays, entre régions) et est marqué par des conflits autour des formes de régulation juridique et institutionnelle.

On sait également que plus personne n'exercera le même métier durant toute sa carrière et que la formation tout au long de la vie sera cruciale.

L'introduction de systèmes de formation tout au long de la vie posera davantage problème pour les petites entreprises qui n'auront pas les moyens de les organiser.

Le financement de cette acquisition de compétences constitue un des grands enjeux de demain, même s'il est difficile aujourd'hui d'anticiper l'impact qu'auront les changements sur le financement de la sécurité sociale.

D'aucuns estiment qu'on ne pourra garantir des règles du jeu équitables qu'en réformant profondément la politique fiscale pour lutter contre l'évasion fiscale et soutenir l'agenda d'investissement humain. Il s'agit là d'une nécessité incontournable pour l'économie numérique qui, au propre comme au figuré, ne connaît pas de frontières. Une des possibilités pour ce faire serait de passer d'une imposition sur la base de la présence physique à une taxation à la source de la plus-value et du bénéfice.

- GAFA (Google, Amazon, Facebook et Apple)

La fiscalité peut être abordée sous divers angles d'approche. D'un point de vue macro-économique, nous voyons des entreprises gigantesques qui surfent - au propre comme au figuré - de par le monde sans avoir aucune connexion avec un pays déterminé. Il en résulte une grande perte de valeur ajoutée et un manque à gagner pour les gouvernements et les sociétés, qui perdent ainsi d'énormes moyens pour financer la sécurité sociale.

La manière dont les grandes multinationales numériques, spécialement les GAFA, devraient être taxées constitue un problème très complexe, d'autant plus que certaines pistes (par exemple, une taxation proportionnelle au nombre de clics) ne garantiraient pas le retour des revenus dans les pays européens.

L'OCDE s'efforce d'agir, parallèlement aux efforts déployés au sein de l'Organisation internationale du travail (OIT). Le débat qui est mené dans ces forums part du point de vue que même si ces organisations sont indépendantes les unes des autres, elles savent en tout cas qu'elles peuvent être complémentaires dans ce domaine spécifique. L'engagement de l'OCDE à trouver une solution pour tous les États membres (y compris les États-Unis) d'ici 2020 est réalisable.

L'Union européenne réfléchit également à la meilleure manière de taxer l'économie numérique. Deux propositions, l'une à long terme (1), l'autre à court terme (2) sont avancées par la Commission européenne en la matière :

1. permettre aux États membres de taxer les bénéfices qui sont réalisés sur leur territoire, même si une entreprise n'y est pas présente physiquement (« présence numérique significative ») ;
2. instaurer une taxe indirecte qui s'appliquerait au chiffre d'affaires généré par un certain nombre d'activités pour lesquelles la création de valeur dépend essentiellement

des utilisateurs²⁸. Cette dernière hypothèse présente l'inconvénient majeur que seuls deux grands pays européens y gagneraient, alors que les autres y perdraient.

Ceci n'empêche pas certains pays comme la France, la Grande-Bretagne ou l'Espagne de vouloir avancer chacun de leur côté sur l'idée d'une taxation de ces géants du web.

- Taxation des robots ou taxe sur le flux des données ?

Au niveau du Parlement européen, le débat sur une taxation éventuelle des robots n'a pas débouché sur un consensus car le mot « taxe » n'est pas fédérateur²⁹.

La Commission mondiale sur l'avenir du travail (OIT) n'est pas en faveur d'une taxation des robots, car elle ne veut pas freiner ni interrompre l'évolution technologique. Ce serait une approche trop négative.

La taxe sur les robots présente le gros inconvénient de pénaliser les investissements productifs. Or, l'un des problèmes généraux de notre économie est que les investissements spéculatifs sont trop favorisés alors que les investissements productifs ne le sont pas assez.

Il est pourtant essentiel de trouver des sources de financement qui ne pénalisent pas l'innovation et ne creusent pas les inégalités.

Certains considèrent néanmoins que la taxe sur les robots est intéressante car elle amène à s'interroger sur la ressource fiscale dans une société où les équipements technologiques remplacent la main-d'œuvre et où le système ne peut dès lors plus reposer sur les cotisations provenant du travail.

Une alternative à la taxe sur les robots a été proposée lors des auditions d'experts, à savoir une taxe sur les unités d'information, sur les flux de données³⁰. Elle consisterait en un prélèvement extrêmement faible sur une très grande quantité de données en circulation. L'hypothèse de travail était de générer des ressources à redistribuer : la taxe ne serait donc pas affectée mais redistribuée au profit de l'ensemble de la protection sociale. Il ne s'agirait donc pas d'une taxe pigouvienne, c'est-à-dire dont le rendement est appelé à diminuer, comme une écotaxe. Son rendement est censé croître avec l'expansion des flux d'information. D'aucuns la trouvent intéressante car elle ne frappe pas l'aspect matériel de la numérisation mais bien l'aspect immatériel.

28. FEB, « D'une dépression fiscale vers un bien-être numérique », #17, p. 14-15 ; Cortebeeck, audition 4.

29. Voy. le communiqué de presse de Reuters à ce sujet : <https://www.reuters.com/article/us-europe-robots-lawmaking/european-parliament-calls-for-robot-law-rejects-robot-tax-idUSKBN15V2KM>.

Pour le dossier complet du Parlement européen, voy. : http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2017-0005_FR.html.

Voy. également le communiqué de presse du Parlement européen même : <http://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20170210IPR61808/robots-les-deputes-veulent-des-regles-europeennes-en-matiere-de-responsabilite>.

30. À la fin des années nonante, un groupe d'économistes dirigé par Luc Soete, ancien recteur de l'Université de Maastricht et ancien directeur d'UNU-MERIT, Université des Nations unies à Maastricht, a établi un rapport pour la Commission européenne, « Construire la société de l'information pour tous ». Il y est question d'une « bit tax » ou taxe sur les octets, calquée sur la taxe Tobin sur les flux financiers.



3. Enseignement et formation

3.1. Se préparer au mieux aux transformations et à la robotisation du marché du travail

3.1.1. L'importance des compétences non techniques dans la société de l'intelligence artificielle

La demande d'étudiants issus de formations scientifiques, technologiques, mathématiques et d'ingénierie est et reste importante mais il y a aussi une demande accrue de personnes susceptibles de combiner les compétences techniques et les compétences non techniques.

Les compétences numériques, y compris celles des jeunes, sont beaucoup moins développées qu'on le pense généralement. C'est une erreur de croire que les jeunes sont des natifs du numérique et qu'ils possèdent les compétences numériques requises pour bien fonctionner dans le contexte de mutation actuel. Les jeunes, eux aussi, ne possèdent en fait qu'une partie limitée des compétences de résolution de problèmes numériques nécessaires pour pouvoir fonctionner correctement dans un tel contexte.

L'enseignement et les formations sont encore loin d'être adaptés à ces « compétences du XXI^e siècle » et se fondent encore beaucoup trop sur une vision désuète.

3.1.2. Rôle de l'enseignement

L'enseignement devrait répondre davantage aux besoins du monde économique et aux défis auxquels nous sommes confrontés. Il importe que des outils soient élaborés au niveau des secteurs, éventuellement en collaboration avec le monde universitaire et les services de placement des travailleurs, afin de mesurer ces compétences sociales générales. Les partenaires sociaux doivent eux aussi réfléchir à cette évolution : comment doivent-ils gérer le fait que les compétences exigées sont de plus en plus multisectorielles alors que les formations continuées ont souvent lieu au niveau d'un secteur déterminé ?

Notre système d'enseignement prépare les futurs travailleurs dans une très large mesure à un travail routinier, à des tâches prévisibles et à des tâches de type procédural. Or ce sont précisément ces tâches qui sont reprises par l'intelligence artificielle et les robots.

Les tâches analytiques non routinières gagnent très nettement du terrain. Il s'agit en fait des tâches dévolues à un chercheur, qui exigent de la créativité, un sens de l'innovation et un esprit d'analyse très développé. Prennent aussi beaucoup d'importance les tâches qui requièrent des compétences interpersonnelles non routinières, comme les aptitudes communicationnelles.

Les industries, les secteurs et les tâches à forte composante technologique (TIC) font appel à des compétences cognitives avancées. Il n'est donc pas vrai que les compétences de base sont reléguées au second plan par les ordinateurs. Seules les personnes qui disposent de ces aptitudes de base seront capables de développer les compétences numériques avancées.

La numérisation active également une multitude d'aptitudes (compétence en lecture, connaissances de la comptabilité et du marketing, compétences très poussées en calcul, tâches de management et de communication, envie d'apprendre chez les travailleurs) et transforme le lieu de travail de telle manière que les compétences des personnes, et pas seulement les compétences numériques, gagnent en importance.

Les personnes travaillant dans des environnements d'apprentissage numériques sont constamment placées devant le défi de devoir mettre à jour leurs compétences, tant nu-

mériques que non numériques. Au contraire, les personnes qui travaillent dans des environnements non numériques perdent leurs compétences, y compris leurs compétences non numériques.

Les personnes doivent aussi être capables d'assimiler de nouvelles choses très rapidement et doivent beaucoup moins compter sur des connaissances acquises 20 ou 30 ans plus tôt. Pour réaliser la transformation numérique en faveur des entreprises, des clients et de la société, les dirigeants d'entreprise recherchent des personnes capables avant tout de travailler ensemble : des spécialistes capables de collaborer avec des technologues, avec des graphistes ou avec des concepteurs de services, en vue d'offrir une solution complète. Cela nécessite également de très bonnes compétences en communication et en planification. L'enseignement actuel récompense principalement les performances individuelles, les comportements exemplaires, le fait de rester tranquille et de se taire, la capacité à reproduire des connaissances statiques et, en particulier, la pensée analogique. Le défi consiste à créer un milieu éducatif aussi propice que possible à la coopération et à la préparation au nouveau marché du travail.

L'OCDE a acquis la conviction que la numérisation exigera des gens une polyvalence (« *well-roundedness* ») et a développé un instrument permettant de mesurer combien de personnes dans la société possèdent cette polyvalence. La situation de la Flandre est plutôt favorable : la population flamande est assez qualifiée et présente un éventail assez large de compétences, ce qui la rend parfaitement à même d'encaisser le choc. Aucune statistique n'est disponible pour la Wallonie.

Une autre conclusion à tirer de l'étude de l'OCDE est que la spécialisation va à l'encontre des évolutions que nécessite la numérisation. Dans les pays où les emplois sont moins spécialisés, les compétences de base sont plus élevées et ces pays sont donc mieux à même de faire face à la numérisation. La vulnérabilité d'un emploi ne dépend donc pas seulement du niveau de qualification (par exemple juriste).

L'intelligence artificielle nous contraint donc à réfléchir à ce qu'est le travail humain et à nous demander sur quels terrains les humains peuvent être plus performants que les ordinateurs. Ils ne l'emporteront pas dans les tâches cognitives routinières mais bien dans les tâches cognitives très sophistiquées, les compétences communicationnelles et émotionnelles et l'élaboration de jugements éthiques. Dans tous ces domaines, les humains apporteront toujours une valeur ajoutée. La numérisation nous obligera donc à redéfinir le travail de telle manière que les aspects intéressants de l'humain gagnent en importance et valorisent le travail.

3.2. Enseignement

3.2.1. L'importance des filières scientifiques, technologiques et mathématiques et du codage dans l'enseignement

3.2.1.1. Les filières scientifiques, technologiques et mathématiques (STEM)

Il est nécessaire d'apprendre le plus tôt possible aux enfants, entre trois et six ans par exemple, à jouer avec des statistiques et des ordinateurs. Nous ne devons pas faire de tous les enfants des mathématiciens, mais nous devons leur apprendre à avoir un regard critique. Si nous voulons poursuivre dans la voie de l'intelligence artificielle, de l'apprentissage automatique, etc., nous devons faire en sorte que chacun puisse y trouver sa place et en comprendre les fondamentaux. Nous devrions repenser la manière d'aborder les matières scientifiques, technologiques et mathématiques et la manière de les enseigner.

Il faut également une politique forte de promotion des matières scientifiques, technologiques et mathématiques dans l'enseignement mais ces matières ne sont qu'un élément

parmi d'autres dans le large éventail des formations que nous devons offrir aux jeunes. Les compétences de base cognitives, qui se focalisent sur la littératie avancée, la numérisation avancée et les compétences de résolution de problèmes, sont un fondement extrêmement important sur lequel les autres compétences doivent se greffer. La numérisation avancée ou la littératie mathématique resteront la base absolue de toutes les compétences numériques imaginables mais il n'existe pas de consensus sur une réforme de l'enseignement des mathématiques. Mieux vaut opter pour des attentes et objectifs ambitieux dans le cadre d'un large concept de numérisation qu'introduire du codage.

Malgré une féminisation lente mais progressive des filières scientifiques et techniques, on constate que la parité entre les hommes et les femmes dans le secteur du numérique est loin d'être atteinte.

Cette disparité de genre au niveau de l'éducation et de la formation se retrouve dès lors dans le monde de l'innovation numérique. On observe davantage d'hommes que de femmes au fur et à mesure que l'on progresse dans la hiérarchie et que l'on atteint des compétences techniques spécialisées.

