

# **L'USINE DU FUTUR ET SES ENJEUX HUMAINS : QUAND LA TECHNOLOGIE REVISITE LE RÔLE DU TRAVAIL DE L'HOMME DANS L'ORGANISATION INDUSTRIELLE**

**Emmanuelle Garbe**  
IAE Paris



**« J'aime l'industrie parce que c'est l'un des rares endroits au 21ème siècle où l'on trouve encore de la magie. La magie d'une idée qui devient un produit, la magie du ballet des robots et du ballet des hommes. La magie de l'atelier où l'on ne distingue pas le cadre de l'ouvrier, où l'on ne distingue pas l'apprenti de celui qui a 30 ans d'expérience [...] » (Agnès Pannier-Runacher, ministre déléguée chargée de l'Industrie)**

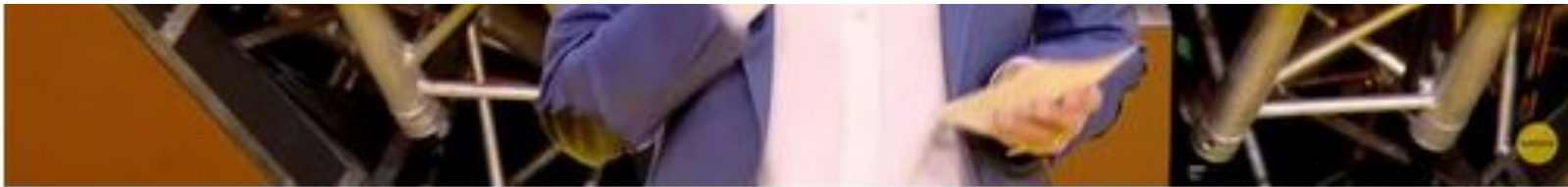




# Ces propos de la ministre de l'Industrie sur la "magie" du travail à l'usine passent mal

Agnès Pannier-Runacher a estimé le 7 octobre dernier que "la fierté de travailler dans l'usine" n'était "pas une punition".

Le HuffPost



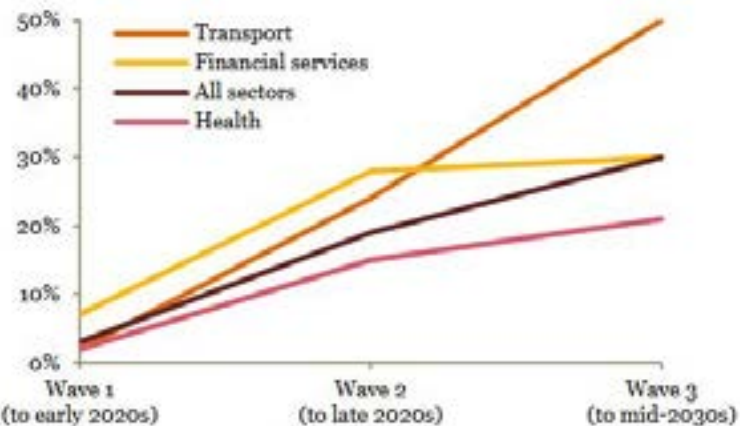
**« J'aime l'industrie parce que c'est l'un des rares endroits au 21ème siècle où l'on trouve encore de la magie. La magie d'une idée qui devient un produit, la magie du ballet des robots et du ballet des hommes. La magie de l'atelier où l'on ne distingue pas le cadre de l'ouvrier, où l'on ne distingue pas l'apprenti de celui qui a 30 ans d'expérience [...] » (Agnès Pannier-Runacher, ministre déléguée chargée de l'Industrie)**



# Les Usines au Cœur de Grands Enjeux de Société

**Figure 1 – Potential job automation rates by industry across waves**

% of existing jobs at potential risk of automation



Source: PwC estimates based on OECD PIAAC data (median values for 29 countries)

# 6

Share ↗

*Adding one robot to a geographic area reduces employment in that area by six workers.*



