

BULLETIN

Juin 2021

de *Veille Technologique*

INDUSTRIE 4.0

A photograph showing a person in a blue suit holding a tablet computer. The tablet screen displays various data visualizations, including bar charts and circular gauges. In the background, there is an industrial setting with several white robotic arms (industrial robots) and sparks flying from a cutting or grinding process, suggesting a manufacturing environment. The overall scene is illuminated with warm, golden light, creating a futuristic and high-tech atmosphere.

Editorial

Nous sommes à l'aube d'une révolution technologique qui va fondamentalement changer nos relations avec notre environnement, notre manière de vivre et de travailler. Ces changements, de par leur importance, leur portée et leur complexité, ne ressembleront en rien à ce que l'humanité a pu connaître jusqu'ici. Nous ne savons pas encore ce qui va se passer, mais une chose est sûre : notre réponse doit impliquer toutes les parties prenantes : le secteur public, le secteur privé, le monde académique et la société civile.

Lors de la Première révolution industrielle, le charbon et la vapeur ont permis de mécaniser la production. La Seconde révolution industrielle a exploité le pétrole et l'énergie électrique pour créer la production de masse. La Troisième révolution industrielle s'est appuyée sur l'électronique et les technologies de l'information pour automatiser la production. La quatrième révolution industrielle poursuivant la troisième fusionne les technologies innovantes et efface les frontières entre les sphères physique, numérique et biologique.

Comparée aux précédentes, cette quatrième révolution évolue à un rythme exponentiel. De plus, elle bouleverse presque tous les secteurs d'activité, partout dans le monde. L'ampleur et l'importance de ces changements annoncent la transformation de systèmes entiers de production, de management et de gouvernance.

Les enjeux économiques, politiques et géopolitiques liés à la quatrième révolution sont importants et méritent une attention particulière. Déjà la Chine et les États-Unis se disputent l'hégémonie sur la 5G. Avec la quatrième révolution, ces joutes pour l'hégémonie numériques n'iront pas en s'atténuant.

Comme les trois dernières révolutions industrielles, cette révolution est un jalon essentiel de notre histoire car elle transformera nos économies sur le long-terme. Il est clair aujourd'hui que nous ne pouvons pas encore qualifier ou quantifier de façon certaine les impacts qu'elle aura, mais il ne fait aucun doute qu'ils seront nombreux et la façon dont elle nous affectera demain dépend, à n'en point douter, des choix que nous ferons aujourd'hui.



BILE Diéméléou
Directeur Général de l'ARTCI

Directeur de Publication :
M. BILE Diéméléou

Rédacteur en Chef :
M. KOUAKOU Guy-Michel

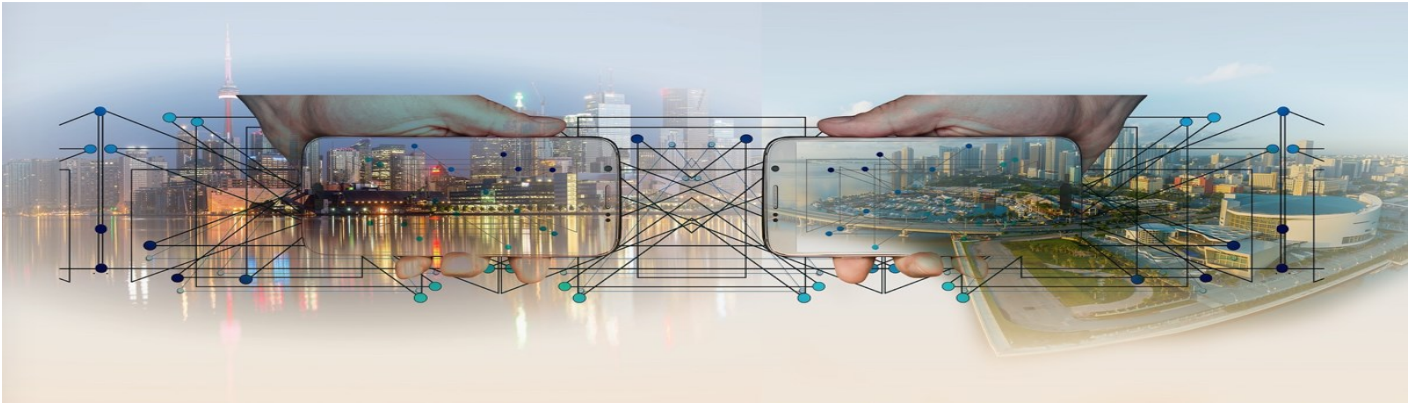
Equipe de rédaction :
M. ZEBOUA Patrick
M. YAO N'Guessan Kevin
Mlle LASME Mel Paule Renée

Contacts :
Marcory Anoumanbo, 18 BP
2203 Abidjan 18
Tél : + 225 27 20 34 58 80
Fax : + 225 27 20 34 43 75

...Au lecteur,
Parce que votre avis compte,
nous serions heureux de
recevoir vos remarques et
suggestions, afin d'améliorer
nos prochaines publications, à:
veille techno@artci.ci

Sommaire

Editorial	1
I. Introduction	3
II. Un peu d'histoire	4
1. 1ère révolution industriel : machine à vapeur	4
2. 2ème révolution industrielle : électricité et pétrole	5
3. 3ème révolution industrielle : automatisation et informatisation	7
4. 4ème révolution industrielle : société de l'information	9
III. Impacts économiques de la 4ème révolution industrielle	13
1. Création de nouveaux biens et services	13
2. Développement d'un nouveau mode de production	14
3. Amélioration des chaînes de production	14
IV. Impacts socio-politiques de la 4ème révolution industrielle	15
1. Destruction créatrice	15
2. Nouveaux modes d'organisation du travail	15
V. Quelques défis à relever	16
1. Sécurité	16
2. Protection de l'environnement	16
3. Exode vers le pays du nord	16
4. Singularité technologique et éthique des machines	16
VI. Industrie 4.0 : Comment s'y préparer?	17
1. Transformation structurelle et infrastructurelle Sécurité	17
2. Développement des compétences numériques	17
3. Confiance numérique	17
4. Préparation des entreprises aux changements	18
5. Evolution de la régulation	18
6. Questions environnementales	18
7. Renforcement de la coopération	18



INDUSTRIE 4.0

I. INTRODUCTION

Une révolution est un changement, un bouleversement important et brusque intervenant dans la vie d'une nation entraînant une rupture avec le passé. La révolution peut s'appliquer à de nombreux domaines socio-politique, économie, culture, technologiques, etc.

Dans le domaine socio-politique, par exemple, une révolution se caractérise par la suppression d'un ordre établi et d'un régime politique en place ainsi que son remplacement par une autre forme de gouvernement.

Dans le domaine technologique une révolution se caractérise par des transformations brusques et intenses induites par des technologies nouvelles et innovantes, le développement de nouvelles branches d'activités et une forte croissance.

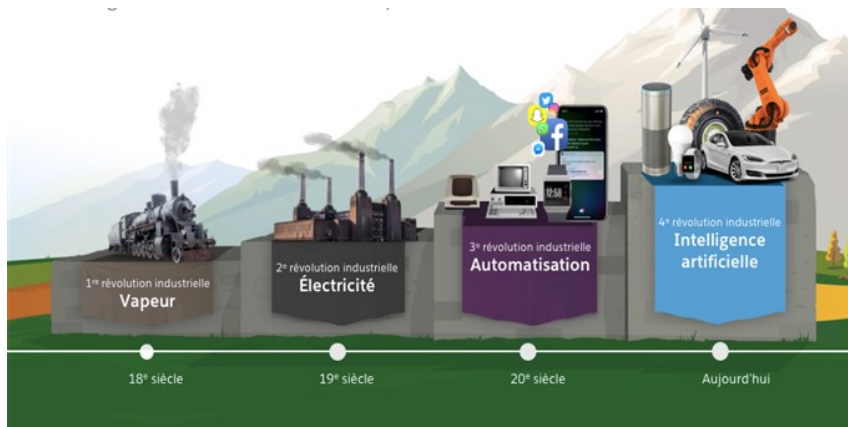
Une révolution dans l'un des domaines sus-indiqués induit le plus souvent, si ce n'est une révolution dans les autres domaines, au moins de grands bouleversements dans ceux-ci.

Dans un premier temps, la « révolution industrielle » désignait le passage d'une économie fondée traditionnellement sur l'agriculture à une économie reposant sur la production mécanisée à grande échelle de biens manufacturés dans des entreprises.

Avec le temps le concept s'est élargi. Désormais l'on parle de « révolutions industrielles » pour désigner les différentes vagues d'industrialisation qui se succèdent depuis l'ère de la toute première révolution industrielle jusqu'à notre époque moderne.

