

DÉFI

8

Une “Industrie du futur” qui prend l’environnement au sérieux

En synthèse

- ◇ Les visions de l’usine du futur convoquent un numérique très technique (robotique, intelligence artificielle, big data), mais ne prennent généralement pas en compte la dimension environnementale comme un enjeu majeur ;
- ◇ L’enjeu est de construire des visions partagées : aujourd’hui, les récits n’existent pas encore réellement, chaque acteur les raconte séparément et à sa façon ;
- ◇ Pour avancer, il est nécessaire de construire une culture commune : culture ingénieur / culture numérique d’un côté et culture ingénieur / culture environnementale de l’autre. C’est à cette condition que l’usine du futur pourra tirer parti à la fois de la modularité et de l’agilité de l’innovation numérique tout en se pensant comme un maillon essentiel de la transition écologique.



1 L'enjeu : concevoir l'usine du futur dans un environnement durable

L'"industrie 4.0" ou "industrie du futur" correspond à une nouvelle façon d'organiser les moyens de production industrielle, de la conception (agile, rapide, collaborative...) à la production (flexible, personnalisée, efficiente...), en passant par la distribution, la gestion du cycle de vie des matériaux et des produits, l'association produits-services.

En France, le programme "Usine du futur" (rebaptisé "Industrie du futur" en 2015) lancé par l'État invite chaque entreprise à "*franchir un pas sur la voie de la modernisation de son outil industriel et de la transformation de son modèle économique par le numérique*". Le programme invite ainsi à reconsidérer les procédés, les process et les systèmes techniques industriels, au sein des unités de production mais aussi à l'échelle d'entreprises et de filières entières. Cette feuille de route invite avant tout les industries à s'appuyer sur la collecte et l'utilisation de données (Big data, intelligence artificielle) et à automatiser les processus pour mieux pré-

voir la demande et adapter (voire personnaliser) la production, améliorer la qualité, gagner en productivité ou encore réduire les stocks.

Si la question environnementale n'est pas absente des promesses de l'usine du futur, elle n'en est que rarement au cœur. Comme l'indique la synthèse "Industrie du futur" de l'Ademe¹⁵, "*la question environnementale est [présentée comme] un bénéfice indirect de l'intégration de ces technologies et ne peut être que positif au final (au sens du gain directement engendré chez l'industriel). Il n'est pas question de donner une image négative des conséquences d'une telle intégration.*" Même certains des exemples les plus fréquemment cités ne démontrent pas l'existence d'une convergence "naturelle" entre industrie 4.0 et écologie :

- Δ La modularité des lignes d'assemblages des usines de Sunna Design (qui conçoit des candélabres connectés qui forment un réseau intelligent et peu énergivore) permettent par exemple avant tout de transférer une partie du processus d'assemblage dans d'autres pays ;
- Δ La (toute) petite taille de la

Speedfactory d'Adidas - considérée comme une des plus petites usines du monde et qui produit des petites séries de baskets - répond d'abord à des besoins de réactivité vis à vis de la demande et de baisse des stocks plutôt qu'à une volonté d'être plus frugal en machines et en énergie ; c'est aussi le cas d'enseignes comme Zara qui mobilise des réseaux d'artisans ou petits producteurs pour renouveler sa gamme chaque mois ;

- Δ Les projets de micro-usines incarnés par les "ateliers de fabrication numérique" (comme les fab labs et les TechShops) ont, parfois, une sensibilité plus grande aux questions écologiques mais peinent généralement à dépasser le stade de la petite série.

D'autre part, quand ils s'en préoccupent, les projets d'"usine verte" travaillent généralement l'empreinte écologique sous le seul angle de l'unité de production elle-même (ses intrants, ses déchets, l'empreinte des machines utilisées...). Ainsi, les concepts d'"Usine 4.0" ou de Smart Factory, en promettant une rationalisation de la production (donc a priori d'une moindre consommation de matières premières et d'énergie) sont considérées comme porteuses intrin-

sèques d'une approche durable. Mais une grosse part de l'empreinte environnementale se joue ailleurs, dans les matériaux et les pièces semi-finies, et dans les autres moments du cycle de vie du produit.

Il y a donc un double enjeu pour mieux tirer partie de l'apport du numérique dans la dimension environnementale de l'usine du futur :

- Δ D'une part, **il est troublant que la mobilisation importante des entreprises et des pouvoirs publics autour de l'industrie du futur intègre si peu les enjeux environnementaux.** Dans les documents officiels et les productions des groupes les plus actifs dans ce domaine (comme l'Alliance pour l'industrie du futur), le sujet apparaît rarement, juste au détour d'une phrase et comme une évidence : une usine plus efficiente est forcément plus écologique.
- Δ D'autre part, pour être écologiquement vertueuse, **l'usine du futur ne peut pas être déconnectée du territoire** dans laquelle elle produit, ce qui est encore trop peu le cas aujourd'hui.