16 janvier 2019 | Non classé

ime  
lle

## La 4<sup>ème</sup> révolution industrielle



**1ère industrie (18<sup>ème</sup> siècle) :** Mécanisation, énergie à vapeur, énergie hydraulique.

**2ème industrie :** Production de masse, lignes d'assemblages, électricité.

**3ème industrie (20<sup>ème</sup> siècle) :** Informatique et automatisation.

**4ème industrie (21<sup>ème</sup> siècle) :** Systèmes cyber physiques.





Closed door machining



Réalité augmentée



La réalité virt



Big data



Cloud





# L'Usine du Futur : un processus social

- ✓ L'Usine du futur, un sujet très souvent approché par la technique et la technologie
  - ✓ Sortir d'une vision strictement technique de la digitalisation pour en comprendre les **dimensions sociale et politique**
  - ✓ **Des imaginaires contestés du changement technologique** peuvent cohabiter, parfois optimistes, parfois soucieux du « Dark Side » de la digitalisation
  - ✓ Ces représentations **affectent très largement le déploiement** et la forme que prennent les Usines du Futur





## COMMENT CES TECHNOLOGIES REVISITENT-ELLES LE RÔLE DU TRAVAIL DE L'HOMME DANS L'USINE ?



# Une hypothèse de départ : la convergence des intérêts productifs et sociaux

- ✓ L'industrie 4.0 au service de la performance
  - ✓ Les gains de productivité obtenus grâce aux technologies 4.0 finiront par créer un avantage si important que les entreprises qui n'ont pas pris le virage auront du mal à rivaliser avec les autres
- ✓ L'industrie 4.0 au service de l'Homme au travail
  - ✓ « La transformation numérique va servir de moteur au développement de notre modèle stratégique et de **notre modèle humain et social**. Elle va nous permettre de faire des progrès dans toutes les dimensions de l'entreprise. Chez Michelin, **le digital réussira parce qu'il sera humain** » (Président du Groupe Michelin)
  - ✓ « Je compte sur la digitalisation pour **améliorer le quotidien de tout un chacun** » (DRH Safran)



# Une hypothèse de départ : la convergence des intérêts productifs et sociaux

- ✓ Placer l'humain au coeur des préoccupations
  - ✓ Ces nouvelles technologies permettent d'**éviter les situations de travail pénible** tout en optimisant la productivité
  - ✓ L'usine intelligente est celle qui, grâce aux technologies, charge de travail des collaborateurs en les libérant de tâches désormais accomplies par la machine.  
Le recours à la réalité augmentée, à la cobotique, aux objets connectés autorise les collaborateurs à se **concentrer sur des opérations à plus haute valeur ajoutée**
  - ✓ L'usine du futur synonyme de **plus de performance** et **moins de stress** au travail



# Une hypothèse de départ : la convergence des intérêts productifs et sociaux

- ✓ L'humain au cœur de la stratégie de l'usine du futur
  - ✓ "It's all about people" : C'est à l'homme que revient la tâche de collecter les données, de les analyser et de les utiliser pour améliorer le système productif
  - ✓ Une mise en œuvre du changement « délicate »





# Une hypothèse de départ : la convergence des intérêts productifs et sociaux

- ✓ L'humain au cœur de la stratégie de l'usine du futur
  - ✓ "It's all about people" : C'est à l'homme que revient la tâche de collecter les données, de les analyser et de les utiliser pour améliorer le système productif
  - ✓ Une mise en œuvre du changement « délicate »
  - ✓ Un mix d'approches top-down et bottom-up

**Think Big** (définition de la vision, de la stratégie à 5-10 ans)  
... **Start small** (traitement de nombreuses problématiques directement dans les usines)  
... **Roll-out fast** (accélération du progrès en mettant en place rapidement les solutions digitales)

# Une hypothèse de départ à l'épreuve du corps social





# Une profonde et nécessaire évolution des compétences

## L'USINE DU FUTUR DE SAFRAN, ATOUT MAJEUR DE COMPÉTITIVITÉ ET RÉACTIVITÉ



FRANÇOIS DE LA FONTAINE  
directeur de programme  
Usine du futur

Devenu le troisième acteur aéronautique mondial, hors avionneurs, Safran met tout en œuvre pour assurer les montées en cadence et répondre aux besoins de ses clients. Outil de compétitivité en rupture engendrant des gains de productivité remarquables, l'usine du futur constitue un atout majeur dans l'activité du groupe et s'inscrit au cœur même de sa stratégie.



Commençons par ce que nous avons fait. Compte tenu de la nature de nos activités, nos lignes de production présentent des cadences faibles, nous

→ Le robot collaboratif





# Une profonde et nécessaire évolution des compétences

- ✓ Sur la base du calendrier de déploiement par ligne de produits, **on estime qu'environ un collaborateur sur cinq en France sera impliqué dans l'usine du futur d'ici à cinq ans.**
- ✓ **L'opérateur** effectue moins d'actions sur le produit, plus de supervision et de contrôle dans des lignes automatisées.
- ✓ C'est aux **méthodes** de fabrication qu'incombe le rôle majeur d'intégrer et tirer le meilleur parti de l'analyse de données des nouvelles technologies.
- ✓ La **maintenance** industrielle évolue aussi pour pouvoir maintenir des machines plus complexes.