Quatre révolutions se sont succédées. La première révolution industrielle s'appuyant sur l'exploitation du charbon avec la mise au point de la machine à vapeur par James Watt en 1769. Une seconde révolution est amenée par l'introduction de l'électricité, de la mécanique et du développement du transport à la fin de ce même siècle. Une troisième révolution a lieu au milieu du XXe siècle grâce à l'automatisation de la production induite par l'informatique et les télécommunications.

Aujourd'hui, nous assistons à la convergence de la production industrielle avec les technologies nouvelles telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, ouvrant l'ère de la « quatrième révolution industrielle », encore appelée « industrie



4.0 » ou encore « industrie du futur ».

Les révolutions industrielles ont été le point de départ de nombreuses transformations économiques, politiques et sociales, culturelles, d'où l'importance de ce bulletin, à l'aube des grands changements portés par l'industrie 4.0.

II. UN PEU D'HISTOIRE

L'industrie est l'ensemble des activités économiques qui produisent des biens matériels par la transformation et la mise en œuvre de matières premières.

Quatre éléments permettant de distinguer une révolution industrielle :

- ♦ La première tient à la multiplication des inventions. Le plus souvent, ces inventions sont dues à l'ingéniosité des individus ou au désir de répondre aux besoins du marché.
- ♦ La deuxième est le passage rapide de l'invention à l'innovation technique : la fabrication des machines ou l'application des procédés nouveaux nécessite des capitaux fournis.
- ♦ La troisième est le passage de l'innovation technique à l'innovation industrielle, qui fait de l'entrepreneur, le personnage central de cette révolution.
- ♦ La quatrième, concerne l'importance de la demande interne et externe des produits des inventions et innovations.

L'industrie a subi plusieurs révolutions sous l'impulsion de l'ère des inventions mécaniques, de celle des inventions électriques, de celle des inventions électroniques et s'apprête à connaître une révolution majeure à l'ère des innovations liés aux cyber-systèmes.

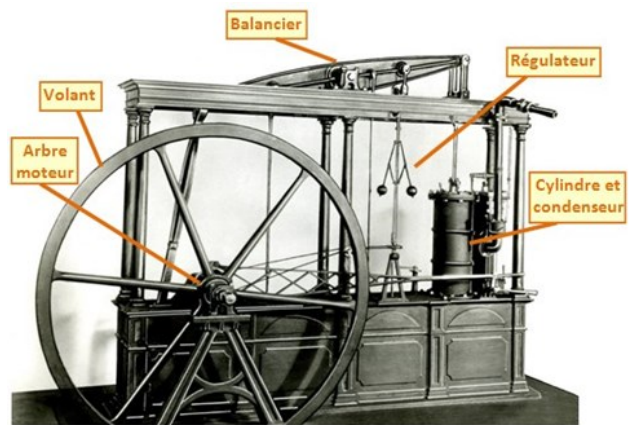
Dans le cadre de ce bulletin, nous présenterons les trois premières révolutions industrielles et les changements, insoupçonnés, qu'elle a engendrés par un effet domino sur l'économie mondiale et sur l'équilibre des puissances dans le monde avant d'analyser les perspectives annoncées par l'industrie 4.0.

1. 1ERE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : MACHINE A VAPEUR

La première révolution industrielle est le processus historique du XIXe siècle qui fait basculer la société à forte dominance agraire et artisanale vers une société industrielle et commerciale que nous connaissons.

Cette révolution a été impulsée par le développement de l'exploitation du charbon, du fait de la découverte de l'énergie à vapeur, et des inventions technologiques y associées.

L'utilisation des machines a permis d'accroître la production et de diminuer les coûts. Les petits ateliers artisanaux ont presque disparu au profit des usines.



Modèle de machine à vapeur

Cette révolution a constitué le point de départ d'autres révolutions et a définitivement contribué à changer la structure et l'équilibre des puissances dans le monde.

a. Industrie 1.0 et révolution des transports

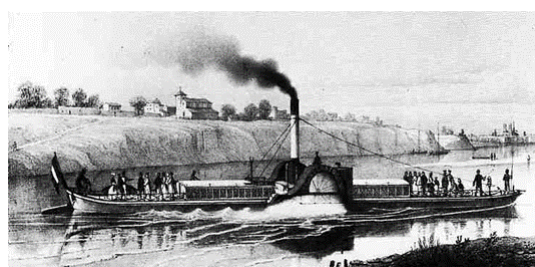
Les changements apparus dans le domaine du transport modifient les relations commerciales en permettant des échanges plus lointains. Avec le développement de l'acier, le chemin de fer est inventé en 1817 par l'Anglais Stephenson.

L'invention, par ailleurs, de la locomotive à vapeur permet d'acheminer des marchandises et des voyageurs en des temps records. Ce fut le point de départ de la révolution des transports terrestres.



Locomotive à vapeur

A côté de cela, les bateaux à vapeur remplacent les bateaux à voile plus lents et avançant au gré du vent. Cela



induit un boom dans les échanges internationaux et intercontinentaux, et suscite

la création de nouvelles routes commerciales notamment le percement du canal de Suez (1869) et du canal de Panama (1914) qui raccourcissent les distances.

b. Industrie 1.0 et révolution démographique

L'agriculture va connaître une mécanisation rapide de la production. Les machines qui produisent plus et plus vite remplacent les paysans qui doivent se rendre dans les villes, où se trouvent les usines, pour chercher un emploi. On assiste à un exode rural sans précédent. La croissance des villes est générale. La seule ville de Londres atteint 2.5 millions d'habitants en 1850.

La première révolution industrielle a donc été à l'origine de la densification des territoires urbains dans le monde.

c. Industrie 1.0 et révolution économique et géopolitique

La croissance démographique sus-évoquée devint un facteur de croissance économique. Les territoires urbains devenaient des marchés de biens et services, de travail.

Le capital nécessaire à la création des entreprises industrielles dépassait les possibilités d'individus isolés. Cette situation a donné naissance au capitalisme et d'une manière plus générale aux économies capitalistes.

On assista par la suite au développement de sociétés cotées en bourse ainsi qu'à la naissance des banques modernes, ouvertes à l'épargne de tous.

La première révolution fut, par ailleurs, la première cause non militaire de l'hégémonie de l'Europe dans le monde vers le début du XIX^{ème} siècle.

Les échanges s'accroissent au profit de l'Europe, pionnière dans cette révolution. En 1850, l'Angleterre à elle seule génère 50% de la production industrielle mondiale. L'écart de développement se creuse entre les pays industrialisés du Nord et les autres.

Avec l'exode massif des Britanniques vers de nouvelles terres et la conquête par les industriels de nouveaux marchés, croissent, les États-Unis, nés de l'exode des Européens, qui s'industrialisent et finissent par devenir une puissance mondiale.

d. Industrie 1.0 et révolution ou transformation sociale

De nouvelles catégories de population apparaissent : la bourgeoisie, le prolétariat et la classe moyenne.

i. Le prolétariat et syndicalisme

Avec les premières usines, la répétition des tâches contribue à multiplier les emplois d'ouvriers non-qualifiés et peu rémunérés. Cette nouvelle catégorie sociale est appelée le prolétariat. Les conditions de travail et de vie sont très dures. Cette situation crée les germes du socialisme et du syndicalisme.

Dans la plupart des familles prolétaires, les enfants devaient travailler 6 jours par semaine et 15 heures par jour pour un quart des salaires proposés aux adultes. C'est en 1882 que démarrera la lutte contre le travail des enfants notamment avec les Lois de Jules Ferry, en France, en rendant obligatoire l'école gratuite, laïque.

ii. La bourgeoisie

La bourgeoisie est la classe dominante dans la société avec des revenus élevés. Elle est composée de banquiers, de grands négociants, des industriels, des hauts fonctionnaires ou des capitalistes, tirant avantage des changements induits par la révolution.

iii. La classe moyenne

Avec l'essor de l'industrie les services se développent. Les métiers de journaliste, d'avocat et de médecin se répandent. Ceux-ci constituent une classe intermédiaire appelée classe moyenne ou encore petite bourgeoisie.

Les villes reflètent dans leurs quartiers cette nouvelle division sociale. On voit naître la prolifération des bidonvilles.

2. 2ÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : ÉLECTRICITÉ ET PÉTROLE

La deuxième révolution industrielle démarre vers la fin du XIX^{ème} siècle avec l'exploitation industrielle de deux nouvelles sources

d'énergie :
l'électricité
et le **pétrole**.

Elle se développe d'abord en Allemagne et sur la

côte est des États-Unis. L'extraction du pétrole puis les



Site d'exploitation pétrolière du XVIII^{ème} siècle

nouvelles connaissances dans le domaine de l'électricité permettent de promouvoir de nouvelles industries de pointe.

Cette deuxième révolution industrielle a induit des bouleversements majeurs dans la société :

a. Industrie 2.0 et révolution du travail

La maîtrise de l'électricité a permis de développer le travail de nuit grâce à l'invention de la lampe électrique à filament (Edison en 1879).

