



CHEF DE PROJET EN AUTOMATISME ROBOTIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLES CP ARII

La Fabrication dans l'Industrie du Futur

Patrick MONASSIER

1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine,
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

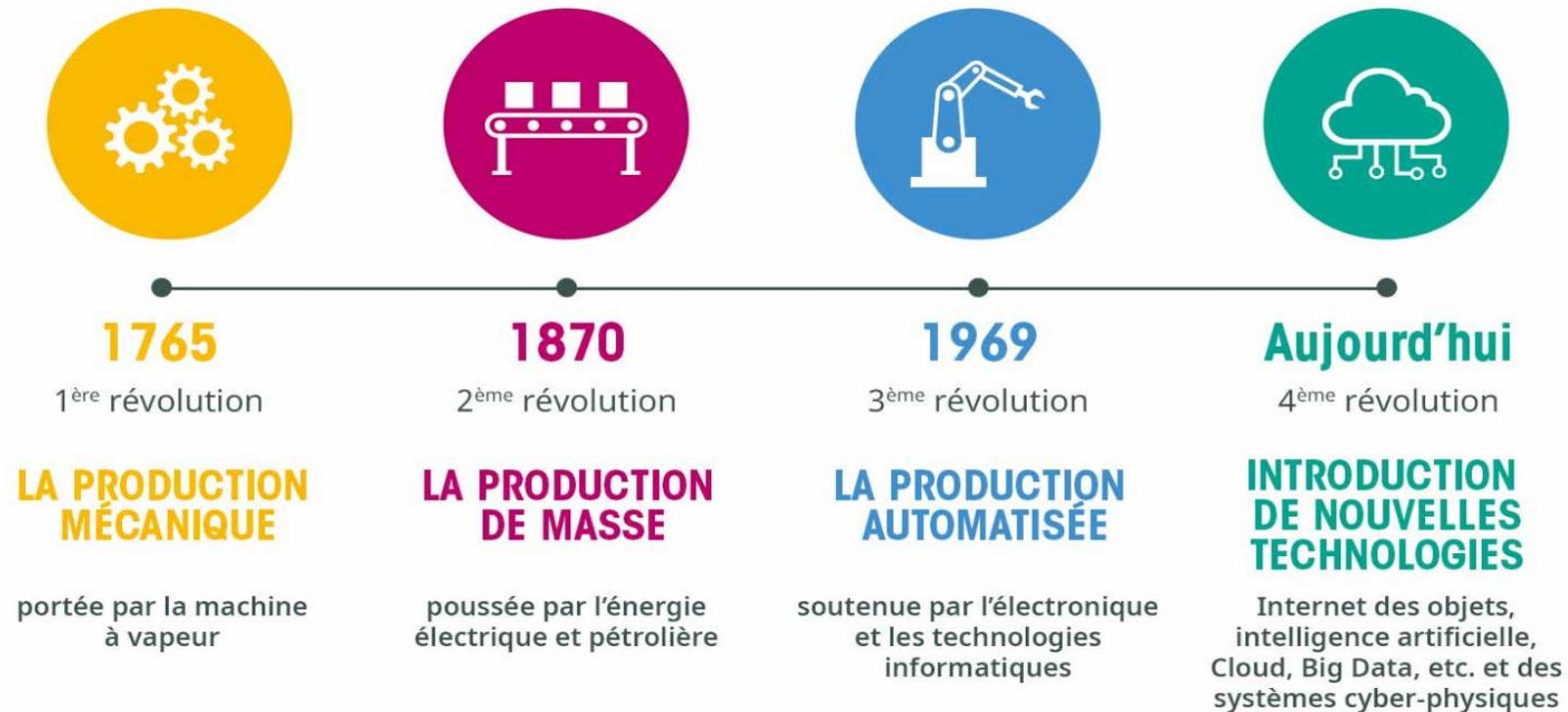
- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

1 Comprendre les enjeux économiques

a) Numérisation de l'usine



Les 4 révolutions industrielles



1 Comprendre les enjeux économiques

Le concept



Le concept d'**Usine du futur** correspond à une nouvelle façon d'**organiser les moyens de production** : l'objectif est la mise en place d'usines intelligentes - **smart factories** - capables d'une plus grande **adaptabilité** dans la production et d'une allocation plus efficace des ressources.

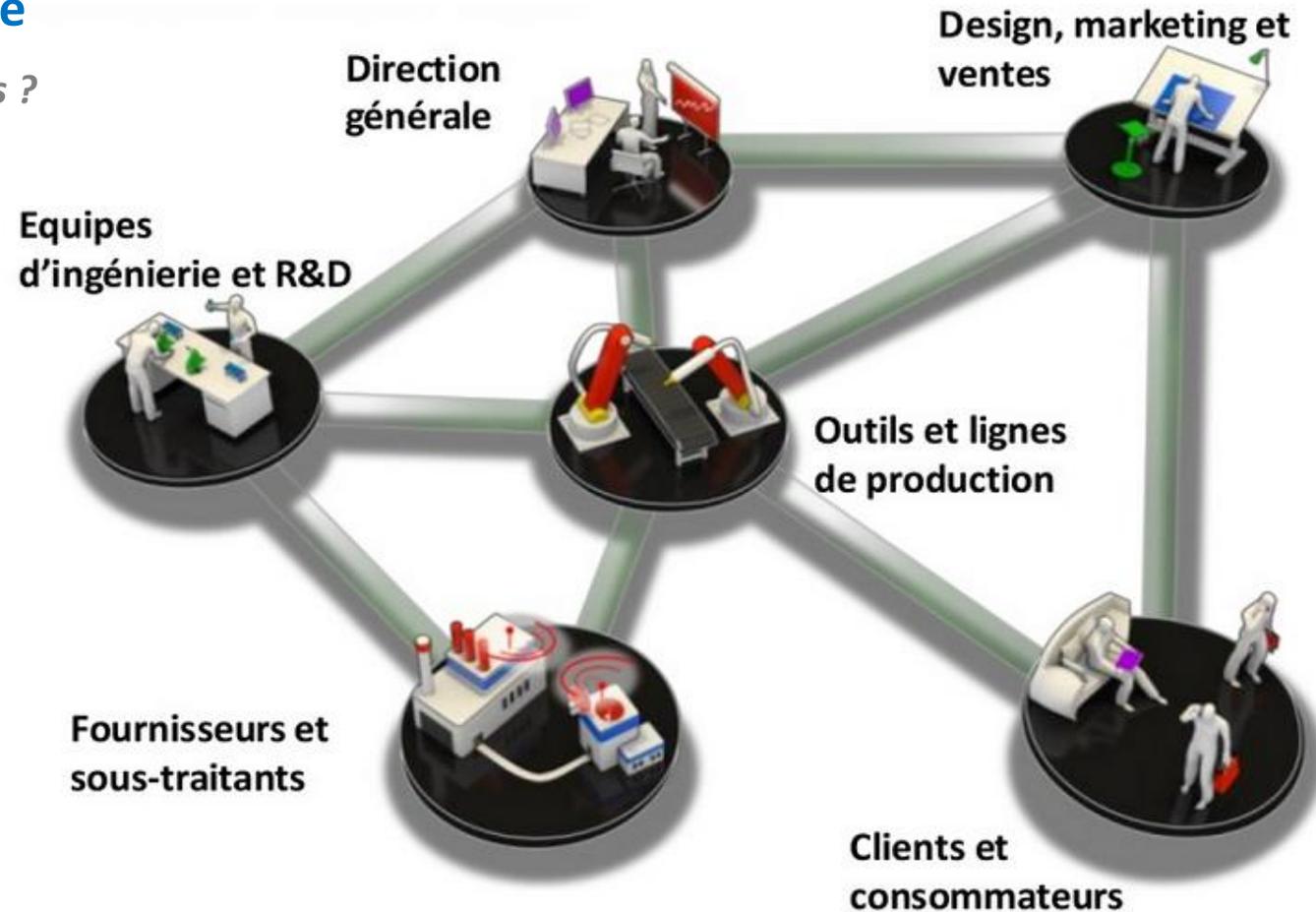
L'industrie 4.0 combine plusieurs **ruptures technologiques**. Cela consiste à transformer le modèle industriel en un **modèle ultra-automatisé** grâce aux nouvelles technologies de la robotique, de la réalité augmentée, de l'impression 3D, de la simulation numérique, de l'Internet industriel, etc.

Ces ruptures obligent à repenser la manière de voir une **stratégie industrielle**.

1 Comprendre les enjeux économiques

L'usine impliquée

Qui sont les décideurs ?



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production



Vers l'usine numérique et connectée :

- intelligente, capable de communiquer de manière continue ou instantanée à l'intérieur d'un réseau bien défini, pour adapter sa production aux attentes des clients tout en garantissant un niveau de performance optimal (industrielle, économique, énergétique).
- Interaction entre
 - les produits et les machines
 - les machines entre elles
 - l'usine, ses partenaires et ses clients

Sur la chaîne de création de valeur le numérique n'est plus seulement au service de l'optimisation mais offre des **capacités d'innovation** de **produits** et de **services**

1 Comprendre les enjeux économiques



L'usine élargie



La **RSE** responsabilité sociétale des entreprises (CSR - Corporate Social Responsibility) désigne la prise en compte par les entreprises, sur base volontaire, et parfois juridique, des enjeux, environnementaux, sociaux, économiques et éthiques dans leurs activités

1 Comprendre les enjeux économiques



b) Flexibilité et personnalisation de la production

De nouveaux modèles émergent :

- Une production **non standardisée** avec un haut degré de variabilité du produit,
 - Une plus grande intégration des produits et des services **liés au business**,
 - Une stratégie explicite de développement de services basés sur **internet**,
 - La vente de services calibrés à partir des **données** fournies par les utilisateurs,
 - Des utilisateurs en prise directe avec la **modélisation** du produit acheté ou loué
- ✓ **Adapter sa production aux attentes des clients**
 - ✓ **Produire des petites séries aux prix des grandes séries**
 - ✓ **Relocaliser la production**

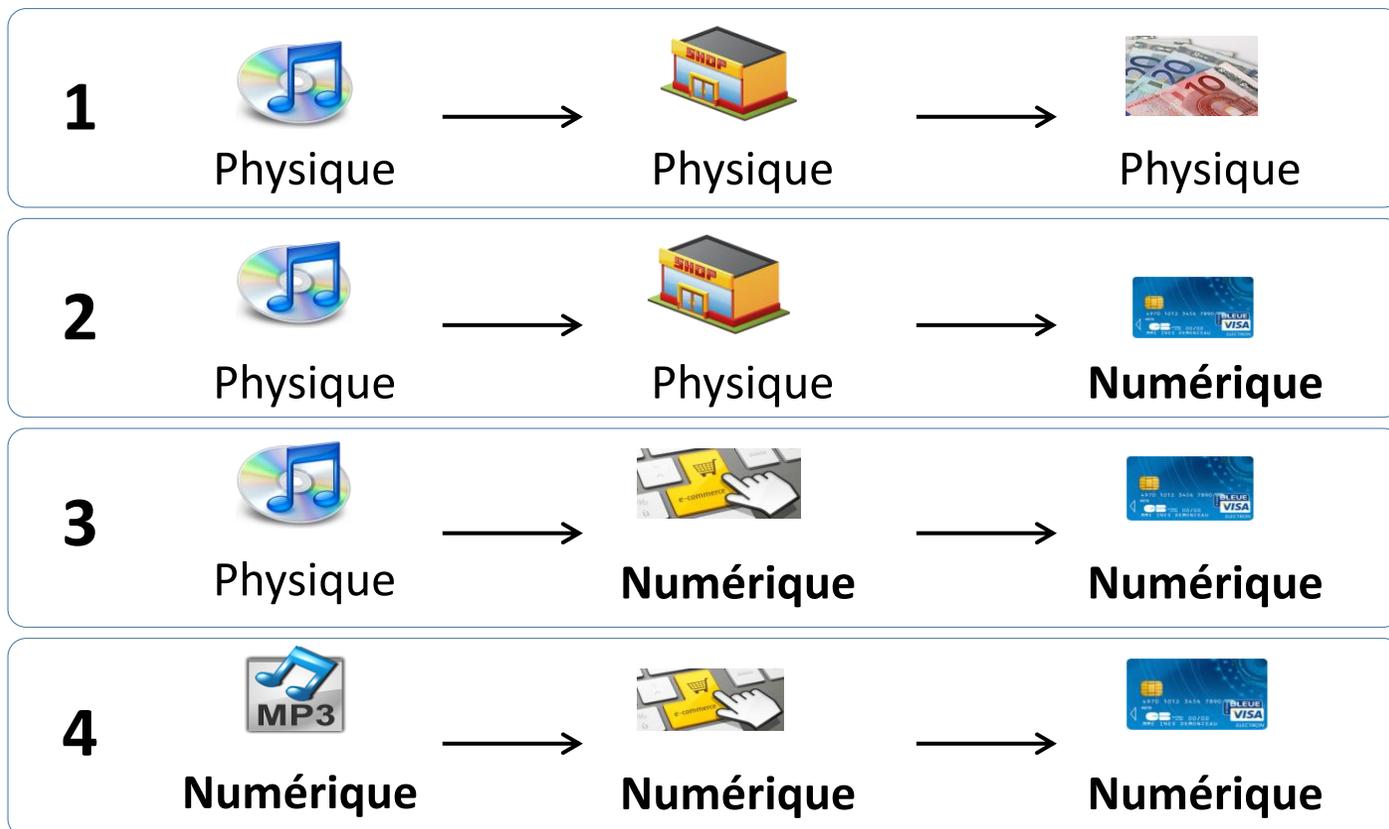
*Ce ne sont plus les gros qui mangent les petits,
mais ce sont les rapides qui mangent les lents*

1 Comprendre les enjeux économiques

a) Numérisation de l'usine



ÉVOLUTIONS DES MODÈLES ÉCONOMIQUES ?



Économie traditionnelle



Économie de service



Économie de partage



Économie solidaire



1 Comprendre les enjeux économiques

a) Numérisation de l'usine

COMMUNICATION



GPS

Internet :

Le réseau des réseaux

Les autoroutes de l'information



Ethernet

Internet

M2M

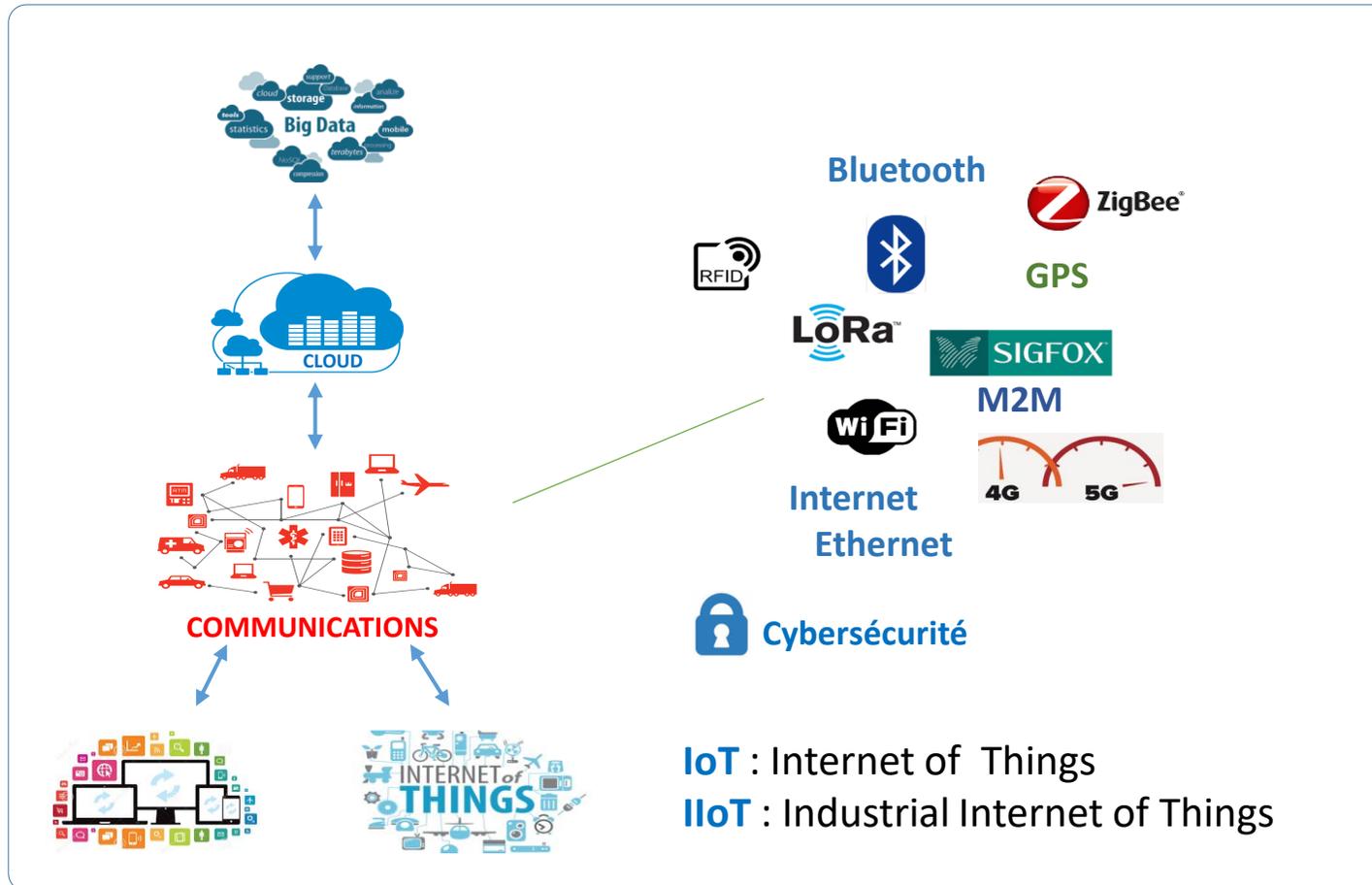


1 Comprendre les enjeux économiques

a) Numérisation de l'usine



Nouvelles technologies



Nouvelles économies

Économie traditionnelle



Économie de service



Économie de partage



Économie solidaire



1 Comprendre les enjeux économiques

a) Numérisation de l'usine

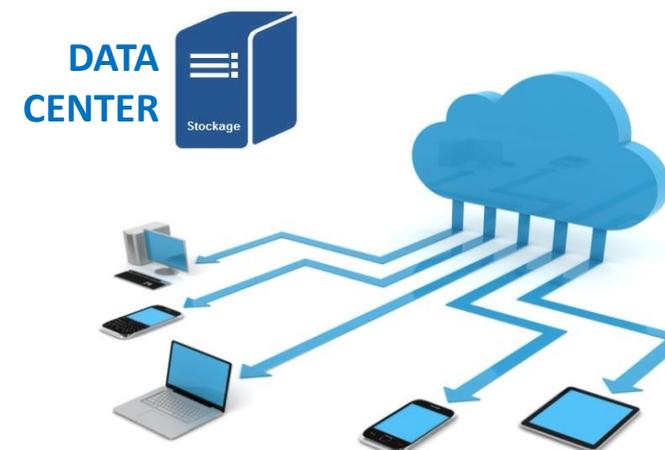
CLOUD



le **cloud computing** c'est pouvoir utiliser des ressources informatiques sans les posséder

