

II - LA MACHINE



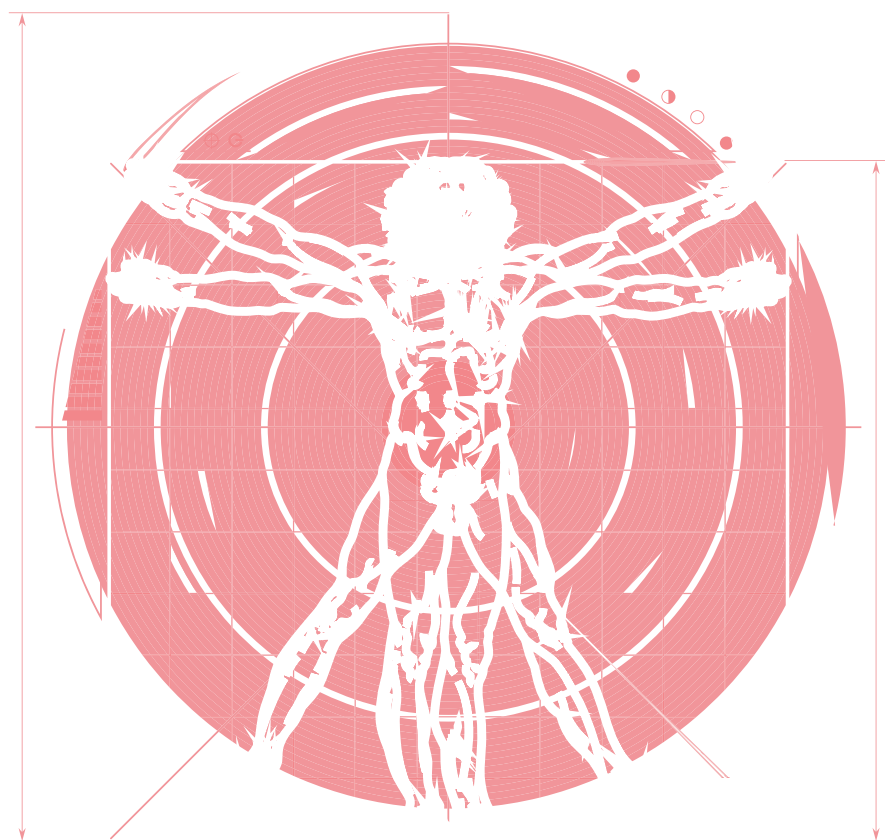
I.I - LA MÉTHODE QUAND LE TRAVAIL DEVIENT ÉCRITURE_____p. 3 - 7

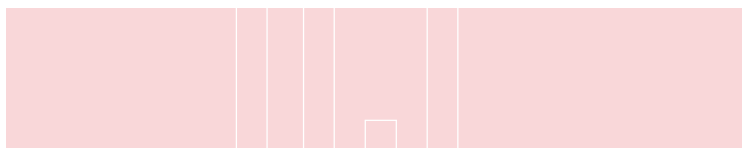
I.II - LA CONFORMITÉ : QUAND LA QUALITÉ DEVIENT DOSSIER_____p. 7 - 13

I.III - LE PILOTAGE : QUAND LA CHAÎNE DEVIENT UNE INFORMATION____p. 13 - 19

I.IV - DISSÉMINATION INDUSTRIELLE_____p. 19 - 23

I.V - LA DEMANDE : QUAND LA CHAÎNE FABRIQUE LE DISPONIBLE____p. 23 - 28





LA MÉTHODE : QUAND LE TRAVAIL DEVIENT ÉCRITURE

Quand la production industrielle se stabilise, l'objectif de production d'un objet change. À l'usine, on veut produire de façon identique, et pouvoir répéter et contrôler la chaîne de production. Pour cela, le travail est décrit plus précisément : les gestes sont séparés, mesurés, et mis en ordre. Ainsi, la conception d'un objet ne passe plus seulement par l'outil ou la matière. On regarde aussi la suite des opérations pour le fabriquer, leur durée, et les « écarts » acceptables. De ce point de vue, la chaîne devient d'abord une manière de formaliser le travail. ¹

Pour *Frederic Wilson Taylor*, l'atelier est donc surtout un lieu d'application, car les décisions sont prises là où on fixe les séquences et le rythme de la chaîne. ² La compétence ne se situe plus dans la personne qui exécute mais au niveau de ce que l'on appelle des ingénieurs système qui étudient le geste, les limites, et les convertissent en procédure puis en standard.