Progressivement, l'économie va se structurer autour de grandes firmes industrielles, appliquant l'Organisation Scientifique du Travail appelé aussi Taylorisme, et du travail à la chaîne, rendant productifs les ouvriers non qualifiés provenant de l'exode rural ou de l'immigration.

Grâce aux leçons tirées de la première révolution, la seconde verra une réduction des inégalités dans les pays industrialisés et d'un relèvement progressif du niveau de vie des ouvriers.

b. Industrie 2.0 et révolution économique

L'exploitation du pétrole, débute aux États-Unis en 1859, date du forage du premier puit. Son utilisation et ses applications s'élargissent rapidement au monde. L'industrie du pétrole devient l'un des piliers de l'économie mondiale. Devenue l'une des principales sources de richesse, on l'appellera « l'or noir ».

Le pétrole fournit la quasi-totalité des carburants liquides. Les produits dérivés de son exploitation (plastiques, caoutchoucs synthétiques, bitumes, paraffines, adhésif, engrais, cosmétique, etc.) font l'objet d'une nouvelle discipline scientifique : la pétrochimie.

Le pétrole génère une nouvelle industrie et s'impose, jusqu'à ce jour, comme un pilier essentiel de l'économie de certaines grandes puissances.

c. Industrie 2.0 et révolution socio-politique

Les produits dérivés de l'exploitation du pétrole sont utilisés dans tous les domaines et cela crée bientôt une forme de dépendance pour les économies. Sa maîtrise devient, de ce fait, un enjeu stratégique et géopolitique notamment pour les grandes puissances dans le monde.

Sa convoitise devient le fondement de plusieurs alliances ou conflits internationaux.

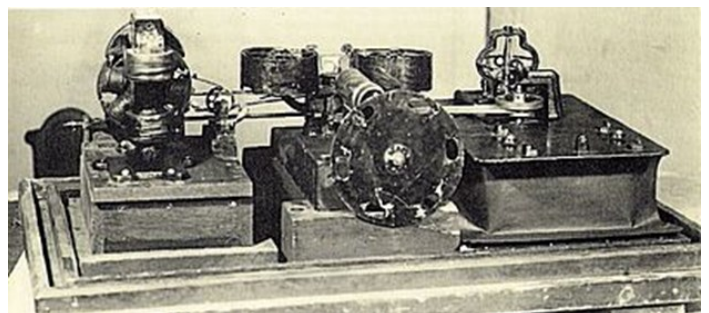
d. Industrie 2.0 et révolution des communications

L'électricité constitue le fondement des télécommunications. Le télégraphe électrique avec la construction des premiers systèmes télégraphiques transcontinentaux, puis transatlantiques voient le jour dans les années 1860. L'invention du télégraphe permet de communiquer en quelques minutes à travers le monde.



Télégraphe de Samuel Morse en 1838

En 1891 la création du Kinétographe marque les débuts du cinéma qui a grandement contribué à vulgariser la culture populaire et marque une étape importante dans le développement des médias.



Kinétographe à défilement de Thomas Edison utilisant un moteur électrique

e. Industrie 2.0 et révolution culturelle

Jusqu'à la fin du XIXème siècle l'électricité est encore largement méconnue. La culture populaire de l'époque la dépeignait comme une force mystérieuse et magique, capable de tuer les êtres vivants et de ranimer les morts, cela en raison des expériences de « Luigi Galvani », montrant les pattes de grenouilles mortes se contracter lorsqu'on leur appliquait une impulsion électrique. Ces expériences ont grandement inspiré Mary Shelley dans la création du mythe de « Frankenstein ».

3. 3ÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : AUTOMATISATION ET INFORMATISATION

La troisième révolution industrielle apparaît vers la fin du XIXème siècle avec le bouleversement profond des sociétés provoqué par l'essor des techniques numériques telles que l'informatique et le développement du réseau de télécommunication en général et Internet en particulier de même que la découverte des propriétés de certains matériaux révolutionnaires (résine, silicone) qui ont révolutionné l'électronique.

Dans ce processus, trois tournants sont habituellement distingués :

- ◆ Dans les années 1980, la généralisation de l'ordinateur personnel et la naissance d'Internet ;
- ◆ Dans les années 1990, l'explosion du phénomène Internet ;
- ◆ Dans les années 2000, l'apparition du smartphone, ordinateur tenant dans la main et pouvant être utilisé pratiquement partout sur la planète.

Ces innovations permettant aux échanges de s'opérer sous une forme électronique, les barrières géographiques et culturelles cessent d'être aussi contraignantes que par le passé. Cette mutation bouleverse l'ensemble des règles géopolitiques mondiales (mondialisation), l'économie planétaire (avènement de la Nouvelle économie dite numérique) et, plus radicalement, la façon dont les individus perçoivent le monde, se comportent avec autrui et se considèrent eux-mêmes.

La troisième révolution industrielle fut la première étape de ce que l'on appelle d'une manière générale la révolution numérique.

a. Industrie 3.0 et nouveaux modèles commerciaux

La troisième révolution industrielle a révolutionné les échanges et permis notamment le développement du commerce électronique du fait de la généralisation de l'accès aux réseaux de communications notamment à Internet qui a permis la naissance d'un nouveau marché de plus en plus grand. Le commerce électronique a connu une envolée significative avec des avantages certains. Les utilisateurs peuvent faire des économies de temps, d'argent, d'énergie en acquérant en quelques clics, à tout moment, des marchandises à travers le monde, dont l'achat leur aurait demandé plusieurs heures voire plusieurs jours et éventuellement des frais de déplacement élevés.

A côté de cela, la publicité, le marketing ont développé un nouveau visage ; au point de faire naître de nouveaux modèles économiques. Ces modèles ont permis l'apparition des géants du Web, plus connus sous l'acronyme GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon), qui sont, aujourd'hui au nombre des géants de l'économie mondiale.

La généralisation de l'usage du numérique dans tous les secteurs d'activité appelées « transformation numérique » a engendré une transformation économique et donné naissance à ce que l'on appelle économie numérique.



b. Industrie 3.0 et régulation numérique

Devant les bouleversements induits par la révolution numérique, la libéralisation du secteur des télécommunications et l'ouverture du marché des télécommunications à la concurrence se sont imposées dans le monde. Les fonctions de réglementation et de régulation des télécommunications et des TIC initialement dévolues aux ministères en charges des postes et télécommunications ont dès lors été éclatées. Le besoin d'établir une institution de régulation est très vite apparu.

En outre, avec la multiplicité des types d'acteurs, le poids économique grandissant de l'économie du numérique et la spécificité des modèles économiques innovant, la régulation a évolué.

Quatre générations de régulations se sont succédées. Devant les perspectives de la révolution numérique, des travaux ont été réalisés au sein de l'Union Internationale des Télécommunications afin d'identifier les caractéristiques de la cinquième génération de régulation.

c. Industrie 3.0 et polarisation du marché de l'emploi

Si les révolutions industrielles précédentes ont contribué à valoriser le travail intellectuel au détriment du travail manuel, l'écart s'est d'avantage creusé avec la troisième révolution industrielle. Du fait de cette situation, la culture,

l'éducation et la science deviennent le plus sûr moyen de promotion sociale. Cependant, le marché de l'emploi s'est fortement polarisé, n'admettant de plus en plus que des compétences pointues.