À cet égard, les États membres des Nations unies ont adopté en 2016 une décision sur le rôle de l'UNESCO ayant comme objectif d'encourager les filles et les femmes à exercer un *leadership* dans les STEM. Dans un rapport de 2017, l'UNESCO décrypte les facteurs qui entravent ou facilitent la participation, la réussite et la persévérance des filles et des femmes dans l'éducation aux STEM et recommande une série de mesures/d'interventions afin que le secteur de l'éducation puisse promouvoir l'intérêt et l'engagement des filles et des femmes dans les STEM³¹. Parmi ces mesures, on trouve (1) au niveau individuel : interventions visant à renforcer les compétences spatiales et arithmétiques des enfants, l'auto-efficacité, l'intérêt et la motivation des filles ; (2) au niveau de la famille et des pairs : interventions visant à mobiliser les parents et les familles pour qu'ils luttent contre les idées fausses concernant les aptitudes innées sexospécifiques, à développer la compréhension des possibilités d'études et de carrière dans les STEM, et à mettre les familles en contact avec des conseillers d'éducation en vue de construire des parcours de STEM, avec l'aide des pairs ; (3) au niveau de l'école : interventions visant à agir sur les perceptions et les capacités des enseignants, à élaborer et mettre en œuvre des programmes scolaires prenant en compte le genre, et à mettre en œuvre des évaluations neutres du point de vue du genre ; (4) au niveau de la société : interventions sur les normes sociales et culturelles relatives à l'égalité des genres, aux stéréotypes de genre dans les médias et aux politiques et législations.

3.2.1.2. Codage

Le codage relève de la catégorie de l'éducation musicale ou plastique. C'est une aptitude dont nous voulons transmettre les bases aux jeunes, bases sur lesquelles ils pourront s'appuyer plus tard, dans leurs activités extrascolaires ou dans le cadre d'une formation supérieure. L'essentiel est de donner aux élèves, dès l'enseignement primaire ou secondaire, une idée des possibilités qui s'offrent à eux afin qu'ils puissent exprimer ce qu'ils veulent quand ils pratiqueront leur métier plus tard : comprendre ce qui est possible, en avoir déjà l'expérience, pouvoir travailler sur cette base.

Certains restent très sceptiques sur l'apprentissage du codage dès le plus jeune âge et prônent une approche plus systémique. Les compétences à acquérir sont multiples : lire, c'est-à-dire être capable d'appréhender l'information via les médias ; écrire, c'est-à-dire être capable de produire de l'information ; naviguer, c'est-à-dire pouvoir rechercher de l'information ; et enfin organiser, c'est-à-dire pouvoir faire appel à différents médias pour

31. *Déchiffrer le code : l'éducation des filles et des femmes aux sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM)*, UNESCO, 2017, p. 60.

rechercher ou diffuser de l'information. Autrement dit, le code et la programmation ne sont qu'une compétence parmi d'autres.

Le numérique est aujourd'hui très présent dans les formations techniques (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques), mais il s'agit surtout de tirer parti des compétences numériques dans d'autres matières (l'importance des connaissances numériques en tant que compétence transversale dans l'enseignement). Cela nécessite un autre type d'enseignants, à savoir des personnes capables de faire des recherches et qui font appel à une expertise externe. À cet égard, une responsabilité importante incombe au secteur professionnel.

Chaque transformation industrielle s'accompagne de nouvelles formes d'apprentissage. En termes de formation, nous constatons l'importance de plus en plus marquée de l'aspect « compétences », qu'elles soient techniques ou non techniques, en parallèle à l'aspect « connaissances ». Différentes initiatives visent à répondre à cette nouvelle tendance.

Le projet BeCentral avec son nouveau campus numérique, situé dans la Gare centrale de Bruxelles, accueille des écoles ou des ateliers numériques dans un écosystème entrepreneurial et vise à combler le fossé des compétences numériques et à aider à accélérer la transformation numérique de la Belgique³². BeCode ne forme pas forcément ses étudiants - essentiellement des demandeurs d'emplois ou des personnes en dehors du marché - à un métier, mais à l'acquisition de compétences débouchant sur l'obtention d'un diplôme certifié. Il peut par exemple s'agir d'un langage de programmation qui peut les aider à trouver un emploi et répondre à des besoins assez précis.

3.2.2. Les autorités et l'enseignement

Les autorités pensent à tort que pour répondre à la numérisation, il suffit de placer des ordinateurs dans les écoles. Or, certaines données montrent que les effets de la présence et de l'utilisation d'ordinateurs à l'école sont négatifs : une utilisation accrue mène à des résultats d'apprentissage plus faibles. Ce lien de cause à effet est très présent et très significatif.

- Les écoles et les élèves qui n'utilisent pas du tout les technologies de l'information (TIC) obtiennent de faibles résultats d'apprentissage ; une utilisation modérée fait grimper le score mais une utilisation élevée entraîne une très forte baisse.
- Les logiciels, notamment les logiciels éducatifs, sont d'un niveau ridiculement bas et ne permettent pas de stimuler l'apprentissage des jeunes.
- Les MOOC (cours en ligne ouverts et massifs) sont généralement de faible niveau.
- Les enseignants ne sont ni préparés ni capables d'exploiter adéquatement les nouvelles possibilités d'apprentissage. Cela est lié à la formation des enseignants, à la formation professionnelle et à la formation continue.

Le matériel didactique, en particulier dans les écoles primaires, a souvent une génération de retard et repose sur des idées conservatrices et dépassées.

Les stéréotypes technologiques sont tenaces : lorsqu'il est question de technologie dans des livres ou des programmes pour enfants, elle est décrite comme quelque chose de compliqué et s'accompagne toujours de beaucoup de maladresses. Les premiers livres de lecture montrent toujours des enfants qui partent à la mer ou en forêt, ou qui cuisinent, mais jamais des enfants qui jouent à Minecraft ou qui créent leur propre chaîne YouTube, alors que cela fait partie de l'univers quotidien des enfants d'aujourd'hui et de la prochaine génération.

32. Voy. <https://www.becentral.org/>.

À l'université, on perd son temps à enseigner l'algorithmique, le codage et la programmation, alors qu'à ce niveau, nous ne devrions plus apprendre les bases. Les avocats doivent être formés au numérique, ainsi que les médecins, les philosophes, les psychologues, etc.

Ainsi, dans certaines universités, les étudiants en médecine n'ont pas le moindre cours d'informatique ; les étudiants en droit, par exemple, doivent apprendre, non à coder, mais à repenser leur métier sur la base de l'outil informatique.

Des cours d'informatique et d'algorithmique doivent être donnés dans l'enseignement secondaire. Cet effort a été réalisé en France où, depuis un an ou deux, un tel cours existe pour les trois dernières années de l'enseignement secondaire.

Aujourd'hui, en université comme en entreprise, certains formateurs ne peuvent pas intégrer le numérique pour des raisons pratiques (par exemple manque de prises électriques ou de wifi). La modernisation des infrastructures est impérative. Par ailleurs, les espaces d'apprentissage en ligne, qui restent très transmissifs, *ex cathedra*, devront eux aussi évoluer.

D'une enquête réalisée par le professeur Nicolas Roland dans les écoles - primaires, secondaires et supérieures - de la Ville de Bruxelles en 2016, il ressort qu'à peine 9 % des enseignants se sentent à même d'intégrer le numérique dans leurs classes sans formation, 45 % pourraient utiliser le numérique moyennant une formation, et 46 % s'en déclarent incapables même si on les formait.

3.3. Formation

3.3.1. Apprentissage tout au long de la vie - enseignement

La numérisation obligera l'enseignement à franchir enfin le pas vers l'apprentissage tout au long de la vie. La numérisation battra complètement en brèche l'idée selon laquelle nous pouvons former des jeunes au cours des vingt ou vingt-cinq premières années de leur vie et que leur diplôme leur permettra de bien fonctionner pour le reste de leur vie non seulement en tant que travailleurs, mais aussi en tant que citoyens et acteurs de la société.

Un rapport relatif à la Ville de Bruxelles confirme que les enseignants qui ont développé des compétences numériques les ont acquises grâce à une formation autonome, soit par des cours en ligne, soit par des vidéos diffusées sur YouTube. La tendance serait la même dans les entreprises où les employés se forment déjà de manière autonome. Cette tendance à se former en autonomie est due au fait que le *lifelong learning* plus formel, lié à la formation continue, notamment dans les universités, ne répond pas aux attentes, tant quant au contenu qu'à la forme (manque de flexibilité). Une solution serait que les entreprises reconnaissent et même valorisent la certification obtenue par leurs employés sur des plateformes. Il faudrait aussi que le *lifelong learning* dispensé par des organismes de formation plus formels intègre de nouvelles formations au contenu plus adapté et offertes en ligne.

Au niveau européen, il existe déjà un référentiel appelé *DigComp*. Il expose les compétences numériques que le citoyen du XXI^e siècle est censé maîtriser. Ce référentiel

33. Toutes les informations sur *DigComp* sont disponibles sur le site <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>. Le projet a été mis en œuvre en 2010 afin de développer les compétences numériques des étudiants et des citoyens. Une version *DigComp 2.0* a été lancée en 2016, suivie en 2017 d'une version *DigComp 2.1* contenant les premières propositions concrètes et les premiers exemples d'utilisation.

Selon le site web de la Commission européenne (<https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/implementation>), le département de l'Enseignement flamand a également traduit *DigComp* et l'utilise à présent dans le cadre des révisions de programmes d'enseignement et de la mise au point de cours pour l'enseignement de promotion sociale. On ne trouve pas grand-chose à propos de la Communauté française sur ce site web, ce qui est tout à fait possible si cette dernière n'a pas transmis d'informations à la Commission européenne.

montre bien que la programmation n'est qu'une facette des compétences à inculquer aux étudiants ou aux citoyens. Le référentiel *DigComp* est actuellement adopté par plusieurs pays européens et vient d'être intégré dans le Pacte pour un enseignement d'excellence de la Communauté française³³.

De trop nombreuses catégories professionnelles se croient à l'« abri » de la numérisation ou de l'intelligence artificielle. L'enseignement a besoin d'une réflexion approfondie et honnête sur lui-même pour savoir à quoi ressembleront la formation et le futur parcours professionnel des étudiants dans les vingt ou trente prochaines années. Il n'y aura plus de carrière homogène.

La numérisation doit devenir une évidence et les étudiants doivent comprendre qu'ils peuvent être non seulement des consommateurs, mais aussi des créateurs d'outils numériques, même s'ils ne sont pas experts en informatique.

L'introduction de systèmes de formation tout au long de la vie posera problème, non pour les grandes mais pour les petites entreprises, qui n'auront pas les moyens de les organiser.

3.3.2. Centres de compétences - Formation qualifiante en IT : enjeux majeurs de l'insertion et de la réorientation professionnelles

Les centres de compétences offrent une formation présentant certaines caractéristiques et destinée à deux types de public : d'une part, des demandeurs d'emploi (la plupart du temps fortement fragilisés), des personnes qu'il faut réinsérer ou réorienter et, d'autre part, des salariés en entreprise. La transformation numérique des entreprises est en cours, ce qui génère la disparition ou la transformation de certaines fonctions et l'émergence potentielle de nouveaux emplois.

L'objectif pour ces centres de compétences est d'accompagner les personnes dans une montée en compétence, sans leur imposer de programmes universitaires ou de « bachelors » chronophages et incompatibles avec leur vie professionnelle.

Les caractéristiques d'une formation qualifiante portent sur la durée (maximum dix mois) et le fait qu'elles visent un métier cible. Plus la formation peut être courte, mieux elle sera adaptée aux réalités des participants. Une bonne formation qualifiante doit obligatoirement comporter un fil conducteur vers un métier cible, reconnu sur le marché de l'emploi, alors qu'une formation diplômante est axée sur une orientation métier.

Les métiers principalement visés correspondent aux emplois recherchés par les entreprises, qui sont disposées à engager des personnes ayant accompli un parcours professionnalisant et non un doctorat en IA. Ces métiers sont liés à l'ingénierie des données : *data analyst*, *big data consultant* ou *data scientist*. Un autre domaine de compétences est le développement logiciel. Les formations qualifiantes sont directement liées au métier recherché, par exemple, un développeur NET spécialisé en architecture logicielle ou encore, en management de l'information, un business analyst pour ERP Microsoft ou encore, en ingénierie des données, un data scientist pour l'industrie 4.0. Derrière toute formation qualifiante, un métier cible est donc visé.

Un autre aspect des formations qualifiantes est une forte orientation sur le savoir-faire et le savoir-être.

La formation qualifiante requiert des experts métiers selon une pédagogie différenciée. Les formations sont données par des personnes de terrain, ayant un rapport direct avec le métier ciblé par la formation et qui peuvent partager leurs connaissances et leur expérience relatives aux outils utilisés.

Les missions des centres de compétences sont : veille technologique, sensibilisation des

entreprises, accompagnement des demandeurs d'emploi ainsi que formations pour les entreprises.

Dans la formation qualifiante, le défi consiste à élargir au maximum le profil d'entrée pour permettre l'accès au plus grand nombre. Parmi ces demandeurs d'emploi, 42 % sont des jeunes seulement pourvus du certificat d'enseignement secondaire supérieur (CESS) ; un autre profil est représenté par les bacheliers sans lien avec l'IT et un dernier groupe de profils est constitué par les détenteurs de diplômes de bachelier ou de master, ou d'un titre similaire, mais obtenus à l'étranger.

La partie réorientation vise surtout les personnes de plus de quarante-cinq ans, qui constituent une partie du public fragilisé.

Le fait d'avoir gardé longtemps le même emploi a empêché une mise à jour de leurs compétences par rapport au marché actuel du numérique. En outre, leur niveau de salaire est trop élevé pour qu'ils puissent retrouver le même type d'emploi ; soit ils acceptent une réduction de leurs revenus, soit ils ne retrouvent pas de travail. On s'appuie sur leur expérience pour les réorienter. Les personnes qui ont un minimum d'expérience peuvent, en dix mois, se réorienter, dans les domaines du management de l'information ou de l'ingénierie des données, vers le métier, par exemple, de *big data consultant*.

Les objectifs de la formation qualifiante consistent à :

- atteindre des taux d'insertion élevés (entre 70 % et 80 % minimum actuellement en IT) ;
- offrir la perspective d'emplois de qualité et durables : il faut veiller à ne pas définir des parcours de formation « à la mode » car après quelques années, les personnes qui ont suivi ces parcours se retrouveront à nouveau en difficulté sur le marché de l'emploi. Permettre à un large public d'accéder à la formation constitue un véritable défi ;
- donner la maîtrise de compétences technologiques basées sur des aptitudes au raisonnement particulièrement avancées ;
- faire en sorte qu'au terme de dix mois, les participants soient reconnus par les entreprises comme étant employables ;
- maintenir un taux d'abandon proche de zéro (celui-ci est déjà inférieur à 5 %) ;
- garantir qu'un participant ne restera pas plus de dix mois en formation. Il ne faut pas mélanger « formation diplômante » et « formation qualifiante » ;
- maintenir un haut niveau d'attractivité des entreprises par rapport aux profils métiers visés.

