**Historique**

**DIAPO.#1**

**Les révolutions industrielles :**

**1769 : INDUSTRIE 1.0**

Exploitation du charbon et mise au point de la machine à vapeur par james Watts en 1769.

L’artisanat va être remplacé par la production mécanique, les usines vont se substituer aux manufactures et ateliers artisanaux.

La machine se substitue à l’homme.

**1870 : INDUSTRIE 2.0**

Exploitation du pétrole et de l’électricité à la fin du XIXème siècle.

Modernisation des moyens de production grâce à ces énergies.

Ce qui permet la mise en place du taylorisme et du travail à la chaîne rendant productif les ouvriers non qualifiés.

Production en masse de produits identiques

**1969 : INDUSTRIE 3.0**

Grâce à l’avènement de l’électronique, des télécommunications ou encore de l’informatique.

Automatisation des tâches les plus difficiles pour les ouvriers.

C'est le début de la robotique, de la flexibilité des outils de production et de la production en grandes séries.

**2021 : INDUSTRIE 4.0**

## **Qu’est-ce que l’industrie 4.0 ?**

Le concept d’industrie 4.0 ou industrie du futur a été formulé pour la première fois en 2011 au Forum mondial de l’industrie d’Hanovre. Pour toutes les entreprises industrielles, tous secteurs et tailles confondus, il s’agit de prendre un tournant décisif en modifiant l’organisation du mode de production, notamment grâce à de nouveaux outils numériques. L’objectif : s’adapter aux nouveaux modes de consommation en étant capable de produire des services et produits personnalisés en série limitée ou en quantité réduite, sans engendrer de surcoûts.

**L’usine 4.0 est** :

* Agile et réactive : capable de changer rapidement les quantités et les modalités de production
* Plus performante : connectée et collaborative, l’industrie 4.0 s’engage à développer les compétences de ses salariés et à exploiter intelligemment les outils numériques pour mieux piloter, communiquer et améliorer sa connaissance client
* Plus économe : en optimisant ses moyens de production et en se digitalisant à tous les niveaux (achat, logistique, énergie), l’industrie du futur réalise des économies et préserve ses ressources et celle de la planète

Les enjeux pour l’industrie en général et l’industrie française en particulier sont considérables. En étant plus au fait des besoins clients, voire en connectant directement son organe de production à son outil de connaissance client, l’industrie du futur produit mieux et plus juste en impliquant tous les collaborateurs.

## **Quelles sont les principales applications de l’industrie 4.0?**

Les applications de l’industrie 4.0 sont extrêmement variées sur le plan des coûts et de la complexité.

* **Éliminer le papier** – La numérisation des documents commerciaux (instructions de travail, formulaires, bons de commande, bordereaux d’expédition, spécifications de produits, etc.) pour économiser temps et argent et réduire les erreurs causées par des données erronées ou périmées.
* **Surveiller et contrôler en temps réel les machines et l’équipement** – Installez des capteurs sans fil sur vos machines et votre équipement pour surveiller la production et recueillir des données en temps réel. Vous pourrez ainsi effectuer un suivi précis de votre production, repérer et corriger les problèmes et prendre des décisions stratégiques plus éclairées. C’est ce qu’on appelle l’Internet industriel des objets.
* **Introduction de procédés intelligents** – Utilisez des machines capables d’analyser leurs propres données pour prévoir à quel moment leur entretien doit être effectué ; certaines peuvent même prendre rendez-vous avec un technicien. Les technologies de contrôle avancées évaluent la qualité en temps réel durant la production et interviennent lorsqu’il faut corriger des défauts.
* **Optimiser les procédés** – Explorez les données à l’aide de logiciels d’analyse avancée afin de repérer les meilleurs scénarios de production et d’entretien, leur utilisation permet d’améliorer la production et utiliser les actifs de façon optimale.
* **l’impression 3D** – L'utilisation des imprimantes 3D pour produire rapidement des prototypes, fabriquer des formes complexes et créer des produits hautement personnalisés selon les spécifications de vos clients.
* **Connecter les produits à l’Internet** – Les produits sont dotés de capteurs pour en surveiller l’utilisation. Les clients seront avisés quand il est temps d’effectuer l’entretien et leur signaler les problèmes éventuels. Utiliser les produits intelligents pour ajouter des services en fonction de l’usage, pour passer à un modèle d’affaires axé sur les produits en tant que service ou pour développer de nouveaux produits novateurs.
* **Intégration des réseaux informatiques** – l’utilisation d’Internet permet d’entrer entrer en contact avec les clients, les fournisseurs et les partenaires d’affaires. Pour ce faire, l’industrie peut avoir recours à un extranet ou à un système d’échange de données informatisé (EDI) pour le commerce interentreprises, et à un site Web transactionnel pour le commerce grand public.