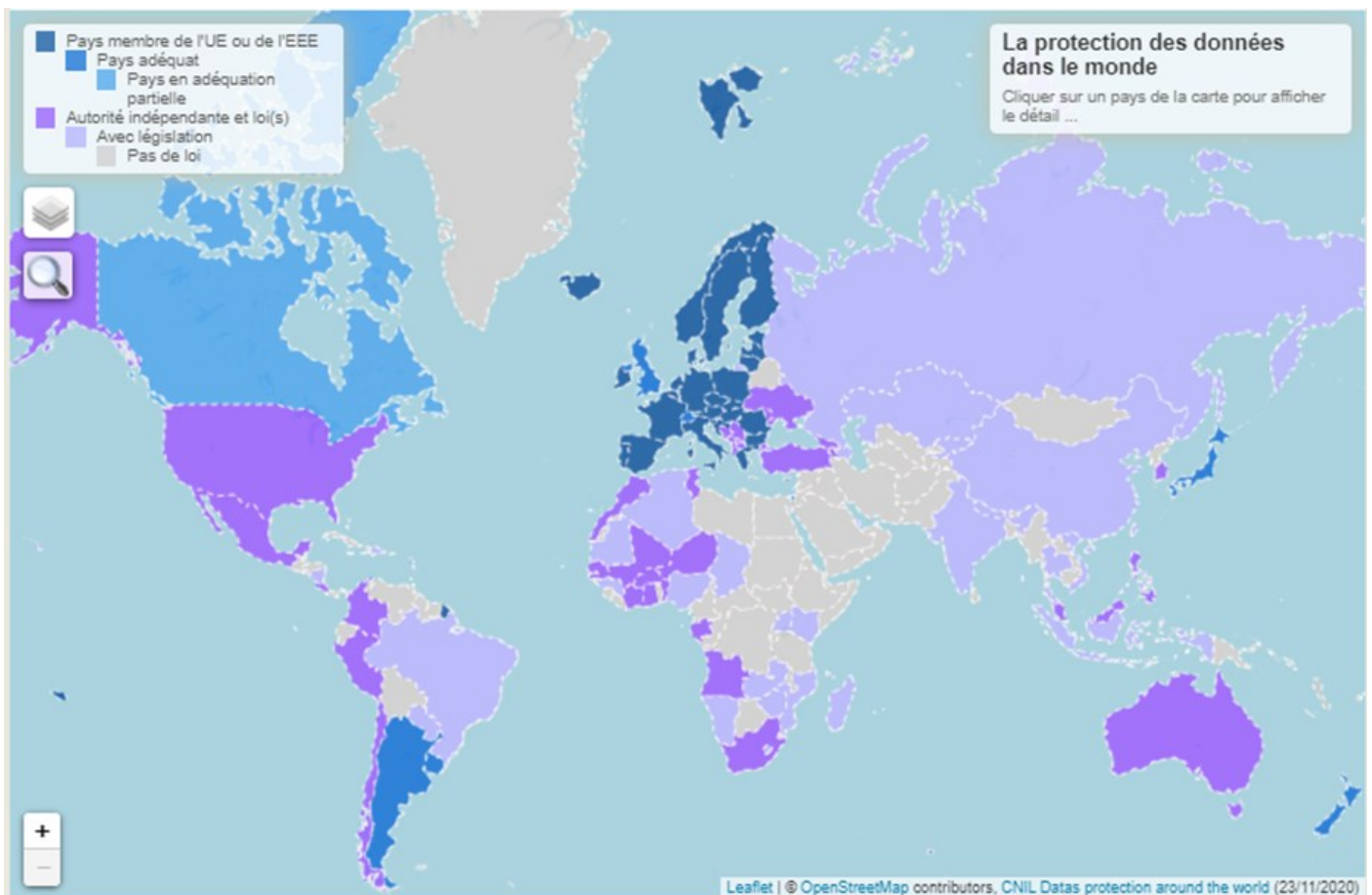
Les emplois intermédiaires disparaissent au profit des emplois très et peu qualifiés. De nouveaux métiers, appelés métiers du numériques ont vu le jour.

d. Industrie 3.0 et protection de la vie privée

Les deux premières révolutions industrielles avaient transformé notre environnement extérieur. Les effets de l'industrie 3.0, bien au-delà de notre environnement extérieur, affecte notre vie privée. En effet, l'usage accru des

télécommunications/TIC dans tous les domaines de la société (réseaux sociaux, activités professionnelle, culture, santé, finance, commerce...) favorise une grande circulation des données à caractère personnel. La frontière entre vie publique et vie privée se déplace, voire s'estompe.

Ceci a emmené les États à légiférer sur la collecte et le traitement des données à caractère personnel. A ce jour, plusieurs pays dans le monde disposent d'une législation sur les données à caractère personnel et certains ont mis en place une structure dédiée à la mise en œuvre de ces législations.



La protection des données dans le monde

e. Industrie 3.0 et révolution médiatique

Le développement spectaculaire d'Internet change la manière dont circulent l'information entre les individus et les richesses culturelles entre les sociétés. Hier, dispensées par une poignée de médias et quelques majors, l'information et la culture sont aujourd'hui devenues l'affaire de tous. En moins de deux décennies, nous sommes passés d'un modèle vertical, centralisé, fonctionnant à sens unique (pyramidal, du sommet vers la base), au modèle de fonctionnement en réseau.

4. 3ÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : SOCIÉTÉ DE L'INFORMATION

Le concept de quatrième révolution industrielle encore appelé **industrie 4.0** ou **industrie du futur** correspond à une nouvelle façon d'organiser les moyens de production qui s'appuie sur les possibilités offertes par les dernières technologies. Cette nouvelle industrie s'affirme comme la convergence du monde virtuel avec les produits et objets du monde réel. Les grandes promesses de cette quatrième révolution industrielle sont de séduire les consommateurs avec des produits uniques et personnalisés, et malgré de faibles volumes de fabrication, de maintenir des gains.

A titre d'illustration, la quatrième révolution industrielle c'est la révolution dans laquelle, grâce à plusieurs capteurs et une intelligence artificielle, mon réfrigérateur intelligent, lorsque la quantité des provisions baisse en deçà d'un seuil, régule la température interne des compartiments, m'envoie une alerte ou mieux, envoie un message au supermarché local pour passer des commandes des produits qui font défaut, et valide la transaction en débitant mon compte mobile money.

L'industrie 4.0 c'est aussi plusieurs véhicules autonomes capables, sur une instruction vocale de son propriétaire, par appel téléphonique, de se rendre à l'école des enfants pour les récupérer, en empruntant le chemin optimal et dans le strict respect du code de la route, et informer le propriétaire par sms une fois réalisée. C'est plusieurs véhicules capables de s'auto-diagnostiquer, de planifier une vidange chez le concessionnaire, de faire des remontées à l'usine sur l'état des pièces, afin que celle-ci anticipant l'usure produise par avance les pièces manquantes dans les justes proportions.

D'une manière générale, l'industrie 4.0 permet une action optimale, un service plus diligent, une offre plus personnalisée, une production plus intelligente.

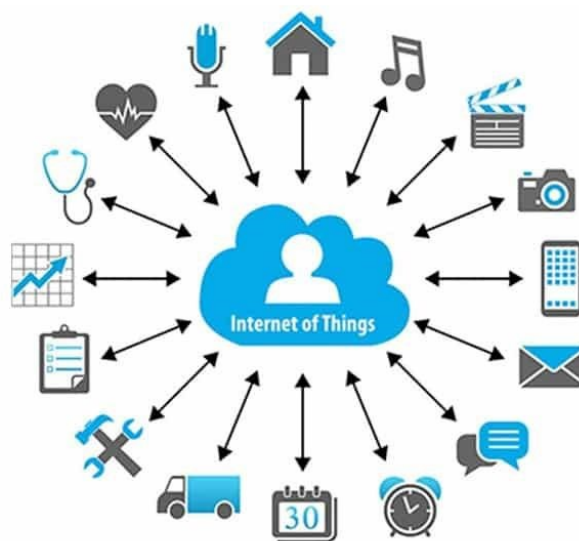
Toutes ces belles promesses ne sont possibles que grâce à l'effet conjugué de plusieurs technologies que nous pouvons regrouper en trois grandes familles :

- ◆ Les technologies qui améliorent le monde physique (Cobotique, réalité augmentée, impression 3D, Internet des Objets, technologie de captage, etc.) ;
- ◆ Les technologies qui améliorent les performances des systèmes numériques (Intelligence artificielle, Machine learning, réalité virtuelle, informatique quantique, etc.) ;
- ◆ Les technologies de réseaux permettant de faire communiquer les objets physiques et numériques globalement qualifiés d'IMT 2020.

a. Les technologies qui améliorent le monde physique

i. Internet des objets

L'Internet des objets, parfois écrit IoO ou IOT (Internet of Things), désigne l'ensemble des infrastructures et technologies mises en place pour faire communiquer des objets divers par le biais d'une connexion Internet.



Les applications de l'internet des objets sont très variées. Dans le domaine de la logistique, l'internet des objets permet de faciliter la traçabilité des biens pour la gestion des stocks et les acheminements. Dans le domaine de l'environnement, il permet la surveillance de la qualité de l'air, la température, le niveau sonore, l'état d'un bâtiment, etc.

L'internet des objets est aussi très utilisé dans le domaine de la domotique, notamment pour monitorer la consommation énergétique, le fonctionnement des appareils, mais aussi dans le domaine de la santé et du bien-être

avec les tensiomètres connectés et autres dispositifs permettant de suivre les constantes médicales.

ii. Cobotique

Le mot cobot désigne une catégorie de robots dédiés à la manipulation d'objets en collaboration avec un opérateur humain. Le terme provient du mot « cobot », néologisme issu de « coopération » et « robotique ».

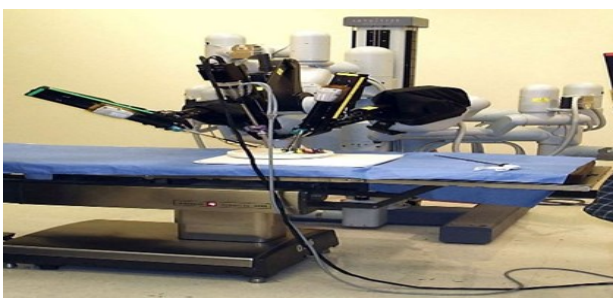
L'une des applications les plus connues de la cobotique est l'exosquelette qui correspond à un dispositif composé d'une structure mécanique et électronique à plusieurs degrés de liberté, que revêt un individu, à la manière d'un vêtement robotisé ou d'une prothèse externe, pour lui permettre de démultiplier ses capacités physiques et de simuler un retour d'effort dans un environnement réel ou virtuel.