Ford prolonge cette logique en organisant la production en flux continu. Dans ce système, l'objet avance à une vitesse donnée et chaque poste doit suivre la cadence. Le temps devient donc une variable importante de gestion, compté et organisé comme l'espace ou les stocks. Dès lors, un ralentissement de la chaîne entraîne immédiatement un coût. C'est pourquoi la variation change de statut : elle devient un problème à réduire, car elle perturbe le flux, et non un aléa normal du travail. ³

Cette manière d'écrire le travail modifie aussi la conception. Avant, on jugeait surtout la forme finale. Maintenant, on juge aussi sa compatibilité avec la séquence de production. ⁴

[1] [2] Frederick Winslow Taylor, *The Principles of Scientific Management*, 1911. Ingénieur

[3] Henry Ford, *My Life and Work*, 1922, sur le flux continu et l'organisation de la production. Industriel

«La détermination de la valeur par le temps de travail s'impose comme loi au capitaliste employant des procédés perfectionnés, parce qu'elle le force à vendre ses marchandises au-dessous de leur valeur sociale ; elle s'impose à ses rivaux, comme loi coercitive de la concurrence, en les forçant à adopter le nouveau mode de production.»

Karl Marx, Le Capital, Traduction par Joseph Roy. Maurice Lachâtre, 1872 Quatrième section, La plus value relative, p.138

Ce qui se perd dans la liberté du geste de l'artisan se retrouve dans l'organisation générale de l'usine. Ici, *Karl Marx* reste utile, car il montre que la machine et l'organisation du travail redistribuent la connaissance et la décision. D'un côté, certains définissent les règles. De l'autre, d'autres exécutent les séquences.⁴

On observe donc que s'opère un déplacement. L'industrie ne supprime pas l'action humaine, mais la transforme et elle la rend moins visible.



Chaise monobloc, STAMP, Henry Massonet, 1972

[4] Karl Marx, Le Capital, Livre I, sections sur la machinerie, la manufacture et la grande industrie, pour la redistribution du savoir et du pouvoir par l'organisation productive. Philosophe

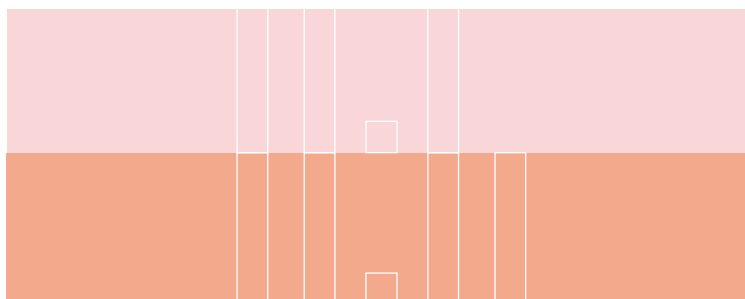
La question de cette section est donc la suivante : quand la chaîne devient une méthode, où se prend la décision dans l'usine ? Et comment cela change-t-il la place de ceux qui fabriquent et de ceux qui conçoivent ? Sans opposer artisanat et industrie, il s'agit plutôt de décrire un changement de régime. Un projet n'est pas seulement évalué sur son intention mais aussi sur sa capacité de production.

Ce glissement entraîne ensuite d'autres contraintes. La méthode nécessite des critères stables, donc de la conformité à des mesures, car la performance doit se comparer. Il est également nécessaire de produire des documents pour fixer les règles de production, qui rendent l'objet fabriqué inséparable des preuves qui permettent de le valider. Progressivement, la décision se déplace donc encore.

Enfin, cette section fixe aussi la méthode de cette recherche. Il s'agit de croiser des références théoriques avec des sources proches de l'industrie. Le but étant de comprendre comment une idée de design peut être acceptée, transformée, ou rejetée par la chaîne de production, à partir de contraintes réelles : le temps, le contrôle et la répétabilité.



Site Mesa.org, La Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA International™) est une communauté mondiale de leaders d'opinion de l'industrie qui monitorise des industries grâce à l'application de la technologie.