Modèle classique	Infrastructure (as a Service)	Platform (as a Service)	Software (as a Service)
Applications	Applications	Applications	Applications
Data	Data	Data	Data
Runtime	Runtime	Runtime	Runtime
Middleware	Middleware	Middleware	Middleware
O/S	O/S	O/S	O/S
Virtualization	Virtualization	Virtualization	Virtualization
Servers	Servers	Servers	Servers
Storage	Storage	Storage	Storage
Networking	Networking	Networking	Networking

IaaS : on héberge
PaaS : on développe
SaaS : on consomme



Dans l'entreprise

Externalisé

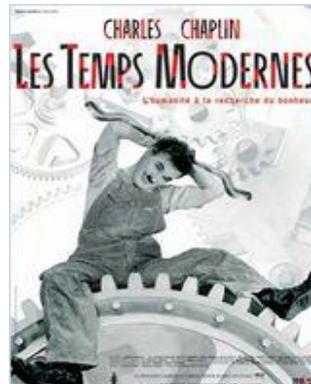
1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production



Il existe plusieurs **types d'ateliers** de production :

- l'atelier à **postes de charge** (machines ou postes de travail manuel) isolés, en anglais jobshop; la production y est discontinue; certains postes peuvent être regroupés en îlots.
- l'atelier à **flux continu**, en anglais flowshop, dont les postes sont mis en ligne (chaîne)
- l'atelier ou la **cellule flexible**, à production discontinue, dont les transferts entre postes sont automatisés



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Le Taylorisme

- Né au début du XXe siècle aux Etats-Unis
- Part dans l'idée que l'organisation du travail peut être **objet de science**
- Ce qui a donné ultérieurement l'Organisation Scientifique du Travail (OST)
- Division du travail en **tâches simples, répétitives, apprises** très facilement
- Exécutées selon des **procédures rigides** et **standardisées**
- Le travail des dirigeants est pour l'essentiel une tâche de **surveillance** et de **contrôle** - Il existe pour chaque activité une façon optimale d'agir, et une seule (one best way)
- Indissociable de la révolution industrielle, a donné naissance au **travail à la chaîne**



L'ingénieur américain
Frederick Winslow **Taylor**
(1856-1915)

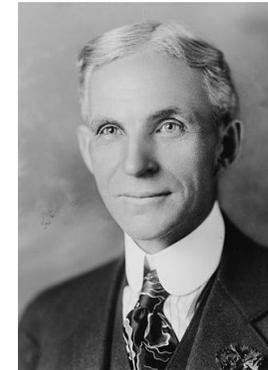


1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Le Fordisme

Il a permis une **production accrue des biens de consommation courante**. Une **baisse continue des prix de revient**, ce qui conduit, entre autres, à une démocratisation de l'automobile, des équipements ménagers, comme des biens de consommation courante



Henry Ford (1863 – 1947)
industriel et fondateur du
constructeur automobile

Ford

*Une méthode industrielle alliant un mode de production en série basé sur le principe de **ligne d'assemblage** et un **modèle économique** ayant recourt à des **salaires élevés**. La mise en place de cette méthode au début des années 1910 révolutionne l'industrie américaine en favorisant une consommation de masse et lui permet de produire à plus de 15 millions d'exemplaire la Ford T.*

1 Comprendre les enjeux économiques

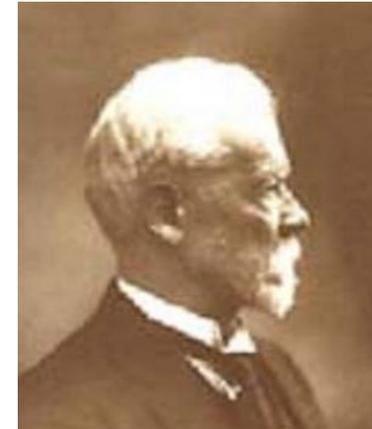
b) Flexibilité et personnalisation de la production

Le Fayolisme



Il est nécessaire que les **relations** entre chaque membre de l'entreprise, des groupes humains, des niveaux hiérarchiques soient clairement définies.

Il recense **6 fonctions de base** : Technique, commerciale, financière, de sécurité, comptable et administrative. Pour Henri Fayol, la fonction **administrative** est la fonction du chef d'entreprise « Administrer, c'est prévoir, organiser, commander, coordonner et contrôler »



Un chef ne peut **contrôler qu'un petit nombre de personnes, de 5 à 10**. Ce concept a été nommé ensuite « **l'étendue du contrôle** » qui détermine le **nombre de niveaux hiérarchiques** en fonction de la taille de l'organisation

***Henri Fayol** (1841 - 1925) est un ingénieur français, auteur de «L'administration industrielle et générale ». À ce titre, il est considéré comme l'un des pionniers de la gestion d'entreprise et l'un des précurseurs du management*

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Le Toyotisme



Introduit chez **Toyota** au Japon dans les années 1950, imité par les entreprises occidentales dans les années 1980. Il repose sur 4 principes essentiels :



- Production en **flux tendus**
- **Autonomie** des acteurs
- **Flexibilité** et transversalité de l'organisation du travail avec la **polyvalence** des opérateurs
- Principe des **cinq zéros** : zéro défaut, zéro panne, zéro papier, zéro stock et zéro délai



En fait, c'est quasiment l'opposé du Taylorisme

Taiichi Ōno (1912-1990) ingénieur industriel japonais considéré comme le père Toyotisme dont le principal concept est le juste-à-temps

1 Comprendre les enjeux économiques

La gestion des flux : *Plusieurs types de gestion des flux sont pratiqués*

- Flux poussés ?
- Flux tirés ?
- Flux tendus ?

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

La gestion des flux : *Plusieurs types de gestion des flux sont pratiqués*

flux poussés :

Lorsqu'une étape de la production d'un produit est terminée, le produit est « poussé » vers l'étape suivante. C'est la **disponibilité du produit venant de l'amont** qui déclenche l'étape suivante de fabrication. Cette méthode de production implique le **stockage des produits finis** avant leur commercialisation.

flux tirés :

Le déclenchement d'une étape de fabrication d'un produit ne peut se faire que s'il y a une **demande par l'étape suivante**.

flux tendus :

Le travail en flux tendu est équivalent au **travail avec le minimum de stocks** et d'en-cours. Souvent employée dans le cas de flux tirés, l'expression est synonyme de « mise en ligne » et peut tout aussi bien s'appliquer aux flux poussés qu'aux flux tirés.

1 Comprendre les enjeux économiques



b) Flexibilité et personnalisation de la production

L'industrie ne représente plus aujourd'hui **que 12% du PIB français** contre 20% en Allemagne. Mais pour la première fois, l'an dernier, le secteur a recréé des emplois et la robotisation s'accélère avec une hausse de ses ventes de 25%.

C'est aussi et d'abord une **révolution managériale** qui nous attend. Un opérateur aujourd'hui a accès à des données et des informations de même niveau que celles dont dispose un contremaître voire un ingénieur. Le travail se fait de plus en plus **en réseau, en mode projet**. L'organisation ancienne avec ses structures hiérarchiques très pyramidales **vole en éclats**. Des entreprises comme Michelin, Toyota ou VINCI sont en pointe sur ces sujets.

La technologie rend possible cette révolution. Avant, les hommes étaient au service des machines qui imposaient leur cadence. Aujourd'hui, l'homme est **réconcilié avec la machine**, il travaille en bonne intelligence avec elle.



industrie-dufutur.org



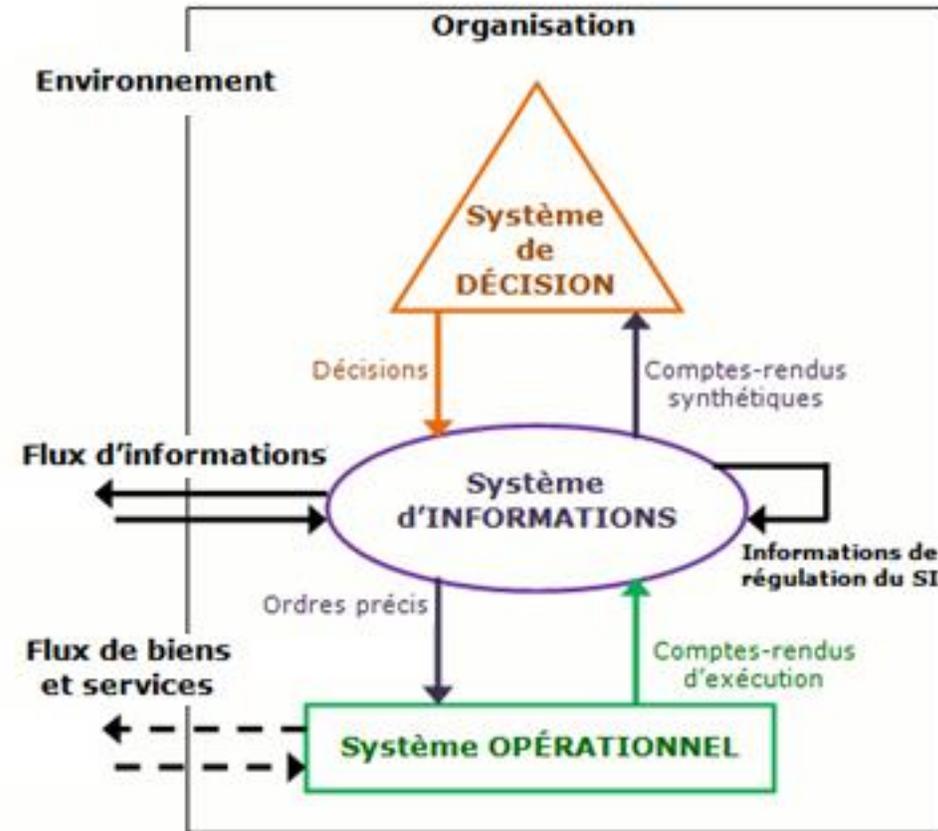
Bruno Grandjean
Président de l'Alliance pour
l'Industrie du Futur (AIF)

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Informatique

L'**information** remplit trois **rôles** principaux dans l'entreprise. Elle est perçue comme un outil d'**aide à la décision**, un outil de **communication** interne et externe, un outil de **travail collectif**



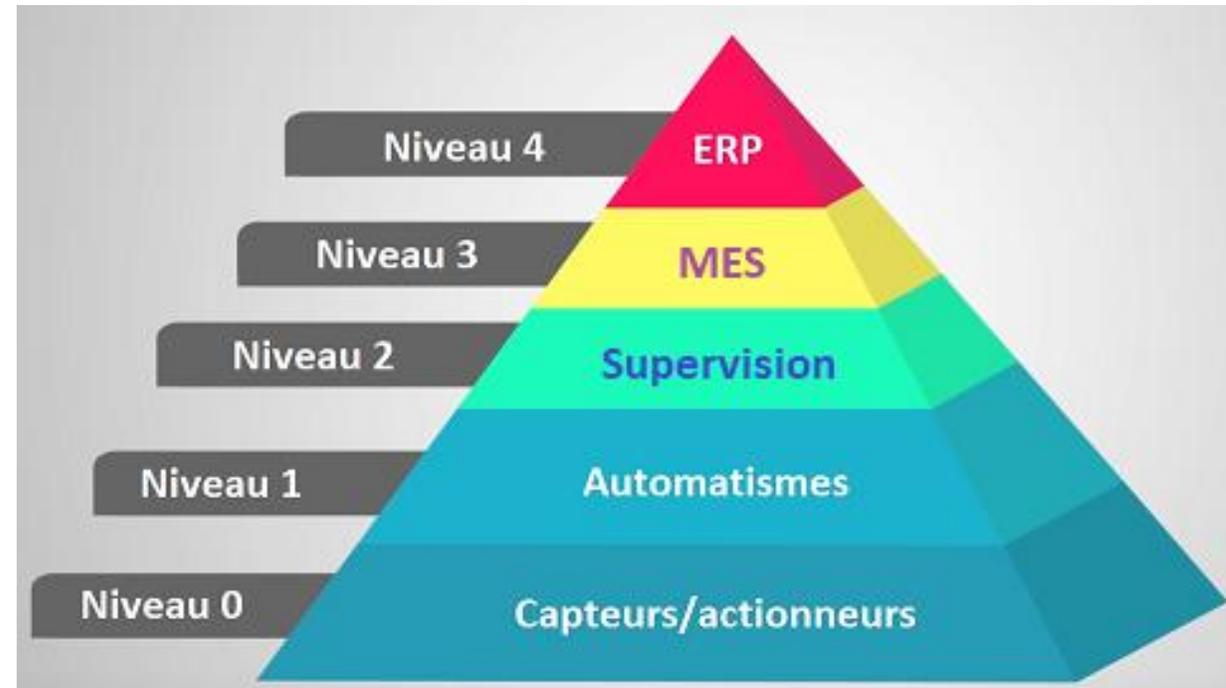
1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

La pyramide du CIM

(*Computer Integrated Manufacturing*) est une **méthode largement généralisée**. Il s'agit d'une représentation comportant plusieurs niveaux au quels correspondent des **niveaux de décision**.

Plus on s'élève dans la Pyramide du CIM, plus le niveau de décision est important, plus la **visibilité est globale** et plus les **cycles standards s'allongent**.



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

La pyramide du CIM

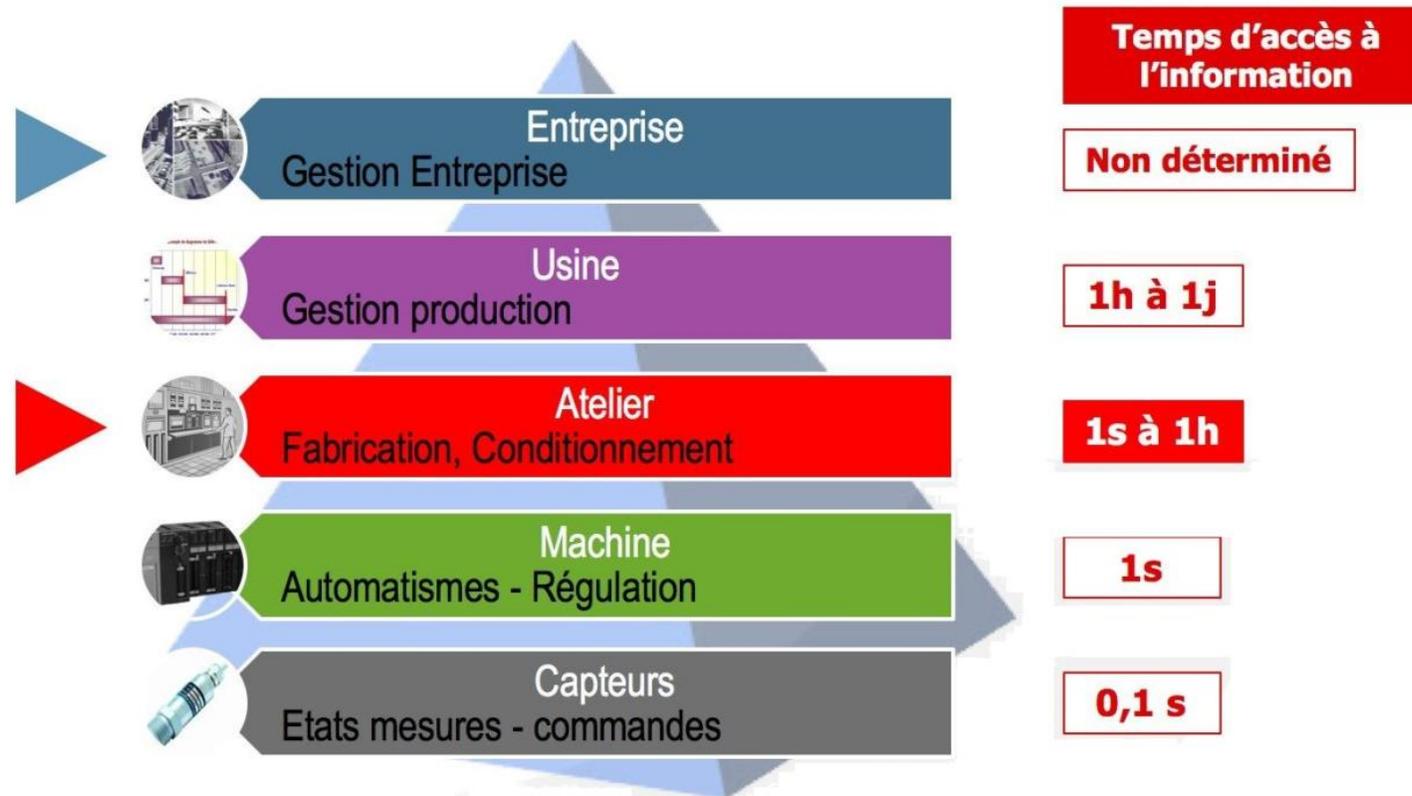
ERP et MES : Bases de temps et objectifs différents