15. "Industrie du futur : Comment allier transition numérique et transition énergétique et écologique ?", Ademe, septembre 2017



2 L'agenda de Transitions² pour une usine du futur durable et intelligente

Acteurs, initiatives et réseaux déjà engagés à relever ce défi

Dans le cadre d'un travail de Transitions² autour de l'usine du Futur engagé avec l'ADEME en 2017, la Fing a produit une typologie des promesses de l'usine durable et intelligente autour de 4 axes :

- Δ **Optimiser la consommation – Usine sobre** : une production économe en ressources en matières premières ;
- Δ **Améliorer le cycle de vie – Usine agile**, modulable dans le temps et l'espace. Sa maintenance est prédictive, ses produits sont réparables (l'usine peut même jusqu'à aller produire les pièces pour se

réparer elle-même), elle a une vocation servicielle qui peut répondre à un besoin précis sur un territoire ;

Δ Réduire les déplacements, renforcer la proximité – Usine proche.

Une fabrique locale ultraflexible grâce au numérique et aux robots, qui rapproche la production de l'usage, peut privilégier l'utilisation de matériaux locaux (circuits courts, matières premières ou recyclées) et renforcer les mutualisations et les coopérations entre acteurs économiques ;

- Δ **Réduire les déchets et la pollution – Usine propre**, qui respecte les normes environnementales, mesure et trace ses propres déchets et en réduit les volumes.

Ces travaux se complètent de 10 scénarios "extrêmes" de l'usine du futur qui, à leur tour, sont plus industriels qu'environnementaux :

- Δ **L'usine moléculaire**, capable de produire à la demande à peu près

Autres ressources :

- Industrie du futur : Impacts du numérique au sein de l'industrie, au regard de la transition énergétique et écologique, Deloitte & ADEME (avec la participation de la Fing), 2017
- Controverse "Industrie du futur et avenir du travail", réalisé par les étudiants de Telecom ParisTech, 2017

n'importe quel type d'objet, à partir de matériaux élémentaires comme le fil, la poussière, des liquides, des cellules souches... ;

- Δ **La non-usine**, qui produit des objets industriels instantanément, à la demande, à partir de robots combinant des imprimantes 3D et d'autres fonctions de finition, assemblage et montage ;

- Δ **L'usine anti-matérielle**, qui cherche à répondre aux besoins sans avoir à produire de nouvel objet - et a de fait la responsabilité de flottes d'objets partagés, de stocks distribués de matériaux et de pièces, de réseaux et plateformes de services, d'ateliers de personnalisation et réparation... ;

- Δ **L'usine du monde**, où 5 giga-usines de 500 km² chacune produisent l'essentiel des objets manufacturés de la planète ;

Δ **Le "système usine"**, dans lequel chaque produit fini est un composite de produits modulaires, standards, open source, entièrement documentés du point de vue de leurs composants, modèle de production et interfaces, et tracés tout au long de leur vie ;

Δ ...

Des actions collectives à engager ou poursuivre

Les travaux actuels sur l'usine du futur permettent de qualifier un ensemble de promesses riches, mais orphelines : personne ne les porte aujourd'hui, leur récit n'existe pas encore réellement, chaque acteur les raconte séparément et à sa façon - quand il les porte. Par ailleurs, l'usine du futur cristallise un choc des cultures : culture numérique, culture des données, culture de l'ingé-



nieur, culture écologique... qui rendent le dialogue difficile.

Pour avancer, des actions pourraient s'engager dans deux directions :

Δ **Du côté des visions :** il faut orchestrer une vraie convergence entre la perspective de l'Industrie 4.0 et les enjeux écologiques. Les nouvelles usines, les nouveaux dispositifs industriels, vont naître dans un monde de plus en plus troublé par le changement climatique ; il ne paraît pas raisonnable de travailler comme si ce n'était pas le cas, et de ne pas prendre en compte le rôle majeur que les systèmes de production industrielle jouent dans les cycles d'énergie, de matière, d'obsolescence, etc. Il paraît indispensable de développer une vision de la convergence entre industrie, numérique et environnement, beaucoup plus imaginative que celle que propose "Industrie du futur". Par exemple, à quoi ressemblerait une usine qui concevrait et produirait des produits destinés à être partagés, qui se préoccuperait de réduire sa propre empreinte grâce (notamment) aux produits qu'elle a elle-même fabriqués ?

Δ **Du côté de la formation :** le travail de l'Institut Mines-Telecom sur l'ingénieur en 2030, invitait à repenser les cadres de formation entre les ingénieurs informatique et mécanique . Un tel travail pourrait être prolongé d'une triple hybridation : culture ingénieur / culture numérique (qui n'est pas qu'un sujet de process et d'efficience) / culture environnementale.



"SELF-GROWING LUNAR FACTORY." AN ARTIST'S CONCEPTION OF A ROBOTIC LUNAR FACTORY THAT'S CAPABLE OF SELF-EXPANSION - SOURCE : NASA