**Les outils permettant cette nouvelle révolution**

Chaque révolution industrielle a pour origine une source que ce soit énergétique ou bien mécanique/robotique

**DIAPO.#2**

**Big Data et analytique**

Le big data et l’analytique désignent le processus complexe d’acquisition d’informations sur divers éléments. Il peut s’agir de corrélations inconnues, des préférences des clients ou des tendances du marché. Les analyses collectées permettent aux entreprises de prendre des décisions intelligentes sur ce qu’elles doivent produire ou faire.

Ces informations proviennent souvent de facteurs tels que la modélisation prédictive et les algorithmes statistiques.

### **L’Internet des objets (IoT)**

L’[Internet industriel des objets](https://www.objetconnecte.com/iiot-internet-des-objets-industriel-definition) consiste à utiliser l’Internet et le Wi-Fi pour connecter toutes les composantes d’une usine ou d’une installation industrielle intelligente. Cela peut être notamment utile pour la communication de machine à machine, les données des capteurs, l’apprentissage automatique, etc.

En fait, l’IoT se décrit comme un réseau constitué d’une multitude de dispositifs industriels connectés par des technologies de communication. Ces dernières permettent aux systèmes de surveiller, collecter, échanger et fournir de nouvelles informations précieuses comme jamais auparavant. Ces données peuvent ensuite aider les entreprises industrielles à prendre des décisions commerciales plus intelligentes et plus rapides.

Bosch RFID Radio Frequency Idendification démocratisé

### **Intégration horizontale et verticale du système**

L’intégration horizontale et verticale fait référence à deux composants majeurs dans le développement d’usines intelligentes. L’intégration horizontale désigne la mise en réseau de machines et de systèmes au sein d’une ligne de fabrication.

Alors que l’intégration verticale, elle représente le processus de connexion de tous les niveaux de production. Ceux-ci vont de l’atelier de fabrication au département des ventes d’une entreprise. Elle établit également un lien entre les ingénieurs et les usines où se fabrique le produit auquel ils ont travaillé.

### **Robots autonomes (machine learning)**

Bien que les robots autonomes soient présents sur le marché depuis un certain temps, les nouvelles technologies les rendent plus efficaces et plus rapides. En fait, il semble que dans un avenir proche, de nouveaux robots et machines plus intelligents vont être capables d’interagir avec les humains et d’apprendre d’eux. En outre, ces innovations leur permettent d’interagir entre eux et d’adapter leurs actions à chaque nouveau produit qu’ils produisent.

### **Simulation**

Les ingénieurs ont recours aux simulations 3D depuis longtemps. Avec la montée en puissance de l’industrie 4.0, les simulations vont également intervenir dans les usines. En effet, cette tendance offre la possibilité de disposer d’une copie numérique d’un objet réel pouvant être testé et manipulé numériquement.

Par ailleurs, les simulations permettent de former les employés et de superviser la production. Elles exploitent les données en temps réel pour refléter le monde physique dans un modèle virtuel. Les opérateurs pourront ainsi optimiser les paramètres des machines pour le prochain produit de la ligne dans le monde virtuel avant le changement physique. Cette action réduit les temps de réglage des machines et augmente la qualité.

### **Réalité augmentée**

La réalité augmentée constitue une technologie relativement nouvelle. Actuellement, elle présente des avantages tels que la sélection de pièces dans un entrepôt grâce à la robotique. À l’avenir, les ingénieurs espèrent recourir à la réalité augmentée pour aider les employés à réparer et à manipuler des machines complexes.