ERP

Enterprise
Resource
Planning

MES

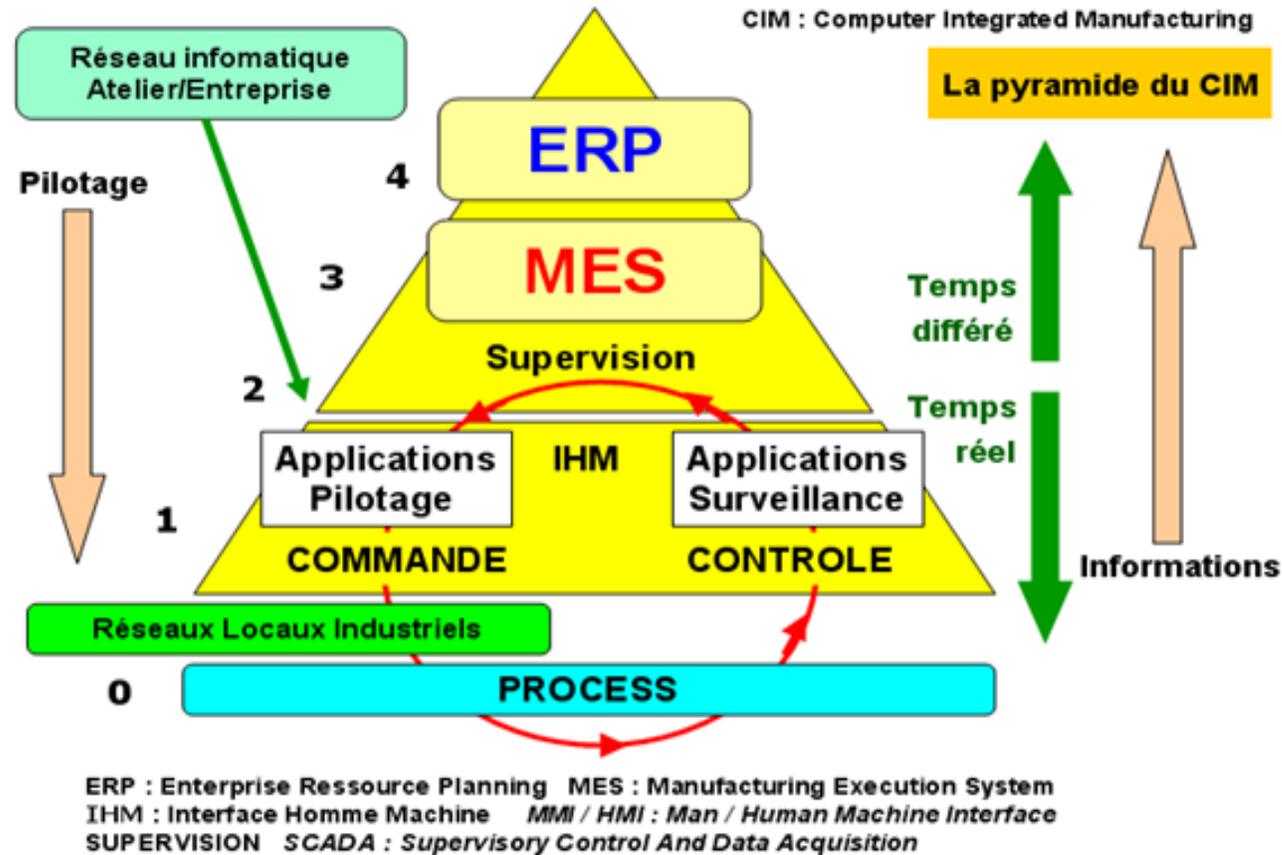
Manufacturing
Execution
System



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

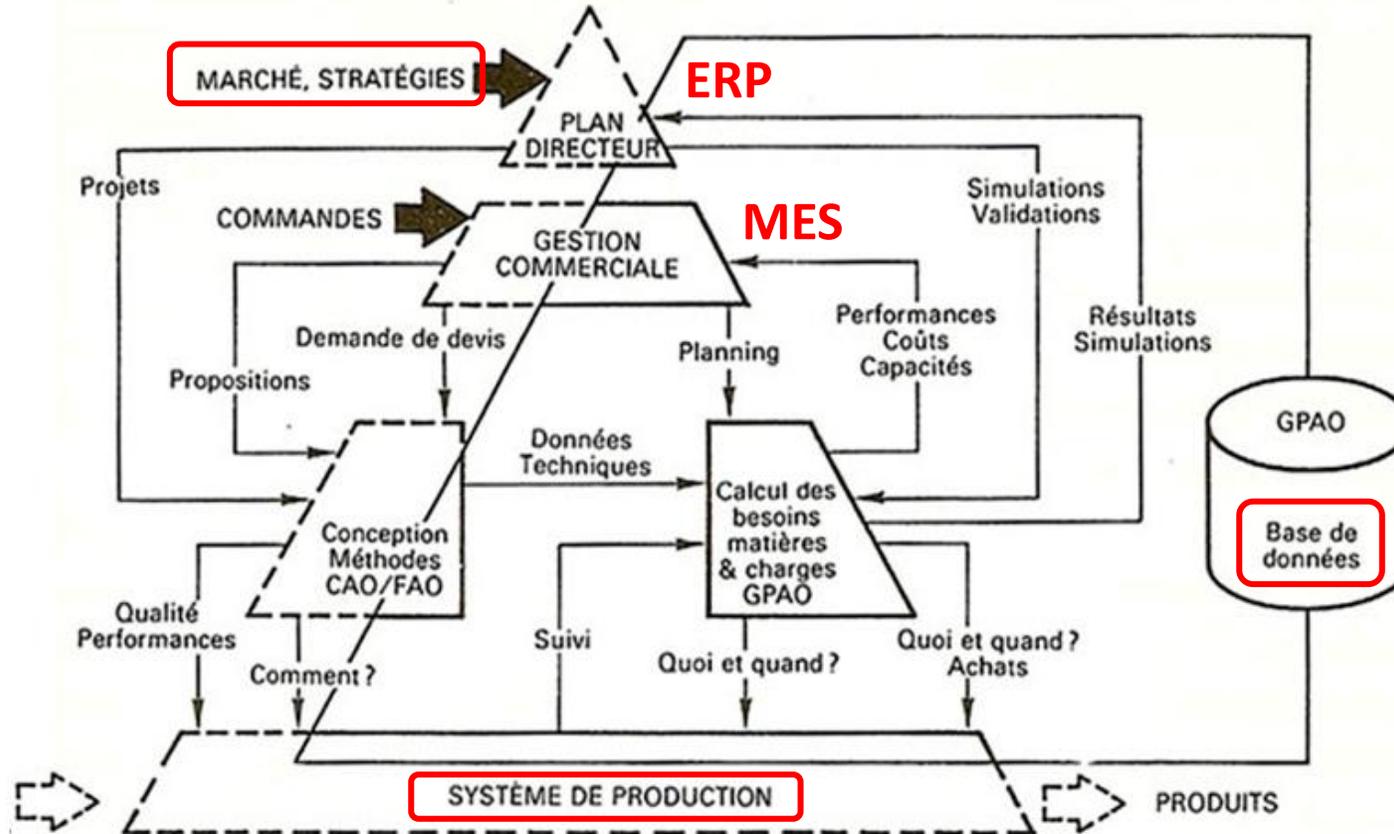
La pyramide du CIM



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

La pyramide du CIM



ERP Enterprise Resource Planning

MES Manufacturing Execution System

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition

IHM Interface Homme Machine

CAO Conception Assistée par Ordinateur

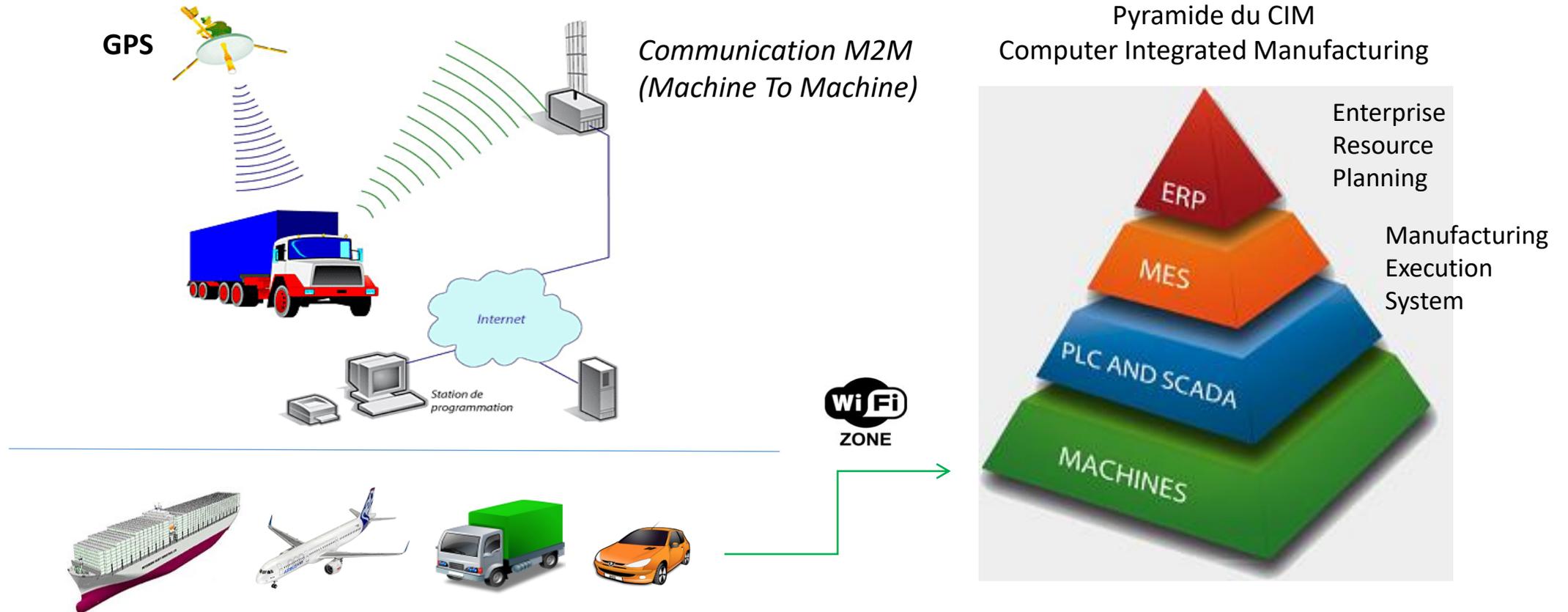
FAO Fabrication Assistée par Ordinateur

GPAO Gestion de Production Assistée par Ordinateur

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Le concept de la pyramide du CIM élargi aux machines mobiles



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

ERP

Achats
Ventes
Finances, contrôle de
gestion
Ressources humaines

OF, Références
Quantités, matières
Planning
Stock et flux
Instructions de travail
Maintenance
Qualité

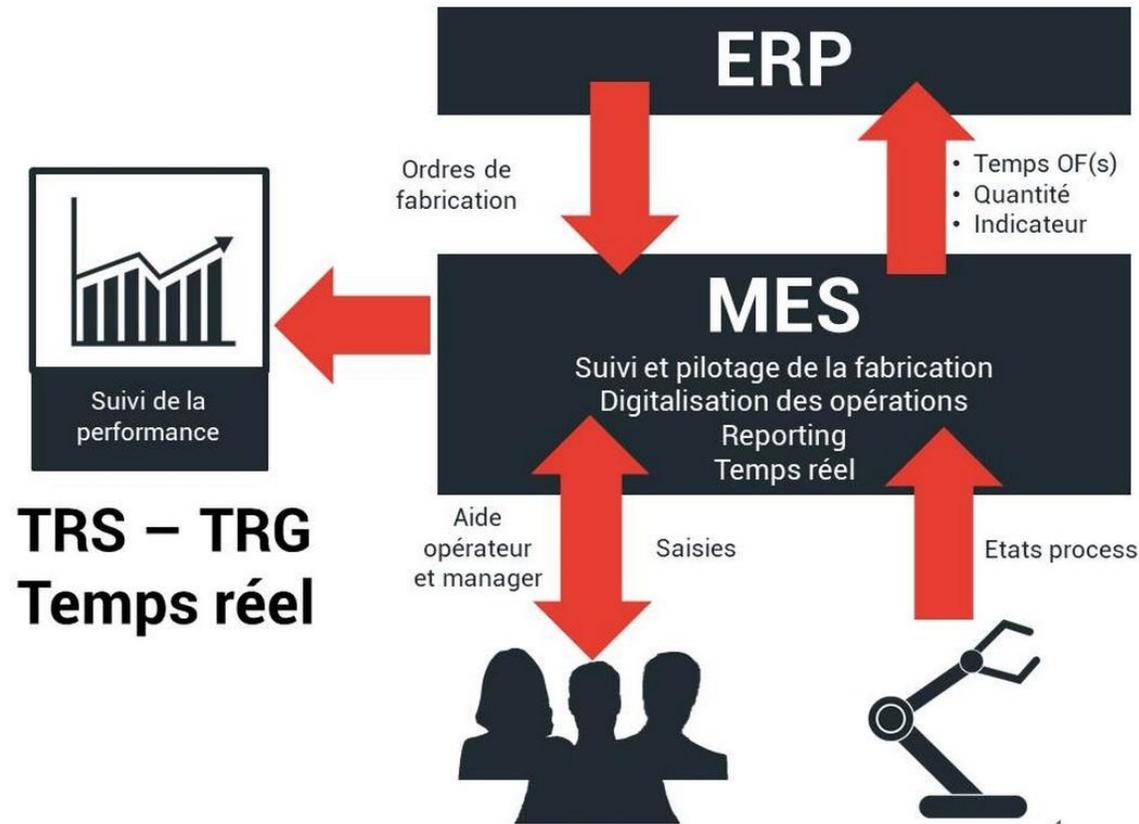
Production temps réel
Arrêts et pannes
TRS / TRG
Qualité, SPC
Traçabilité
Support démarches
amélioration continue

MES

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Indicateurs



1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

Indicateurs

La **TPM** (Total Productivity Management) a pour objectif d'amener les équipements à leur rendement global maximum, sur toute la durée de leur vie en faisant participer toutes les divisions de l'entreprise et en associant tous les niveaux hiérarchiques.

		Disponibilité		Performance	Qualité
		B / R		N / B	U / N
T Temps total	Fermeture atelier	R Temps requis	NR Temps non requis		
	O Temps d'ouverture		Arrêts planifiés		
		B Temps brut	Micro Arrêts		
			N Temps net	Rebuts Retouches	
		U Temps utile			

Performances des lignes de production

Taux de Rendement Synthétique

$$TRS = Tu / Tr$$

Taux de Rendement Global

$$TRG = Tu / To$$

Taux de Rendement Economique

$$TRE = Tu / Tt$$

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

LEAN Management ?

1 Comprendre les enjeux économiques

b) Flexibilité et personnalisation de la production

LEAN Management

L'école de **gestion de la production LEAN** (littéralement : « *maigre* », « *sans gras* ») recherche la performance par **l'amélioration continue** et **l'élimination des gaspillages**, au **nombre de sept** : *production excessive, attentes, transport et manutention inutiles, tâches inutiles, stocks, mouvements inutiles, production défectueuse.*

Quelques termes complémentaires :

Juste-à-temps : *minimiser les stocks* – **Jidoka** : *automatisation autonome* – **Heijunka** : *lissage de la production* - **Kaizen** : *amélioration continue* - **Poka-yoke** : *prévention des erreurs* - **Kanban** : *fiche, carte* - **Andon** : *panneau lumineux* - **Muda** : *gaspillage* - **Genchi Genbutsu** : *voir de ses propres yeux* - **Gemba** - *être présent sur le terrain*

1 Comprendre les enjeux économiques

use-case

c) Nouveaux outils logistiques



Gain en productivité

Dans les usines de production où le TRS des lignes est très élevé, les gains de productivité peuvent se faire sur la logistique interne : *Exemple du robot autonome*



AGV : Automatic guided vehicle

AMR : Autonomous Mobile Robot

Créé en décembre 2017, Meanwhile conçoit des robots mobiles autonomes (AMR) pour aider les humains, sur les marchés de l'industrie et des hôpitaux.