Elle intervient de même dans les domaines de la rééducation, l'amplification des capacités de l'homme, l'intervention à distance. L'une des illustrations les plus récentes est la prothèse de bras biorobotique conçues par deux jeunes Kényans. Cette prothèse émule une main. Elle utilise les signaux du cerveau destinés à la main et les convertit en courant électrique conduit vers le circuit du robot et le met en mouvement. En substance, cette invention convertit les pensées des utilisateurs en mouvement.



Prototype d'un bras robotisé inventé par deux jeunes Kényans

Une autre application connue dans ce domaine est le robot médical appelé Da Vinci permettant de faire des interventions chirurgicales à distance.



Robot médical, Da Vinci, fabriqué par « Intuitive Surgical »

iii. Impression 3D

L'impression 3D est une technique de fabrication dite additive qui procède par ajout de matière, contrairement aux techniques procédant par retrait de matière comme l'usinage. L'impression 3D permet de réaliser des objets usuels ou non, des pièces détachées ou encore des prototypes destinés aux essais. Le point de départ est un fichier informatique représentant l'objet en trois dimensions, décomposé en tranches. Ces informations sont envoyées à une imprimante 3D qui réalise la fabrication par ajout de couches successives. L'impression 3D est en évolution constante. Elle se perfectionne tant en termes de matériaux utilisés (plastiques, métaux, résines, encres, cires et même du verre) que de finesse, de restitution des couleurs, de vitesse et de taille des objets réalisés. Les applications sont illimitées.

L'impression 3D est une véritable révolution pour l'industrie, le design, la médecine ou encore l'électronique. Dans le bâtiment, par exemple, des maisons ont été construites en seulement 24 heures grâce à des imprimantes 3D géantes selon le procédé dit de « contour crafting ».



Impression d'une maison en 3D

Dans le domaine de la médecine, l'impression 3D est amenée à jouer un rôle croissant notamment dans le domaine de la fabrication additive médicale (implants, de prothèses ou tissus humain, organes, etc.). On parle alors de « bioprinting ». Cette technique permettra par exemple de consolider des os fracturés. Des chercheurs ont déjà réussi à fabriquer divers types d'organes artificiels par impression 3D. Par exemple, les chercheurs de l'Institut polytechnique Rensselaer, aux Etats-Unis, ont mis au point une machine capable d'imprimer en 3D une peau vivante, avec les vaisseaux sanguins. A terme, ces morceaux de peau vivante imprimés en 3D devraient permettre de soigner les ulcères des patients diabétiques et d'éviter ainsi les amputations.



Prothèse de pied imprimée en 3D

iv. Réalité augmentée

La **réalité augmentée** est la superposition de la réalité avec des éléments virtuels (sons, images 2D, 3D, vidéos, etc.) calculés par un système informatique en temps réel. Elle désigne souvent les différentes méthodes qui permettent d'incruster de façon réaliste des objets virtuels dans une séquence d'images.

Les applications de la réalité augmentée sont très nombreuses dans l'industrie automobile. Plusieurs constructeurs proposent des aides au stationnement grâce au caméra de recul qui superposent le prolongement de la trajectoire du véhicule sur l'écran de bord. Une autre application de la réalité augmentée appelée affichage tête haute (en anglais Head up display, HUD) permettant au conducteur de voir des informations utiles (Vue 360 du véhicule, trajectoire, heure d'ouverture des commerces au voisinage, etc.) s'afficher au niveau du pare-brise.

Dans le domaine de l'aménagement et de la décoration, la réalité augmentée permet de visualiser dans ses proportions réelles un article dans une maison grâce à une modélisation 3D dudit article.



Dans le domaine médical, la réalité augmentée permet au chirurgien de voir ce que l'œil humain ne peut percevoir, et permet ainsi dans le cadre d'une intervention de limiter les risques d'incidents tels que la section involontaire d'un organe caché lors d'une intervention.



Par ailleurs, dans certains pays tels que la Chine, certains agents de police sont capables, au premier regard, de reconnaître un individu suspect ou recherché grâce à

des lunettes intelligentes disposant d'une caméra et de la reconnaissance et qui embarquent des fonctionnalités de réalité augmentée.



a. Les technologies qui améliorent le monde numérique

i. Big Data

Le Big Data, aussi appelé « mégadonnées » ou « données massives », désigne les ressources d'informations dont les caractéristiques en termes de volume, de vélocité et de variété imposent l'utilisation de technologies et de méthodes analytiques particulières pour générer de la valeur, et qui dépassent en général les capacités d'une seule et unique machine nécessitant le plus souvent des traitements parallélisés. L'explosion quantitative (et souvent redondante) des données numériques permet une nouvelle approche pour analyser le monde. Le volume colossal de données numériques disponibles, implique de mettre en œuvre de nouveaux ordres de grandeur concernant la capture, le stockage, la recherche, le partage, l'analyse et la visualisation des données. Le traitement des Big Data permet de nouvelles possibilités d'exploration de l'information et des données, celles-ci proviennent

de nombreuses sources numériques : les réseaux sociaux, les médias, l'Open Data, le Web, des bases de données privées, publiques à caractère commercial ou scientifique. Cela permet des recoupements et des analyses prédictives dans de nombreux domaines : scientifique, santé, économique, commercial, etc.



Les données constituent la principale matière première de la quatrième révolution industrielle.

ii. Intelligence Artificielle et Machine Learning

L'**Intelligence Artificielle (IA)** est l'ensemble des techniques mises en œuvre en vue de créer des machines ou programmes capables de simuler l'intelligence humaine. Elle fait appel à la connaissance sur les réseaux de neurones, à la logique mathématique et à l'informatique. Elle recherche des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité logique ou algorithmique.

L'intelligence artificielle s'appuie très souvent sur le Machine Learning aussi appelé apprentissage automatique. Tandis que les programmes informatiques traditionnels effectuent des tâches en déroulant systématiquement des instructions précises, le système Machine Learning, au contraire, ne suit pas d'instructions, mais apprend à partir de l'expérience. Les performances de la « machine » s'améliorent au fil de son « entraînement » à mesure que l'algorithme est exposé à davantage de données.

Le Machine Learning est très efficace dans les situations lorsqu'il s'appuie sur des ensembles de données diverses et changeantes, c'est-à-dire sur le Big Data. Ses applications permettent d'alimenter les moteurs de recherche web comme Google ou Baidu, les moteurs de recommandations utilisés par Netflix, YouTube, Amazon ou Spotify et améliorent les assistants vocaux tels que Siri et Alexa.

Lors d'un concours de diagnostic de tumeur cérébrale, l'IA BioMind, grâce au machine learning, a atteint un taux de réussite de 87 % contre 66 % pour les médecins. De plus, le programme entraîné à l'aide de milliers d'images

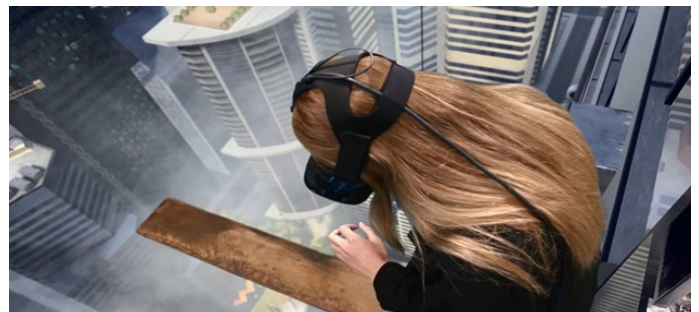
médicales, a pris 15 minutes pour analyser les 225 cas, contre 30 minutes chez les médecins. Lors d'un second tour, il n'a fallu que trois minutes à BioMind pour prédire l'expansion d'un hématoème cérébral avec 83 % de réussite. Face à elle, les spécialistes ont mis 20 minutes avec un taux de réussite de 63 %.



iii. Réalité virtuelle

L'expression « **réalité virtuelle** » ou « **multimédia immersif** » désigne la technologie qui simule la présence physique d'un utilisateur dans un environnement artificiellement généré par des logiciels. La réalité virtuelle crée un environnement avec lequel l'utilisateur peut interagir. Elle permet de produire artificiellement une expérience sensorielle, qui peut inclure la vue, le toucher, l'ouïe et l'odorat.

Les applications de réalité virtuelle sont très utilisées pour les simulations et les entraînements. Outre son utilisation vulgarisée dans le domaine de l'architecture pour la création et la visite de bâtiment en 3D, elle est aussi utilisée en médecine pour lutter contre certaines phobies. La méthode est appelée « **thérapie par réalité virtuelle** ». Elle consiste à exposer progressivement le patient à l'objet de sa phobie (avion, hauteur, araignées, etc.) afin de les désensibiliser de façon plus ou moins réaliste.



c. IMT 2020 ou 5G

i. Enjeux et opportunités de la 5G

La 5G est la cinquième génération des standards de téléphonie mobile qui fait suite à la 4G.