**LA CONFORMITÉ :
QUAND LA QUALITÉ DEVIENT DOSSIER**

Quand la production industrielle devient stable, la performance ne se résume plus à produire plus vite. Il faut surtout produire de façon régulière et éviter les surprises. Donc l'usine cherche à réduire les reprises et à rendre le résultat plus prévisible. Pour y arriver, elle s'appuie moins sur des stocks et plus sur des règles. Les marges et les encours diminuent. Cela réduit les coûts, mais cela rend aussi le système plus fragile. En effet, un petit retard, une panne ou une livraison en retard peut bloquer rapidement la production.

8



*See Our Latest Models
Now On Display At*

Sapporo Park Hotel (3F Emerald room)
Sapporo Royal Hotel (1F Next to Work room)
Sapporo Grand Hotel (Shopping arcade store)

Wide selection of seiko watches and
clocks available at hotel arcade stores.
Tax-free for tourists.
**Ask for Seiko's worldwide guarantee
card where you buy your Seiko.**

 **SAPPORO72
OFFICIAL TIMER
SEIKO**

The Watch You Love To Watch
SEIKO

Seiko Sapporo 1972, l'entreprise change de rythme et tente de s'exporter à l'international

Une usine a "pris son rythme".

Il faut désormais produire de façon régulière et éviter les surprises. Il faut que chaque pièce sorte avec le même niveau de qualité, au bon moment, et sans devoir refaire une partie du travail. Sinon, la cadence annoncée n'est pas tenue. Pour obtenir cette régularité, l'usine cherche à limiter tout ce qui "tamponne" les problèmes, comme les gros stocks ou les encours (les pièces en attente entre deux postes). Ces stocks coûtent cher : ils immobilisent de l'argent, ils prennent de la place, et ils masquent les défauts d'organisation. Donc on les réduit, et on remplace cette sécurité par des règles : standards, procédures, contrôles, et organisation plus précise des flux. Mais cette réduction a un effet direct: le système devient plus tendu. Comme il y a moins de réserve, il y a moins de marge pour absorber un imprévu. Donc un incident comme une panne, un poste en retard, ou un camion livré un jour plus tard peut bloquer rapidement toute la chaîne, parce que l'étape suivante n'a plus de pièces à traiter.⁵

[5] Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman, *Factory Physics*, 3e éd., Waveland Press, 2011.

Europe 21st



Dans ce contexte, la qualité se joue dans le flux : il faut optimiser la circulation des pièces et dans la manière dont les postes s'enchaînent, pour repérer au plus vite les anomalies. Ensuite, il faut les traiter de façon claire, avec des réglages et des procédures.⁶ Les normes fixent des critères communs et une manière de décrire. Elles aident donc à coordonner, mais transforment aussi le travail, car elles imposent des formats et des traces.

La traçabilité prolonge cette logique. Cela permet de relier chaque objet à son histoire de fabrication et savoir d'où vient la matière, qui a fait l'opération, sur quelle machine, avec quels réglages, et quels contrôles ont été réalisés.⁷ Cela change directement la conception, puisqu'un assemblage qui demande trop d'ajustements sur place est difficile à stabiliser et difficile à documenter. Il faut donc choisir une chaîne simple, avec procédés qui se laissent contrôler et tracer.⁸

Ainsi, on observe que la décision se déplace encore : plus seulement dans le geste, elle se situe aussi dans les règles qui rendent ce geste répétable et vérifiable. L'humain reste dans le système, mais son influence passe davantage par des standards, des procédures et des critères. Et dès qu'un écart apparaît, il faut à nouveau intervenir, car aucun protocole ne couvre toutes les situations.⁹

[6] Taiichi Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, 1988.

[7] ISO, *ISO 9001: Quality management systems — Requirements*, éditions successives.

[8] Geoffrey C. Bowker, Susan Leigh Star, *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences*, MIT Press, 1999.