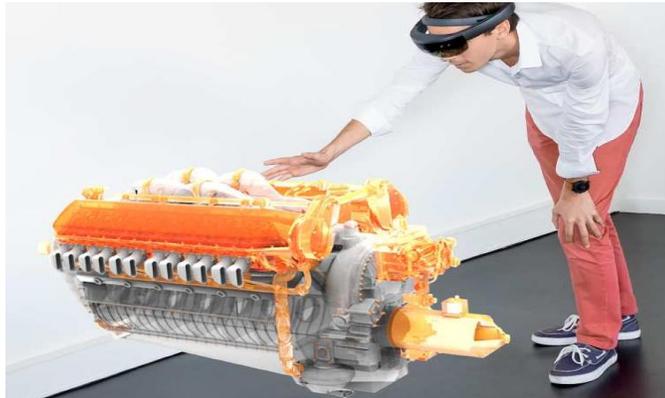
Meanwhile

1 Comprendre les enjeux économiques

use-case

d) Outils de simulation

Réalité virtuelle



Réalité augmentée



Simulation de flux



Jumeaux numériques



1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

2 Relocalisation de la production

Quelques chiffres

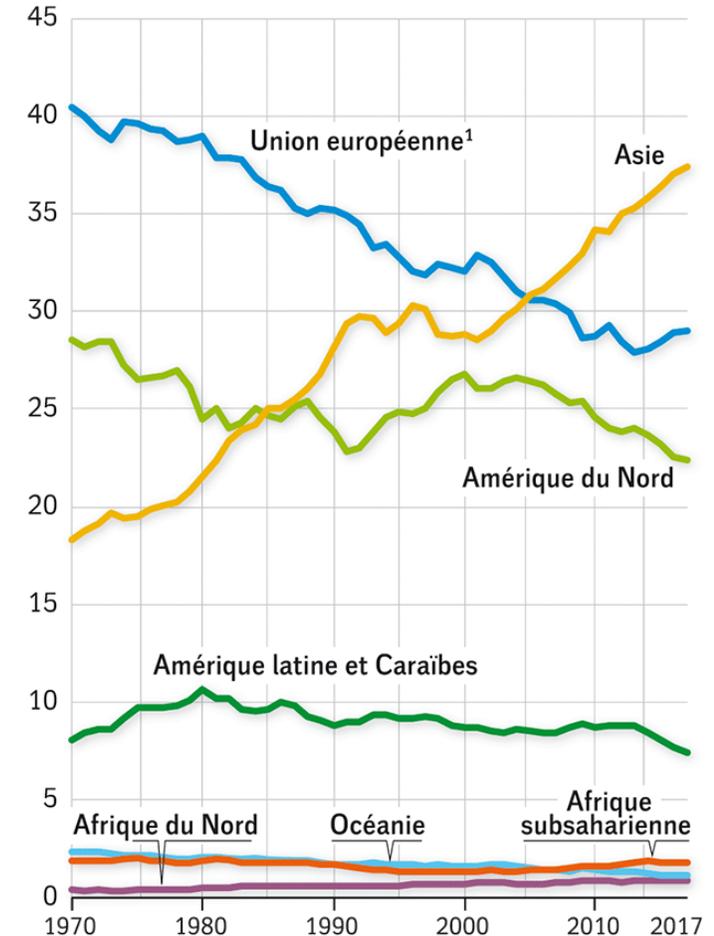
L'industrie emploie plus de 3,1 millions de salariés, représente 12,5% de notre PIB et 67% de nos exportations. (INSEE)

Si on ajoute les services à caractère industriel, l'industrie française représenterait 25 % de la valeur ajoutée produite en France, et non pas environ 12 % comme on le présente souvent. (Max Blanchet – Les Echos 2019)

7e puissance industrielle mondiale
3e puissance industrielle en Europe, derrière l'Allemagne et l'Italie

(Source La French Fab)

Part de chaque zone dans l'industrie manufacturière mondiale en %

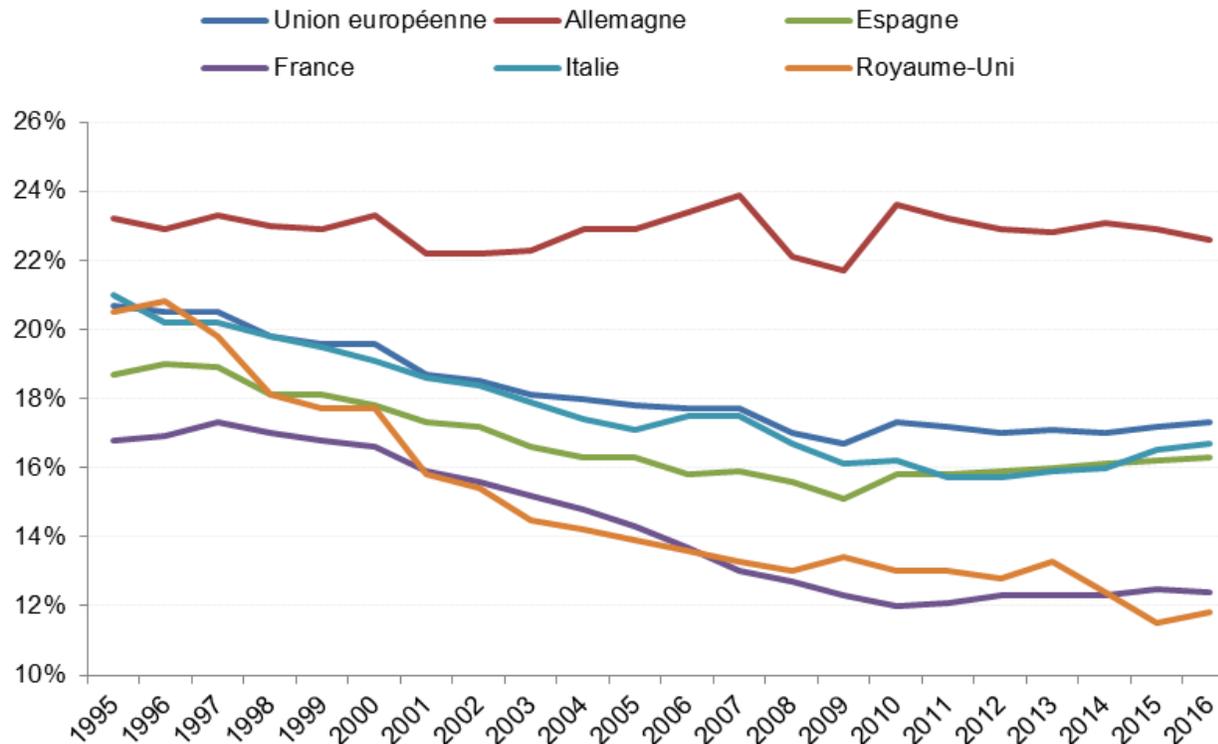


1. Dans sa configuration actuelle.
Source : Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement, 2019.

2 Relocalisation de la production

Quelques chiffres

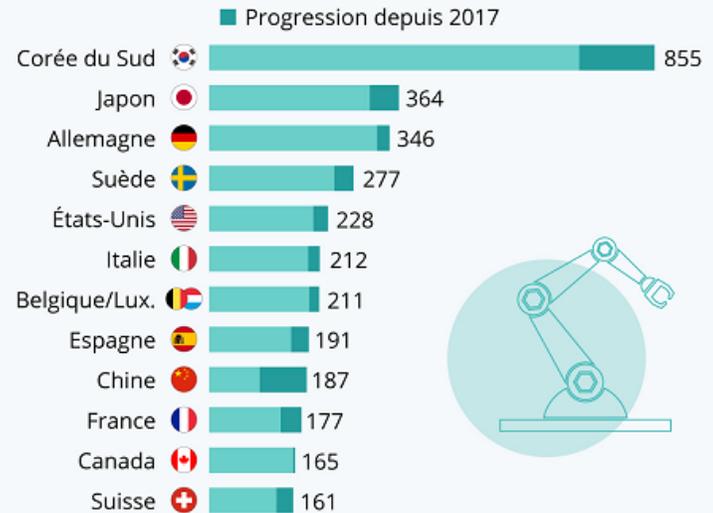
% de l'industrie dans le PIB



L'automatisation n'est pas l'ennemi de l'emploi

Les pays les plus automatisés au monde

Nombre de robots industriels pour 10 000 employés dans le secteur industriel en 2019 *



* dans une sélection de pays.
Source : International Federation of Robotics



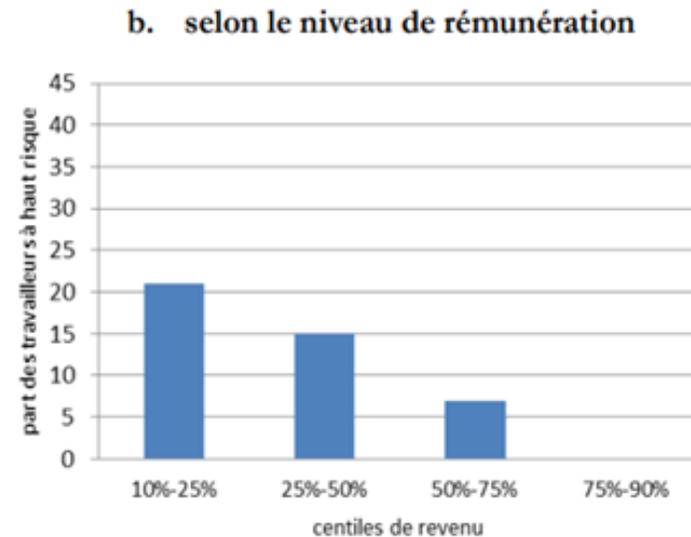
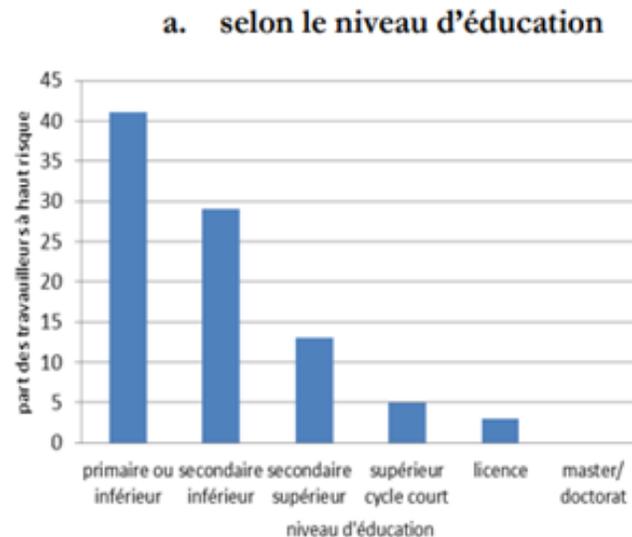
statista

2 Relocalisation de la production

Relocalisation et emploi – les enjeux

Depuis 2008, la part des emplois industriels dans l'emploi total a fondu de 14,4 % à 11,8 %, selon Eurostat*. Elle est désormais inférieure au niveau observé en Espagne (12,6 %), dans la zone euro (15,4 %), en Italie (18,5 %), ou encore en Allemagne (18,9 %)

La part des travailleurs français à risque d'automatisation



Un lien direct avec la formation

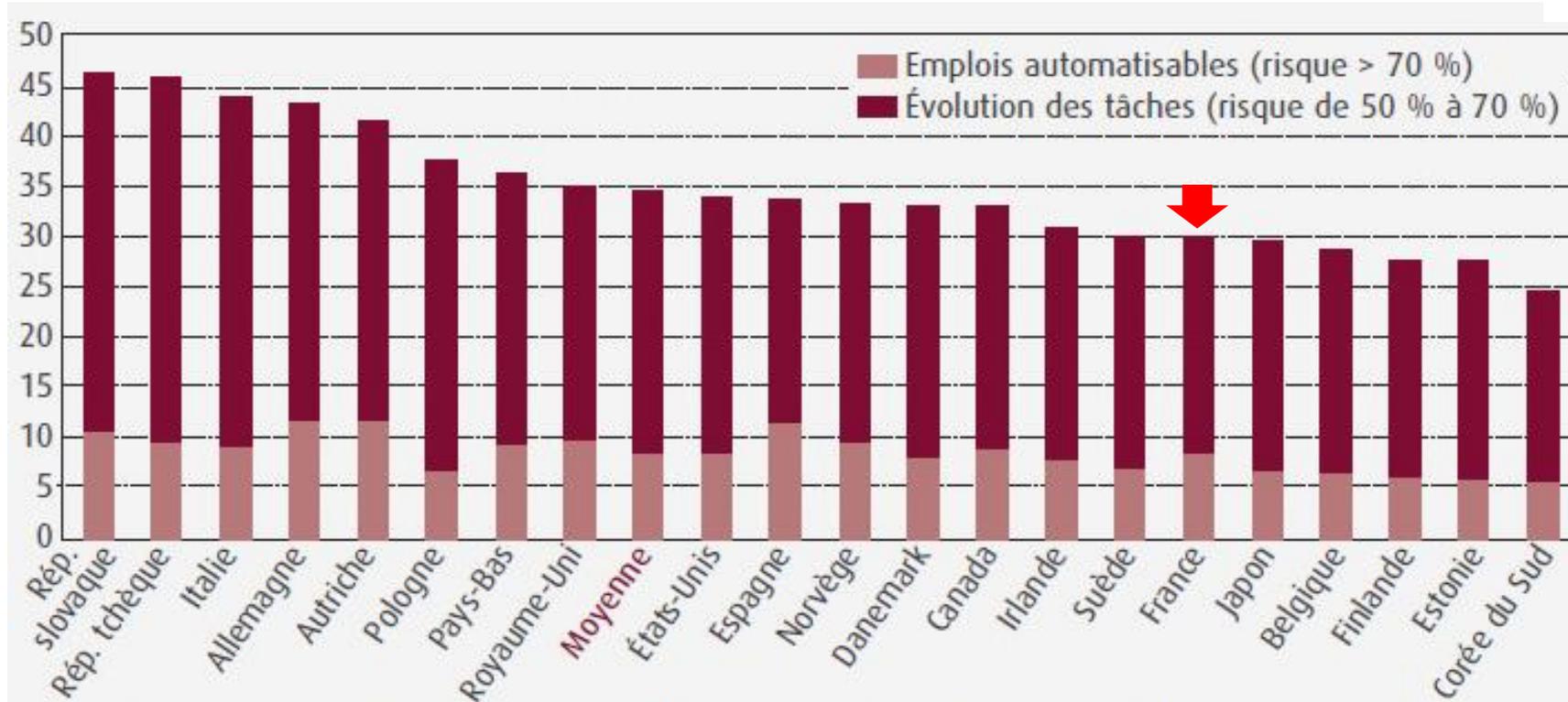
Former pour relocaliser

Programme ASEAN 4.0

(*) Article du Monde Economique - 2 juin 2020

2 Relocalisation de la production

Part (%) de travailleurs occupant un emploi à risque élevé d'automatisation dans plusieurs pays de l'OCDE



N.B. : les données relatives au Royaume-Uni englobent l'Angleterre et l'Irlande du Nord. Les données relatives à la Belgique correspondent à la Communauté flamande.

Source : ARNTZ Mélanie, GREGORY Terry et ZIERAHN Ulrich, « The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis », *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n° 189, 2016.

2 Relocalisation de la production



2 Relocalisation de la production

LE NUMERIQUE TUERA-T-IL DES EMPLOIS ?

sondage réalisé par Harris Interactive pour Julhiet Sterwen en avril 2018 auprès d'un échantillon de 1.000 salariés, représentatif des salariés âgés de 18 ans et plus en France



75 % des salariés assurent que leur poste sera impacté par le développement des nouvelles technologies comme l'Intelligence Artificielle (IA), la robotisation, l'automatisation des tâches, etc.

8 % pensent qu'il aura été purement et simplement supprimé par le développement du numérique

Les secteurs où les salariés prévoient la plus forte proportion de disparition d'emplois sont ceux de **l'industrie** (12 %) et de **la banque-assurance** (14 %), qui devancent nettement le secteur de la distribution (5 %)

Le pressentiment d'une modification lourde ou de la suppression du poste est davantage marqué chez les salariés des **grandes entreprises** (39 %) que chez les salariés des TPE/PME (30 %).

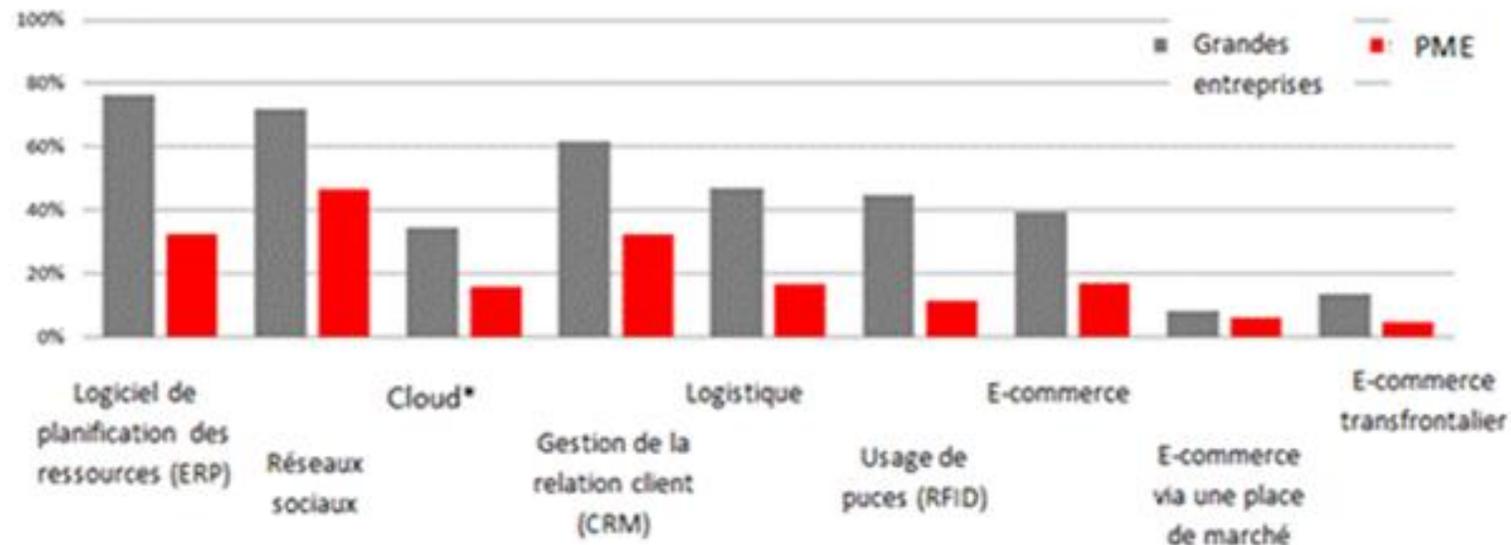
Les salariés sont **2 fois plus nombreux** (36%) à considérer le numérique comme une opportunité à tous les niveaux que ceux qui y voient une menace systématique (18%)

Seuls 14% des salariés pensent que le phénomène va générer plus d'emplois qu'il n'en supprimera...