+ intervention sur des prévisions de chaînes de montages

### **La cybersécurité**

**IT (Information Technology) - OT (Operation Technology )**

Avec le développement des technologies, des réseaux et de l’intégration, il devient de plus en plus important d’inclure des niveaux élevés de cybersécurité. En effet, sans renforcement des mesures de sécurité, les entreprises courent le risque de se faire pirater et de perdre leur production.

Celles qui cherchent à transformer leur industrie vers un système intelligent doivent envisager de faire équipe avec des entreprises de cybersécurité.

### **Le cloud**

L’innovation du Cloud permet aux entreprises de stocker et de partager la multitude de données et d’informations. Avec l’Industrie 4.0, les sociétés de production doivent partager une grande quantité de données au-delà des frontières de l’entreprise. Par ailleurs, cette démarche leur permet également de voir et de faire les choses très rapidement via le partage cloud.

### **La fabrication additive**

La fabrication additive se distingue par la possibilité de produire des articles uniques en interne et à moindre coût. En d’autres termes, au lieu de sous-traiter la conception d’un produit personnalisé, une entreprise serait en mesure de le réaliser elle-même. Cette solution contribue également à réduire les pénuries de produits.

L’impression 3D permet aux producteurs de créer des prototypes et de produire des composants individuels. Cette technique peut se révéler utile pour créer du matériel en série pour une commande personnalisée. Au lieu d’attendre que les consommateurs achètent un produit à taille unique, elle permet de créer des articles qui correspondent exactement à leurs besoins.

**Les enjeux de l’industrie 4.0**

Chaque révolution industrielle a apporté son lot de problèmes et de défis. La marginalisation des campagnes, l’augmentation de l’insécurité et 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… Les révolutions industrielles bouleversent les sociétés sur les plans économique, social et politique, et font naître de nombreux enjeux auxquels répondent les dirigeants d’entreprises et d’Etats selon les priorités de l’époque. L’industrie 4.0 ne fera pas figure d’exception.

Dans un contexte où le terme de “développement durable” est sur toutes les lèvres, où le monde est globalisé et interconnecté, quels sont les enjeux de la quatrième révolution industrielle ?

##### **La standardisation au service de l’industrie 4.0**

La puissance de l’industrie 4.0 ne pourra être déployée que si les systèmes sont interopérables, c’est-à-dire s’ils peuvent fonctionner les uns avec les autres, sans restriction d’accès ou de mise en œuvre. Or cela n’a rien d’évident dans la mesure où telle ou telle machine sera construite par tel ou tel constructeur, avec telle ou telle spécificité unique. Il s’agit donc de créer des normes universelles afin d’assurer l’interopérabilité de ces machines et de ces systèmes pour fluidifier la chaîne de production.

En particulier, les systèmes doivent pouvoir communiquer entre eux. Communiquer consiste à transmettre des informations, mais tant que les systèmes n’attribuent pas de sens à ce qu’ils envoient ou reçoivent, alors ils ne font que s’échanger des données sans pouvoir en faire quoique ce soit. Pour que ces données deviennent des informations, il faut donc créer des protocoles de communication, c’est-à-dire spécifier des règles pour un type de communication, et les standardiser. L’un des principaux enjeux est donc de déterminer quels seront les standards informatiques des usines du futurs, et d’imposer ces standards au niveau international.

Le protocole OPC UA45 est par exemple un standard de prédilection pour l’industrie 4.0. C’est un protocole de communication universel, sécurisé, adapté à la communication entre machine, qui peut être appliqué à n’importe quel support physique ou système d’exploitation, et qui peut aussi bien être installé sur un micro-ordinateur embarqué que sur un automate ou un capteur. Mais il n’est pas encore très déployé en France, alors qu’il l’est en Allemagne et aux Etats-Unis, les deux pays leaders de la quatrième révolution industrielle.

##### **La sécurité : l’enjeu clé de la quatrième révolution industrielle**

La sécurité est un enjeu de l’industrie 4.0 à plusieurs niveaux. D’une part, les systèmes de production doivent être fiables. Pour ne pas perturber la chaîne de production, les problèmes techniques tels que les pannes ou les dysfonctionnements des machines et des logiciels doivent être évités à tout prix. D’autre part, les installations et les machines utilisées ne doivent pas présenter de danger ni pour les humains qui les utilisent, ni pour les données et informations qu’elles contiennent.