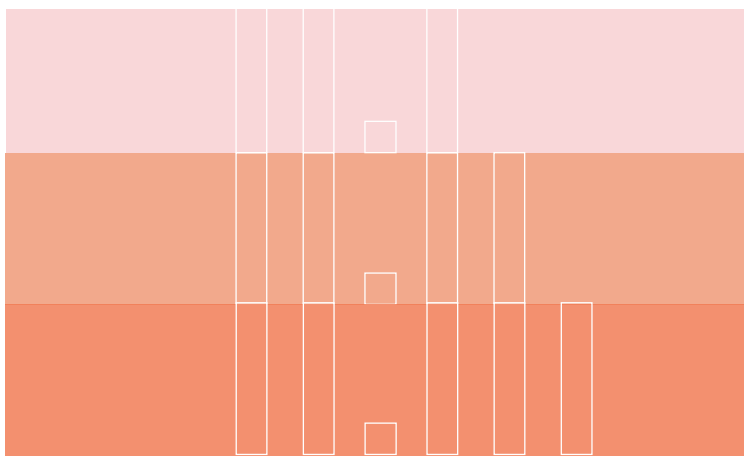
[9] Michel Foucault, *Surveiller et punir*, Gallimard, 1975.



LE PREMIER CHOC PÉTROLIER, PEUGEOT SAUVE CITROËN.
Peugeot, 1973



Choc pétrolier des années 1970, Le 24 juin 1974, Peugeot vient de sauver Citroën, s'offrant au passage la dimension d'un grand groupe national.



**LE PILOTAGE : QUAND LA CHAÎNE
DEVIENT UNE INFORMATION**

Alors, les entreprises, pour conserver l'information sans perturber le rythme de production, mettent en place des outils de contrôle et de documentation directement intégrés à la chaîne. Pour garder une mémoire commune, certaines associent la production à l'enregistrement, pour prouver, mais aussi pour piloter.¹⁰

[10] Norbert Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press, 1948.



Concrètement, une pièce sort puis elle est contrôlée puis elle est acceptée ou refusée. Ensuite, la pièce continue sa route, mais ses informations restent dans le système. On garde des données comme le lot, le poste, la machine, l'opérateur, et le résultat du contrôle. Et comme ces données s'accumulent, elles servent à organiser le travail. Par exemple, un «ERP» planifie ce qui doit être produit et quand, tandis qu'un «MES» décrit ce qui se passe réellement sur la ligne. Donc une partie des décisions se déplace vers ces outils, car ils permettent de suivre la production et d'arbitrer plus vite.

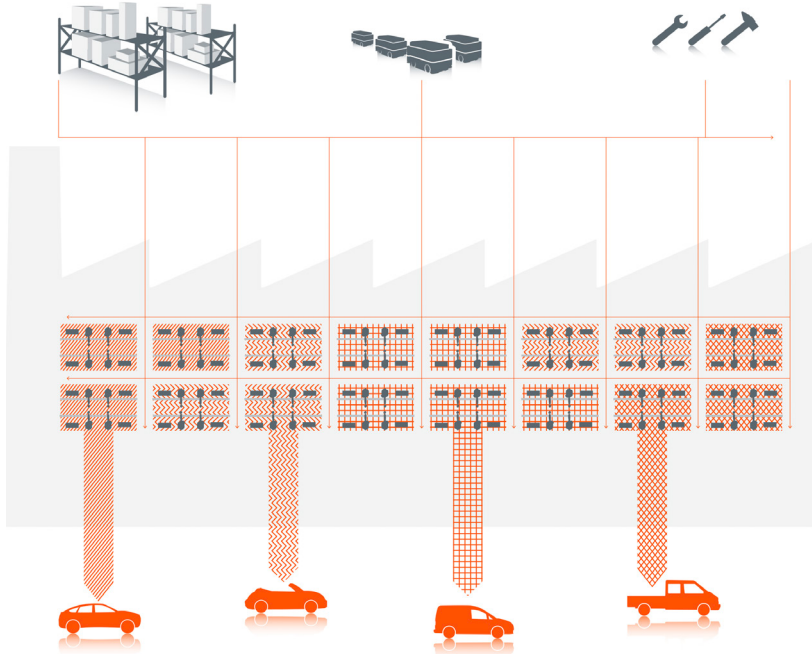
Dans ce cadre, la qualité change encore. Elle ne se suit tout au long du flux et non plus seulement à la fin. On cherche les défauts visibles de production, ou la présence de variations qui annoncent un problème. Donc il faut repérer les écarts, puis les classer, puis décider s'ils sont acceptables. Et si une dérive commence, il faut intervenir avant que les pièces soient mauvaises. Cela crée une compétence importante : savoir lire un procédé à partir de ses signaux et agir à temps.