## L'USINE DU FUTUR DE SAFRAN, ATOUT MAJEUR DE COMPÉTITIVITÉ ET RÉACTIVITÉ

FRANÇOIS  
A FONTAINE  
Directeur du programme  
Usine du futur

Devenu le troisième acteur aéronautique mondial, hors avionneurs, Safran met tout en œuvre pour assurer les montées en cadence et répondre aux besoins de son client. Un atout de compétitivité en rupture avec les pratiques traditionnelles, générant des gains de productivité remarquables. L'usine du futur constitue un atout majeur dans l'activité du groupe et s'inscrit au cœur même de sa stratégie.

Commençons par ce que nous avons fait. De la nature de nos lignes de production à cadences faibles, nous

→ Le robot collaboratif






A large yellow industrial robotic arm is the central focus, positioned within a complex metal frame of a factory or laboratory. The background shows various mechanical components, pipes, and structural elements, all in a clean, industrial environment. The lighting is bright and even.

## **Focus sur 3 métiers**

- 1) Opérateur
- 2) Ingénieur méthode
- 3) Technicien maintenance



# L'opérateur



« On sera moins proche du produit, mais on sera plus proche de l'environnement dans sa globalité. On va gérer des tas d'autres choses... » (Opérateur)

« (l'opérateur) Ca va être un pilote de centre d'usinage ou d'installation, plus qu'un usineur, ou un tourneur ou un fraiseur. » (Manager)



# L'opérateur

✓ L'opérateur : montée en compétences et valorisation par le travail

## 1) Des phases de travail productif

- ✓ Pilotage d'un ensemble de machines : suivi de la performance, qualité, productivité
  - Collecte et analyse des données machine
  - Prise de décision : arbitrages de production, intervention dans un délai optimisé en cas d'anomalie
  - Réparation de premier niveau : être capable d'entrer dans un programme et de relancer les machines



# L'opérateur

✓ L'opérateur : montée en compétences et valorisation par le travail

## 2) Participation au développement et à l'industrialisation

- ✓ Appui aux Méthodes et à la Maintenance : faire remonter les problématiques
  - ✓ Etre force de proposition sur certaines problématiques techniques
  - ✓ Réalisation des mises au point lors de l'introduction de modifications dans les programmes



# L'opérateur

✓ Opérateur ++ versus Opérateur -- ?

✓ L'opérateur pilote de machines

✓ L'opérateur piloté par la machine

✓ Le métier d'Opérateur -- amené à disparaître ?