Il existe quatre grands domaines de compétences numériques : le développement logiciel, l'infrastructure IT, le management de l'information et l'ingénierie des données.

Concernant les outils d'apprentissage, la méthode d'*e-learning* dans la formation qualifiante ne fait pas l'unanimité parmi les experts. Diverses études ont montré que les méthodes de *massive open online courses* (MOOC) et l'*e-learning*, aussi utilisées dans les nouvelles écoles du code, ne sont performantes que pour des classes d'âge entre vingt-cinq et trente-cinq ans et pour des gens en activité, ayant déjà un processus éducatif très avancé (trois ou quatre années d'études universitaires). En effet, l'utilisation de ces outils nécessite que l'apprenant se soit fixé un objectif constant d'apprentissage et reste concentré. Or, dans les centres de compétences, les accompagnants des appre-

34. La formation en alternance est un trajet intégré dans l'enseignement secondaire, dans le cadre duquel la formation générale, la formation professionnelle et l'expérience professionnelle forment un tout. Les jeunes acquièrent à la fois sur le lieu de travail et à l'école (ou dans un centre d'enseignement à temps partiel ou un centre de formation Syntra) les aptitudes dont ils ont besoin pour obtenir une qualification. Le trajet d'apprentissage consiste donc en une composante « cours » et une composante « travail » adaptées l'une à l'autre et formant un ensemble cohérent.
Source : <https://www.vlaamsparlement.be/dossiers/duaal-leren>.

nants ont constaté que les demandeurs d'emploi ou les personnes souhaitant se réorienter professionnellement - qui ne présentent pas ces caractéristiques - perdent de vue leur objectif et sont totalement déconcentrés au bout de quelques jours d'utilisation de ces outils d'auto-apprentissage. L'humain occupe donc toujours une place centrale dans l'accompagnement des apprenants en formation qualifiante.

3.4. Le rôle du monde de l'entreprise dans l'enseignement du futur

Dans le cadre de la transformation de l'apprentissage et des compétences, les autorités et le secteur de l'enseignement ne sont pas les seuls à porter une responsabilité. Les partenaires sociaux ont conscience qu'ils ont également un rôle important à jouer, notamment via la formation continue, qui est actuellement assurée en grande partie par les entreprises et les fonds sectoriels.

L'industrie devra, elle aussi, prendre ses responsabilités et contribuer à la formation des personnes qu'elle souhaiterait voir plus tard dans le monde du travail. Des personnes issues du monde du travail qui viennent dans les salles de cours partager leur expertise, en étant source d'inspiration et en montrant ce qu'il est possible de faire dans un monde numérique, peuvent grandement contribuer à changer la vision des jeunes étudiants.

Une solution à cet égard pourrait être de développer davantage la formation en alternance³⁴ ; des stages peuvent aussi offrir une plus-value aux jeunes. Il existe en effet un fossé énorme entre l'univers des jeunes et le monde des entreprises, alors qu'aujourd'hui, ces entreprises n'ont souvent plus le temps d'investir des années dans la formation ou l'évolution de carrière. C'est pourquoi l'entreprise devrait être intégrée beaucoup plus tôt dans la formation, afin que les jeunes puissent être confrontés beaucoup plus rapidement aux préoccupations d'une entreprise et aux défis de la société.

Il est primordial que les programmes d'études soient davantage en adéquation avec la demande de travail et plus rapidement adaptés aux nouvelles technologies. L'économie ne doit pas se charger de l'enseignement mais la formation en alternance doit être en adéquation avec les besoins de la société.

4. Économie de l'attention : impact sur l'homme

Le discours du moment, selon lequel plus il y a de technologie et d'informations, mieux c'est, commence à être remis en cause. On a de ce fait le sentiment qu'il devient plus difficile de mener la vie que l'on souhaite. En même temps, on constate que la technologie développée par l'industrie n'est pas toujours aussi axée sur l'homme qu'on le prétend.

Tout comme dans le cas d'une source de pétrole encore inexploitée, les entreprises vont se rendre compte qu'une source inexploitée de possibilités s'ouvre à elles. Cette source est l'attention humaine. L'économie de l'attention renvoie à l'un des deux principaux modèles économiques de l'internet. Certaines entreprises essaient d'attirer l'attention des internautes et de les inciter à dépenser. D'autres combinent les deux modèles économiques. Par exemple, Spotify propose un abonnement musical gratuit, qui prévoit l'affichage de publicités, tandis que la version payante ne comporte aucun intermède publicitaire.

Le modèle économique standard de certains services en ligne se résume à l'affichage de publicités. À cet égard, on peut faire une distinction entre la publicité de recherche, axée sur l'intention, qui vise à fournir des informations en vue d'aider les utilisateurs à faire ce qu'ils préfèrent, et d'autres formes de publicité qui cherchent à capter délibérément l'attention des utilisateurs. Ces derniers systèmes sont devenus le modèle économique standard du réseau de communication mondial actuel. Cependant, ils posent problème, car ils utilisent des incitants qui visent à faire passer le plus de temps possible sur certains sites web ou plateformes, quelles qu'en soient les conséquences sur la qualité de vie des utilisateurs.

Au XXe siècle, l'industrie de la persuasion a exploité les connaissances de la psychologie sur les préjugés et les a approfondies. Il s'agit de « boutons mentaux » sur lesquels on peut appuyer pour attirer l'attention des utilisateurs et les convaincre de faire ou de penser à quelque chose. Ce phénomène est désormais lié à une infrastructure de mesure de grande ampleur, avec optimisation des messages et analyse du comportement de navigation.

La publicité représente le principal moteur commercial pour la conception de certaines des applications d'intelligence artificielle les plus sophistiquées. Cette problématique ne serait pas suffisamment mise en évidence dans le débat public.

Une concurrence mondiale et féroce fait rage, dans le but de capter notre attention. Celui qui utilise la méthode la plus triviale et la moins coûteuse remportera cette compétition. C'est la raison pour laquelle nous sommes constamment confrontés, sur nos écrans d'ordinateurs et de smartphones, à des images et des textes qui ne sont pas destinés à nous permettre de mener une vie meilleure, mais qui doivent nous inciter à continuer à utiliser les produits des sociétés internet. Nous sommes souvent aux prises avec des informations qui suscitent notre colère et notre indignation et qui déclenchent des réactions primaires. Ces images activent une psychologie morale qui était peut-être utile à l'époque où les gens vivaient en tribu. Mais dans la société actuelle, elles sont vraiment contre-productives. Selon le professeur Williams, c'est l'une des crises les plus urgentes que nous connaissons actuellement.

La technologie numérique a repoussé, dans nos vies, les limites à l'infini. Par le passé, nous étions confrontés à des limitations inhérentes à notre environnement. Nous devons maintenant nous imposer ces limites et cette situation est perçue comme un fardeau. Le jeu était auparavant lié à un temps et à un espace donnés. Un match de football se joue le samedi sur un terrain de football déterminé. Par contre, on peut jouer à un jeu comme Pokémon Go où et quand on veut. La manière dont la technologie numé-

rique dissout les frontières de notre monde nous amène à poser nos limites au monde. Cela crée de nouveaux défis dans le domaine de l'autorégulation, à la fois sur le plan individuel et sur le plan collectif.

Cette évolution n'est pas un accident by design. Ainsi, le CEO de Netflix a déclaré récemment que, outre Snapchat et YouTube, le sommeil était l'un de ses principaux concurrents. Ce n'est pas précisément le signe d'un grand intérêt pour le bien-être humain.

Par essence, les appareils intelligents automatisent des tâches quotidiennes d'un ordre inférieur. La technologie a apporté une fantastique contribution dans ce domaine. Il existe un risque que l'utilisation de certaines expressions comme « appareils intelligents » nous confère non seulement une certaine aptitude mais également un système de valeurs, et qu'elle nous incite à faire certaines choses.

La personnification des appareils soulève de graves questions éthiques. À quel point certains appareils peuvent-ils être persuasifs lorsqu'ils sont considérés littéralement comme une personnalité qui sait tout de nous et qui peut s'adapter à nous dans un but déterminé ? À l'heure actuelle, nous n'avons pas encore l'habitude ou nous ne disposons pas encore de l'infrastructure qui nous inciterait à demander des explications supplémentaires à ces appareils ou à leur demander de rendre des comptes. Or, c'est l'une des premières possibilités que l'on pourrait attendre d'un appareil dit intelligent. Se pose également la question de la vision qui sous-tend le choix de l'image sur laquelle repose leur personnification.

Nous évoluons vers un monde persuasif. Les appareils intelligents pourraient, à l'avenir, combiner les capacités, d'une part, de la personne la plus perspicace du monde, par exemple Sherlock Holmes, multipliées par un facteur mille et, d'autre part, de la personne la plus charismatique au monde, par exemple Barack Obama, multipliées par un facteur mille. De tels appareils pourraient nous dissuader de leur demander des explications ou des comptes. Ou pire, ils pourraient nous amener à ne même plus ressentir le besoin de leur en demander.

L'idée que l'on n'accorde pas suffisamment d'attention au pouvoir de persuasion des appareils intelligents est de plus en plus répandue aujourd'hui. Notre société pourrait glisser lentement vers un état d'infantilisation. Si nous vivons dans un monde où la réussite d'une tâche dépend toujours de ce que nous demandons à des appareils de faire, nous finirons par leur faire endosser en quelque sorte un rôle parental. Ils deviendront une source d'autorité, avec le risque que nous perdions une certaine aptitude ou que nous leur cédions une trop grande part de notre responsabilité.

L'être humain est un chercheur de statut, qui a d'abord besoin de sens. À la lumière de cette réalité psychologique, la question se pose de savoir quelle forme prendra la technologie intelligente et comment nous pouvons nous assurer que cette forme sera compatible avec notre bien-être et nous permettra de mener la vie que nous voulons mener. La question centrale n'est donc pas tant de savoir jusqu'à quel point nous voulons rendre la technologie intelligente, mais jusqu'à quel point nous voulons la rendre sage, pour nous permettre de mener une vie pleine de sens.

5. Privacy et cybersécurité

5.1. . Privacy - Protection de données personnelles

5.1.1. Règlement général sur la protection des données du 25 mai 2018 (RGPD)

Un des plus gros défis de l'ère de l'intelligence artificielle concerne la protection des données.

Il est possible de conjuguer le développement de l'intelligence artificielle et le respect de la vie privée. Le défi consiste à réconcilier, d'une part, l'utilisation de la masse de données personnelles et le développement de l'intelligence artificielle et, d'autre part, les valeurs de notre société - en particulier la protection de la vie privée.

Les smartphones et autres objets connectés constituent des appareils de surveillance de masse. Dans le triangle constitué du citoyen, de l'industrie et de l'État, les Européens ont tendance à faire davantage confiance à l'État qu'à l'industrie, dont ils se méfient (la tendance inverse est observée aux États-Unis). Le Règlement général sur la protection des données (RGPD) est dès lors en partie destiné à brider l'industrie.

Le RGPD distingue les données personnelles, qui appartiennent à la personne, et les données non personnelles, sur lesquelles la personne n'a plus de droits. En général, les sources de données sont diverses (téléphone portable, carte de banque, photo géolocalisée, mais aussi informations publiques).

Le RGPD constitue sans nul doute une initiative louable et clarifie bien des choses. Il consacre entre autres le principe fondamental de limitation de la finalité, selon lequel, si un citoyen met des données à la disposition d'un traitement pour une finalité particulière, ces données ne peuvent être utilisées à des fins incompatibles avec cette finalité. La proportionnalité (utilisation de données pertinentes uniquement) et la transparence restent également des principes de base pertinents.

Son application et son adéquation avec les situations de terrain posent toutefois question.

En effet, s'il est heureux de requérir l'autorisation de l'utilisateur, l'examen détaillé de ces conditions par ce-lui-ci reste difficile. C'est pourquoi d'aucuns estiment que le concept d'un consentement éclairé, qui vise à assurer que le citoyen garde le contrôle de ses données, est dépassé. Vu le nombre important de situations dans lesquelles des informations sont échangées, il n'est pas possible de demander systématiquement la permission du citoyen. Si une telle question est intégrée, le citoyen cliquera simplement pour donner son accord et le consentement n'aura plus de valeur réelle.

L'introduction d'un droit à recevoir une explication (de tout résultat basé sur l'intelligence artificielle) semble une bonne chose, bien que la réalité de ce droit soit discutable étant donné que les scientifiques et les ingénieurs ne sont pas toujours en mesure de fournir cette explication, faute de savoir eux-mêmes ce qui se passe dans la « boîte noire ». Il sera donc difficile de répondre à cette exigence.

Un ajustement du RGPD est par ailleurs nécessaire car, en raison d'erreurs structurelles, les réglementations ne sont pas suffisamment strictes lorsqu'il s'agit des nouvelles technologies et des nouveaux concepts, tels que l'Internet des objets. La Belgique doit montrer l'exemple.

5.1.1.1. Pseudonymisation et anonymisation

Différents mécanismes existent, dont le but est de préserver la vie privée des citoyens. Ainsi, en pseudonymisant les données personnelles, on ôte tous les identifiants directs, comme le nom, le numéro de sécurité sociale et le numéro de téléphone. Néanmoins, cela ne suffit pas à garantir l'anonymat.

C'est pourquoi il convient d'anonymiser, c'est-à-dire non seulement de retirer les identifiants directs, mais aussi de flouter ou de modifier les données de manière à casser le lien entre l'individu et l'information sensible (par exemple le revenu).