2 Relocalisation de la production



Adoption des technologies numériques par les entreprises de l'Union européenne en fonction de leur taille



Source Rapport d'information de Mme Pascale Gruny, sénateur - Enregistré à la Présidence du Sénat le 4 juillet 2019
Accompagnement de la transition numérique des PME : comment la France peut-elle rattraper son retard ?



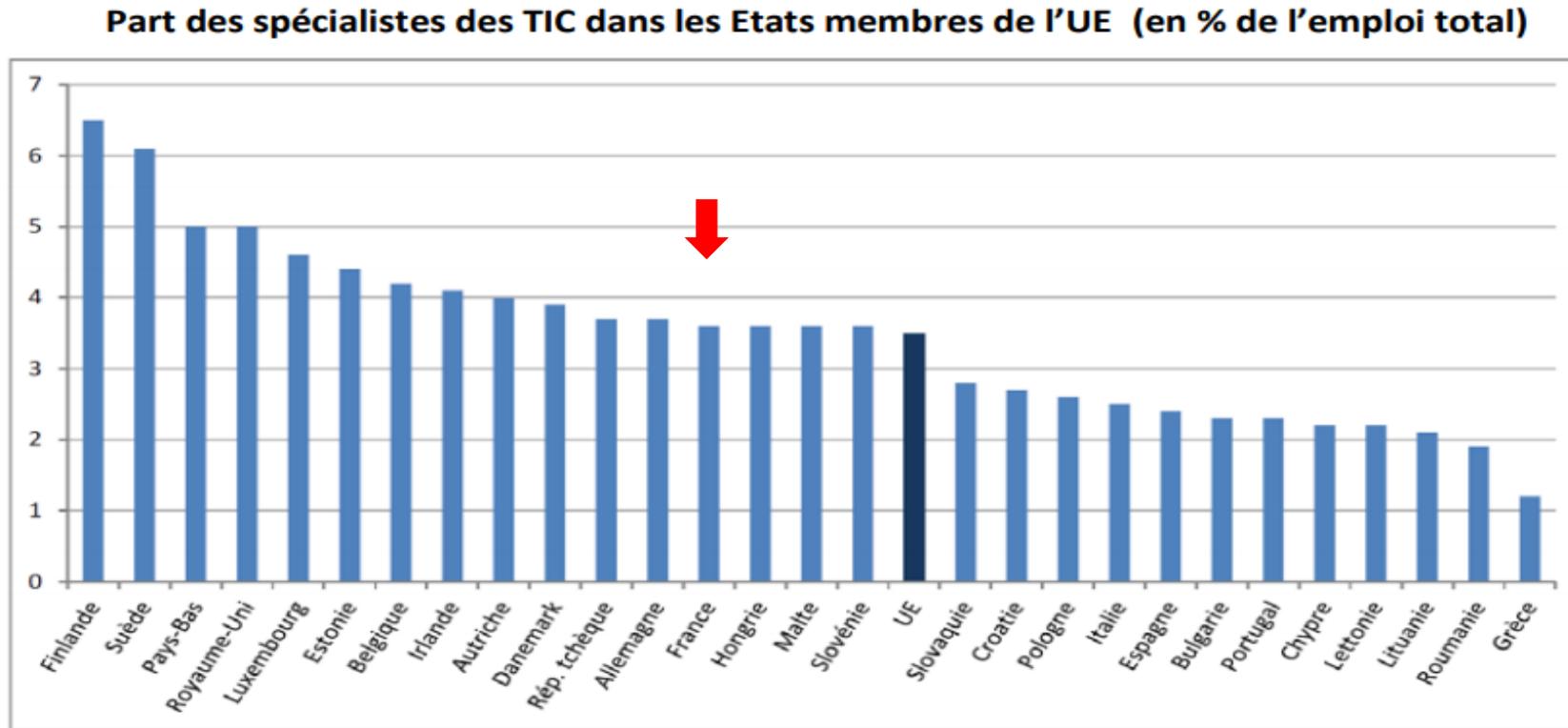
2 Relocalisation de la production

**3% des emplois sont
dans les « métiers du
numérique »**

**15% des salariés ont un
métier à risque élevé
d'automatisation**

**30% des salariés
n'utilisent pas les outils
numériques dans leur
travail**

2 Relocalisation de la production



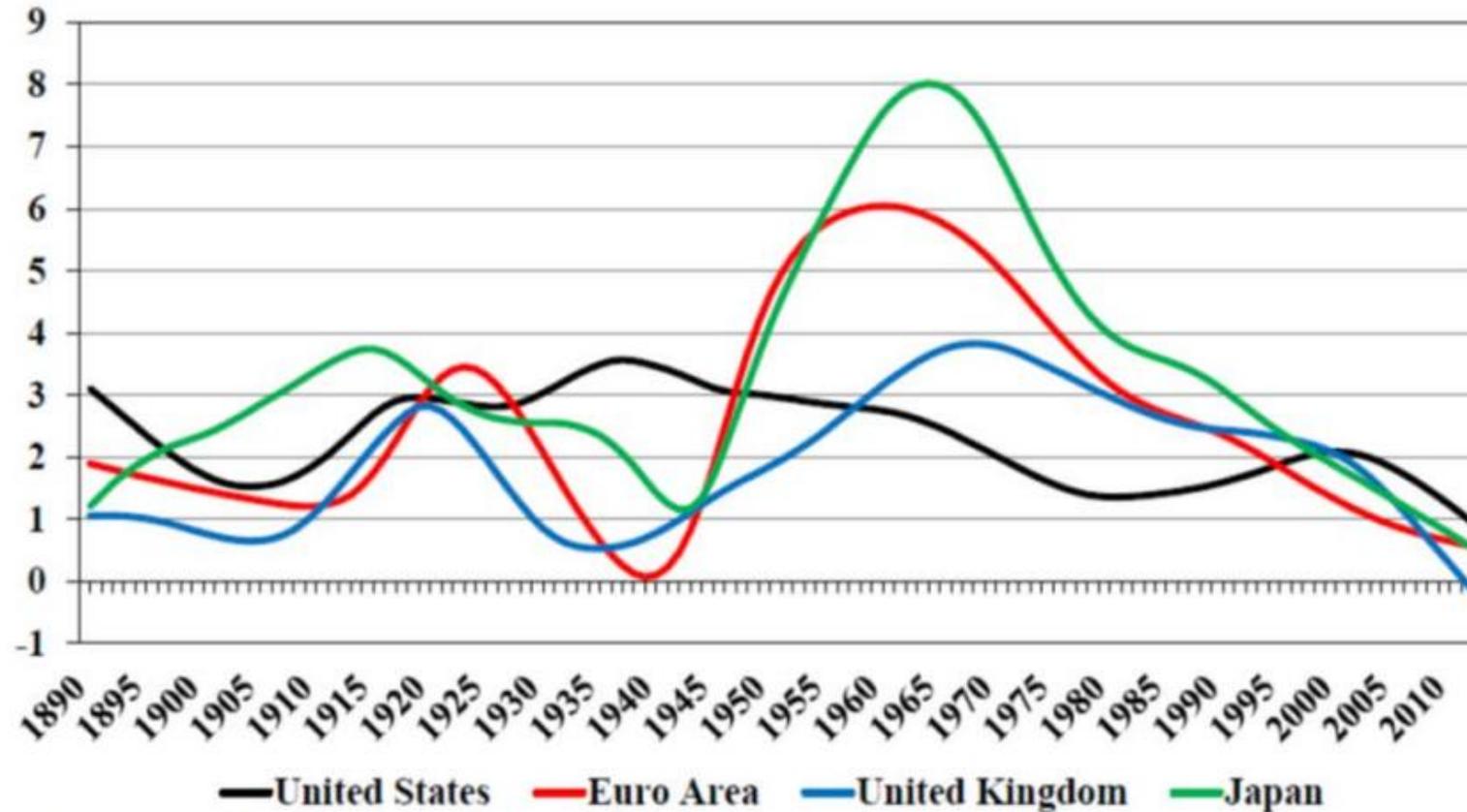
Il s'agit principalement d'hommes (à 84 %) et d'une population jeune (36,4 % ont moins de 35 ans) ce sont également majoritairement des personnes ayant un niveau d'études élevé : 60,5 % des spécialistes des TIC employés dans l'UE sont diplômés de l'enseignement supérieur.

Source : Eurostat 2016

2 Relocalisation de la production



Evolution du taux de croissance annuel de la productivité horaire du travail (%) lissée entre 1890 et 201



Source : Bergeaud, Cette, Lecat (2014)

2 Relocalisation de la production

Quelles propositions pour favoriser une relocalisation durable ?

Mettre en valeur l'industrie

Identifier les secteurs stratégiques

Identifier les secteurs de force

Accompagner les entreprises

Favoriser les collaborations

- *Entreprises, recherche, éducation*

S'appuyer sur les écosystèmes

Aides et subventions, investissement

- *Europe, France, Régions*

Développement des infrastructures

Maillage du territoire

Développement des nouvelles énergies

2 Relocalisation de la production

L'importance de se construire son réseau...
de s'appuyer sur des acteurs thématiques

L'**Alliance industrie du futur** accompagne les entreprises vers une industrie connectée, optimisée et créative. <http://www.industrie-dufutur.org/>

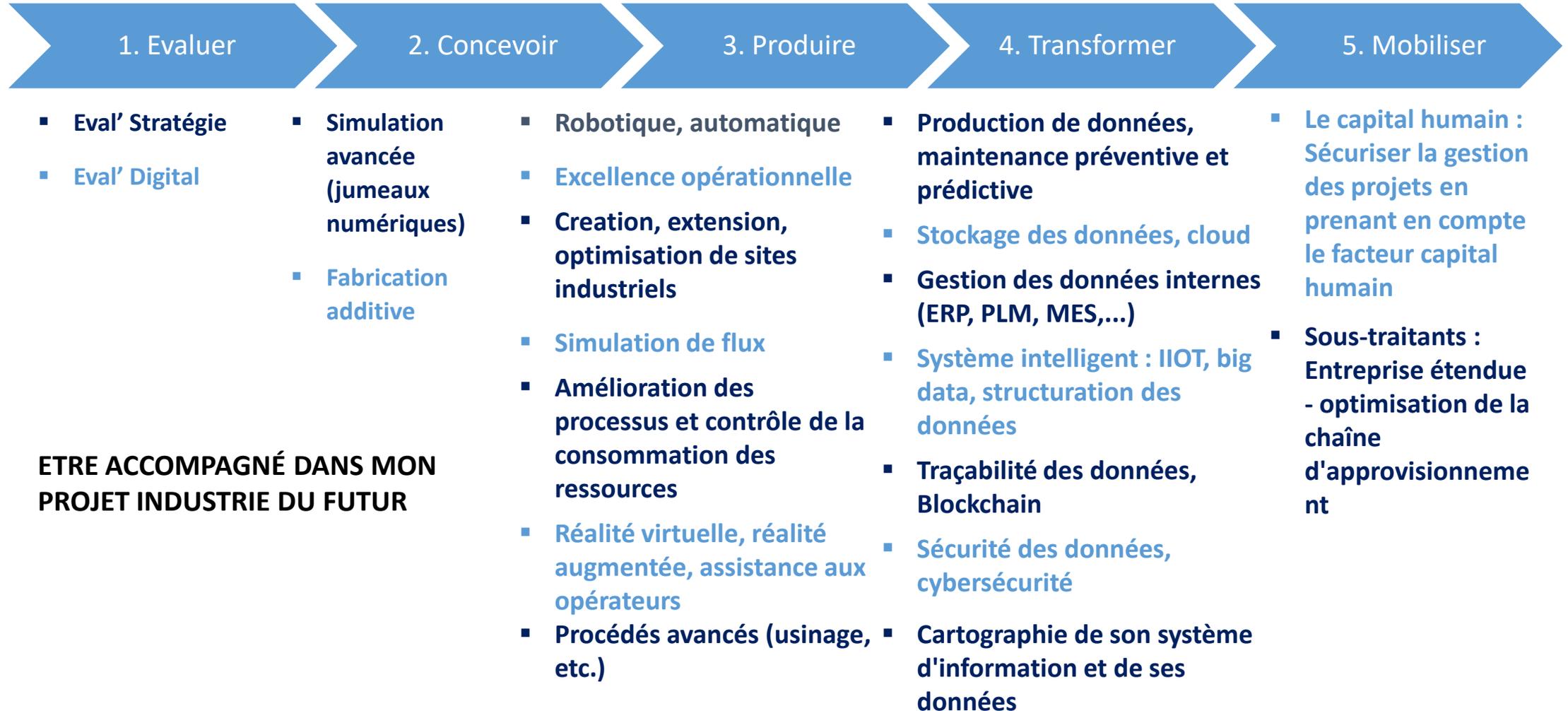
La **Fédération Française des Clusters de la Robotique** a pour objet de soutenir le développement des clusters robotiques régionaux en France. <https://ffcrobotique.fr/>



La « **French Tech** » est un label qui regroupe les start-up françaises, les investisseurs, ingénieurs, designers, développeurs, grands groupes industriels. <https://lafrenchtech.com/>

2 Relocalisation de la production

Un programme régional, *parmi d'autres*



ETRE ACCOMPAGNÉ DANS MON
PROJET INDUSTRIE DU FUTUR

2 Relocalisation de la production

use-case

1. Evaluer

Cas d'une grande entreprise en difficulté, avec 5 sites historiques de production peu performants, avec sous-traitance délocalisée. Objectif : Regrouper le 5 sites en un seul. Redéfinir une stratégie industrielle et commerciale, revoir tous les processus de fabrication, redynamiser l'export.

2. Concevoir

3. Produire

Accompagnement sur une durée de 3 ans :

4. Transformer

Diagnosics permettant d'évaluer le niveau de maturité de l'entreprise et son accompagnement dans sa transformation.

5. Mobiliser

Accompagnement sur l'installation du nouveau site, le process de fabrication, l'automatisation, l'accompagnement du personnel.

Numérisation et apport de nouvelles technologies pour favoriser la création de solutions innovantes pour gagner en compétitivité.

2 Relocalisation de la production

use-case

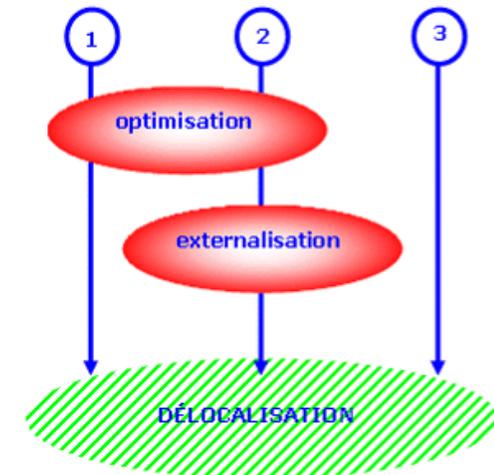
Eviter de délocaliser est aussi une bonne façon de relocaliser

Cas d'une usine de création de pièces en composites plastiques qui robotise pour éviter une délocalisation en Bulgarie. Le coût du transport des pièces aide à protéger de la délocalisation

- 21 robots installés - budget de 14 M€
- Production multipliée par deux
- De 40 personnes par poste, on passe à 6 personnes par poste

Cas d'une usine de fabrication de pièces automobiles. Nécessité de gagner en production pour éviter une délocalisation. Exigence de gains de productivité de 5% chaque année

- Mise en place de robotique mobile
- Gain en organisation logistique



2 Relocalisation de la production

use-case

Innover et suivre les évolutions techniques est aussi une bonne façon de relocaliser

L'équipementier automobile allemand Bosch va supprimer 750 emplois sur 1 250 dans son usine de Rodez d'ici 2025, une décision liée à la chute des ventes des véhicules à moteur diesel – *annonce du 5 mars 2021*

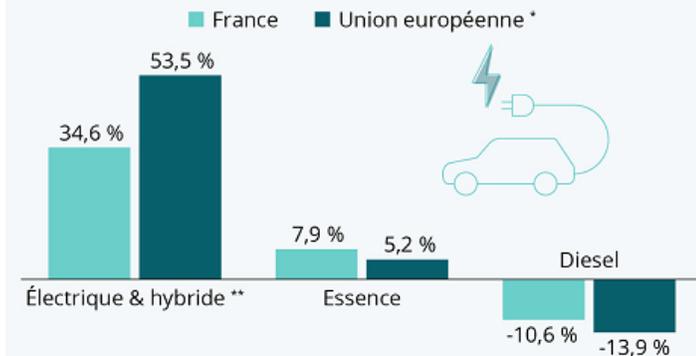
Use-case : anticiper les nouveaux défis pour les constructeurs automobiles

Use-case : évolution des tachygraphes et nouvelles opportunités



La mobilité électrique et hybride prend la relève

Évolution annuelle des nouvelles immatriculations de voitures particulières selon leur motorisation en 2019



* Royaume-Uni inclus.