L’industrie 4.0 va générer et brasser une quantité de données astronomique. Or, dans un système où tout est interconnecté, le risque est plus grand : si une machine est la cible d’une cyberattaque, alors toutes les autres machines appartenant au même réseau sont aussi potentiellement en danger. Aujourd’hui le *cloud* présente quelques faiblesses en termes de sécurité : la confidentialité des données n’est pas toujours assurée, et ces dernières ne sont pas toujours chiffrées. Or, empêcher le vol, le transfert non-autorisé de données, et les tentatives de piratage de données par des acteurs internes ou externes d’un même réseau de chaînes de valeur, sont des enjeux clés pour protéger les données stratégiques et secret industriel. A noter que la sécurité des employés passe aussi par leur sécurité numérique : leurs données personnelles doivent être protégées au même titre.

Il existe plusieurs solutions pour augmenter la cybersécurité. D’abord, la formation des employés est primordiale car elle permet de limiter le risque humain. Créer différents niveaux d’accès permet aussi de réduire le nombre de failles humaines. Ensuite, au niveau du réseau, il est possible d’utiliser un réseau virtuel privé (VPN), ou encore de segmenter le réseau en sous-réseaux pour augmenter le nombre de barrières. Les entreprises peuvent également utiliser des protocoles sécurisés tels que TLS (Transport Layer Security) et SSL (Secure Socket Layer) pour transférer des données, ainsi que sécuriser l’identification et l’authentification au moyen d’échange de clés de chiffrement.

La sécurité, et particulièrement la cybersécurité dans le contexte de l’industrie 4.0, est un enjeu bien trop important pour être relégué au second plan. Compter un expert en la matière parmi ses ressources humaines est la première chose à faire pour diminuer le risque.

##### **L’industrie 4.0 fait elle mieux ou moins bien sur le plan environnemental ?**

C’est l’une des promesses de l’industrie 4.0 : elle sera responsable. Responsable socialement et responsable écologiquement. En ce qui concerne l’écologie, elle a indéniablement plusieurs cordes à son arc.

La principale ressource d’énergie utilisée sera l’électricité, autrement dit une énergie renouvelable. Pour limiter les coûts financiers, les entreprises auront tout intérêt à optimiser au maximum l’utilisation de cette dernière, comme c’est déjà le cas dans les *data centers*. C’est par exemple l’idée derrière les *smart grids*, ou réseaux électriques intelligents, des réseaux de distribution d’électricité qui favorise la communication entre fournisseurs et consommateurs afin d’ajuster le flux d’électricité en temps réel et de gérer de façon plus efficace le réseau électrique. Au niveau d’une ligne de production, les gains pourraient ainsi être conséquents.

Ensuite, l’industrie 4.0 tend à produire des biens mieux adaptés à la demande et de façon plus efficiente, avec en particulier une utilisation des ressources plus juste et avec moins de déchets. Les imprimantes 3D par exemple n’utilisent que le strict nécessaire en termes de matériaux.

Enfin, dans le secteur industriel, les appareils électroniques et les machines ont une durée de vie élevée, et le *cloud*, qui est un espace virtuel, n’en n’a pas du tout.

Mais l’industrie 4.0 n’aura pas un impact écologique nul ! Pour revenir sur les appareils électroniques et les machines, leur fabrication nécessite énormément de ressources, en particulier d’eau, et rejette une grande quantité de déchets chimiques toxiques. Les métaux utilisés, comme le cobalt ou le lithium pour les batteries, sont des métaux dont l’extraction et l’utilisation ont un sérieux coût écologique. Mais ce n’est pas tout. Le secteur du numérique pollue énormément, et constitue aujourd’hui entre 2 et 4% des émissions de gaz à effet de serre mondiales. Et l’industrie est bien loin d’avoir achevé sa transformation numérique ! Bien qu’optimisées, les lignes de production 4.0 consommeront beaucoup d’électricité et émettront beaucoup de gaz à effeet de serre.