Début 2012, l'UIT a débuté ses travaux sur la mise au point des « IMT à l'horizon 2020 et au-delà », jetant ainsi les bases des activités de recherche sur la 5G, et en 2015, elle a défini la vision et les exigences pour la mondialisation de la 5G.

En théorie, la 5G vise les performances suivantes :

- ◆ Débit de données crête jusqu'à 20 Gbit/s ;
- ◆ Débit de données perçu par l'utilisateur jusqu'à 100 Mbit/s ;
- ◆ Une efficacité spectrale trois fois supérieure à celle de la 4G ;
- ◆ Une connexion stable même en mobilité (jusqu'à 500 km/h) ;
- ◆ Temps latence d'une milliseconde (10 fois inférieur à celui de la 4G) ;
- ◆ Une meilleure densité de connexion (100 fois plus d'appareils connectés par unité de surface) ;
- ◆ Une augmentation de l'efficacité énergétique (batteries jusqu'à 100 fois moins énergivores) ;
- ◆ Une meilleure capacité de trafic par zone (1000 fois plus de bande passante par unité de surface).

La 5G améliore les services existants et permet le développement de nouveaux usages et modèles commerciaux dans des domaines très variés tels que la santé, l'éducation, les transports, l'agriculture, l'énergie, etc.

De ce fait, la 5G sera un catalyseur clé de la quatrième révolution industrielle en intégrant la technologie dans tous les aspects de la société, en particulier dans les processus commerciaux et industriels.

ii. Normalisation et déploiement de la 5G

Sur la base des exigences définies par l'UIT, les travaux de normalisation sont en cours depuis 2015 au sein des organismes internationaux de normalisation et au sein de l'industrie mondiale des systèmes mobiles.

En attendant que les spécifications IMT-2020 soient arrêtées par l'UIT, les standards du 3GPP servent aujourd'hui de base pour les déploiements 5G à travers le monde. D'autres normes propriétaires existent, notamment aux Etats-Unis avec Verizon.

Selon la Global mobile Suppliers Association (GSA), fin avril 2021, des investissements sont en cours dans cent trente-trois (133) pays par quatre cent trente-six (436) opérateurs dont cent soixante-trois (163) ont lancé leurs réseaux commerciaux 5G, compatibles 3GPP, dans plus

de soixante-huit (68). Au nombre de ces pays dans lesquels des investissements sont en cours, on dénombre plusieurs pays africains, notamment l'Afrique du Sud, le Nigéria, le Kenya, l'Ouganda, l'Egypte, le Maroc, le Togo, le Sénégal, le Gabon, l'Egypte.

III. IMPACTS ÉCONOMIQUES DE LA 4ÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Les révolutions industrielles ont fait naître de grandes réformes socio-économiques. L'on est passé de la production artisanale à la production industrielle, de l'énergie mécanique à l'énergie électrique, de l'urbanisation à la société de l'information, de l'économie traditionnelle à l'économie numérique, etc.

À l'aube de la quatrième révolution industrielle, il est totalement légitime de s'interroger sur les virages que nos sociétés et économies s'appêtent à prendre. Pour en avoir un aperçu, il suffit de jeter un coup d'œil aux prévisions du « World Economic Forum Technology » pour 2025 :

- ◆ 10 % des personnes porteront des vêtements connectés ;
- ◆ Le 1er robot pharmacien devrait être actif ;
- ◆ Les voitures sans conducteur devraient représenter 10 % de toutes les voitures américaines ;
- ◆ La première greffe d'un foie imprimé en 3D devrait être effectuée ;
- ◆ La première AI dans un conseil d'administration d'entreprise devrait apparaître.

1. CRÉATION DE NOUVEAUX BIENS ET SERVICES

L'utilisation de dispositifs d'IoT, d'intelligence artificielle, de fabrication 3D, de cobotique avancée, etc. permet de donner naissance à une variété de produits et services totalement nouveaux. Les objets purement physiques peuvent devenir des objets dit « intelligents ».

Les données produites par ces objets intelligents, deviendront la principale matière première dans la société de l'information et appelleront à l'existence de nouveaux business et business models.

Le commerce des biens et services dits « numérisables » (DVD, livres, journaux, etc.), va connaître une quasi-extinction au profit de leur équivalent dans le monde numérique (Streaming, e-book, site d'informations etc.).

2. DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODE DE PRODUCTION

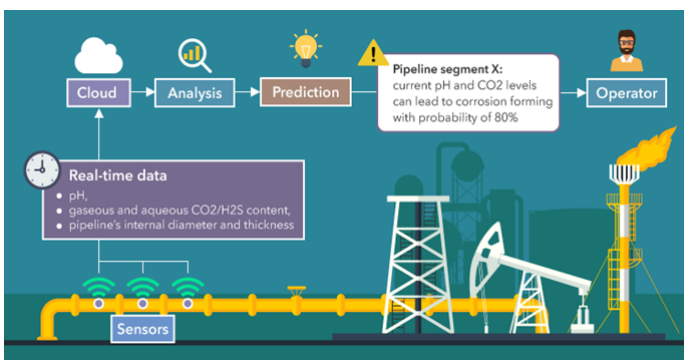
La révolution numérique bouleverse nos vies. Demain, les voitures rouleront toutes seules, les objets pourront communiquer entre eux sans l'intervention de l'homme, les machines apprendront et diagnostiqueront des pathologies, etc.

Néanmoins, au-delà des produits et services, les changements les plus importants qui accompagnent ce chapelet de nouvelles technologies sont ceux qui impactent la façon de produire.

Comme le disait Karl Max : « Le mode de production de la vie matérielle conditionne la vie sociale, politique et intellectuelle. »

a. Smart production

La 4ème révolution industrielle a deux (2) buts essentiels : mieux produire et produire plus intelligemment. Grâce aux technologies innovante qu'elle embarque, l'industrie du futur séduit tant les consommateurs que les producteurs à travers la promesse de produits à grande échelle et personnalisés et ce en optimisant le temps et les coûts de production. Elle est considérée comme « l'industrie du sur mesure ». Déjà sur internet plusieurs plateformes proposent des contenus personnalisés sur la base de l'historique de consommation et du profil numérique de l'utilisateur. Cette tendance ira à la généralisation avec l'industrie 4.0. Les mêmes consommateurs pourront ainsi communiquer avec les machines durant les phases de réalisation : ce type de production s'appelle « smart production ». Selon ce principe, dans le contexte de l'automatisation industrielle, cela se caractérise par l'utilisation d'un système de télégestion à grande échelle permettant de traiter en temps réel un grand nombre de télémessures et de contrôler à distance des installations techniques à travers ce que l'on appelle des « Systèmes de contrôle et d'acquisition de données en temps réel (SCADA) ».



L'une des applications de smart production est le passage de la maintenance préventive à la maintenance prédictive. La première se fait en se basant sur l'hypothèse

que l'équipement se détériorera dans un certain temps déterminé sur une base statistique, probabiliste ou empirique. L'équipement peut donc être remplacé sans être défaillant. La maintenance prédictive elle, analyse en temps réel les performances de l'équipement afin d'en mesurer en avance les baisses de rentabilité et/ou l'obsolescence et initier en temps opportun une maintenance ou un remplacement. Ce mode de production offre un gain de productivité, de temps et d'argent.

b. Fabrication à domicile

Longtemps réservé au milieu professionnel, l'impression 3D dont le marché mondial devrait connaître une croissance de 18,4% par an en moyenne, selon le cabinet d'étude IDC, attire une clientèle grand public grandissante depuis l'apparition de périphériques à prix abordables. Il est désormais possible d'acheter un bon appareil, simple d'utilisation, entre 200 euros et 500 euros. L'impression 3D domestique permet de créer toutes sortes d'objets en matière plastique de couleur : jouets, pièces de rechange, support pour smartphone, récipients, etc.

Avec la quatrième révolution industrielle, la fabrication à domicile grâce aux imprimantes 3D devrait connaître une croissance notable. Les logiciels permettant de concevoir des objets 3D dans des formats standards, à l'instar de Thingiverse, proposant des images d'objets numériques devraient faire leur apparition sur le nouveau marché.

c. Bouleversement des chaînes de production manufacturière

Internet réduit notamment les coûts de coordination des tâches dispersées parmi plusieurs pays. Il pourrait même conduire à une certaine relocalisation de la production. L'impression 3D peut dans une certaine mesure se substituer aux méthodes de fabrication traditionnelles, en réduisant le besoin de production et d'assemblage externalisés, le nombre d'étapes de production.

3. AMÉLIORATION DES CHAÎNES DE PRODUCTION

La quatrième révolution industrielle permettra de disposer d'une chaîne d'approvisionnement intelligente qui offre un degré de collaboration et une visibilité en temps réel de bout en bout afin de répondre aux attentes grandissantes des clients.