# L'ingénieur méthode

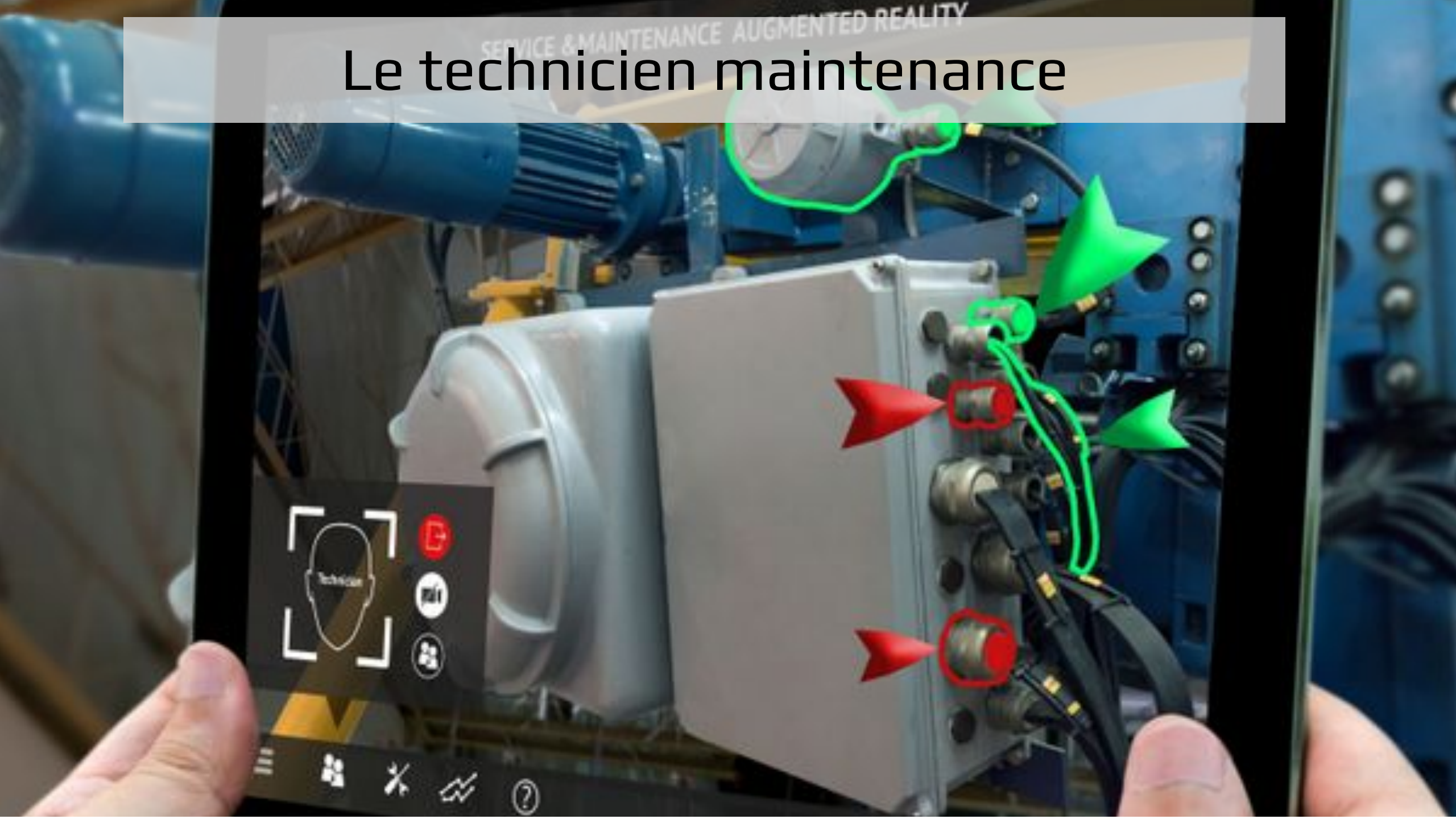




# L'ingénieur méthode

- ✓ L'ingénieur méthode : une montée en abstraction et en complexité
  - ✓ Des machines de plus en plus complexes donc des programmes de plus en plus complexes
    - ✓ Des programmes visant à l'autonomie totale de la machine et la fin des arrêts machine
    - ✓ Des programmes à « tiroirs » (programme algorithmes versus programme d'usinage)
  - ✓ Travail en réseau : « On n'a plus qu'une machine, on a un ensemble de machines régies par un système de supervision »
    - ✓ Mobilisation de la donnée fournie par l'ensemble du parc machines
    - ✓ Analyse des données de production pour corriger les dérives de production et stabiliser le niveau de qualité
    - ✓ Travail sur des modèles productifs et perte de contact avec les pièces

# Le technicien maintenance





# Le technicien maintenance

- ✓ Le technicien de maintenance : vers une mont
- ✓ De la maintenance curative et préventive à la maintenance prédictive
  - ✓ Analyse des données machines (courants moteur, vibrations, etc.)
  - ✓ Anticipation des pannes
- ✓ Intervention sur « machine » : « On dépanne plus sur le PC que vraiment intervenir sur la machine a proprement parler »
- ✓ Mobilisation de nouvelles technologies type réalité augmentée





# Le technicien maintenance

- ✓ Le technicien de maintenance : vers une montée en compétences ?
  - ✓ Recours quasi systématique aux fabricants
  - ✓ « Bientôt ce sont les machines qui parleront et qui diront quels sont les organes à remplacer » (Directeur de production)





# Evolution de l'organisation du travail : ilots de production, responsabilisation et découloisonnement des métiers

« L'un des enjeux de l'usine du futur c'est le **désilotage de la donnée**, c'est être capable de mettre en corrélation des **données de production**, avec des **données de qualité** et des **données de maintenance.**» (Directeur production groupe Michelin)



# Evolution de l'organisation du travail : ilots de production, responsabilisation et découloisonnement des métiers



- ✓ Fonctionnement en ilots de production : des mini-usines dans l'usine
- ✓ Responsabilisation et polyvalence des acteurs
- ✓ Collaboration inter-métier voire hybridation des métiers : des acteurs aux compétences transverses

# Ni bleu, ni blanc, place au « col neuf »

Publié le 29 mai 2018 • Sylvia Di Pasquale



Autonomie, prise de décision, polyvalence  
Flexibilité, adaptation au changement  
Compétences relationnelles (communication, travail en équipe, etc.)