** Véhicules électriques à batterie, à pile combustible et hybrides rechargeables.

Source : ACEA



statista

1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

3 Economies en énergie et en matière première

- **l'efficacité énergétique** avec l'installation de matériels plus performants et l'optimisation de la conduite des procédés industriels
- **l'intégration des énergies renouvelables** dans les procédés industriels
- **la substitution de matériaux fossiles** par des produits biosourcés avec le développement de la chimie du végétal, et ce afin de réduire la consommation de matières premières fossiles non énergétiques
- **le recyclage de matières premières** permettant la mise en œuvre de procédés moins énergivores que ceux utilisant les matières première vierges
- **la valorisation énergétique** ou matière des déchets, qui permet, via la méthanisation ou l'incinération, d'autoproduire de l'énergie ou de substituer une partie de combustible fossile



ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie aussi Agence de la transition écologique

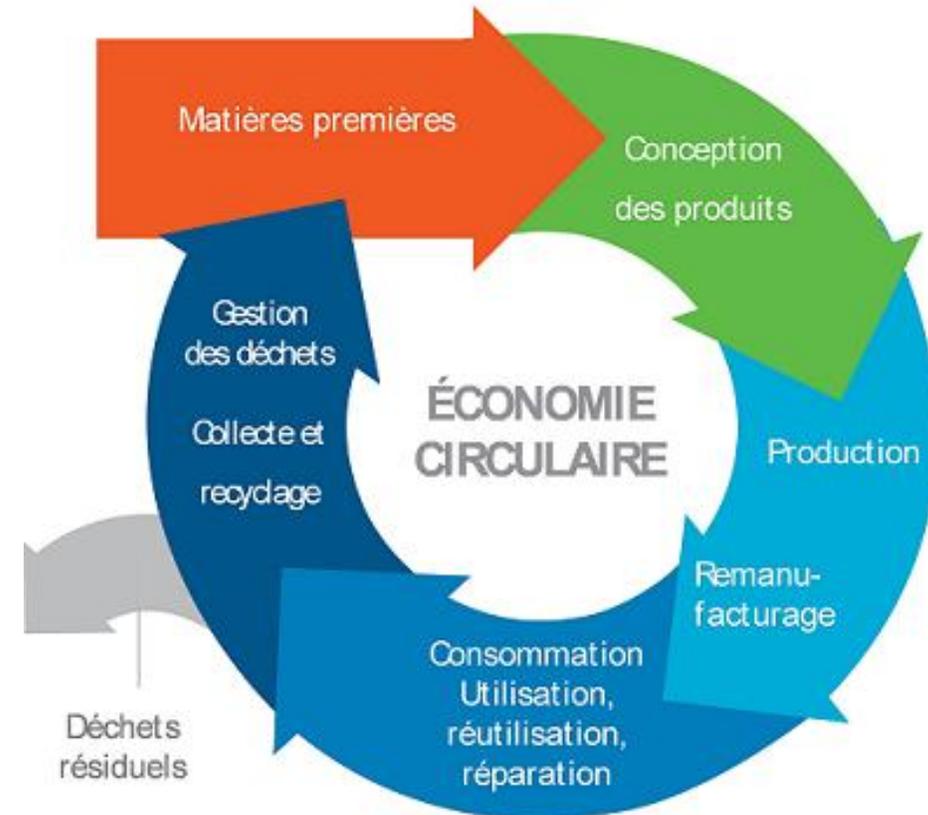
3 Economies en énergie et en matière première

L'économie circulaire

L'économie circulaire est un système économique dédié à l'efficacité et à la durabilité qui minimise le gaspillage en optimisant la valeur que génèrent les ressources.

L'un des principaux intérêts d'une économie circulaire est qu'elle promeut un monde durable sans sacrifier la profitabilité.

L'économie circulaire réduit les déchets et les besoins en nouvelles ressources



Source: Commission européenne.

3 Economies en énergie et en matière première

Quels arguments pour la vente en relation avec les économies d'énergie ?

use-case

Nouvelles machines : efficacité énergétique
Objets connectés : surveillance, optimisation
Optimisation des process de fabrication
Automatisation : contrôle des matières
Organisation interne : bonnes pratiques
Recyclage de matières premières
Concevoir en conséquence : innovation
...



Cas d'un robot de peinture

Cas d'un process textile



En France, un peu plus d'un million de voitures finissent à la casse chaque année. Le taux de réutilisation et de valorisation de ces véhicules frôle désormais les 95 %. L'essentiel des pièces est réutilisé ou recyclé (87%), le reste (8%) étant valorisé énergétiquement sous forme de chaleur ou de cogénération

1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

a) Internet des objets

INTERNET DES OBJETS

IoT : Internet of Things – *Objets connectés*

IIoT : Industrial Internet of Things – *Objets connectés industriels*

Selon une étude récente*, 72% des entreprises industrielles européennes prévoient d'augmenter leurs investissements dans l'internet des objets (IoT) au cours des 3 prochaines années.

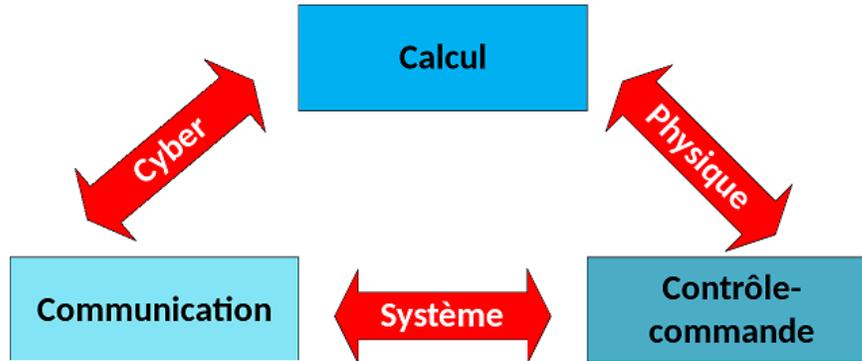
Les IIoT offrent la possibilité d'améliorer les processus industriels par une surveillance en temps réel des installations et de la productivité générale. . Ils sont donc **source de création de valeur et de compétitivité**, générant une évolution des modèles économiques et impliquant la prise en compte, par les acteurs industriels, du **big data** et de la **sécurisation** de leurs données.

(*) Selon une étude réalisée par la société d'études de marché et de conseil stratégique PAC et baptisée « IoT : quelle réalité pour le secteur industriel en France ? »

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

b) Systèmes cyber-physiques

Un **système cyber-physique** (*CPS : Cyber-Physical System*) est un système où des éléments informatiques collaborent pour le contrôle et la commande d'entités physiques



Les progrès dans les sciences et l'ingénierie permettent d'améliorer le lien entre les éléments de calcul et physiques, augmentant considérablement la capacité d'adaptation, l'autonomie, l'efficacité, la fonctionnalité, la fiabilité, la sécurité et la facilité d'utilisation des systèmes de cyber-physique.

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

c) Réalité virtuelle, réalité augmentée

La réalité virtuelle (VR) est une technologie informatique qui simule la présence physique d'un utilisateur dans un environnement artificiellement généré par des logiciels, environnement avec lequel l'utilisateur peut interagir.

La réalité augmentée désigne les différentes méthodes qui permettent d'incruster de façon réaliste des objets virtuels dans une séquence d'images.

Scan 3D → DAO → Modélisation → Réalité Virtuelle → Réalité augmentée

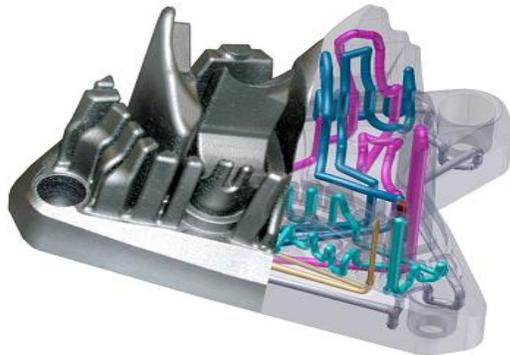


4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

d) Impression 3D



La fabrication additive, plus connue sous le nom d'**impression 3D**, est un processus de fabrication qui transforme un modèle 3D en un objet physique, en assemblant des couches successives d'un même matériau.



Matières de base : plastique, métal, céramique - liquide, poudre, ruban, fil

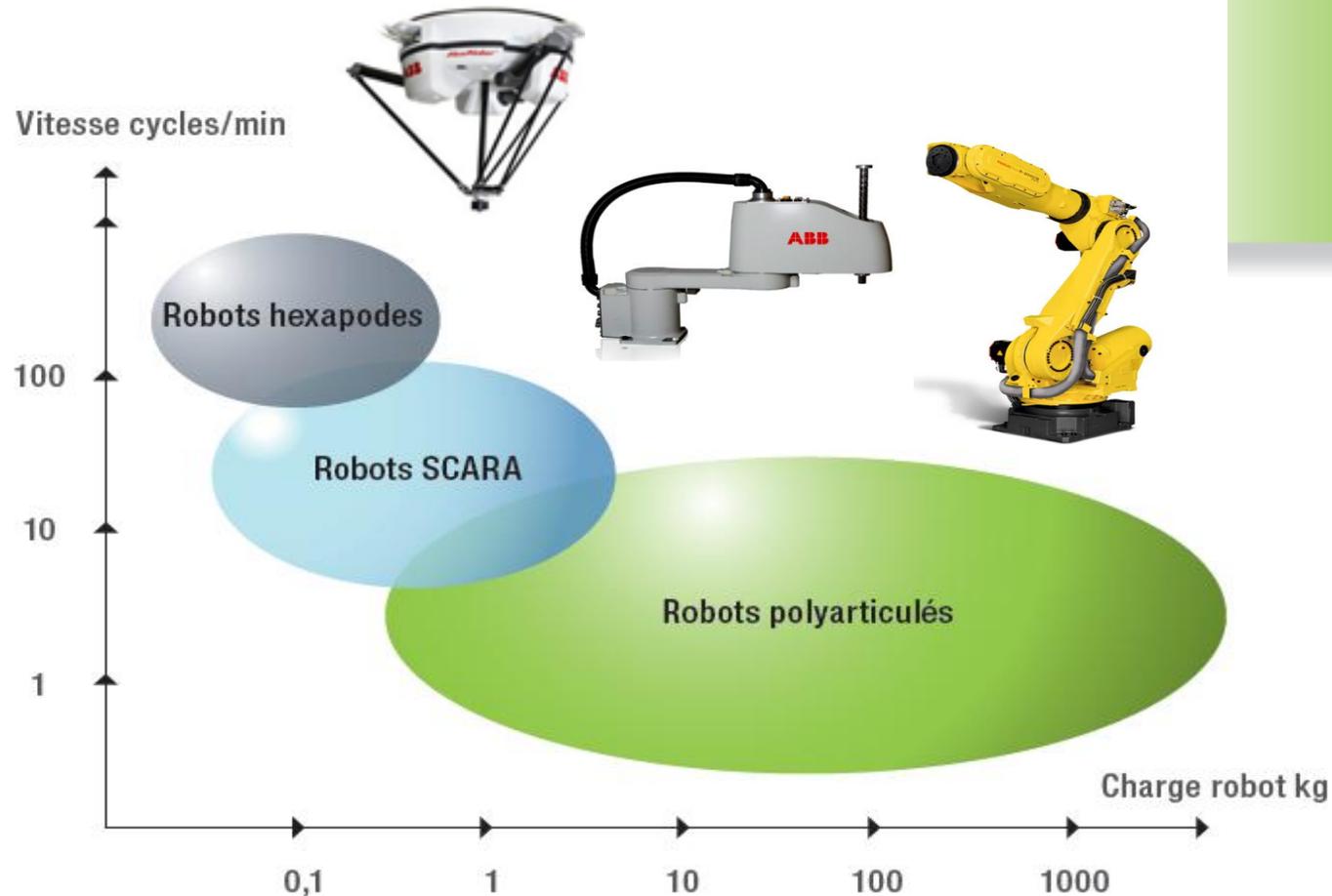
Procédés : frittage, fusion puis solidification, photochimique, photopolymérisation, photo-réticulation

Technologies : laser, faisceau d'électrons, lumière visible, rayons UV et IR, source de chaleur



4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

e) Robotique industrielle, collaborative, mobile



- Soudage à l'arc
- Manutention et service de machine
- Packaging/conditionnement
- Assemblage
- Peinture/pulvérisation
- Découpe et parachèvement
- Usinage

Usage :

50% manipulation
30% soudage
20% autres

Entreprises :

60% dans les grandes industries

Domaines :

40% transport/automobile
18% machines
14% agro

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

e) Robotique industrielle, collaborative, mobile

Pourquoi robotiser ?

Facteurs économiques

- Augmenter la compétitivité des entreprises
- Réduire des coûts de production
- Relocaliser les productions
- Flexibiliser la gestion de production
- Augmenter le volume de production
- Augmenter le taux d'engagement des machines
- Diminuer les stocks en cours
- Améliorer la qualité
- Diminuer les rebuts

Bénéfices induits

- Aspects structurants de la robotisation
- Mise en valeur de l'entreprise
- Economie en matières premières

Facteurs humains

- Améliorer les conditions de travail
- Lutter contre les TMS (troubles musculo squelettiques)
- Améliorer la sécurité
- Valoriser les opérateurs
- Orienter le personnel vers des tâches à plus forte valeur ajoutée

Degré de maturité des robots collaboratifs et mobiles



4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

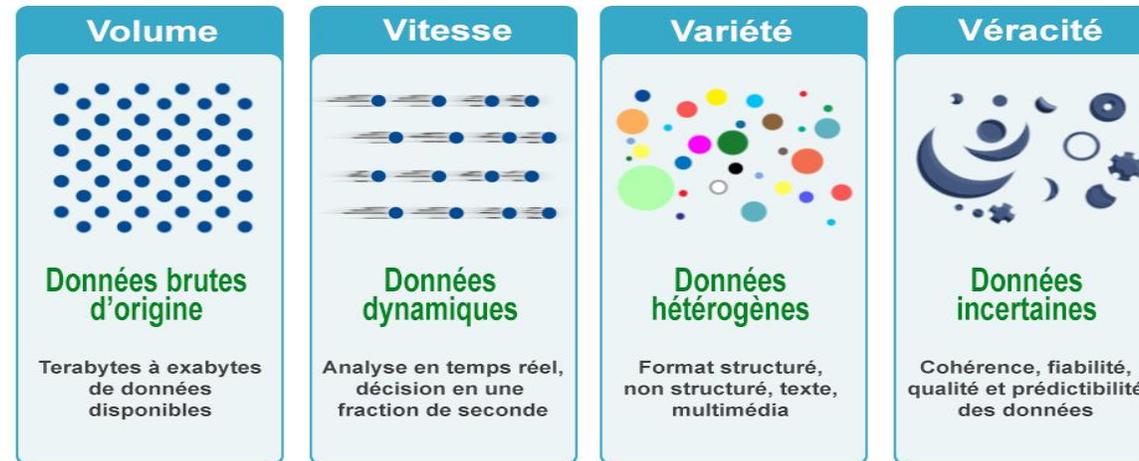
f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité

Le **Big Data** : ou données massives, s'accompagne du développement d'applications à visées analytiques, qui traitent les données pour en **tirer du sens**. Ces analyses sont appelées **Big Analytics** ou « *broyage de données* ». Elles portent sur des données quantitatives complexes à l'aide de méthodes de calcul distribué et de statistiques.

Smart Energy



Dimensions du Big Data



Projet de rénovation de la gare de « La Part-Dieu » à Lyon

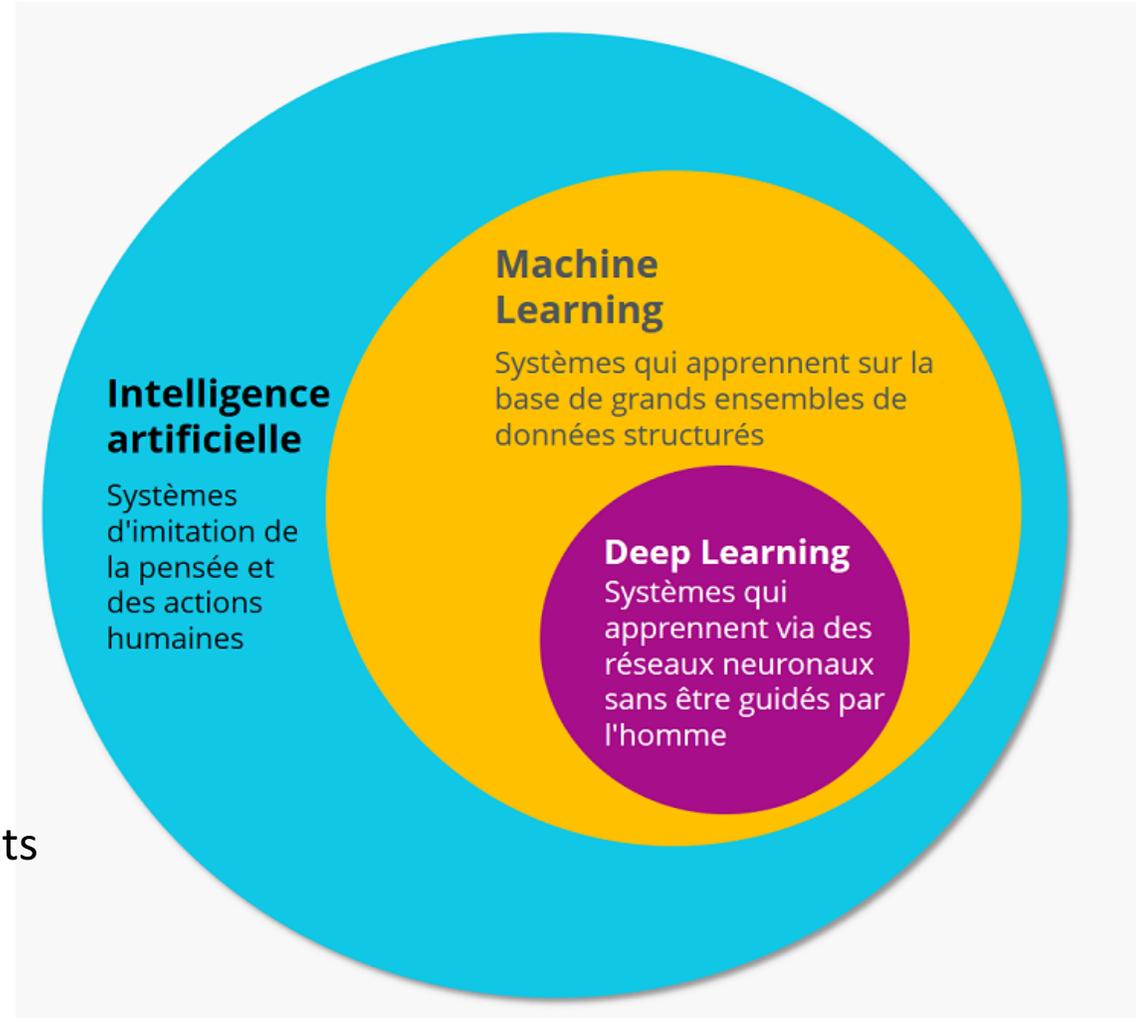
4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité

L'**intelligence artificielle** désigne, dans le langage courant, les dispositifs **imitant ou remplaçant l'humain** dans certaines mise en œuvre de ses **fonctions cognitives**.