La plupart des informaticiens sont néanmoins d'avis que les données personnelles ne peuvent pas vraiment être rendues anonymes en raison du grand nombre de données qui peuvent être reliées entre elles. L'anonymisation offre une garantie supplémentaire mais n'est pas suffisamment performante par rapport aux méthodes de réidentification qui existent actuellement ou qui seront prochainement développées. L'anonymisation est ainsi devenue inopérante aujourd'hui, et ne devrait pas être utilisée pour réguler les pratiques - bien que l'Australie considère que la méthode conserve des perspectives. Les autorités australiennes, constatant que cette réidentification était possible, ont voulu la rendre illégale, ce qui n'est pas une solution satisfaisante puisque les réidentificateurs potentiels peuvent opérer de l'étranger.

5.1.1.2. Accès aux et utilisation des données

Nul n'est sans savoir qu'en stockant nos informations dans le cloud, par exemple via des applications sur notre smartphone, DropBox ou les médias sociaux, nous les mettons gratuitement et indirectement à disposition d'un très petit nombre d'acteurs, qui collectent ces informations et les exploitent.

Tant les grands acteurs bien connus (GAFA) que des douzaines de plus petits acteurs analysent une grande quantité de données très diverses. L'objectif est d'utiliser cette analyse pour mieux organiser notre société : meilleurs flux de trafic, meilleurs soins de santé, meilleur environnement, etc. En principe, la législation européenne donne aux utilisateurs le droit de savoir quels acteurs disposent de quelles données les concernant, mais cet exercice reste très laborieux.

La collecte et l'exploitation des données par un petit nombre d'acteurs puissants conduit à une concentration du pouvoir et à un monopole de fait. Cela mène également à des situations d'inégalités technologiques. Ce phénomène vise tant les entreprises - inégalité entre les entreprises qui ont les moyens d'investir dans une grande quantité de données et d'intelligence artificielle et celles qui ne le peuvent pas - que les personnes - de nombreux hôpitaux ont déjà recours à la chirurgie robotique et certains centres de réadaptation disposent de machines pour apprendre aux personnes souffrant de maux de dos à marcher de nouveau, mais elles sont très coûteuses. Il convient dès lors de se demander si cela crée une inégalité entre les patients qui peuvent se le permettre financièrement et ceux qui ne le peuvent pas.

Si la question de savoir qui peut posséder les données est essentielle, la question de savoir qui peut y accéder l'est tout autant. Beaucoup de villes se développent en vue de devenir des villes intelligentes : elles recenseront dans le futur un nombre important de capteurs permettant de surveiller ce qui s'y passe, d'optimiser la circulation et rendre l'environnement plus sûr.

Ainsi, pour les voitures autonomes, des données seront collectées dans des domaines différents : non seulement les données privées de l'utilisateur mais également tout ce qui gravite autour de lui, comme un piéton qui, lui, ne pourra pas donner son consentement. Pour que le système fonctionne, il faudra des données sur l'utilisateur, sur la voiture, l'infrastructure, l'environnement, le climat, le temps qu'il fait, l'état des routes, et les accidents.

Afin de favoriser l'utilisation, par le secteur privé, de données publiques, il convient d'investir massivement dans nos infrastructures publiques. La Belgique dispose de très bonnes données, notamment dans le domaine médical, où elles sont excellentes. Elles devraient donc pouvoir être utilisées pour créer de l'intelligence artificielle. Or, elles sont actuellement inaccessibles, faute de mécanismes qui permettraient d'y accéder tout en préservant la vie privée.

5.2. Cybersécurité

5.2.1. En général

La cybersécurité revêtant une importance stratégique pour l'économie et la société, il est nécessaire d'y investir davantage de moyens. Cela vaut au niveau des structures gouvernementales : les services de police et l'armée doivent devenir opérationnels dans un environnement en ligne. Cependant, la *Federal Computer Crime Unit* (FCCU), par exemple, manque de personnel et ne dispose pas d'une expertise suffisante. Cela concerne aussi l'industrie, les établissements d'enseignement et les instituts de recherche.

L'industrie et la recherche dans le domaine de la cybersécurité doivent être soutenues, notamment avec des budgets plus conséquents. La Belgique dispose en effet de bons chercheurs dans ses universités (parmi lesquelles la KU Leuven et l'UCL), mais ces derniers n'ont que peu de moyens par rapport à l'étranger. À titre d'exemple, le centre CISPA, rattaché à l'Université de Sarrebrück, en Allemagne, reçoit à lui seul 50 millions d'euros par an.

Aujourd'hui, les systèmes de sécurité se concentrent encore trop sur la sécurité des périphériques - pare-feux, filtres de spam, logiciels antivirus, etc. En réalité, nous devons parvenir à l'inviolabilité des systèmes : ils doivent être dotés des moyens leur permettant de se protéger des usages non autorisés. Cette possibilité existe déjà et dans certains cas, on peut faire appel à un tiers de confiance.

Enfin, il faut être vigilant et ne pas tout stocker dans le *cloud* car cela mène à une concentration de pouvoir entre les mains de celui ou ceux qui dispose(nt) de ces données. Ce n'est pas une conséquence inévitable de la technologie, mais un choix posé lors du déploiement de celle-ci, principalement motivé par des facteurs économiques (économies d'échelle) et par le maintien d'une position de force. Il est pourtant possible de tenir à jour des informations sans recourir au *cloud*, mais en se limitant au téléphone ou à un ordinateur, où les mêmes services peuvent être offerts. Cela nécessite une stratégie différente et d'autres modèles d'entreprise.

Il convient de mettre en place au niveau européen une régulation intelligente de la cybersécurité. La Commission européenne a déjà pris différentes initiatives en ce sens :

- la directive concernant des mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de sécurité des réseaux et des systèmes d'information dans l'Union (directive SRI) concerne l'infrastructure. Sa mise en œuvre est en cours en Belgique ;
- en décembre 2018, la Commission européenne a par ailleurs élaboré l'Acte législatif sur la cybersécurité, qui renforce l'Agence de l'Union européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information (ENISA). Cette agence reste toutefois dramatiquement sous-financée³⁵.

Bien que ces initiatives soient positives, d'aucuns estiment que la Commission européenne accorde encore trop d'importance à la certification (dont le principal système est celui des Critères communs), qui est très coûteuse, très lente et de surcroît volontaire. Les Critères communs ne sont donc pas efficaces mais sont néanmoins prônés comme solution de cybersécurité au niveau européen par certains grands États membres, qui ont beaucoup investi dans ce système.

5.2.2. Hacking

S'il faut saisir les opportunités que la numérisation offre, il ne faut pas en négliger les dangers, comme le *cyber hacking*, un problème bien actuel. Le stockage de données n'est en effet pas infaillible et les fuites de données ne sont pas rares. Les entreprises concernées sont principalement américaines, mais une partie de leurs données est néanmoins européenne.

La liaison entre de nombreux dispositifs, rendue possible grâce à l'Internet des objets, constitue par ailleurs le maillon le plus faible face aux attaques. Les webcams bon marché et non sécurisées et les systèmes domestiques (tels que des machines à café ou des grille-pains, par exemple) ne sont par conséquent pas seulement le problème du propriétaire, mais aussi celui de la société dans son ensemble.

Ces dispositifs nombreux, bon marché, simples et peu sûrs, deviennent ainsi une arme entre les mains des cybercriminels. Souvent, les erreurs ne peuvent pas être corrigées, car ces dispositifs ne sont pas adaptables, principalement à cause du manque d'expertise des entreprises qui les mettent sur le marché.

Que l'Union européenne consacre des travaux à la sécurité des réseaux et des infrastructures est une chose, mais il convient également de définir activement un cadre de sécurité adapté à l'Internet des objets. D'autres normes de sécurité devront être définies à cet égard. Il ne suffira par ailleurs pas de protéger les infrastructures ; il faudra aussi inviter les citoyens à prendre part à cette protection.

Bien que d'une autre nature, les données et informations gouvernementales ne font pas exception au piratage : en 2010, Israël et les États-Unis pirataient l'enrichissement de l'uranium en Iran ; en 2011, l'Iran démantelait et copiait un drone américain ; et à l'hiver 2016, le réseau électrique ukrainien était attaqué et fermé pendant plusieurs heures.

35. À propos de l'ENISA, voir : <https://epthinktank.eu/2018/01/03/enisa-and-a-new-cybersecurity-act-eu-legislation-in-progress/>. « In September 2017, the Commission adopted a cybersecurity package with new initiatives to further improve EU cyber-resilience, deterrence and defense. As part of these, the Commission tabled a legislative proposal to strengthen the EU Agency for Network Information Security (ENISA). Following the adoption of the Network Information Security directive in 2016, ENISA is expected to play a broader role in the EU's cybersecurity landscape but is constrained by its current mandate and resources. The Commission presented an ambitious reform proposal, including a permanent mandate for the agency, to ensure that ENISA can not only provide expert advice, as has been the case until now, but can also perform operational tasks. The proposal also envisages the creation of the first voluntary EU cybersecurity certification framework for ICT products, where ENISA will also play an important role. Within the European Parliament, the Industry, Research and Energy Committee adopted its report on the proposal in July. An agreement was reached with the Council during the fifth trilogue meeting, on 10 December 2018, and this was approved by ITRE committee on 14 January. The vote in plenary on this text is scheduled in March 2019. »

Ce texte est une courte synthèse. Il ne s'agit pas encore d'une proposition adoptée par la Commission européenne. La proposition doit encore être adoptée par le Parlement européen et par le Conseil. Pour une analyse détaillée accompagnée de l'état d'avancement actuel, voir : [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/614643/EPRS_BRI\(2017\)614643_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/614643/EPRS_BRI(2017)614643_EN.pdf). Ce document est constamment mis à jour.

6. Recherche et développement

6.1. Politique de recherche et financement

La recherche dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) est actuellement dominée par les États-Unis, suivie par la Chine, laquelle prévoit d'être leader du marché d'ici à 2030. La différence entre les deux pays est certes considérable : le nombre de travailleurs occupés par l'industrie liée à l'intelligence artificielle aux États-Unis est trois fois plus élevé que le nombre de chercheurs alors qu'en Chine, le secteur de la recherche est six fois plus important que l'industrie - grâce aux énormes investissements et moyens publics affectés à la recherche.

D'autres pays, comme la France, la Russie et l'Allemagne tentent eux aussi de se positionner et annoncent d'importants investissements dans l'IA. On peut néanmoins considérer d'une manière générale que l'Union européenne en général, et la Belgique en particulier, devraient effectuer un mouvement de rattrapage de manière à pouvoir exploiter pleinement les opportunités économiques de la révolution numérique, mettre fin à la fuite des cerveaux qui touche les chercheurs et développeurs de talent et briser le monopole des GAFA (Google, Amazon, Facebook, Apple) en matière de recherche et développement. Tout cela nécessite un juste encadrement et des moyens significativement plus importants, y compris pour la recherche fondamentale.

Pour faire face à la concentration de pouvoir des entreprises technologiques modernes, depuis les moteurs de recherche jusqu'aux médias sociaux, il nous faudra ainsi allier créativité et volonté politique. Ces concentrations de pouvoir sont particulièrement néfastes pour l'innovation, le développement des entreprises et la dignité du travail. Il est indispensable de prendre des mesures en matière de concurrence, tant au niveau national qu'à l'échelle mondiale.

L'utilité des investissements dans la recherche fondamentale est incontestable et est parfaitement illustrée par la vague de numérisation : tout ce que nous connaissons aujourd'hui dans le domaine de la numérisation est le résultat de la recherche fondamentale.

Bien que l'on parle souvent de l'investissement dans l'intelligence artificielle comme d'une course à l'armement, les experts prévoient que la « loi de l'avance modératrice » jouera en faveur de l'UE. En effet, l'application précipitée de l'intelligence artificielle sur des infrastructures critiques ou sur des voitures autonomes peut engendrer des situations dangereuses. L'Europe peut en tirer des enseignements et aborder le problème plus efficacement.

Il s'agit d'évaluer de manière réaliste les possibilités de l'IA. Celles-ci semblent aujourd'hui surestimées - en tout cas aux USA -, ce qui amène à prendre de mauvaises décisions, y compris dans le domaine économique. Cela peut engendrer des angoisses face à certaines évolutions qui ne deviendront peut-être même pas réalité ; ou pousser à une application précoce de la technologie ou surestimer la confiance en elle. D'autre part, il est essentiel de ne pas sous-estimer les potentialités de l'IA, comme cela a été le cas en Europe voici une dizaine d'années, avec pour résultat que les pays européens ont beaucoup trop peu investi, et que l'industrie a vu échapper des opportunités. Cela a créé une perte de compétitivité de l'industrie et une défaillance pour divers problèmes de société, bien que des méthodes et des techniques ad hoc existent.

La Belgique ne doit pas rester à l'écart de l'évolution exponentielle dans le domaine de la numérisation en intelligence artificielle et doit prendre conscience de la nécessité d'investir des moyens importants dans ce secteur. En dépit des quelques initiatives annoncées dernièrement, comme le Plan d'action flamand pour l'intelligence artificielle du ministre Muyters et l'initiative fédérale du ministre De Croo visant à évaluer les pers-

pectives qui s'ouvrent en Belgique dans ce domaine, et malgré des initiatives telles que la plateforme Digital Wallonia, force est de constater que notre pays n'a pas pris suffisamment de mesures par le passé et reste à la traîne dans sa planification stratégique et ses actions.

La Belgique ne doit toutefois pas avoir pour ambition de développer des sites comme Google, Alibaba ou Facebook, qui restent les grands exemples mondiaux dans le domaine de l'intelligence artificielle. Mais elle doit explorer les niches, notamment les soins de santé, dans lesquelles elle peut jouer un rôle. La stratégie doit consister à analyser où les opportunités se présentent, dans quel domaine notre pays peut être précurseur (et ce que l'intelligence artificielle et la cybersécurité peuvent signifier à cet égard), et ce que notre pays peut exporter (exemple de l'ADSL). La créativité de la Belgique réside dans la recherche de ces niches.