16

Ce pilotage par information ne remplace pas le geste. En revanche, il l'encadre. L'opérateur agit sur la matière, puis il doit aussi enregistrer ce qu'il a fait. Un réglage, une retouche, une réparation deviennent des actions traçables. Donc le travail a deux étapes : faire l'action puis la rendre compréhensible et validable dans le système.

Les «Matrix Production Systems» sont importants pour la suite, car ils promettent une production plus modulable et reconfigurable. Cependant, cette flexibilité dépend surtout de l'information. Il faut des interfaces, des standards de communication et des règles de circulation claires. Donc la forme de la production dépend

[11] Mohr, Joshua, et al. "Matrix Production Systems for Reconfigurable Manufacturing in the Context of Industry 4.0." International Conference on Industry 4.0 Proceedings, 2019.



KUKA, Systèmes de production, les chaînes de création de valeur en réseau numérique transforment l'industrie 4.0 en réalité.

directement de la forme du pilotage. ¹¹

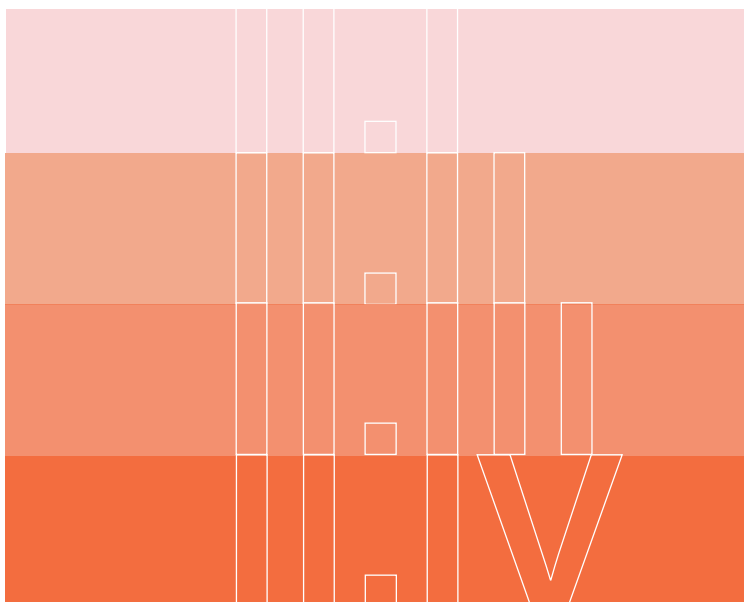
Cela a une conséquence pour le projet. Dans une usine pilotée, le design doit être compatible avec les machines, mais aussi avec le système de données. La pièce doit pouvoir être fabriquée et elle doit pouvoir être suivie, contrôlée et validée. Et c'est là que se situe encore une partie du rôle humain, entre la résistance de la matière et les règles du pilotage. ¹²

[12] BLOXHUB. Quantifying or Qualifying the Circular Economy (rapport). 2024.