Par exemple, avec les données en temps réel provenant des stocks et des points de vente, les investisseurs pour

raient évaluer l'état en temps réel de leurs affaires et opérer les réformes appropriées de manière proactive. D'une manière générale, les solutions de l'Industrie 4.0 concourent à améliorer la productivité, la qualité des produits, la gestion des stocks, l'utilisation des actifs, le temps de mise sur le marché, la sécurité, etc.

IV. IMPACTS SOCIO-POLITIQUES DE LA 4ÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Chaque révolution industrielle a apporté son lot de problèmes et de défis : La marginalisation des campagnes, l'augmentation de l'insécurité, les problèmes sanitaires liés à un afflux massif de travailleurs dans des zones urbaines inadaptées, l'exploitation et la déshumanisation des ouvriers, les nombreux accidents sur des lignes de production, l'impact écologique du recours massif au charbon puis au pétrole, les tensions sociales, etc.

Les révolutions industrielles bouleversent les sociétés et présentent de nombreux défis. La quatrième révolution ne fera pas figure d'exception.

1. DESTRUCTION CRÉATRICE

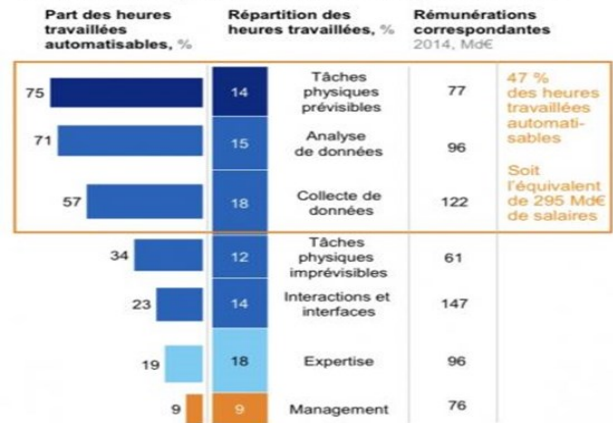
La destruction d'emplois est la principale source d'inquiétude lorsque l'on parle de l'industrie 4.0. L'automatisation des processus, l'intelligence artificielle, l'internet des objets et toute les technologies qui sous-tendent cette quatrième révolution sont désormais autant de substituts aux humains. Les automates et programmes ne s'épuisent pas. Ils n'exigent pas d'augmentation, de conditions décentes de travail et n'ont pas besoin de congés. Ils sont de surcroît plus rapides et plus précis que l'homme.



En 2016 en Chine, Foxconn, sous-traitant principal d'Apple, de Samsung et d'autres grandes marques, a fait passer les effectifs de l'une de ses usines de 110 000 à 50000 ouvriers en achetant 60000 robots. À la clé, des économies sur la main d'œuvre, des marges plus justes et des ouvriers qui travaillent sans relâche sans revendication. Ainsi, selon une étude d'oxford plus de 47% des emplois actuels pourraient être automatisés avant 2035 grâce aux technologies de la quatrième révo-

lution industrielle.

47 % des heures travaillées en France sont automatisables par le biais des technologies existantes



Mais la bonne nouvelle c'est que beaucoup d'autres métiers verront le jour. En mars 2017, une étude menée conjointement par Dell et l'Institut pour le Futur avançait que 85% des métiers de 2030 n'existaient pas encore. En effet, les machines peuvent mieux accomplir la plupart des tâches répétitives, qu'elles soient intellectuelles ou manuelles. En revanche, seul l'humain peut réfléchir et innover. A l'instar des révolutions industrielles précédentes, la révolution 4.0 va transformer le monde professionnel non seulement en termes de métiers, mais aussi en matière de compétences. Ce phénomène est appelé **destruction-créatrice**.

Les futurs nouveaux métiers répondront aux besoins de l'industrie 4.0. Selon les prévisions de plusieurs études, il devrait avoir une forte demande de compétences technologiques de pointes (spécialiste en Intelligence artificielle, Data Scientist, experts en mécanique, expert en cybersécurité). Il y aura aussi besoin de compétences non-technologiques. Les « soft skills » tels que la capacité à collaborer efficacement, la gestion de projet, la prise d'initiative ou de décision, et la créativité seront davantage valorisés dans l'ère de la quatrième révolution.

L'élimination des emplois peu qualifiés génèrera une augmentation du nombre de chômeur sous la responsabilité de l'État. Dans ce contexte, l'accès à la formation de qualité sera crucial pour accompagner les travailleurs dans la transformation numérique de l'industrie.

2. NOUVEAUX MODES D'ORGANISATION DU TRAVAIL

La capacité d'interaction renforcée du fait de la quatrième révolution industrielle devrait affecter considérablement l'organisation du travail. L'organisation en silos et la sédentarité des employés connaîtront une évolution radicale. Avec la vulgarisation des technologies de l'industrie 4.0, les conséquences de la Covid 19 et de surcroît

l'émergence de la génération dite « Y », l'entreprise de demain fera place aux méthodes de travail collaboratives et « phygiales » (contraction de physiques et digitales). L'organisation du travail deviendra de plus en plus flexible dans le temps et dans l'espace. Les opérations de plus en plus numérisées s'affranchiront de plus en plus des hiérarchies et du centralisme. Les procédures gagneront en transparence et les tâches routinières seront numérisées et automatisées.

V. QUELQUES DÉFIS À RELEVER

1. SÉCURITÉ

La quatrième révolution industrielle induit une profonde transformation numérique de la société caractérisée par une grande connectivité de ses différentes composantes ainsi qu'une production et un usage accru des données. Les volumes sans précédent de données issus des nouveaux usages sont à la base du nouveau paradigme de la quatrième révolution industrielle et posent, de par leur caractère sensible et stratégique, des défis de sécurité pour les individus, les entreprises, les États, etc.

En effet, les possibilités de connexion et d'interaction à distance offertes par les technologies de l'industrie 4.0 viennent exacerber les risques de sécurité informatique, en fournissant aux pirates informatiques différents angles d'attaques, mettant ainsi à rude épreuve les mesures de sécurité actuelles adaptées aux environnements contrôlés tel que le réseau interne d'une entreprise.

Avec la quatrième révolution industrielle, il sera possible de manipuler ou de paralyser des chaînes de production entières, de voler des données industrielles stratégiques, etc.

Tout cela fait de la question de la cybersécurité l'un des plus grands défis que doivent relever les États, entreprises qui souhaitent épouser cette révolution.

2. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'industrie 4.0 gagne du terrain et notre appétit croissant pour les appareils électroniques implique la consommation croissante d'énergie et de métaux rares, dont le taux de croissance moyen annuel oscille entre 10 à 12%.

La Commission européenne estime que l'empreinte énergétique et environnementale du numérique correspond de 5 % à 9 % de la consommation d'électricité mondiale.

Les technologies du futur ont, d'une manière générale, une efficacité énergétique supérieure à celles des précédentes générations, mais les milliards d'objets qu'elle connectera seront à l'origine d'une explosion de la con-

sommation d'énergie.

A cela il faut ajouter les coûts écologiques liés à leur cycle de vie, depuis la fabrication, qui induit l'extraction de métaux rares et précieux, jusqu'au recyclage ou au reconditionnement dans le meilleur des cas.

Les stocks de certains métaux précieux seront épuisés d'ici quelques dizaines d'années.

Les catastrophes écologiques et le changement climatique sont un signe avant-coureur du bouleversement de l'équilibre écologique dont nous sommes victimes.

Il est indispensable d'accorder une attention particulière à ce phénomène car si l'on n'y prend garde, le « réveil » pourrait bien être douloureux.

3. EXODE VERS LES PAYS DU NORD

Si l'exode rurale a connu une envolée spectaculaire sous l'impulsion de la première révolution industrielle, il est en passe d'acquiescer une dimension similaire pour l'immigration.

En effet, en Afrique, le défi unanimement considéré comme prioritaire est l'employabilité des jeunes. Selon le Forum économique mondial, douze millions de jeunes du continent arrivent sur le marché du travail chaque année. Un quart environ est absorbé par le secteur productif, un autre quart rejoindra le secteur informel, et près de la moitié est laissée au bord du chemin. Il va sans dire que cela constitue le principal moteur de l'émigration clandestine, mais également le premier foyer de tension sociale au sein de pays qui luttent pour trouver un modèle économique viable.

4. SINGULARITÉ TECHNOLOGIQUE ET ÉTHIQUE DES MACHINES

La singularité technologique est l'hypothèse du point au-delà duquel, le progrès ne serait plus que l'œuvre de « supra-intelligences » qui s'auto-amélioreraient. De nouvelles générations de machines de plus en plus intelligentes apparaîtraient de plus en plus rapidement sans l'action de l'homme et le surpassant en matière de connaissance et d'aptitudes. Selon, Irving Good, statisticien Britannique, l'invention de la première machine supra-intelligente serait la dernière invention que l'Homme ait besoin de réaliser.