Développer une grande entreprise est très difficile, bien qu'on ne puisse l'exclure puisque les Pays-Bas parviennent à le faire. Il s'agit probablement davantage d'un problème culturel - l'ambition pour un petit pays comme la Belgique d'être un acteur mondial - plutôt que d'un problème de technologie. Le cas des soins de santé illustre le dilemme constaté en Belgique : d'une part, la volonté de ne pas hypothéquer les systèmes (comme les acquis sociaux et les mécanismes de remboursement), ce qui fait redouter l'innovation par crainte de démanteler certains mécanismes et acquis du passé, et, d'autre part, la volonté d'éviter que les systèmes ne nous empêchent de suivre les évolutions technologiques.

Avant d'investir dans des applications d'intelligence artificielle (ou plutôt d'intelligence automatique), il importe de procéder à une évaluation de la situation actuelle à l'aide des trois questions suivantes :

- quels problèmes ces systèmes résolvent-ils ?
- quels problèmes ces systèmes ne résolvent-ils pas ?
- quels problèmes la nouvelle technologie crée-t-elle ?

Ce bilan vaut certainement pour les pouvoirs publics. Il est préférable d'effectuer une analyse coûts-bénéfices après avoir répondu à ces trois questions.

Par analogie avec le projet *Humane AI Flagship*, un grand projet européen tourné vers l'homme et doté d'un budget de 1 milliard d'euros sur dix ans³⁶, la recherche en Belgique doit également être orientée dans cette direction. Les chercheurs en matière d'intelligence artificielle plaident en faveur de la « quadruple hélice », soit une collaboration impliquant les autorités, l'industrie, les universités et les citoyens. En associant les citoyens, on peut créer une prise de conscience sociétale en matière de technologie, ce qui favorise la confiance et l'acceptation sociale de ces applications.

Dans l'ensemble, la Belgique réalise un score plutôt honorable dans le domaine de la recherche scientifique en intelligence artificielle, mais il y a un large fossé entre, d'une part, les organismes d'expertise, universités et centres de recherche stratégiques et, d'autre part, les entreprises. Il existe un fort contraste entre la situation actuelle dans le monde de la recherche (ce qui est techniquement possible) et le déploiement de ces connaissances dans la société, dans les entreprises et dans les services publics (ce qu'il advient effec-

36. Source : <http://www.humane-ai.eu/> --- <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fet-flagships>. Le projet « Humane AI Flagship » est soutenu et coordonné par le réseau CLAIRE (Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe). Les initiatives phares FET (Future and Emerging Technologies) sont des programmes de recherche scientifique à grande échelle, spécialement axés sur les nouveaux défis scientifiques et technologiques. L'objectif est de rassembler des chercheurs actifs dans différentes disciplines en vue de réaliser des avancées sur le plan scientifique. Ces recherches sont financées par le projet Horizon 2020 de la Commission européenne et le septième programme-cadre de recherche. La finalisation du financement nécessite une collaboration étroite aux niveaux européen, national et régional. Deux projets ont été lancés en 2013 (Graphene et The Human Brain Project). Le Quantum Technologies Flagship a débuté en 2018 (voir http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6205_en.htm).

tivement). L'initiative de l'Université de Compiègne est remarquable à cet égard : on y a créé le premier « centre de transfert » de France afin que l'innovation issue des laboratoires de l'université s'impose plus rapidement auprès des PME.

Il faut remarquer que la transversalité du thème et la structure parfois compliquée de l'État belge ne facilitent pas la définition d'une politique (de recherche). Il y a peu de concertation entre les différentes Régions et l'autorité fédérale. La Belgique voit filer des opportunités (par exemple quant au fait de s'engager ou non dans des programmes ou initiatives européens) à cause de sa lenteur de réaction. Pourtant, bon nombre de ces questions ne sont pas des décisions politiques. Ce constat justifie la demande d'une coordination maximale entre les niveaux de pouvoir et les acteurs. On peut dès lors comprendre la demande de création d'un centre d'expertise unique au niveau fédéral, mais au cas où cette piste serait développée, il faudrait également tenir compte des sensibilités et des acquis des différentes Communautés ainsi que des mentalités qui sont parfois divergentes. En matière d'éthique par exemple, les différentes entités fédérées n'ont pas toujours les mêmes opinions.

Cas du Plan d'action flamand en matière d'intelligence artificielle

Le gouvernement flamand est en train d'élaborer un programme visant à développer l'intelligence artificielle, la cybersécurité et la médecine de précision ; le montant qui y sera affecté s'élève à quelque 60 millions d'euros par an. On espère investir chaque année - à partir de l'exercice budgétaire 2019 - 30 millions d'euros dans l'intelligence artificielle, 20 millions dans la cybersécurité et 10 millions dans la médecine de précision.

Sur le budget total prévu pour l'intelligence artificielle, quelque 5 millions d'euros seront consacrés à la politique d'accompagnement qui comporte deux volets :

- un centre d'expertise sera créé pour l'éthique et l'impact sociétal, auquel les parlements, les autorités, les gouvernements et les entreprises pourront demander un avis sur des problèmes éthiques ;
- des formations non régulières seront données aux entreprises, aux enseignants et aux citoyens ordinaires. Pour ces derniers, on pense, par exemple, aux cours en ligne *Massive Open Online Courses* (MOOC).

La deuxième partie du plan d'action, d'un budget de 13 millions d'euros, porte sur des investissements dans des entreprises, par le biais des canaux classiques d'octroi de subventions en Flandre, tels que l'*Agentschap Innoveren en Ondernemen* (VLAIO), montant affecté spécifiquement à l'intelligence artificielle.

Enfin, 12 millions d'euros par an seront investis pour développer des lignes de programmes. Ces grands programmes de recherche engloberont l'ensemble des parties prenantes dans le domaine de la recherche en intelligence artificielle (les cinq universités flamandes, les quatre instituts de recherche stratégique IMEC, VIB, VITO et Flanders Make, ainsi que des organisations professionnelles comme le *Vlaams Netwerk van ondernemingen*, Agoria et quelques autres encore).

6.2. Cadre éthique et transparence en matière de R&D

Les chercheurs européens en intelligence artificielle sont parfaitement conscients de ses dangers. Ces préoccupations ont donné lieu, en 2016, à la *Barcelona Declaration for the proper development and usage of artificial intelligence in Europe*³⁷ (Déclaration de Barcelone pour un développement et usage appropriés de l'intelligence artificielle en Europe). La Déclaration de Barcelone prône six principes :

1. il faut communiquer honnêtement sur les forces et les faiblesses des applications de l'intelligence artificielle ;
2. pour pouvoir être diffusés, ces systèmes doivent d'abord avoir démontré leur fiabilité ;
3. il doit être possible d'expliquer pourquoi une décision déterminée a été prise ;
4. il faut toujours que l'on sache précisément si l'on a affaire à un système d'intelligence artificielle ou à un être humain ;
5. concernant l'autonomie, il convient de se demander dans quelles circonstances et à quelles conditions nous acceptons que le système prenne lui-même des décisions. Les systèmes autonomes sont parfois utiles mais il faut pouvoir en fixer et en connaître parfaitement les limites ;
6. il est capital d'entretenir les connaissances humaines. L'homme doit rester le point de mire de toutes les décisions.

Au niveau mondial, de nombreux chercheurs ont adhéré aux principes de la Conférence d'Asilomar (2017) qui fait également de l'intégrité humaine une condition primordiale du développement de l'IA³⁷.

Il convient d'envisager sérieusement l'enregistrement préalable du projet de recherche des systèmes d'apprentissage automatique, comme c'est le cas dans le domaine de la médication et de la publication d'études médicales dans des revues scientifiques réputées. Lorsqu'on teste plusieurs critères de performance, certains critères obtiennent de meilleurs scores que d'autres, et lorsqu'on veut vendre un système, la tentation sera grande de ne jamais dévoiler les critères de performance qui obtiennent un faible score. Pour comprendre pourquoi une machine a des défaillances, il faut pouvoir consulter le projet de recherche tel qu'il a été enregistré avant que la recherche ait lieu. Si nous ne pouvons le faire, nous pouvons soupçonner une manipulation³⁸ sans toutefois pouvoir le vérifier. L'enregistrement du projet de recherche ne signifie pas que nous devons savoir comment le système fonctionne précisément. Par contre, en examinant le projet, nous pourrions voir, par exemple, qu'un système a été mal entraîné, que l'on n'a pas mentionné les critères de performance qui obtiennent un faible score et que le produit ne pourrait dès lors jamais être mis sur le marché. On pourrait à cet égard envisager une exigence supplémentaire dans la directive européenne relative aux machines, qui régit l'octroi du label CE.

6.3. Importance des données ouvertes et des codes sources ouverts

L'accès aux données est capital pour le bon développement futur de l'intelligence artificielle et il doit être encouragé, par exemple, par la recherche de nouvelles manières d'accéder aux sources de données tant publiques que privées et, en particulier aussi, aux données de la recherche. Cela doit évidemment se faire dans le respect de la législation applicable en matière de protection des données et de propriété intellectuelle. À l'heure actuelle, il n'existe toutefois pas encore de cadre harmonisé pour l'accès, le partage et l'utilisation de données. Le concept de propriété des données (*data ownership*) n'est pas universellement admis, mais des initiatives sont prises au niveau européen pour régler la libre circulation des données à caractère non personnel, comme la proposition de règlement

37. Source : <https://content.iospress.com/articles/ai-communications/aic180607>.

Cette déclaration, qui faisait suite à un atelier organisé à Barcelone en mars 2017 (<https://www.bdebate.org/en/forum/artificial-intelligence-next-step-evolution>), était une initiative du monde des chercheurs et des développeurs en matière d'intelligence artificielle en vue d'élaborer une sorte de Code de conduite. Il est toujours possible de signer cette déclaration sur le site <https://www.iiia.csic.es/barcelonadeclaration/>. Celle-ci a permis d'attirer l'attention sur la problématique de l'intelligence artificielle et a donné lieu à des initiatives publiques dans plusieurs pays de l'UE, comme les Pays-Bas, la Belgique, le Danemark et le Royaume-Uni. Le Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle, créé par la Commission européenne au printemps 2018, peut, lui aussi, être considéré comme une émanation de cette déclaration.

38. Pour en savoir davantage sur ces principes, voir : <https://futureoflife.org/ai-principles>.

39. Il s'agit en l'occurrence spécifiquement de p-hacking.

concernant l'élimination des restrictions en matière de localisation et la portabilité des données (*data portability*) en contexte B2B. Cela peut contribuer à la création d'un cadre concernant la transférabilité et la commercialisation des données. Des recherches plus approfondies sont nécessaires afin de trouver le bon équilibre et de créer des plateformes de données, où le partage des données peut être facilité de manière structurée. Il importe d'élaborer une politique de collaboration et d'inclusion pour cette plateforme, qui soit équilibrée pour toutes les parties prenantes. Il est important d'instaurer des contrôles pour protéger la vie privée des intéressés, mais la protection des intérêts commerciaux et des droits de propriété intellectuelle des détenteurs de données est aussi une nécessité.

La plus-value résiderait justement dans une plateforme qui combinerait ces deux types de données - les données publiques et officielles, d'une part, et les données privées, d'autre part. Les droits de propriété commerciale et intellectuelle s'opposeraient dans ce cas évidemment au contrôle éventuel de l'intéressé. Actuellement, l'Europe s'efforce de concilier ces deux concepts opposés, par exemple par des études sur la création de plateformes de données et le développement de technologies de protection de la vie privée qui présentent une plus-value dans l'optique du traitement des données. Le leitmotiv de la recherche demeure bel et bien la combinaison sur une seule et même plateforme de différentes sources de données. On peut envisager ici un système en cascade : des données vraiment ouvertes auquel tout un chacun peut avoir accès et qui peuvent être utilisées librement, à côté de données verrouillées qui ne sont accessibles et utilisables que dans le cadre de contrats ou licences. Cela ne fait cependant pas disparaître les risques en ce qui concerne la protection de la vie privée et les intérêts commerciaux susceptibles d'entrer en ligne de compte, par exemple lorsque des données publiques sont combinées à des données privées. Ces questions doivent être répertoriées en vue d'une analyse d'impact approfondie.

On peut à cet effet envisager de recourir à des techniques comme la confidentialité différentielle qui consiste à ajouter du « bruit » - de petites perturbations - à l'information divulguée pour qu'il ne soit plus possible de retrouver les données précises des individus.



RECOMMANDATIONS

1. Points de départ généraux de la politique et principes directeurs

1. Le développement et l'utilisation de l'intelligence artificielle doivent s'effectuer suivant les principes directeurs suivants : prudence, vigilance⁴⁰, loyauté⁴¹, fiabilité, justification et transparence, responsabilité, autonomie limitée, humanité⁴², intégrité humaine⁴³ et mise en balance de l'intérêt individuel et de l'intérêt collectif.

2. Les droits fondamentaux, en particulier la dignité et la liberté humaine, et la vie privée, doivent constituer le socle et le point de départ de toutes les actions et de la législation en matière d'intelligence artificielle.

3. En particulier, les algorithmes doivent être transparents. Pour garantir la crédibilité des systèmes intelligents et renforcer la confiance des utilisateurs, ils doivent être compréhensibles et accessibles. Autrement dit, il importe de savoir qui a investi dans le système, quelle en était la motivation, qui l'a développé et au nom de qui. Cela implique aussi qu'il faut rendre compte de ce qui est produit, que la responsabilité joue et que la/les personne(s) responsable(s) doivent assumer les conséquences.

4. Parallèlement au développement des compétences techniques dans le domaine numérique, nous devons développer notre conscience sociale et éthique grâce à un solide cadre de normes et de valeurs afin d'éviter une dérive de l'intelligence artificielle qui serait utilisée contre les humains. Dans le débat sur l'usage de l'intelligence artificielle, la participation citoyenne doit trouver sa place. Le citoyen doit être adéquatement informé et pouvoir contrôler ce qu'on fait de ses données.