L'évolution de la robotique collaborative est indissociable de l'IA

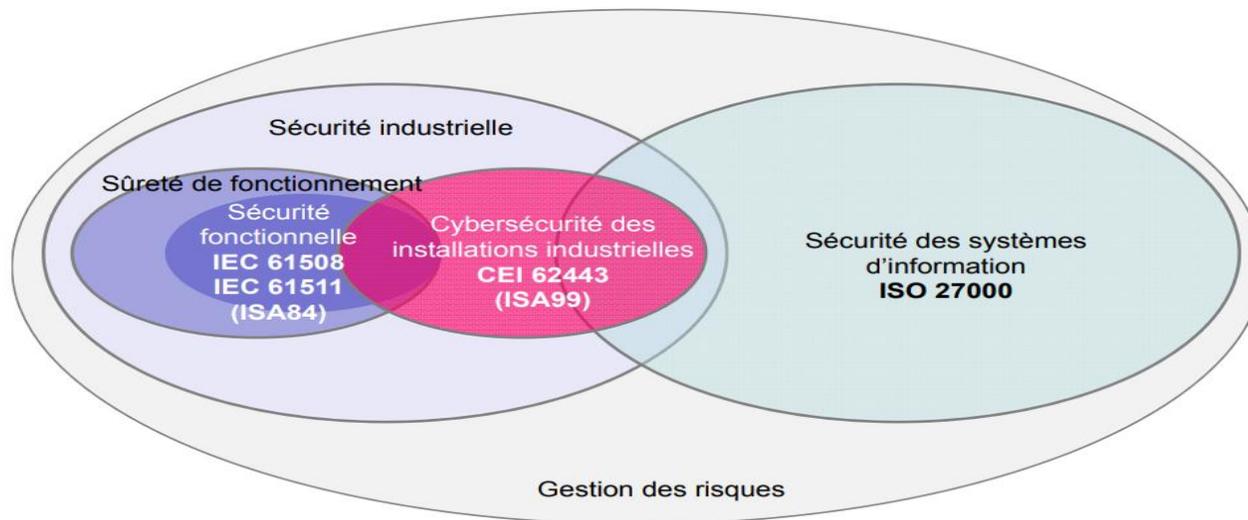
Le terme **cognitif** renvoie à l'ensemble des processus psychiques liés à l'esprit. Il englobe une multitude de fonctions orchestrées par le cerveau : le langage, la mémoire, le raisonnement, la coordination des mouvements, les reconnaissances visuelle et vocale.



4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité

Cybersécurité des installations industrielles : Sous-ensemble de la sécurité globale ayant trait à la prévention des risques associés aux intrusions dans un système d'automatisme ou de contrôle (IACS : Industrial Automation and Control System), liés à de possibles actions malintentionnées sur des équipements informatiques, des réseaux de communication, des logiciels ou des données IEC 62443, ISA-99, ISO 27000



ANSSI

Agence nationale
de la sécurité
des systèmes d'information

1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

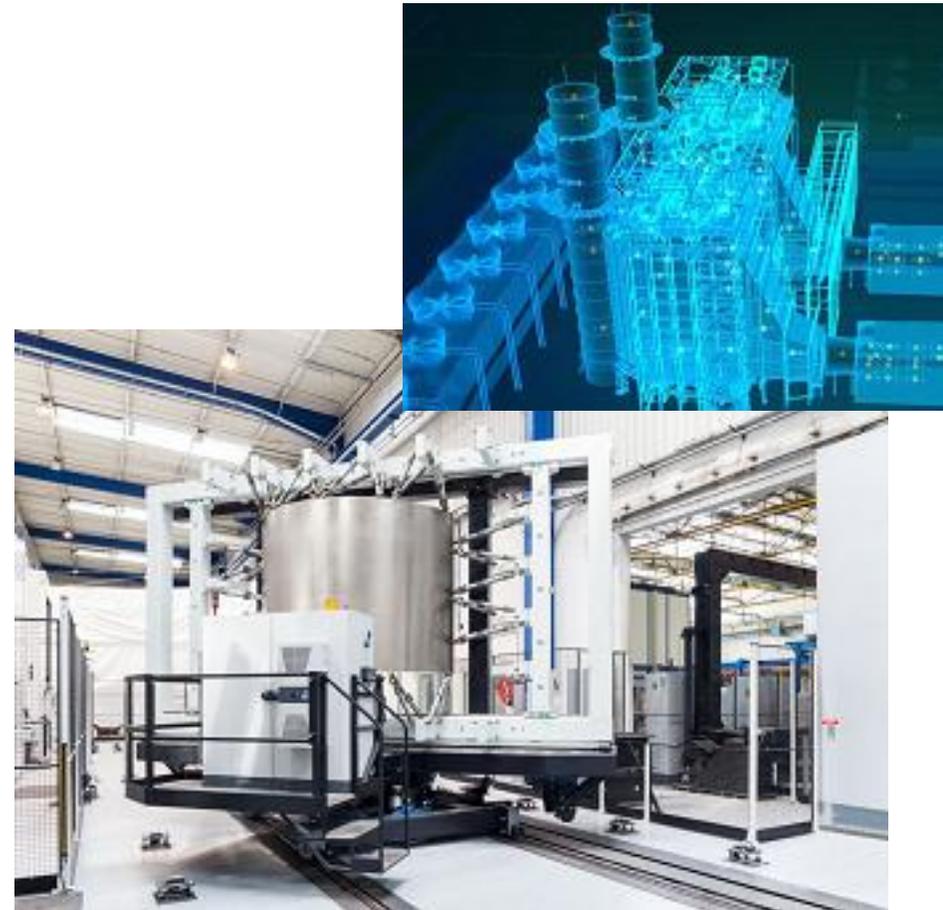
5 Cas pratiques de production

use-case

jumeau numérique

Pertinence économique d'un jumeau numérique destiné à réaliser une mise en route virtuelle de machines outils de grande capacité pour l'usinage mécanique de pièces pour l'aéronautique

L'entreprise envoie normalement un automaticien et un mécanicien lors de la livraison d'un équipement chez un client pour des périodes de 12 à 14 semaines. Avec le jumeau numérique, elle réduit le temps de démarrage de 30 %, ceci permet de 5 à 15 % gain de productivité sur un projet



5 Cas pratiques de production

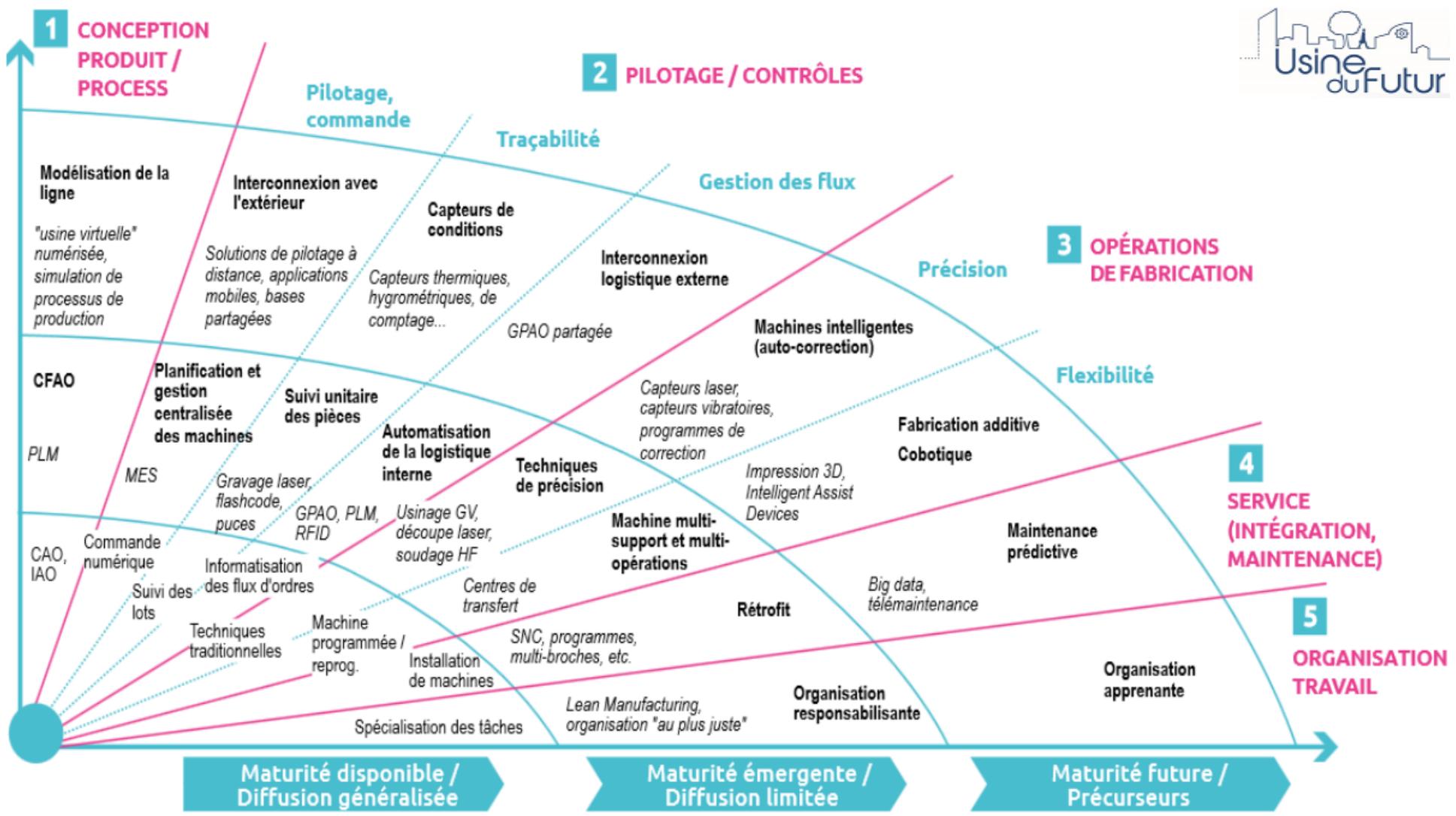
use-case

- 1. Evaluer
- 2. Concevoir
- 3. Produire
- 4. Transformer
- 5. Mobiliser

- ★ Cas de robots collaboratifs et robots mobiles
- ★ Cas d'objets connectés industriels
- ★ Case de simulation de flux et virtualisation
- ★ Cas d'organisation de chaine numérique



5 Cas pratiques de production

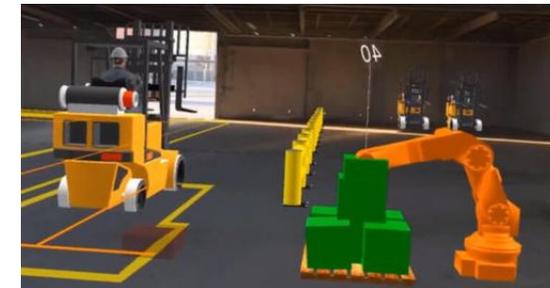
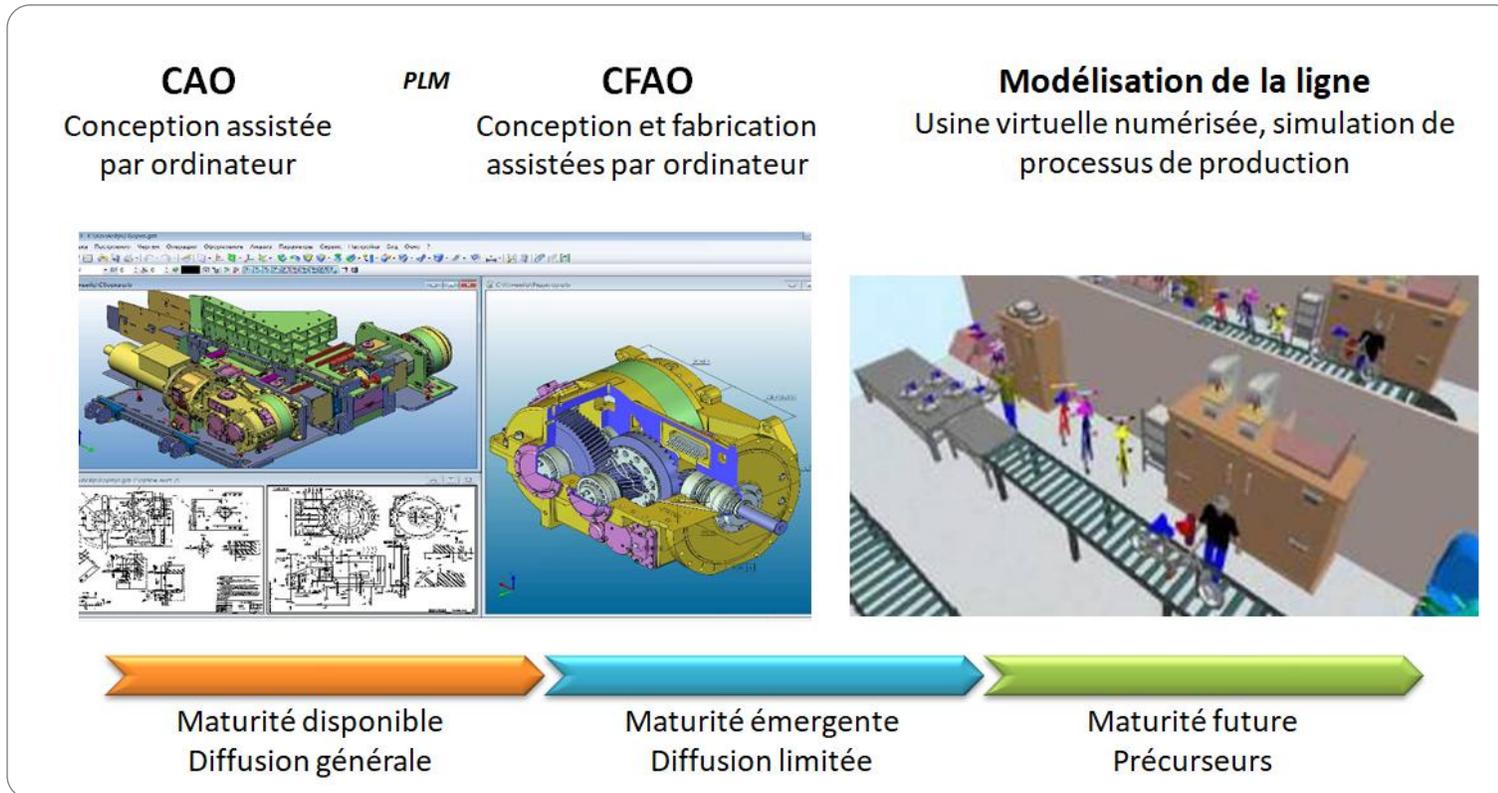