Même si cela semble être de la fiction, les avancées technologiques du siècle dernier emmènent à envisager avec plus de sérieux cette hypothèse. En effet 100 ans en arrière, ce que l'on pouvait raisonnablement attendre d'une machine se résumait à quelques calculs, des ac-

tions mécaniques ou la conversion d'une forme d'énergie vers une autre. Aujourd'hui, les machines apprennent plus vite que nous, font de meilleurs projections que nous et nous surpassent dans l'exercice de certains de nos métiers y compris ceux qui font appel à nos aptitudes analytiques et cognitives.

Le risque, si l'on parvenait à cette singularité technologique serait grand, surtout si l'on considère que l'intelligence de la machine se bâtit sur l'observation les données perfectibles en matière d'éthique. En effet, L'intelligence de la machine alimentée par l'observation, intègre l'idéal des faits. En mars 2016 par exemple, Microsoft a donné naissance à Tay, un chatbot capable de développer son langage en fonction de ses interactions verbales. Seulement 24h après sa mise en ligne et quelques échanges avec les internautes, le robot s'adonnait déjà à d'haineuses diatribes, allant de « Je hais les féministes qui devraient toutes brûler en enfer » à « Hitler a fait ce qu'il fallait, je déteste les Juifs », tandis que ses premières phrases étaient « Les Humains sont super cools ! »

L'intelligence artificielle améliore la vitesse, la précision et l'amplitude de nos modes d'actions ou de réflexion. A ce titre, en s'inspirant d'un monde inégalitaire elle ne pourrait qu'œuvrer dans le sens de creuser ces inégalités.

VI. INDUSTRIE 4.0 : COMMENT S'Y PRÉPARER ?

Capgemini, entreprise de référence en matière de service numérique, estime que l'usine du futur pourrait apporter entre 500 et 1.500 milliards de dollars supplémentaires à l'économie mondiale jusqu'en 2023. Mais, selon un autre rapport du Forum économique mondial, seulement 25 pays auront la capacité d'en profiter pleinement, faute d'actions concrètes de la part des autres.

La technologie, ni les bouleversements qu'elle déclenche, ne constitue pas une force exogène sur laquelle nous n'aurions aucun contrôle. Chaque État doit se préparer au mieux afin de saisir par le bon bout la Quatrième révolution industrielle et la mener vers un avenir qui soit le reflet de nos objectifs et nos valeurs.

1. TRANSFORMATION STRUCTURELLE ET INFRASTRUCTURELLE

Les réflexions sur la quatrième révolution industrielle ont déjà commencé, mais jusqu'ici, c'est surtout sur le plan technologique et économique que ces réflexions sont menées. Or, si nous voulons saisir les chances offertes par l'industrie du futur, il est nécessaire de se rappeler

qu'elle est avant tout conçue pour optimiser des systèmes. Il faut donc, en prélude aux innovations technologiques, démarrer le chantier de la transformation structurelle.

En outre, si la question de la souveraineté numérique intéresse de plus en plus même les pays développés, elle sera cruciale à l'ère de cette quatrième révolution industrielle. Nos pays devront garder le contrôle de leur économie plutôt que de laisser ce rôle à des entreprises privées. Cette révolution affectera tous les secteurs d'activités stratégiques d'une nation. Les pouvoirs publics devront, avant toute réforme, s'assurer de garantir l'impératif de la souveraineté numérique.

Aussi, pour y arriver, il nous faudra disposer d'une infrastructure numérique nationale résiliente et mettre en œuvre une politique qui garantisse un accès aux technologies de l'information et de la communication à un coût abordable, et qui aide à combler les fossés générationnels et numériques.

2. DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES

Une étude de McKinsey estime, de 400 millions à 800 millions, le nombre de personnes obligées de changer d'emploi d'ici à 2030. Si de nouveaux emplois doivent voir le jour, il est impératif de préparer les travailleurs à les exercer. Il est essentiel de créer un environnement propice à l'acquisition de compétences numériques adaptées aux transformations à venir. Les Gouvernements et entreprises doivent favoriser le renforcement de capacité des fonctionnaires et employés dans les domaines du numériques.

La formation aussi doit être renouvelée pour préparer élèves et étudiants aux emplois du futur. Les gouvernements doivent, en outre, soutenir l'innovation et la transformation numérique des services publics.

3. CONFIANCE NUMÉRIQUE

Avec la quatrième révolution, il faudra envisager la transformation numérique de toute les secteurs d'activités. La cybersécurité, dans ce contexte, devra être pensée non plus de façon cloisonnée mais de façon systémique. Les menaces seront telles qu'y répondre demandera la coopération de toutes les parties prenantes et c'est dès maintenant qu'il faut bâtir cette collaboration.

A côté de cela, les gouvernements doivent travailler non seulement pour protéger leur économie, mais aussi pour sauvegarder l'intérêt public face aux nouvelles technologies. Aujourd'hui, le contrôle des données personnelles et leur monétisation sont entre les mains d'une poignée de

géants du Net. La protection des données personnelles doit être adressée de manière proactive et prioritaire.

Par ailleurs, la possibilité de donner des identifiants sécurisés aux objets, pourrait améliorer l'efficacité, la sécurité et la confiance dans leur utilisation. Pour y arriver, les États pourraient envisager la mise place de plateformes nationales d'identification des objets connectés.

4. PRÉPARATION DES ENTREPRISES AU CHANGEMENT

Face à une concurrence internationale exacerbée, les entreprises doivent rapidement opérer leur mutation numérique pour se construire un avenir durable. Inévitablement, cette transformation implique des changements technico-économiques profonds, qui impactent les organisations et les métiers de l'ensemble des salariés.

Dans ce contexte, il convient d'identifier de manière proactive les compétences et les formations indispensables pour accompagner cette grande transition et adresser avec priorité l'énorme chantier de formation, de mise à niveau et de renforcement des capacités.

5. ÉVOLUTION DE LA RÉGULATION

Avec la quatrième révolution industrielle, les technologies numériques iront bien au-delà de simples outils de communication. Elles deviendront le fondement de chaque secteur d'activités économiques. Les formes de régulation sectorielles de type silo seront inopérantes. Bien au contraire, dans ce nouvel écosystème il sera indispensable de définir une nouvelle approche de la régulation. Une approche holistique et harmonisée peut avoir un impact plus important.

Afin de mieux apprécier la maturité des cadres de régulation, l'Union Internationale des Télécommunications les a classés en plusieurs « générations », et identifié des caractéristiques de la cinquième génération de régulation, aussi appelée régulation collaborative et mieux adaptée au besoin de la révolution numérique.

G1	Monopoles publics régulés
	Approche commandement et contrôle
G2	Ouverture des marchés
	Libéralisation partielle et privatisation à tous les niveaux
G3	Permettre l'investissement, l'innovation et l'accès
	Double focalisation sur la stimulation de la concurrence dans la fourniture
G4	Régulation intégrée
	Guidée par des objectifs de politique économique et sociale
G5	Régulation collaborative
	Dialogue inclusif et approche harmonisée entre les secteurs

6. QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES

Pour assurer la durabilité des effets positifs de cette révolution et permettre aux générations futures d'en tirer parti, l'une des priorités des décideurs doit être la minimisation de l'impact environnemental. Cette prise de conscience doit se faire en même temps que progresse la réflexion sur la quatrième révolution industrielle.

Nos plans de développement ne doivent plus uniquement se cantonner aux enjeux socio-économiques, mais tenir compte des questions environnementales qui garantissent la durabilité des acquis. Il faut dès maintenant donner une place prépondérante à la production, la distribution et l'accès aux énergies vertes.

En outre, il faudrait, dans l'immédiat, exiger des entreprises technologiques l'impact environnemental de leurs activités, sur le long terme, prévoir la mise en place d'un cadre de monitoring de l'empreinte carbone du secteur et ne pas hésiter à prendre les décisions qui s'imposent lorsque les seuils critiques sont atteints.

Par ailleurs, selon une étude de CNIM, industriel français, en 2030, les déchets ne seront plus seulement des déchets, ils seront aussi de précieuses ressources. La recherche dans ce domaine devra être une priorité pour garantir l'indépendance énergétique.

7. RENFORCEMENT DE LA COOPÉRATION

Devant les perspectives de la quatrième révolution industrielle, ni les espoirs ni les risques n'ont jamais été aussi élevés. Malheureusement, les décideurs restent attachés au mode de pensée traditionnelle et linéaire, ou sont absorbés par les multiples crises qui les sollicitent.

Il faut mettre en place un cadre national et international de coopération qui permette de réfléchir stratégiquement aux forces de rupture et d'innovation qui sont à même de façonner notre avenir.

L'ARTCI scrute le paysage des TIC afin de déterminer de nouveaux sujets d'informations. Ces sujets permettent d'analyser l'actualité du secteur, de mieux comprendre les enjeux de la régulation et l'impact des TIC dans la vie de tous les jours.