40. *Vigilance* : ce principe implique qu'un questionnement régulier, méthodique et délibératif à l'égard de systèmes algorithmiques devrait être possible, au regard du caractère très évolutif de ces nouvelles technologies et de la croissance de ses champs d'application. Ce principe constitue une réponse directe aux exigences qu'imposent ces algorithmes du fait de leur caractère mouvant et évolutif (inhérente au machine learning), du caractère très compartimenté des chaînes algorithmiques et, enfin, de la confiance excessive à laquelle ils donnent souvent lieu. C'est l'ensemble des maillons de la chaîne algorithmique (concepteurs, entreprises, citoyens) qui doivent être mobilisés pour donner corps à ce principe, au moyen de procédures concrètes (par exemple, des comités d'éthique assurant un dialogue systématique et continu entre les différentes parties-prenantes). C'est donc un principe proche du principe de précaution appliqué aux médicaments et produits chimiques commercialisés dans l'Union européenne.

Source : CNIL (Commission nationale Informatique et Libertés-France), Comment permettre à l'homme de garder la main ? Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle, décembre 2017, pages 48 et suivantes.

41. *Loyauté* : ce principe implique que tout algorithme, qu'il traite ou non des données personnelles, doit être loyal envers ses utilisateurs, non pas seulement en tant que consommateurs, mais également en tant que citoyens, voire envers des communautés ou de grands intérêts collectifs dont l'existence pourrait être directement affectée. L'intérêt des utilisateurs doit primer.

Source : CNIL (Commission nationale Informatique et Libertés-France), *ibidem*.

42. *Barcelona Declaration for the Proper Development and Usage of Artificial Intelligence* : https://www.bdebate.org/sites/default/files/barcelona-declaration_v7-1-eng.pdf.

43. *Conférence d'Asilomar*, janvier 2017.

2. Éthique et droits fondamentaux, gouvernance et législation

2.1. Éthique et droits fondamentaux

2.1.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

5. de s'employer au niveau européen à équilibrer la composition du Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle. Ce groupe a été créé par la Commission européenne en vue de définir des lignes directrices en ce qui concerne les principes éthiques que l'Union européenne juge essentiels. Outre les parties prenantes, les fédérations de l'industrie et les scientifiques, il faudrait également inclure dans ce groupe des éthiciens, des philosophes, des chefs religieux, des anthropologues, des experts de la santé, des organisations de consommateurs, etc.

6. de demander à la Commission européenne de prendre les initiatives qui s'imposent afin que l'industrie, les chercheurs et les autorités publiques adoptent et respectent les lignes directrices en matière d'éthique dans le domaine de l'intelligence artificielle, qui s'inscriront dans le droit fil de la Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne et de la Convention européenne des droits de l'homme.

Les règles éthiques suivantes, à savoir le respect de la dignité humaine, de la liberté humaine et de la vie privée, seront contraignantes. Chaque produit (algorithmes et systèmes autonomes) mis sur le marché devra être conforme à ces principes. Cela implique de *facto* le respect d'une éthique dès la conception (« *ethics by design* »).

2.1.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux autorités fédérées :

7. de créer un Conseil interfédéral de l'intelligence artificielle qui analyserait et stimulerait l'impact et les opportunités de l'intelligence artificielle (IA) pour notre société et notre économie nationale, et dans lequel l'autorité fédérale, les entités fédérées, le monde des entreprises et le monde académique seraient représentés. Ce Conseil s'inscrirait dans la droite ligne de la stratégie de la *AIABelgium* coalition, mais constituerait un conseil permanent qui émettrait des recommandations et des avis à destination de l'autorité fédérale et des entités fédérées (qui agiraient ensuite par le biais d'accords de coopération).

Ce Conseil comprendrait en son sein un Comité d'éthique qui accompagnerait l'industrie, les autorités et la société dans les sujets éthiques et réglementaires, et alimenterait les lignes directrices en matière d'éthique en IA qui seraient adoptées au niveau européen.

Le Conseil comprendrait également en son sein une plateforme délibérative, impliquant la société civile, afin que l'on puisse déterminer quelle intelligence artificielle nous souhaitons pour notre société.

Dans la composition du Conseil interfédéral, il faudrait tendre à une parité hommes-femmes ainsi qu'à un équilibre linguistique.

Dans la composition du Comité éthique, il serait veillé à la représentation équilibrée des différentes tendances idéologiques et philosophiques ainsi qu'à la présence d'un nombre équilibré de membres féminins et masculins. Le Comité comprendrait autant de membres d'expression française que de membres d'expression néerlandaise.

2.1.3. Points d'attention particuliers

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

8. d'examiner dans quelle mesure l'adaptation de droits fondamentaux existants ou la création de nouveaux droits, éventuellement fondamentaux, est nécessaire de manière à renforcer la protection de l'être humain. À titre d'exemple, l'on peut citer dans ce contexte la création de droits collectifs sur les données, le droit de ne pas être évalué, et le droit à un « contact humain significatif ».

9. de réfléchir au degré de liberté des robots autonomes (par exemple, le robot a-t-il la possibilité de refuser une mission s'il estime qu'elle présente un danger pour l'utilisateur ?).

10. d'accroître la transparence des systèmes (autonomes), soit l'ouverture de la boîte noire : le système (autonome) mis sur le marché doit être transparent et contrôlable, et la décision doit être explicable.

11. d'accorder à la problématique de l'économie de l'attention, causée par l'intelligence artificielle, une attention scientifique et politique spécifique par le biais d'un programme de recherche fédéral spécifique. On n'accorde en effet pas suffisamment d'attention au pouvoir de persuasion des appareils intelligents, à savoir la personnalisation des appareils intelligents qui nous confèrent non seulement certaines aptitudes mais également un système de valeurs, nous incitent à faire certaines choses et nous amènent ainsi dans un monde de persuasion. L'objectif est d'éviter de confier à terme la gestion de nos vies et de nos responsabilités à des appareils intelligents et d'empêcher notre société de glisser lentement vers un état d'infantilisation.

2.2. Gouvernance

2.2.1. Participation

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

12. de veiller à ce que toute réflexion sur la « société intelligente » numérique se fasse en étroite concertation entre les experts/scientifiques, les responsables politiques et les citoyens. À cet égard, il faut laisser toute la marge voulue à la cocréation, afin de favoriser un rapprochement entre la recherche sur l'intelligence artificielle et le citoyen. Une participation réelle des citoyens est essentielle car elle crée une assise et une prise de conscience en faveur de la technologie.

13. d'investir pleinement dans l'éducation aux médias, à savoir la connaissance, la compréhension critique (par exemple le phénomène des *fake news*) et la création de médias et de technologies médiatiques (par exemple les algorithmes), afin de garantir une participation citoyenne réelle.

14. de favoriser l'inclusion numérique de tous et pour tous en offrant la possibilité aux citoyens de développer leurs compétences numériques, notamment en densifiant le réseau des espaces publics numériques dans les communes et en prévoyant des structures dans différents points stratégiques (tels que dans les nœuds intermodaux ou dans les zones périurbaines et rurales (proches des habitants)) où seraient regroupés les services offerts par le numérique du quotidien (borne Wifi, connexions USB pour la recharge des téléphones, un large écran interactif donnant accès à Internet, etc.) pour permettre à ceux qui le désirent de se familiariser avec la littérature numérique..

2.2.2. Institutionnel

2.2.2.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

15. d'appeler l'Union européenne à créer une Agence européenne pour la robotique et l'intelligence artificielle, telle que préconisée par le Parlement européen.

La Belgique doit s'employer à équilibrer la composition de cette agence en y incluant, outre les parties prenantes, les fédérations de l'industrie et les scientifiques, des éthiciens, des philosophes, des chefs religieux, des anthropologues, des experts de la santé, des organisations de consommateurs, etc.

16. d'inviter la Commission européenne à procéder à une réévaluation régulière du cadre juridique et réglementaire applicable en matière d'intelligence artificielle, à commencer par celui relatif à la responsabilité juridique, afin de garantir son adéquation avec l'évolution des technologies et de l'intelligence artificielle, avec les objectifs poursuivis par ceux-ci, et avec les valeurs fondamentales de l'Union européenne.

2.2.2.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

- *Stratégie/Plan d'action*

17. de poursuivre, concrétiser et développer de manière ambitieuse la future stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle *AI4BE*, ceci en accord avec la stratégie européenne en la matière. L'inclusivité numérique doit être le fil conducteur de la mise en œuvre de cette stratégie.

18. de mettre en place une politique coordonnée et plus systématique d'ouverture des données (*Open Data*) dans le respect de la législation nationale et européenne applicable en matière de protection de la vie privée, de protection des données et de propriété intellectuelle. Les données publiques doivent devenir une ressource neutre, utilisable et accessible afin de stimuler et poursuivre le développement de services utiles aux citoyens et à la collectivité.

- *Rôle exemplatif de l'État*

19. de jouer un rôle exemplatif et de développer de bonnes pratiques dans l'élaboration d'un cadre éthique, et ce dans le respect des droits fondamentaux, étant entendu que la stratégie en matière d'intelligence artificielle et de robotisation doit être promue par l'État.

- *Coordination entre les différents niveaux de pouvoir*

20. d'assurer une meilleure coordination entre les différentes initiatives concernant le numérique et l'intelligence artificielle prises aux différents niveaux de pouvoir.

2.3. Législation

2.3.1. En général

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

21. d'articuler les politiques publiques et de régulation concernant le développement numérique et tout spécialement le développement de l'intelligence artificielle autour des principes directeurs définis au point 1 des recommandations.

22. d'élaborer, sur la base de l'état d'avancement des travaux de la Commission européenne, une réglementation sur l'éthique en matière d'intelligence artificielle (*cf.* la bio-éthique) énonçant des principes de base généraux qui soient globaux, technologiquement neutres et orientés vers l'avenir et qui contiennent déjà des dispositions concernant les aspects suivants : les mesures dès la conception (vie privée, obligation de motivation, encourager les contacts humains, etc.), la responsabilité des concepteurs, développeurs et producteurs pour les algorithmes, la transparence des algorithmes, les politiques de destruction de données, l'obligation de faire appel à un spécialiste indépendant en matière d'éthique pour la conception d'algorithmes, etc.

23. de veiller à ce que les régulateurs sectoriels adaptent et intègrent ces principes de base dans leurs domaines respectifs.

2.3.2. Responsabilité civile

2.3.2.1. Principe

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

24. de prendre la corégulation comme point de départ pour le développement d'un cadre déontologique et légal concernant la responsabilité civile, en y associant toutes les parties prenantes, à savoir développeurs, producteurs, utilisateurs, juristes, spécialistes de la vie privée, éthiciens, etc.

25. d'appeler l'Union européenne à prévoir l'instauration d'un régime de responsabilité civile pour les dommages causés par les robots autonomes et agents logiciels.

2.3.2.2. Assurance responsabilité

Le Sénat recommande à l'autorité :

26. d'imposer aux entreprises, concepteurs et développeurs de dispositifs d'intelligence artificielle l'obligation de souscrire une assurance responsabilité.

27. de mettre en place un fonds de compensation.

2.3.2.3. Personnalité juridique

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

28. de ne pas octroyer la personnalité juridique aux systèmes autonomes et aux robots intelligents et d'inviter la Commission européenne à s'assurer que le cadre réglementaire existant en matière de responsabilité juridique (qui fait peser la responsabilité sur les personnes, qu'elles soient producteurs ou utilisateurs) garantisse une sécurité juridique pour les développeurs, les commerçants et les consommateurs afin de ne pas freiner les développements d'innovations en matière d'intelligence artificielle.

3. Économie, marché du travail et fiscalité

3.1. Économie

3.1.1. Au niveau international et européen

Le Sénat recommande au niveau international et européen :

29. de discuter de la mise en place d'une nouvelle macroéconomie basée sur une nouvelle intelligence de la technologie. Nous allons au-devant d'une transformation d'ampleur du marché du travail, de la distribution entre le travail humain et le travail de la machine et des modes de production de la valeur. Il faut mener une réflexion sur la redistribution équilibrée, justifiée et sociale de la valeur.

30. de prendre l'initiative de moderniser les articles qui constituent la base des règles de concurrence européennes, de manière à endiguer les nouveaux monopoles, permettre aux nouvelles entreprises d'accéder aux marchés et préserver les intérêts de la libre concurrence et des consommateurs. L'on observe en effet que le droit de la concurrence tel qu'il existe actuellement ne permet pas de répondre correctement aux nouveaux défis que présentent les situations de monopoles créés par la collecte et le traitement de données par un nombre limité de services Internet et d'entreprises technologiques. Ceci a des conséquences importantes, notamment le ralentissement de l'innovation sur certains marchés, dû à la position dominante d'une entreprise (comme Google, par exemple) et la difficulté pour les *start-ups* d'innover, sachant que l'accès aux données leur est très difficile et que leurs idées finissent généralement par être copiées ou rachetées par le détenteur du monopole.

3.1.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

31. de considérer et examiner comment mettre en oeuvre l'agenda d'investissement humain qu'a élaboré l'Organisation internationale du travail dans le cadre de sa réflexion sur la révolution numérique. Cet agenda d'investissement, qui met l'emploi au centre de la politique économique, s'appuie sur trois domaines d'action : l'investissement dans l'emploi durable, l'investissement dans l'être humain et l'investissement dans les institutions, en prévoyant le développement d'une garantie universelle du travail.

32. de continuer à investir dans les conditions nécessaires pour assurer la viabilité de la sécurité sociale dans un avenir proche, à savoir : un climat d'investissement favorable, une infrastructure numérique performante, un marché du travail efficace et un enseignement et des formations d'excellente qualité. Il faut tendre vers un équilibre entre le progrès technologique qu'il convient de stimuler et la protection de notre sécurité sociale.