TU VAS FINIR À L'USINE



© FABIEN MONTREUIL

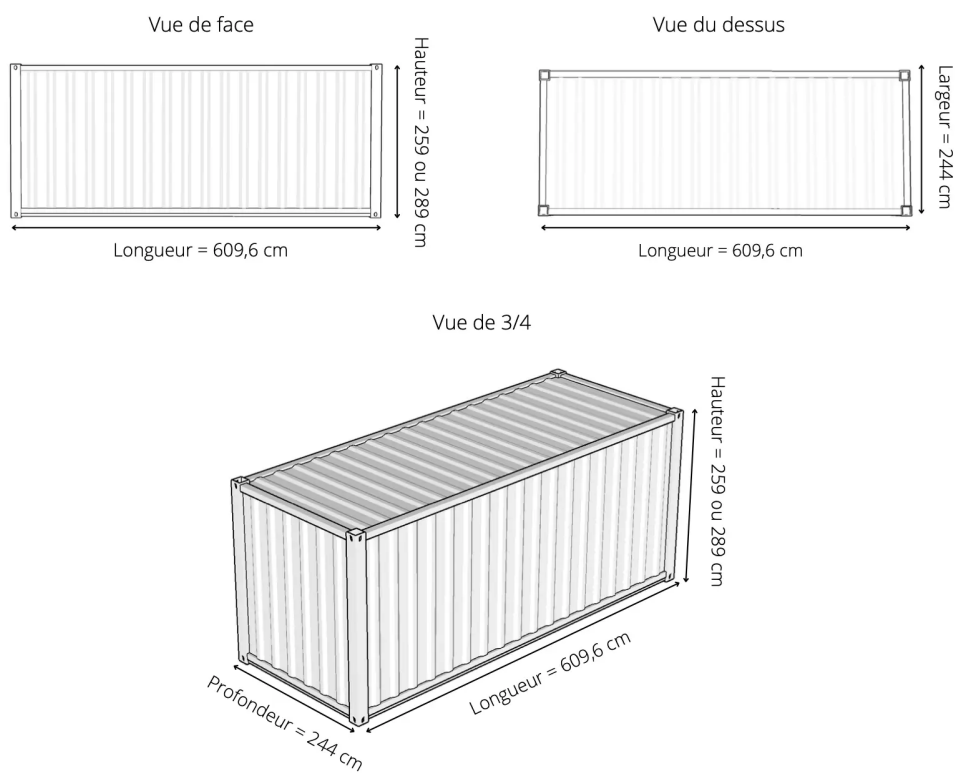


DISSÉMINATION INDUSTRIELLE

Lorsque la chaîne est bien pilotée, elle peut s'étendre au-delà d'un seul site et la production se répartir entre plusieurs lieux. L'usine qui, autrefois construisait tout, n'est plus. Elle devient un point dans un réseau, car elle dépend de livraisons, de délais et de décisions prises ailleurs. En plus de la mondialisation, ce changement repose aussi sur des éléments très concrets comme des standards, des contrats, des interfaces, des ports et des calendriers. Ainsi, la chaîne devient une organisation de dépendances entre lieux.

Le container joue un rôle clé, car il standardise le transport. Grâce à lui, on manipule et on déplace plus facilement les marchandises, et la distance devient plus simple à gérer. Ensuite, il devient logique de séparer les étapes. On peut fabriquer des pièces dans un pays, assembler ailleurs, tester sur un autre site, puis stocker et distribuer depuis un autre point.

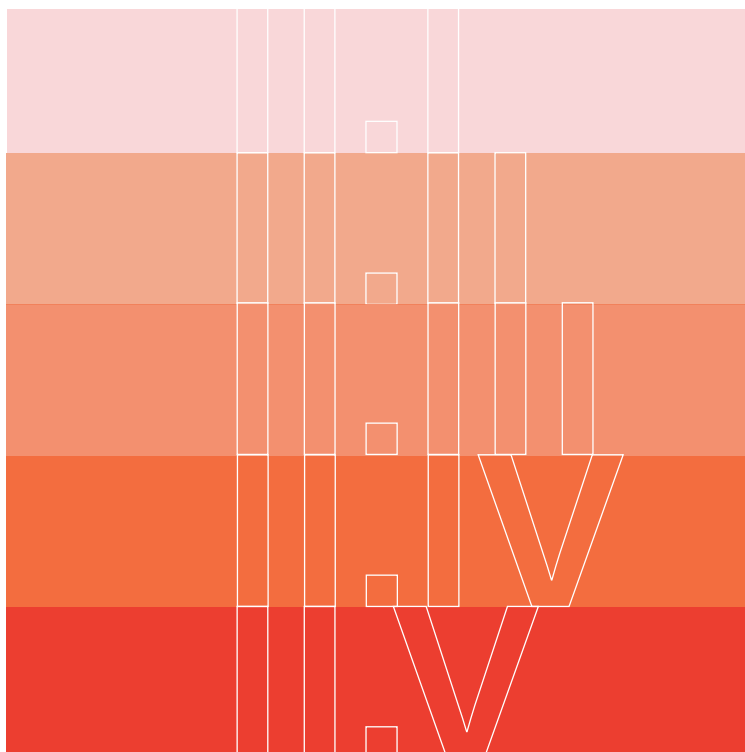
Avec cette organisation, beaucoup d'usines changent de rôle. Elles ne fabriquent plus tout de bout en bout. Elles reçoivent des composants, assemblent, contrôlent, valident, et enfin expédient. Le travail principal devient donc la coordination. Et ce qui compte, c'est la compatibilité entre les pièces, les procédures et les normes de qualité.