Dans la mesure où l’industrie 4.0 va impacter beaucoup de comportements et transformer un grand nombre d’activités, il est presque impossible de dire aujourd’hui quel sera l’impact écologique de l’industrie 4.0 lorsqu’elle sera pleinement déployée, ou même de dire si cela sera mieux ou moins bien qu’avant. Ce qui est sûr, en revanche, c’est qu’il est primordial d’intégrer dès maintenant l’aspect durable dans l’élaboration et la conception des chaînes de production et des machines. La question environnementale ne doit pas être traitée après coup, mais bien être pensée en même temps que progresse la réflexion sur l’industrie 4.0.

##### **La place de l’homme dans l industrie 4.0**

La destruction d’emploi s’est probablement ce qui inquiète le plus lorsqu’on parle de l’industrie 4.0. La numérisation et l’automatisation des processus, les robots et l’IA sont perçus comme autant de substituts aux humains. Alors oui, beaucoup de métier vont disparaître. Mais la bonne nouvelle c’est que beaucoup d’autre vont apparaître. Comme les révolutions industrielles précédentes, la révolution 4.0 va transformer le monde professionnel non seulement en termes de métiers, mais aussi en termes de compétences.

Il y aura besoin de compétences technologiques en IoT, en réseaux, en cybersécurité, en robotique, et globalement dans la manipulation des outils du numériques ainsi qu’en ingénierie des systèmes électroniques et informatiques. Il y aura aussi besoin de compétences non-technologiques : par exemple, la gestion du savoir, la gestion de l’information, la gestion des réseaux sociaux. Les *soft skills* seront davantage valorisés, comme par exemple l’autonomie, la responsabilité, la capacité à collaborer efficacement, la gestion de projet, la prise d’initiative ou de décision, et la créativité.

Les futurs nouveaux métiers répondront aux besoins de l’industrie 4.0. Par exemple, il y aura de nombreux métiers, déjà plus ou moins répandus, liés au domaine de la *data* : *data scientist*, *data architect*, *data engineer*, *data analyst*, responsable des données numériques… Il y aura également besoin d’experts en fabrication additive ou en mécatronique, et même de formateurs de robots ! Il faudra aussi des ingénieurs en cybersécurité, des statisticiens en maintenance prédictive, ou encore des responsables en e-CRM. Pour la gestion de la *supply chain*, il faudra des responsables, des conducteurs de ligne, des opérateurs de commandes numériques, des opérateurs et des techniciens de maintenance. Enfin, les métiers du management seront aussi transformés avec par exemple des intitulés tels que chef de projet en TIC, chef de projet en IoT, ou encore *Chief Digital Officer*.

L’accès à la formation continue sera crucial pour accompagner les travailleurs dans la transformation numérique de l’industrie : d’abord pour acquérir une culture numérique, ensuite pour évoluer en même temps que les technologies.

De façon contre-intuitive, la quatrième révolution industrielle permet de remettre l’humain au centre de l’industrie, en augmentant la responsabilisation, l’organisation participative et la collaboration, en encourageant la créativité et l’autonomie, et en stimulant les compétences sociales. La recherche de la qualité de vie au travail sera également au centre des préoccupations.

Les machines peuvent faire, et même mieux, la plupart des tâches répétitives, qu’elles soient intellectuelles ou manuelles. En revanche seul l’humain peut réfléchir, penser des solutions et innover.

Les machines, d’une entreprise à l’autre, peuvent toutes faire les mêmes tâches. Ce seront donc les femmes et les hommes qui y travaillent qui feront la différence.

Il ne s’agit pas là des seuls enjeux liés à l’industrie 4.0. Les enjeux économiques, politiques et géopolitiques n’en sont pas moins importants et méritent autant d’attention. Les révolutions industrielles sont des moments clés de notre histoire car elles transforment sur le long-terme. Il est clair aujourd’hui que nous ne pouvons pas encore qualifier ou quantifier de façon certaine les impacts qu’aura la quatrième révolution industrielle, mais il ne fait aucun doute qu’ils seront nombreux.

**Association des stratégies émergentes et de la robotique**

**Les effets à long termes d’un tel développement**