33. de repenser le modèle de financement des *start-ups* numériques de manière à ce qu'elles aient accès en Belgique à des financements leur permettant non seulement de lancer leurs activités, mais également d'assurer leur développement structurel et géographique de manière ambitieuse (*scale-ups*), sans être contraintes d'aller chercher ces financements à l'étranger. Il convient également d'assurer aux entreprises (indépendants, *start-ups*, PME, etc.) un accompagnement adéquat dans le développement et la modernisation de leurs outils numériques afin de leur permettre de gagner en efficacité et d'accroître leur compétitivité numérique.

3.2. Marché du travail

3.2.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande aux institutions européennes :

34. de réaliser un *screening* continu du marché de l'emploi de manière à rassembler des données sur les tâches professionnelles qui menacent de disparaître à l'avenir, ainsi que sur les tâches nouvelles créées sous l'influence de la digitalisation.

3.2.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités :

35. de penser dès à présent à la complémentarité entre le travail humain et l'activité de la machine (« complémentarité capacitante ») : il faut développer massivement les compétences humaines complémentaires à l'intelligence artificielle ainsi que les compétences numériques, et examiner comment on peut rendre à court terme certaines professions plus attrayantes. Il ne s'agit pas seulement des professions scientifiques, technologiques et mathématiques, mais également des professions dans le secteur des soins, de l'enseignement, etc.

36. d'établir un programme de recyclage systématique des compétences et des connaissances des travailleurs dans tous les secteurs afin de développer leurs compétences digitales et de minimiser les tensions sur le marché de l'emploi tout en saisissant les nouvelles opportunités d'emploi dans le domaine du digital.

37. d'investir davantage dans la recherche et le suivi des transformations qui surviennent sur le marché du travail. Sur la base des résultats, il faut procéder à un *feed-back* rapide et adéquat vers l'enseignement et le secteur économique pour garantir le meilleur équilibre entre l'offre et la demande sur le marché du travail. À l'aide de référentiels de compétences ou d'outils de *job matching*, les secteurs ou leurs grandes entreprises pourront dresser des bilans des compétences actuelles et potentielles de leur personnel, l'objectif étant d'établir un plan de formation permettant une mobilité interne ou externe (les salariés qui devraient être licenciés pourraient ainsi être réorientés plus vite sur le marché du travail).

38. de mener une réflexion sur les nouveaux modes de financement de la formation professionnelle.

39. afin d'accompagner les travailleurs dans le processus de transition numérique, d'élaborer un fonds de « reclassement » des travailleurs leur procurant un accompagnement adapté.

40. d'examiner comment garantir une protection sociale adéquate et nécessaire à tous les travailleurs qui accomplissent des microtâches en ligne, travaillent à domicile pour des chaînes mondiales d'approvisionnement ou exécutent des missions pour une plateforme.

41. de se pencher d'urgence sur la question de la portabilité des droits sociaux afin d'assurer des carrières fluides. En effet, sous l'influence de l'intelligence artificielle, le contenu des emplois se modifiera plus rapidement et les travailleurs n'auront plus de carrières homogènes à l'avenir.

42. d'envisager une réflexion sur la question du temps de travail (à l'instar de l'Allemagne). La révolution numérique va entraîner une polarisation de l'emploi, ce qui veut aussi dire que moins de travailleurs seront nécessaires pour atteindre un même niveau de production.

43. compte tenu de la pénurie d'informaticiens et de spécialistes des économies numériques, de prendre d'urgence des mesures afin de lutter contre l'inégalité de genre dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC).

3.3. Fiscalité

3.3.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

44. d'engager le dialogue avec l'Union européenne afin de réfléchir à la proposition européenne concernant l'imposition de l'économie numérique, qui prévoit, dans une première phase, de donner la possibilité aux États membres de taxer les bénéficiaires qui sont réalisés sur leur territoire, même si une entreprise n'y est pas présente physiquement (« présence numérique significative ») et, dans une deuxième phase, d'instaurer une taxe indirecte qui s'appliquerait au chiffre d'affaires généré par un certain nombre d'activités pour lesquelles la création de valeur dépend essentiellement des utilisateurs.

45. dans le cadre de l'instauration d'un cadre fiscal pour les entreprises numériques à l'échelle européenne, de réaliser une évaluation de la pertinence et de la faisabilité d'une taxation des flux de données d'un point de vue équité et efficacité fiscale, sans endommager la compétitivité des entreprises européennes.

3.3.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

46. de revoir en profondeur la fiscalité sur le travail, entre autres afin de maintenir le système de sécurité sociale et de financer des investissements productifs ou des investissements dans les besoins sociétaux (enseignement, formation, soins de santé, etc.).

47. d'analyser l'environnement économique, légal et fiscal belge afin d'identifier les éléments qui pourraient encourager les investissements des entreprises numériques. Dans la même optique, il faut envisager la mise en place d'une fiscalité et d'un cadre juridique attractifs qui favoriseraient la relocalisation en Belgique d'entreprises anciennement délocalisées dans des pays à faible coût de main d'œuvre et qui se seraient digitalisées, permettant ainsi de relancer une partie de leur activité dans notre pays et de recréer de l'emploi direct et (surtout) indirect sur notre territoire.

48. d'avoir davantage recours aux logiciels d'intelligence artificielle dans la lutte contre la fraude et l'évasion fiscale.

4. Enseignement et formation

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées, chacune dans le cadre de ses compétences :

4.1. Enseignement

49. de miser davantage, lors de l'élaboration de plans ambitieux de réforme approfondie de l'enseignement obligatoire - de l'enseignement maternel à l'enseignement supérieur -, sur le développement des compétences dites « *21st century skills* », parmi lesquelles la créativité, le sens de l'innovation, l'esprit d'entreprise et le management, le raisonnement analytique approfondi, la capacité de discernement éthique, la résolution de problèmes, les aptitudes de communication, la planification et la collaboration, les compétences en

numératie - dont le codage - et les *soft skills*, et ce afin de pouvoir développer la nécessaire polyvalence des citoyens du futur, telle que préconisée par l'OCDE. La réflexion fondamentale sur l'enseignement de demain, axé sur les compétences, doit être menée, plus que ce n'est le cas aujourd'hui, en étroite concertation avec le monde du travail et la société civile.

50. d'investir à court terme dans les formations scientifiques, technologiques, mathématiques et d'ingénierie (STIM) et d'enseigner (de manière ludique) le codage dès le plus jeune âge, notamment par le biais d'investissements dans des jeux (de codage) éducatifs de qualité, que les enseignants peuvent proposer en classe. Il faut qu'en fin de parcours scolaire, les étudiants aient une culture numérique, une compréhension et une maîtrise des outils informatiques et numériques, et ne se limitent pas seulement à l'utilisation des technologies de l'information et de la communication employées dans l'enseignement (TICE).

51. de veiller à ce que les nouveaux outils numériques et technologiques disponibles dans l'enseignement et les centres de formation soient effectivement et adéquatement utilisés.

52. de veiller à ce que les enseignants se sentent à l'aise avec ces outils, qu'ils disposent du temps, de la formation et de l'accompagnement nécessaires à cette fin.

53. de renforcer les dispositifs de formation en alternance et la promotion des stages en entreprise dans le cadre de l'enseignement supérieur, organisés en synergie avec les entreprises, pour promouvoir les formations dans les filières technologiques (informatique, robotisation, génie analytique, etc.) et permettre aux étudiants de collaborer de manière interdisciplinaire à des projets numériques pertinents pour les entreprises ou la société. Il est aussi important d'intégrer, dans l'enseignement et la formation, des experts issus du monde des entreprises, afin que leur expérience et leurs connaissances pratiques puissent être partagées dès que possible avec les apprenants.

54. de proposer de nouvelles spécialisations dans l'enseignement supérieur, qui se concentrent, entre autres, sur l'intelligence artificielle, la cybersécurité et l'analyse du *big data*, et d'inclure les concepts de base dans tous les programmes de l'enseignement supérieur existants.

55. de promouvoir et sensibiliser le public féminin aux formations des STIM.

56. d'assurer une publicité et une information à la fin de l'enseignement secondaire et au début de l'enseignement supérieur sur les métiers et les compétences qui seront nécessaires à la sortie du parcours de formation, ainsi que sur les perspectives d'emploi des différentes filières après la fin des études.

4.2. Formation

57. d'instaurer un droit universel à l'apprentissage tout au long de la vie. Il faut faire place à « l'apprentissage tout au long de la vie », parallèlement à un meilleur équilibre entre travail et vie de famille, temps libre et engagement social. Contrairement à ce qui était le cas auparavant, plus personne n'exercera le même métier durant toute sa carrière professionnelle. L'apprentissage tout au long de la vie nécessitera un sérieux investissement financier et personnel et une solide organisation individuelle et professionnelle (afin de libérer le temps nécessaire pour la formation). Il faut veiller à ce que non seulement les grandes entreprises, mais aussi les petites, puissent être parties prenantes à cet égard. Tant les pouvoirs publics que les entreprises doivent défendre le principe de l'apprentissage tout au long de la vie.

58. de prendre en compte le recyclage en compétences numériques pour le congé-éducation.

59. de réorienter les travailleurs dans leur cadre de travail, par le biais de formations ou de remises à niveau des connaissances et des compétences. La transformation numérique va accroître la nécessité de formations pour les travailleurs dans les entreprises, mais aussi pour les personnes qui perdent leur emploi. Il faut que les demandeurs d'emploi puissent retrouver du travail par le biais de formations professionnelles de courte durée permettant d'accéder à des professions ciblées et reconnues sur le marché du travail. Toutes ces formations professionnelles techniques doivent aller de pair avec l'apprentissage et le renforcement des compétences non techniques et, éventuellement, d'autres aptitudes.

60. d'adapter les filières de formation (formation qualifiante via les centres de compétences vs écoles du code) ainsi que les outils d'apprentissage (accompagnement humain des apprenants vs outils d'autoapprentissage comme l'*e-learning* et les *massive open online courses* (MOOCs)) en fonction du profil de la personne apprenante, pour répondre au mieux aux besoins, aux attentes et à l'expérience de chaque apprenant. En outre, les jeunes fraîchement diplômés attendent d'autres programmes de formation que les travailleurs ayant de nombreuses années d'expérience.

61. d'inclure dans les programmes de formation proposés par les organismes de formation à destination des demandeurs d'emploi, ainsi que dans les programmes de formation continue à destination des travailleurs, des modules de développement des « *soft skills* ».

62. d'accorder une place prééminente au développement des compétences numériques dans la formation des en-seignants et dans l'offre de formation continue destinée à ces derniers.

63. de valoriser et certifier de manière contrôlée les formations en autonomie (MOOC, etc.). Ces formations devraient être reconnues et valorisées par l'employeur.

64. de poursuivre et intensifier des initiatives qui mettent en place des ateliers de programmation gratuits pour les filles et garçons de sept à dix-huit ans.

65. de promouvoir les écoles de codages extrascolaires (Ecole 19, MolenGeek, BeCode, etc.) afin de répondre à une pénurie de professionnels dans ce domaine, de fournir de l'emploi à des personnes non diplômées et d'être un facteur d'intégration pour les personnes d'origine et de culture étrangères.

66. d'investir davantage dans le Digital Belgium Skills Fund qui vise à réduire la fracture numérique et à permettre aux jeunes, en particulier ceux issus de milieux défavorisés, de développer leurs compétences numériques, en particulier les compétences de base dans les domaines du codage et de la sécurité sur Internet.

5. Protection de la vie privée, cybersécurité et cybercriminalité

5.1. Vie privée

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

67. d'éduquer la population au respect de la vie privée (par exemple, la sensibiliser au danger du *cloud*). Il s'agit également de prévoir dans les programmes scolaires une formation consacrée au respect de la vie privée de manière à sensibiliser davantage les jeunes aux usages qu'ils font de Facebook et autres médias sociaux.

68. de favoriser les politiques d'*open data* tout en sécurisant davantage le mode d'accès aux données anonymisées et ce, dans le but de réduire le risque de réidentification. Si l'anonymisation offre une garantie supplémentaire, elle n'est cependant pas suffisamment efficace par rapport aux méthodes de réidentification qui existent actuellement ou qui seront prochainement développées.

69. de garantir aux entreprises et aux citoyens un véritable accompagnement technique en matière de protection des données. Il s'agirait de confier à l'Autorité de protection des données le rôle de conseiller préventif, à l'instar de la Commission nationale Informatique et Libertés (CNIL) en France.

70. de renforcer les moyens humains (en priorité, les techniciens de l'informatique) et matériels de l'Autorité de protection des données. En effet, si le Règlement général sur la protection des données (RGPD) a élargi le champ d'action des compétences de l'Autorité de protection des données, les moyens n'ont cependant pas suivi.

5.2. Cybersécurité et cybercriminalité

5.2.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande aux institutions européennes :

71. de mettre en place au niveau européen une régulation intelligente de la cybersécurité. Celle-ci doit prévoir une sécurisation de l'infrastructure et du réseau et fixer un cadre de sécurité adapté à l'Internet des objets. Les citoyens devraient également être impliqués dans ce processus de protection.

5.2.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale :

72. de renforcer la stratégie nationale en matière de cybersécurité et de réaliser une évaluation de notre capacité de résistance, de manière à garantir l'inviolabilité de nos systèmes et banques de données..

73. de consacrer à la cybersécurité davantage de moyens que ce n'est le cas aujourd'hui, celle-ci présentant un intérêt stratégique tant pour l'économie que pour la société. Cela s'applique aussi bien aux pouvoirs publics, à l'enseignement et aux instituts de recherche qu'aux entreprises. Il convient de renforcer et développer en priorité la cybersécurité dans les services militaires, de police et de renseignement, afin de garantir la protection de l'État, des citoyens, des entreprises et des infrastructures. Il faut attirer des personnes présentant des profils spécialisés et possédant les qualifications requises. Il faut faire en sorte que les conditions en termes de travail et de salaire soient suffisamment intéressantes pour être compétitives par rapport à celles du secteur privé.