# Evolution de l'organisation du travail : ilots de production, responsabilisation et découloisonnement des métiers



- ✓ Pas d'usine du futur sans GPEC, ni formation
  - ✓ Des centres de formation dédiés, des dispositifs de formation ad hoc dans les bassins d'emploi
  - ✓ **MAIS pour les personnels de production, la formation n'a rien de facile ni de naturel**
- ✓ Prospective sur les métiers de demain

# Usine du futur : 2 enjeux

## La machine au service de l'homme ou l'homme au service de la machine ?

- ✓ Cobotique
- ✓ Ergonomie des postes de travail
- ✓ Automatisation des usines et fin du travail de nuit



- ✓ La machine personnalisée
- ✓ Opérateur --



# Usine du futur : 2 enjeux

## Autonomie versus contrôle

- ✓ Responsabilisation des collaborateurs et libération du travail

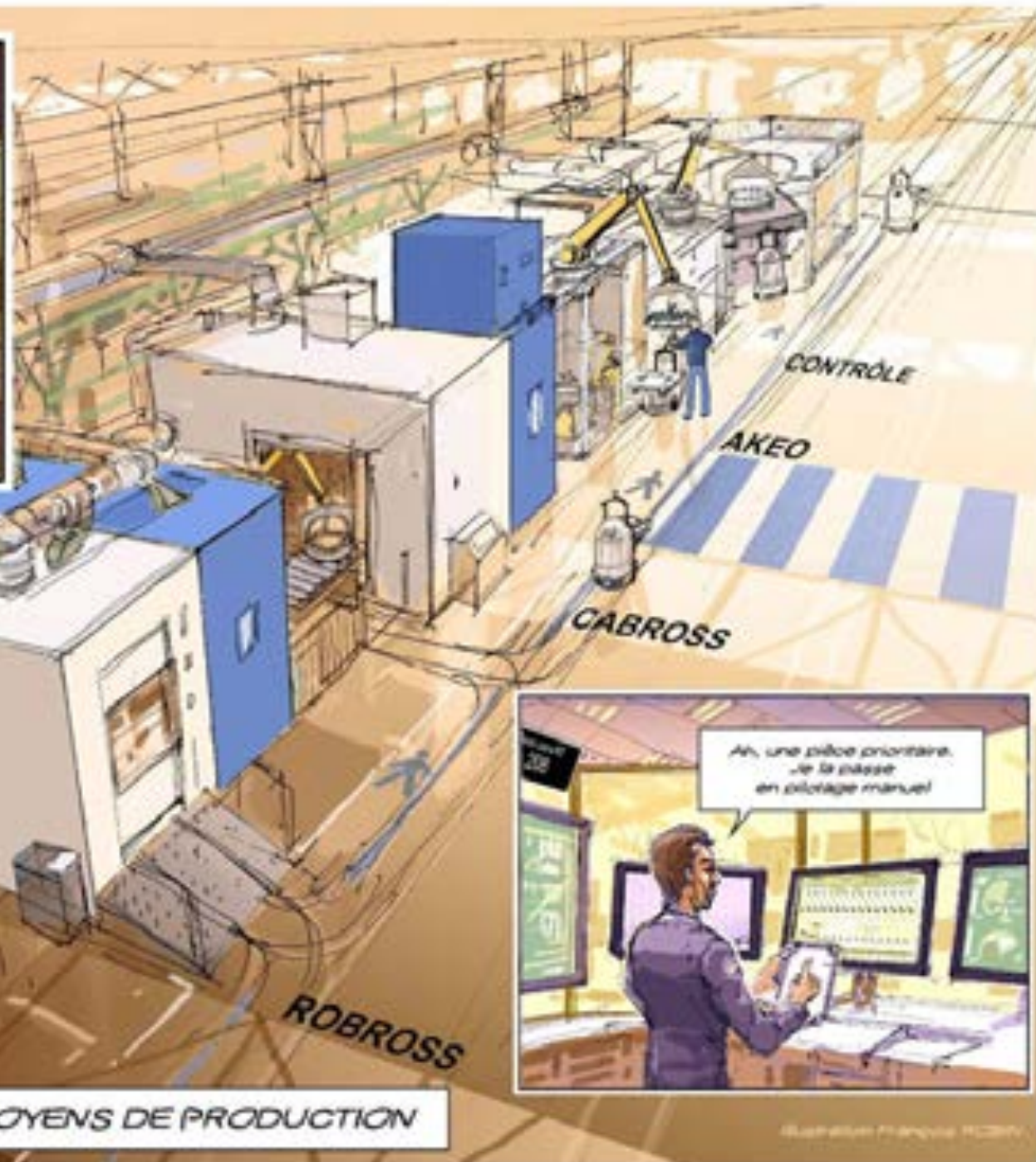


- ✓ De la mise en réseau des machines et suivi des process de production par pièce...
- ✓ ...Aux données de production par opérateur

A large white industrial robot arm is shown in a factory setting, holding a complex, multi-colored assembly of wires and components. The robot arm is positioned in the upper left quadrant of the frame. In the lower center, a worker wearing a yellow safety vest and dark pants stands facing the robot. The background shows a large industrial facility with various machinery and structural elements.

**Merci de votre attention !**







Où donc, faut  
on à un message  
l'analyse des données  
indique qu'il y a un  
composant défilant



MICHA Programmeur Directeur de Production



Qu'y est la machine  
est redémarrée

Et sans perte  
de production !

on revient sur  
cette dernière  
machine

On a été du  
bon boulot



MAINTENANCE PREDICTIVE



*ça a bien avancé  
cette nuit!  
Ahl...il y a eu une  
opération avortée ?*

*Rien de grave !  
les machines ont  
bien réagi et la  
production a continué.*

*Je vais  
en parler  
en réunion  
GRAP*

*OK  
Bonne  
nuit*

*Bon, s'il n'y a pas  
d'intervention  
pour les outils,  
je controle cette pièce*

*J'ai validé  
le déroulement  
des CPs proposé  
par JFVOT  
L'équipe du matin  
aura le temps de  
recharger les outils*



08:01  
Equipe du matin

10:25  
Equipe du matin



14:36  
Equipe d'après-midi



18:29  
Equipe d'après-midi

*Tout est prêt  
Le robot de palétisation  