Cependant, plus la chaîne est optimisée, plus elle devient fragile. Comme les stocks sont faibles, un retard se répercute vite. Et comme chaque produit dépend de plusieurs livraisons, il suffit qu'un composant manque pour bloquer l'ensemble. Donc le système est très efficace quand tout arrive au bon moment, mais il devient vulnérable dès qu'un maillon est en retard.

Cette dissémination change donc le travail industriel. Une part importante du travail consiste à maintenir la chaîne en fonctionnement. Il faut gérer les imprévus, trouver des solutions, déplacer des flux, requalifier un lot, et arbitrer entre délai, coût et conformité. Donc l'intelligence du travail ne se situe plus seulement dans le geste. Elle se situe aussi dans la capacité à remettre le réseau en ordre quand il se dérègle.

Pour le designer, la conséquence d'une chaîne répartie est donc directe : il faut concevoir avec les contraintes de plusieurs sites et les rendre compatibles.



**LA DEMANDE : QUAND LA CHAÎNE
FRABRIQUE LE DISPONIBLE**

À ce stade, on comprend aussi la chaîne depuis le client. Acheter doit être rapide et attendre devient rare. De plus, le retour devient courant. Donc la demande ne porte pas seulement sur des quantités. Elle porte aussi sur un rythme, qui demande du choix et que le produit soit disponible tout de suite. Ainsi, la disponibilité devient un objectif de la production.¹³

Pour garantir cette disponibilité, il faut souvent produire avant d'avoir une commande précise et donc anticiper. Il faut aussi maintenir une gamme et absorber des pics de demande. Mais cela a un coût matériel : il peut y avoir des surplus ou des invendus, aussi des retours, des reconditionnements, et parfois des destructions.

24 Le retour montre clairement cette réalité. L'essor du design circulaire ces dernières années nous montre déjà des limites d'échelle. Quand un produit revient, on ne peut pas le traiter comme un produit neuf. Il faut d'abord vérifier son état. Ensuite, il faut décider quoi en faire. Soit on le remet en vente, soit on le répare, soit on le démonte, soit on le recycle, soit on le stocke. Donc la qualité ne se limite plus au contrôle à la sortie d'usine. Elle inclut aussi la capacité à donner un statut clair à ce qui revient.