74. de multiplier les efforts visant à sensibiliser et à renforcer les connaissances des citoyens et des entreprises relatives aux problématiques liées à la cybersécurité lors de l'utilisation de services numériques.

75. de créer un cadre légal de cyberdéfense dans lequel les fournisseurs d'accès à Internet se verront imposer l'obligation de coopérer dans le cadre d'enquêtes judiciaires et de freiner l'accès au dark web et le développement d'activités sur celui-ci.

76. de développer un cadre juridique applicable au piratage éthique.

77. de renforcer et officialiser la *Cyber Security Coalition*, qui unit les forces de cyber experts du monde universitaire, des services publics et des entreprises privées dans le but de combattre la cybercriminalité, notamment en partageant leurs expériences, en sensibilisant les entreprises et la population, et en proposant des recommandations en vue d'aider à l'élaboration de politiques efficaces en la matière.

78. de renforcer les formations en cybersécurité et en cryptologie dans l'enseignement supérieur. Les écoles doivent disposer de plus de matériel et de laboratoires et les programmes doivent être suffisamment attrayants pour augmenter le nombre d'étudiants et éviter que les meilleurs étudiants belges ne partent à l'étranger pour poursuivre leur carrière.

79. de renforcer et développer le Centre pour la cybersécurité Belgique (CCB), d'optimiser l'échange d'informations entre le CCB, la population, les entreprises, les autorités et les instituts de recherche universitaire et de lui octroyer un rôle consultatif en matière de cybersécurité auprès des utilisateurs du web.

80. de renforcer les budgets alloués à la recherche dans le domaine de la cybersécurité qui représente une importance stratégique considérable pour l'économie et la société.

81. de renforcer les effectifs des unités de la police fédérale chargées de lutter contre la cybercriminalité. Au niveau fédéral, il faut renforcer le cadre en personnel de la *Federal Computer Crime Unit* et veiller à ce qu'elle dispose d'une expertise suffisante. Au niveau local, il faut, dans chaque zone de police, une personne de contact spécialisée en matière de sécurité et de criminalité sur Internet.

82. de sensibiliser les policiers aux possibilités en matière de cybercriminalité. Une formation relative à la cybercriminalité pour des profils spécifiques peut contribuer à une meilleure prise de conscience de cette problématique dans les services de police, de manière à ce que les policiers puissent aider plus rapidement les citoyens victimes de cybercriminalité.

6. Recherche & Développement

6.1. Au niveau européen

Le Sénat recommande aux institutions européennes :

83. de prévoir une coopération renforcée de la recherche en matière d'intelligence artificielle et de numérique.

6.2. Au niveau belge

Le Sénat recommande à l'autorité fédérale et aux entités fédérées :

84. de collaborer davantage en matière de politique de recherche, de bonnes pratiques et de projets scientifiques. Dans la Belgique fédérale, l'autorité fédérale et les entités fédérées ont une responsabilité en ce qui concerne le développement de l'intelligence artificielle. Elles doivent développer un code d'éthique pour les organismes d'expertise (à l'instar des principes de Barcelone), en attendant qu'un cadre régulateur soit élaboré au niveau européen. À cet égard, il serait judicieux aussi qu'elles se rencontrent sur une base régulière et qu'elles développent une stratégie en ce qui concerne les domaines et niches dans lesquels notre pays peut et veut jouer un rôle de pionnier au niveau mondial, par exemple les soins de santé. Les questions fondamentales suivantes constituent un

fil conducteur à cet égard : (1) quels problèmes ces systèmes d'intelligence artificielle résolvent-ils, (2) quels problèmes ces systèmes ne résolvent-ils pas et (3) quels problèmes ces nouveaux systèmes d'intelligence artificielle créent-ils ?

85. de développer ensemble, sur la base de cette stratégie, un ambitieux programme de recherche fondamentale et appliquée en matière d'intelligence artificielle par le biais de la « quadruple hélice », c'est-à-dire une collaboration entre les autorités, l'industrie, les universités et les citoyens.

86. de subordonner l'octroi de subsides aux entreprises de recherche et développement au respect des mêmes lignes directrices en matière d'éthique (voir point 2. Éthique et droits fondamentaux, gouvernance et législation : recommandations nos 6 et 7).

87. d'élaborer, en concertation avec les secteurs concernés, un cadre légal pour la recherche expérimentale, tant au sein de l'industrie que dans les organismes d'expertise (voir les bacs à sable), de manière à poursuivre et encourager le développement et l'utilisation de « bacs à sable réglementaires » en Belgique.

88. d'investir davantage dans la recherche fondamentale et appliquée dans les domaines du digital, de la robotique et de l'intelligence artificielle via des fonds d'investissement spécifiques ou via des partenariats public-privé, ou dans le cadre du plan national d'investissements stratégiques.

89. d'encourager la recherche interdisciplinaire entre les spécialistes en IA et les chercheurs actifs dans les autres disciplines (médecine, etc).

90. de développer un environnement harmonisé pour l'accès, le partage et l'utilisation des données, qui sera utile dans le cadre de la recherche et l'innovation, tout en préservant la vie privée. L'accès aux données ouvertes est en effet essentiel pour le développement de l'intelligence artificielle.

91. d'accélérer la dynamique pour développer des écosystèmes dans les six domaines dans lesquels la Belgique excelle (à savoir *smart health & care*, *smart mobility*, *smart logistics*, *smart security*, *smart industry et fintech*), les coordonner (recherche fondamentale et appliquée avec les universités, les centres de recherche et les entreprises pour créer des *leaders* technologiques), les financer, et maintenir notre niveau d'expertise dans ces domaines.

92. de promouvoir les outils existants au sein des entités fédérées afin de stimuler la cocréation et de créer une assise au sein de la population en développant des jardins d'essai où trois types de développeurs - politiques, experts et citoyens - peuvent mettre sur pied, de commun accord, des projets en matière d'intelligence artificielle.

1. Audition du 17 septembre 2018

- M. Hugues Bersini, professeur à l'ULB, co-directeur du laboratoire IRIDIA (Institut de recherches interdisciplinaires et de développements en intelligence artificielle) ;
- M. Yves-Alexandre de Montjoye, chercheur au Medialab du Massachusetts Institute of Technology (MIT), professeur assistant à l'Imperial College de Londres ;
- M. Bernard Stiegler, philosophe, directeur de l'Institut de recherche et d'innovation (IRI) du Centre Pompidou à Paris.

2. Audition du 22 octobre 2018

- Mme Natalie Bertels, Legal researcher, KU Leuven Centre for IT & IP Law (CITIP) - IMEC ;
- Mme Mireille Hildebrandt, research professor on Interfacing Law and Technology, Vrije Universiteit Brussel, Chair of Smart Environments, Data Protection and the Rule of Law, Radboud Universiteit Nijmegen ;
- M. Frank Robben, administrateur général de la Banque Carrefour de la Sécurité sociale / Plateforme eHealth, membre de l'Autorité de protection des données.

3. Audition du 16 novembre 2018

- M. Bart De Moor, professeur ordinaire, Département Électrotechnique (ESAT), École polytechnique, KU Leuven, Co-holder of the « CM Health Insurance » endowed chair « Health Care Systems Quality and Accessibility » ;
- M. Robert Tollet, professeur émérite ULB, président du Conseil central de l'économie ; M. Kris Degroote, secrétaire adjoint du Conseil central de l'économie.

4. Audition du 26 novembre 2018

- M. Luc Cortebeeck, ancien président de l'Organisation internationale du travail (OIT), membre du conseil d'administration de la Commission mondiale sur l'avenir du travail (OIT) ;
- M. Pieter Timmermans, administrateur délégué de la Fédération des entreprises de Belgique (FEB) ;
- M. Laurent Hublet, cofondateur et managing director de BeCentral ;
- M. Nicolas Roland, chercheur en sciences de l'éducation à l'ULB, directeur de l'équipe « ULB Podcast ».

5. Audition du 30 novembre 2018

- M. Dirk Van Damme, chef de la division Innovation et Mesure du progrès (IMEP), direction de l'Éducation et des Compétences, Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ;
- M. Gérard Valenduc, professeur retraité, Université catholique de Louvain (UCL) et Université de Namur, chercheur associé à l'Institut syndical européen (ETUI) et à la Chaire Travail-Université (UCL).

6. Audition du 14 décembre 2018

- M. Pierre Larroutou, économiste ;
- M. Koen Pellegrims, managing partner et cofondateur de Flow Pilots ;
- Dr. James Williams, Writer and Academic, University of Oxford.

7. Audition du 7 janvier 2019

- Mme Nathalie Nevejans, maître de conférences en droit privé, experte en droit et éthique de la robotique et de l'intelligence artificielle, Faculté de Droit Alexis de Tocqueville, Université d'Artois (France) ;
- M. Raf Jespers, avocat.

8. Audition du 21 janvier 2019

- Mme Mady Delvaux, membre du Parlement européen (Luxembourg), rapporteuse au nom de la Commission des affaires juridiques pour le rapport du 27 janvier 2017 contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique (2015/2103(INL)) ;
- M. Bart Preneel, professeur ordinaire, Département Électrotechnique (ESAT), Groupe de recherche Sécurité informatique et Cryptographie industrielle (COSIC), École polytechnique, KU Leuven ;
- M. Luc Steels, professeur émérite, directeur de l'Artificial Intelligence Lab, Département d'Informatique, Faculté des Sciences et des Sciences du bio-ingénieur, Vrije Universiteit Brussel.

9. Audition du 25 janvier 2019

- M. Stéphane Faulkner, professeur associé, Ingénierie des technologies et systèmes d'information à l'Université de Namur (FUNDP) et professeur invité à la Louvain School of management de l'UCL et à l'Université Saint-Louis de Bruxelles, membre du centre de recherche PReCISE ;
- M. Bram Vanderborght, professeur ordinaire, Centre de recherche bruxellois Homme Robot (BruBotics), Robotics and MultiBody Mechanics Research Group, Département de Génie mécanique, École polytechnique, Vrije Universiteit Brussel (VUB).
- M. Stéphane Faulkner, professeur associé, Ingénierie des technologies et systèmes d'information à l'Université de Namur (FUNDP) et professeur invité à la Louvain School of management de l'UCL et à l'Université Saint-Louis de Bruxelles, membre du centre de recherche PReCISE ;
- M. Bram Vanderborght, professeur ordinaire, Centre de recherche bruxellois Homme Robot (BruBotics), Robotics and MultiBody Mechanics Research Group, Département de Génie mécanique, École polytechnique, Vrije Universiteit Brussel (VUB).

LES RAPPORTS D'INFORMATION DU SÉNAT

LEGISLATUUR 2014-2019



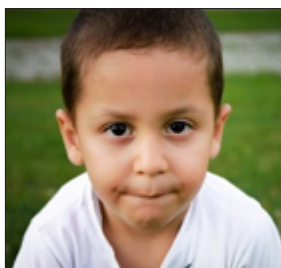
Rapport d'information concernant le suivi de la mise en œuvre de la Plateforme d'action de la **quatrième Conférence mondiale des Nations unies sur les femmes (Pékin)**
(dossier n° 6-97) - adopté le 6 mars 2015



Rapport d'information sur **la transposition du droit de l'Union européenne** en droit belge
(dossier n° 6-131) - adopté le 21 mai 2015



Rapport d'information concernant l'examen des possibilités de créer **un régime légal de coparentalité**
(dossier n° 6-98) - adopté le 11 décembre 2015



Rapport d'information concernant la nécessaire collaboration entre l'autorité fédérale, les Communautés et les Régions en vue de développer une approche commune dans la lutte contre **la pauvreté infantile** dans notre pays
(dossier n° 6-162) - adopté le 26 février 2016



Rapport d'information concernant la nécessaire collaboration entre l'autorité fédérale et les Régions en vue d'instaurer une offre et un plan de **transports publics mieux intégrés**
(dossier n° 6-201) - adopté le 20 mai 2016



Rapport d'information sur le processus décisionnel intrabelge en matière de **répartition de l'effort climatique au regard des objectifs climatiques**

(dossier n° 6-253) - adopté le 27 janvier 2017



Rapport d'information concernant la nécessaire collaboration entre l'autorité fédérale et les Communautés en ce qui concerne les nouvelles applications en matière de **soins de santé et notamment de santé mobile**

(dossier n° 6-261) - adopté le 12 mai 2017



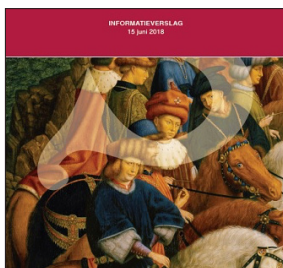
Rapport d'information concernant la nécessaire collaboration entre l'autorité fédérale, les Communautés et les Régions en ce qui concerne **la prévention et l'élimination de perturbateurs endocriniens** présents dans les produits de consommation, en vue de promouvoir la santé publique

(dossier n° 6-303) - adopté le 23 mars 2018



Rapport d'information concernant l'optimisation de la coopération entre le gouvernement fédéral et les Régions en ce qui concerne **la publicité des mesures politiques en faveur des indépendants et des PME**, ainsi qu'en ce qui concerne la simplification administrative

(dossier n° 6-320) - adopté le 19 janvier 2018



Rapport d'information sur la coopération entre l'autorité fédérale et les entités fédérées en matière de lutte contre **le vol d'œuvres d'art**

(dossier n° 6-357) - adopté le 15 juin 2018



Rapport d'information concernant la nécessaire collaboration entre l'autorité fédérale, les Communautés et les Régions en ce qui concerne **l'amélioration de la qualité de l'air**, en vue de promouvoir la santé publique

(dossier n° 6-391) - adopté le 13 juillet 2018



Rapport d'information relatif à la nécessaire collaboration entre l'État fédéral et les entités fédérées en ce qui concerne les retombées, les opportunités, les potentialités et **les risques de la "société intelligente" numérique**

(dossier n° 6-413) - adopté le 29 mars 2019



Rapport d'information concernant **le droit de réponse sur Internet**

(dossier n° 6-465) - adopté le 29 mars 2019