va se charger de  
l'approvisionnement  
pendant la nuit*

23:17

USINE AUTONOME



# Usine du futur : les enjeux

Disparition des emplois ↔ Mutation des métiers

Mutation technologique ↔ Mutation organisationnelle

Individu ↔ Collectif

Travail prescrit ↔ Autonomie

Diminution de la pénibilité ↔ Surcharge cognitive

Aplatissement des niveaux  
hiérarchiques ↔ Transformation du management

IRP freins ↔ IRP partenaires

Qualité de l'environnement  
de travail ↔ Qualité du travail

Polyvalence ↔ Enrichissement des tâches

Compétences ↔ Potentiels/Talents/Appétences





# Les Usines au Cœur de Grands Enjeux de Société

## La marque Aigle rapatrie la fabrication de bottes en France

En dépit de difficultés à recruter, l'entreprise de mode veut augmenter sa production dans l'usine d'Ingrandes-sur-Vienne.

Par Juliette Garnier

Publié le 12 octobre 2021 à 10h40 - Mis à jour le 13 octobre 2021 à 10h21 - Lecture 2 min.



# **Les Usines au Cœur de Grands Enjeux de Société**

**Peut-on fabriquer des médicaments 100% made in France ?**





# Les Usines au Cœur de Grands Enjeux de Société

## Impact Environnemental de l'industrie

In this article, we present a quantitative evaluation on the environmental performance of a smart factory through a comparative LCA on its products, in this case, a refrigerator. Contributions and sensitivity analysis are conducted to identify hotspots and key issues associated with the environmental performance of the refrigerator manufactured in a smart factory, and to distinguish the environmental benefits through comparing with the environmental impacts of a refrigerator that is manufactured in a conventional factory. The theoretically predicted environmental benefits of a smart factory have been exemplified by a real-world case study, though the overall environmental performance of the two manufacturing paradigms is similar. The environmental benefits associated with the selected smart factory are mainly acquired from material savings and improved production efficiency, while other activities such as procurement and sale bring extra environmental burdens.

Zhang, W., Gu, F., & Guo, J. (2019). Can smart factories bring environmental benefits to their products?: A case study of household refrigerators. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.12928