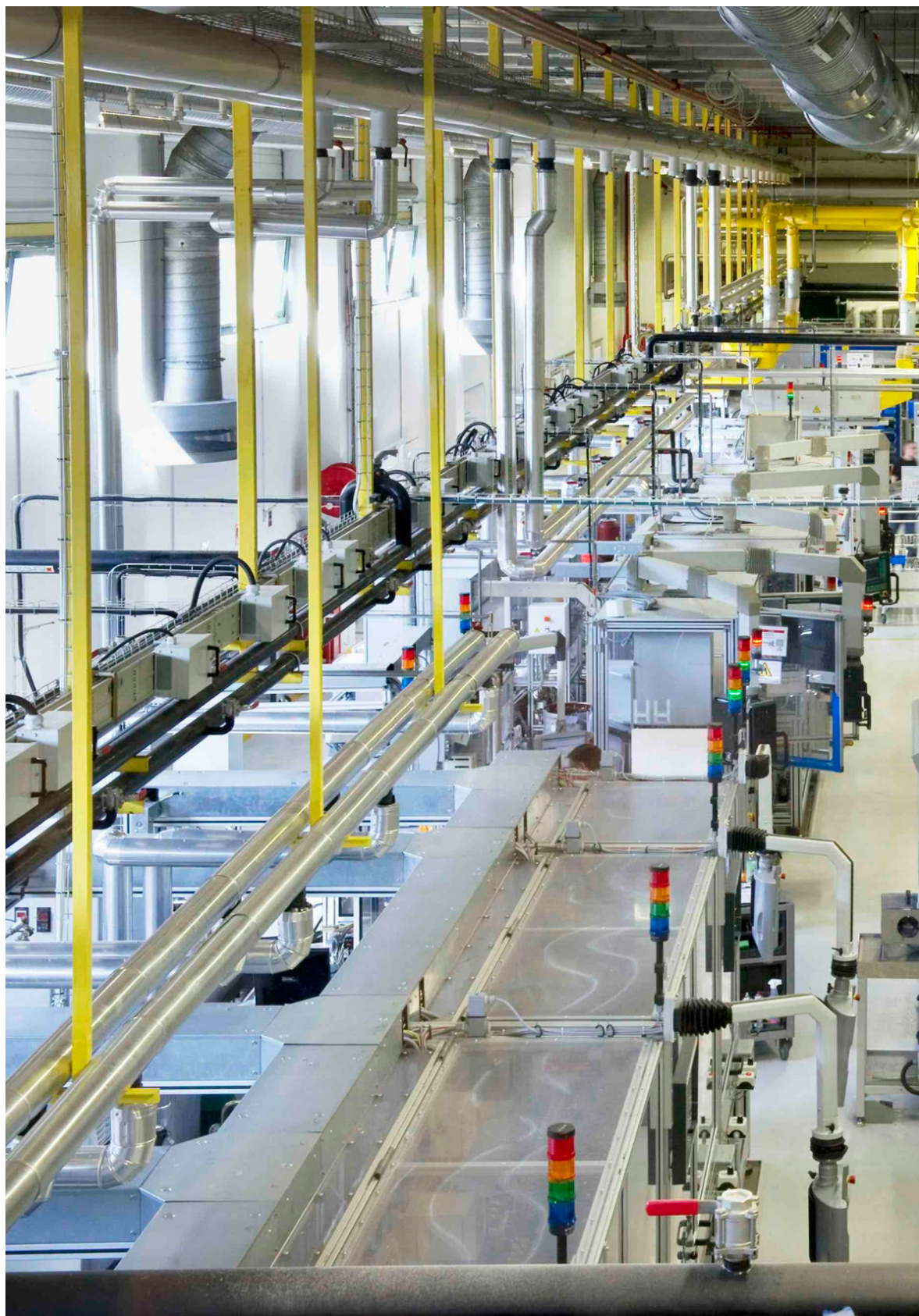
Dans ce contexte, la circularité ne peut pas rester un simple principe général. Elle doit devenir une organisation concrète. Il faut définir des boucles et il faut définir des règles, et il faut aussi définir des seuils de décision. Les rapports comme *Building a Circular Future* décrivent cette approche systémique, car l'enjeu est de changer la circulation des matières et des objets. Mais dès que la circularité devient une exigence industrielle, elle se transforme aussi en mesures et en indicateurs. Donc elle produit des arbitrages. C'est pour cela que le débat présenté dans "Quantifying or Qualifying the Circular Economy" est important, car il questionne la manière dont on mesure la circularité et le risque de réduire le sujet à ce qui entre bien dans un tableau de bord.

[13] Design Council. *The Design Economy 2022: An Analysis of the Economic Value of Design in the UK*. Design Council, 2022.

Dans ce mouvement, l'Europe sert surtout de cadre. Elle pousse les produits à devenir plus documentés et plus comparables. C'est une intention écologique, mais aussi une manière de lier marché, responsabilité et preuve. Au final, l'objet se retrouve entre deux contraintes. D'un côté, la demande accélère. De l'autre, la documentation et les obligations augmentent. La chaîne tient cette tension en favorisant ce qui est compatible avec le rythme et avec les règles.

Cette section permet de conclure sur un point simple. La chaîne produit aussi des habitudes d'achat, de remplacement et de retour. Ensuite, ces habitudes reviennent vers l'usine et deviennent des contraintes techniques. Prenons l'exemple de SHEIN aujourd'hui, la demande pilote alors la variété, la vitesse et la gestion des retours. Et elle réduit souvent la place laissée à la durée.

Donc la question du designer devient la suivante : comment concevoir des objets qui tiennent dans ce rythme, sans être pensés seulement pour passer dans la chaîne et dans ses contrôles ?



Vue de l'usine Bosch de Rodez (Aveyron), 2020, Production-maintenance.com, Olivier Guillon