5 Cas pratiques de production

Conception des produits /Process

★ Cas évolution CAO – Dassault Systèmes

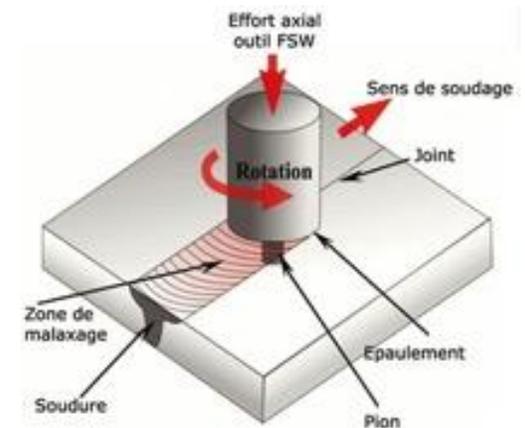
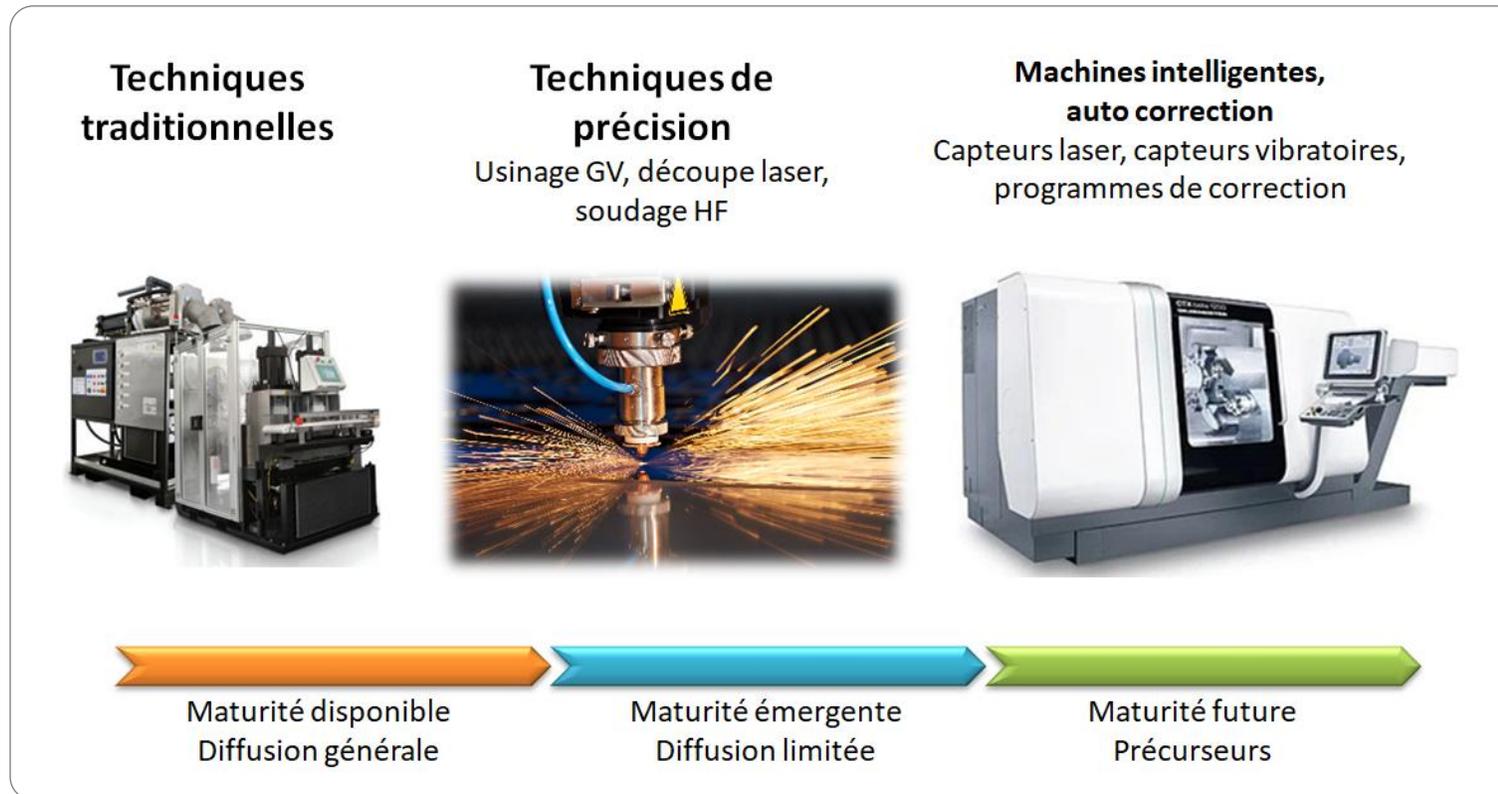
★ Cas de modélisation de ligne



5 Cas pratiques de production

Opérations de fabrication - *Précision*

- ★ Cas de soudage par friction malaxage (FSW - Friction Stir Welding)
- ★ Cas Ilot et système auto-correctifs

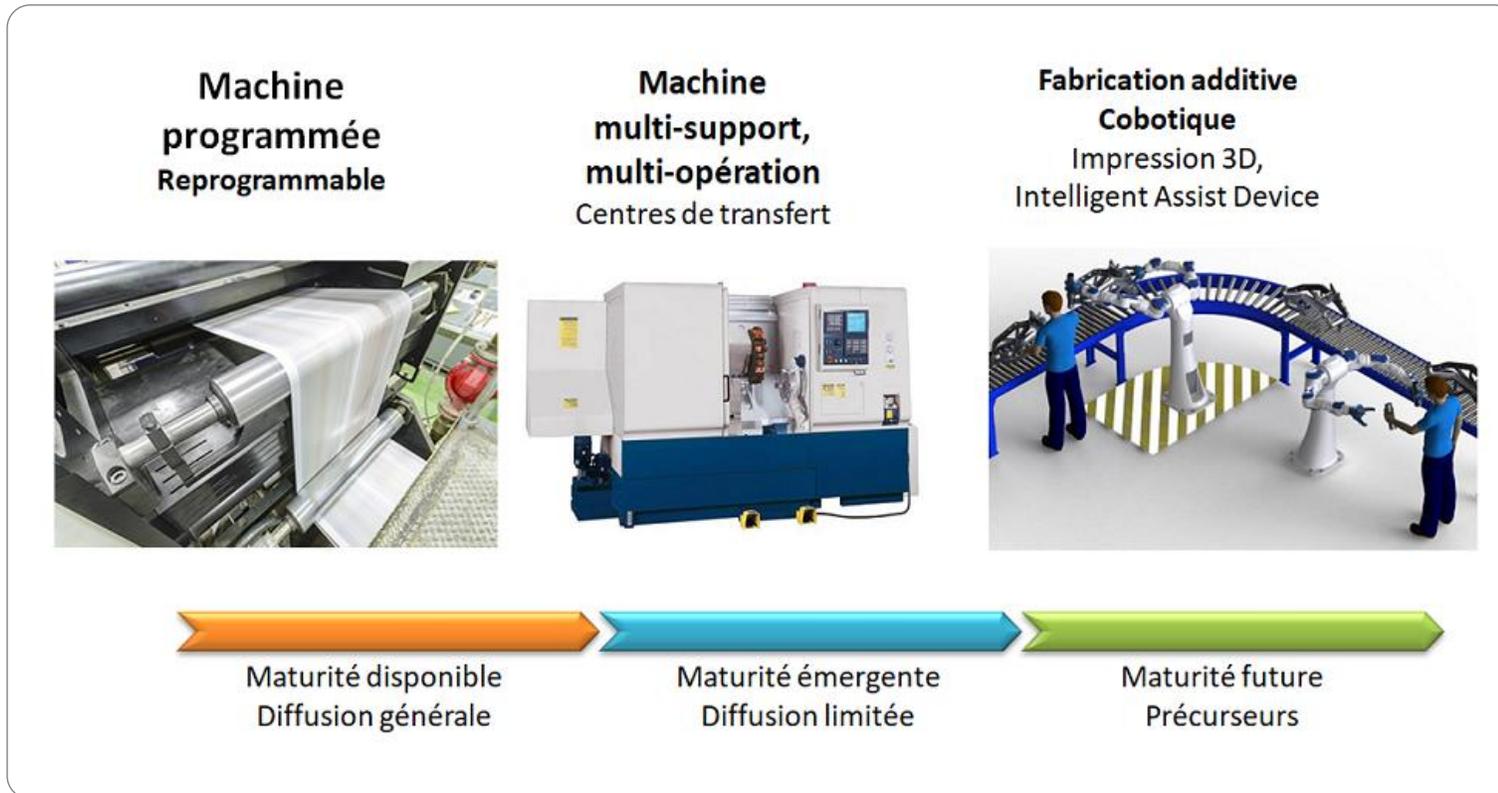


5 Cas pratiques de production

Opérations de fabrication - *Flexibilité*

★ Cas de fabrication additive maintenance machines

★ Cas de chargement/déchargement machine



1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

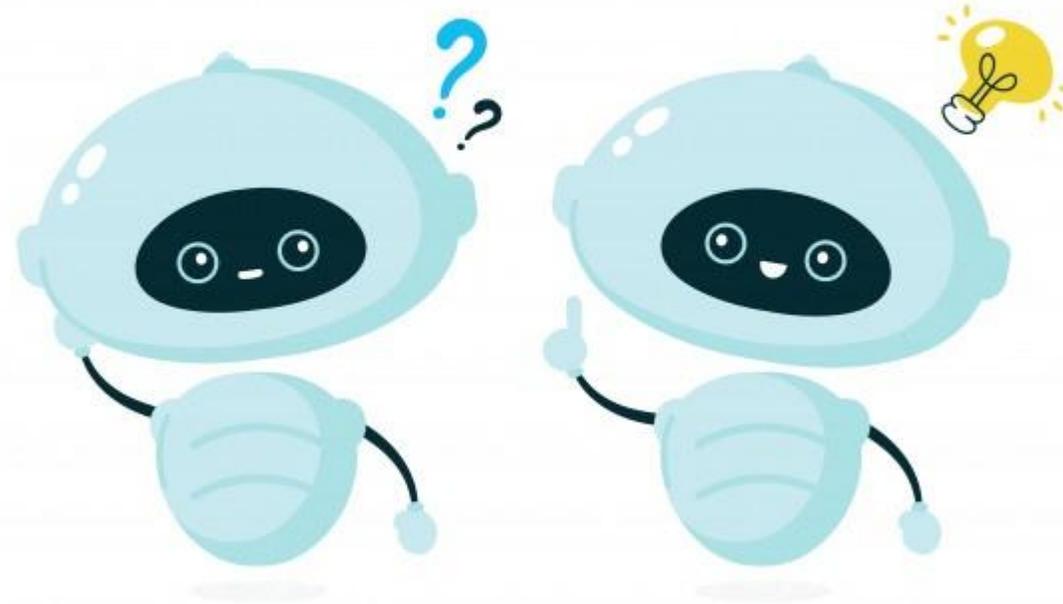
6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs ?



6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs ?

- Mon marché sera-t-il toujours présent dans 5 ans ?
- Sous quelle forme ? Impact du numérique, relations clients ?
- Comment commercialiser et à quels prix ?
- Comment évolue la concurrence ?
- Comment évoluent les techniques ?
- Quels investissements et à quel moment ?
- Quelle stratégie d'intégration du concept Usine du Futur ?
- Où trouver les compétences ? Comment faire évoluer mes équipes ?
- Sous-traiter ou relocaliser ?
- Optimiser les flux de production ? Automatiser / robotiser ?
- Comment organiser mon entreprise ? Quels recrutements ?



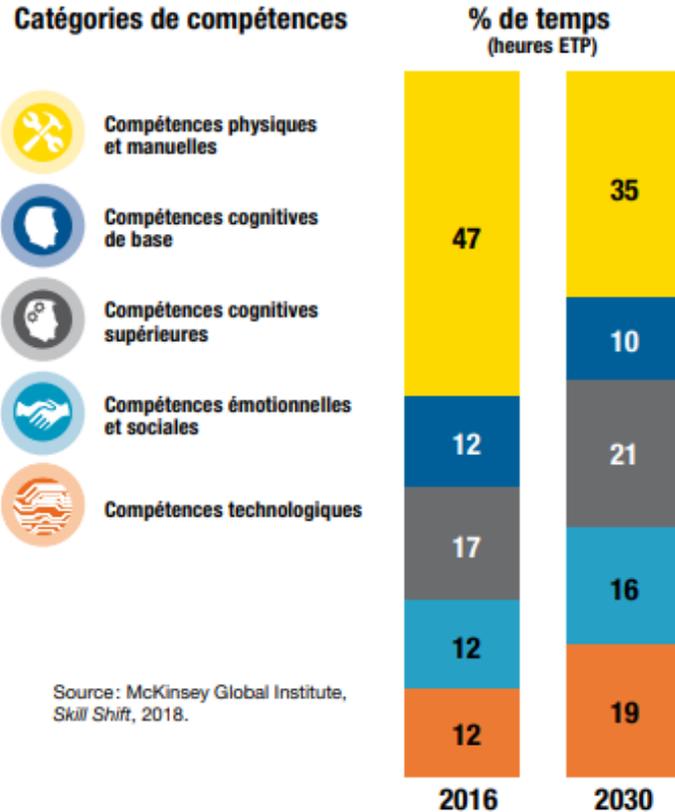
Le facteur humain

D'après une étude menée par EY*, 78% des dirigeants interrogés mettent en avant le développement des compétences des collaborateurs comme principal défi. La formation des salariés est un véritable **levier de performance**. Il convient de **repenser le mode de management** pour encourager les collaborateurs à développer de nouvelles compétences et utiliser les outils digitaux à leur disposition.

Grâce à la diffusion des informations en temps réel, la communication est facilitée et les équipes deviennent plus autonomes. Les managers ont donc un **rôle de coach** plus que de supérieur hiérarchique, afin d'exploiter au maximum la **valeur ajoutée** de chacun d'entre eux.

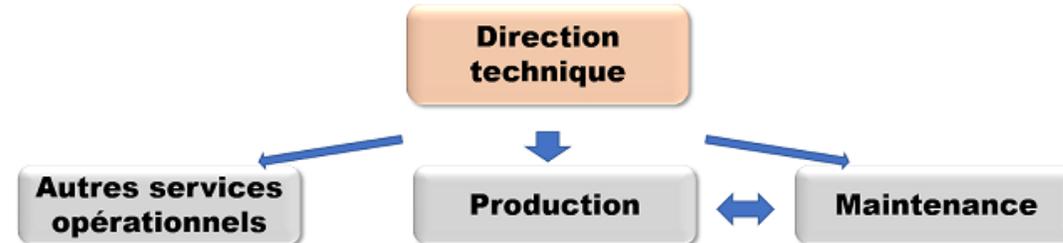
** Etude EY "Croire en l'industrie du futur et au futur de l'industrie", 2017*

Évolution des compétences demandées dans l'industrie manufacturière entre 2016 et 2030



Nouveaux organigrammes de production *Les demandes des dirigeants*

- Ne plus travailler en silo
- Moins de hiérarchie
- Savoir travailler en équipe
- Avoir une plus forte valeur ajoutée
- Organisation en local
- Etre force de proposition



1 Comprendre les enjeux économiques

- a) Numérisation de l'usine
- b) Flexibilité et personnalisation de la production
- c) Nouveaux outils logistiques
- d) Outils de simulation

2 Relocalisation de la production

3 Economies en énergie et en matière première

4 Nouvelles technologies mises en oeuvre

- a) Internet des objets,
- b) Systèmes cyber-physiques,
- c) Réalité virtuelle et réalité augmentée,
- d) Impression 3D, maintenance, prédictive,
- e) Robotique collaborative et mobile,
- f) Big Data, Cloud computing et IA, Cybersécurité.

5 Cas pratiques de production

6 Préoccupations des Dirigeants d'entreprises et des décideurs

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

- a) Amélioration de la productivité,
- b) Priorités et facteurs de décisions d'achats.

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

a) Amélioration de la productivité

L'**industrie du futur** ou **industrie 4.0**, marque un tournant dans l'évolution du secteur **industriel**. Reposant sur l'intégration des nouvelles technologies, notamment numériques, dans l'ensemble de la chaîne de **production**, elle vise à associer flexibilité et **productivité** pour **améliorer** la compétitivité des entreprises

Dans le **secteur industriel** (industrie automobile, aéronautique, agroalimentaire, pharmaceutique, etc.), les **innovations techniques** et **technologiques** constituent, en effet, de véritables boosters pour les capacités de production, aussi bien au niveau de la **quantité** que de la **qualité**

Dans le même temps, les nouvelles technologies entraînent indubitablement de profonds changements concernant **la place des salariés dans l'industrie de demain, qui garde une mainmise sur la productivité et dont le rôle est loin d'être dévalorisé.**

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

b) Priorités et facteurs de décision d'achats

Les dirigeants d'entreprises sont **contraints** de faire évoluer leurs **modèles de production**, les **relations** avec les **clients** et les **fournisseurs**. L'intégration des nouvelles technologies qui sont en train de transformer les modèles économiques amènent les dirigeants à **repenser leurs stratégies** d'investissement et leurs priorités.

Il n'y a pas de modèle standard d'évolution : ceci est à décliner entreprise par entreprise, en fonction des priorités commerciales, des potentiels **humains** et **techniques**, de la **volonté** du dirigeant.

De plus en plus d'entreprises se font **accompagner** pour évaluer leurs potentiels. Cela peut se faire par des **diagnostics** adaptés qui aident à définir la stratégie d'intégration, les **priorités** d'investissement et leurs **montants**. Il convient de bien saisir **l'environnement** propre à l'entreprise pour décoder les **ressorts d'évolution**.

7 Stratégies d'amélioration de la production dans le concept Usine du Futur

Stratégie d'amélioration : Etude sur cas réel

Ce chef d'entreprise a racheté récemment une fabrique de chaussures de 70 personnes qui crée ses propres modèles, les vend aux grandes surfaces, dans des réseaux de magasins spécialisés et sous sa propre marque.



Il arbitre en permanence selon les modèles créés entre une fabrication locale, une sous-traitance en Inde ou une solution mixte. Il est installé dans une région à faible densité de population et son personnel est composé en grande partie de collaborateurs ayant plus de 20 ans d'ancienneté.

Il doit revoir sa production, gagner en productivité, automatiser des process principalement manuels, aménager des postes de travail à forts taux de TMS et produits nocifs. Il souhaite relocaliser une bonne partie de la production indienne.

Son directeur de production lui soutient que 15% de rebut est un taux normal dans le métier. Les attentes des jeunes collaborateurs sont à l'opposé des pratiques des anciens employés, plus âgés.

QUESTIONS / RÉPONSES



CHEF DE PROJET EN AUTOMATISME ROBOTIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLES CP ARII

La Fabrication dans l'Industrie du Futur

Patrick MONASSIER

Avec mes remerciements

Fin de la présentation