



Evolutions et enjeux des Systèmes de Production

Eric Ballot, Professeur

Semaine ATHENS 2016

Agenda

- Les grands modèles de l'organisation industrielle
- La production de masse
- La rupture concurrentielle
 - Locale : le Juste-à-Temps
 - Globale : la chaîne logistique
- Les nouveaux défis

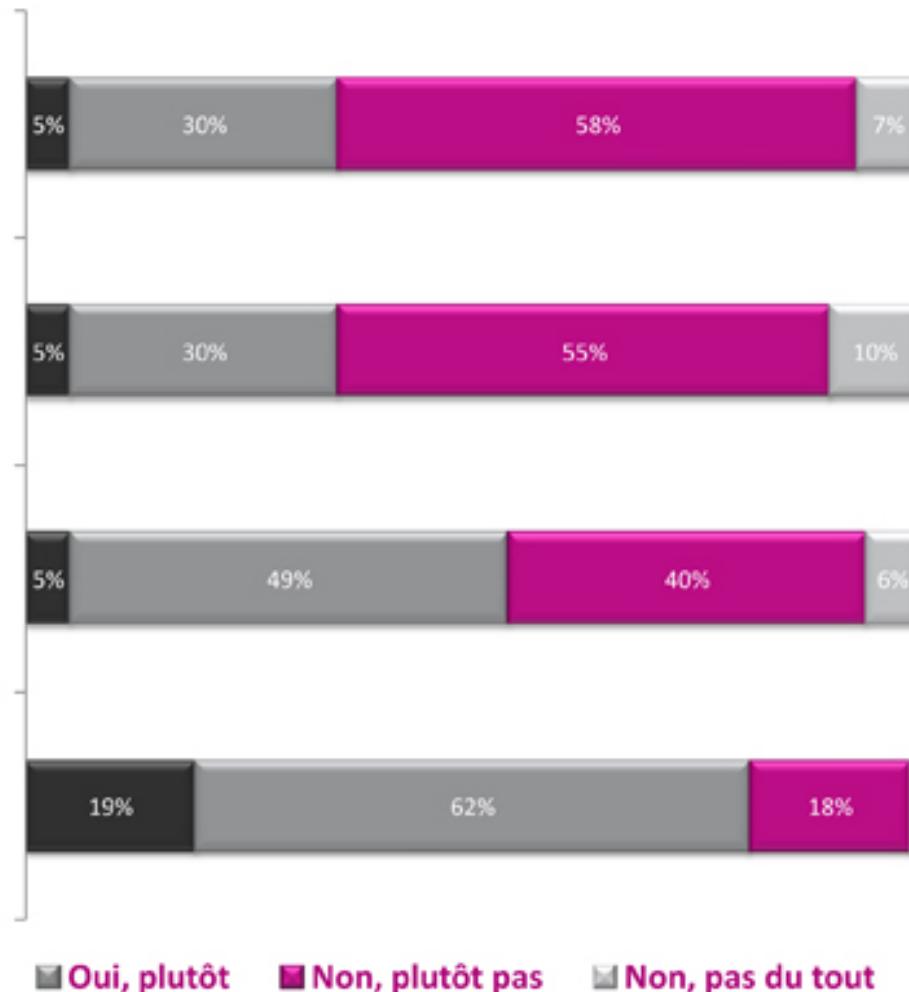
Production, usine, compétitivité, industrie...

- Compétitivité : coûts mais aussi productivité, qualité et innovation
- Un thème d'actualité :
Industrie 2.0 à usine 4.0
Observatoire des Usines du Futur ,
FuturProd,...

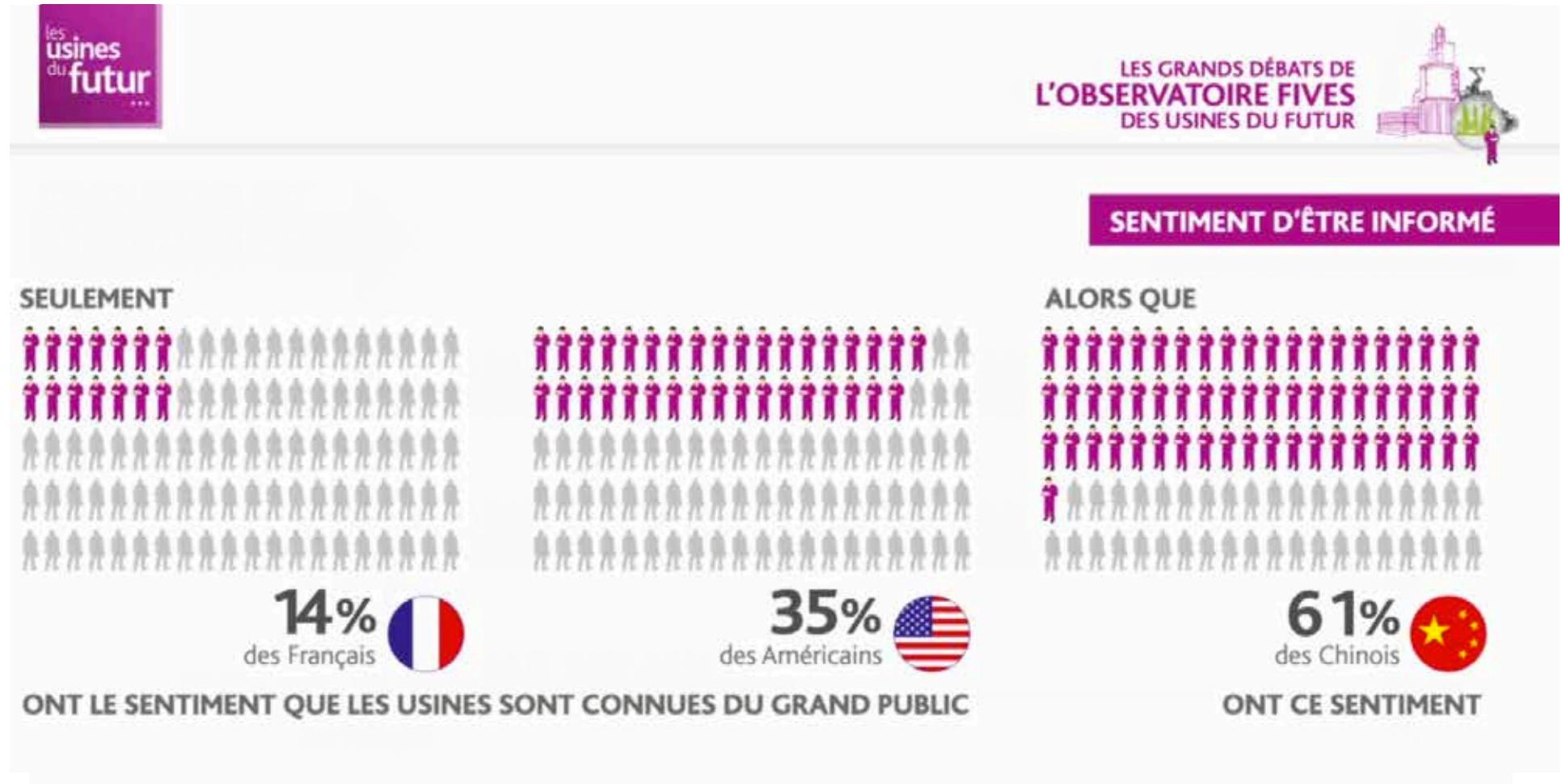
Rapport au Premier ministre
3 novembre 2014



Diriez-vous que l'industrie en France aujourd'hui est...?



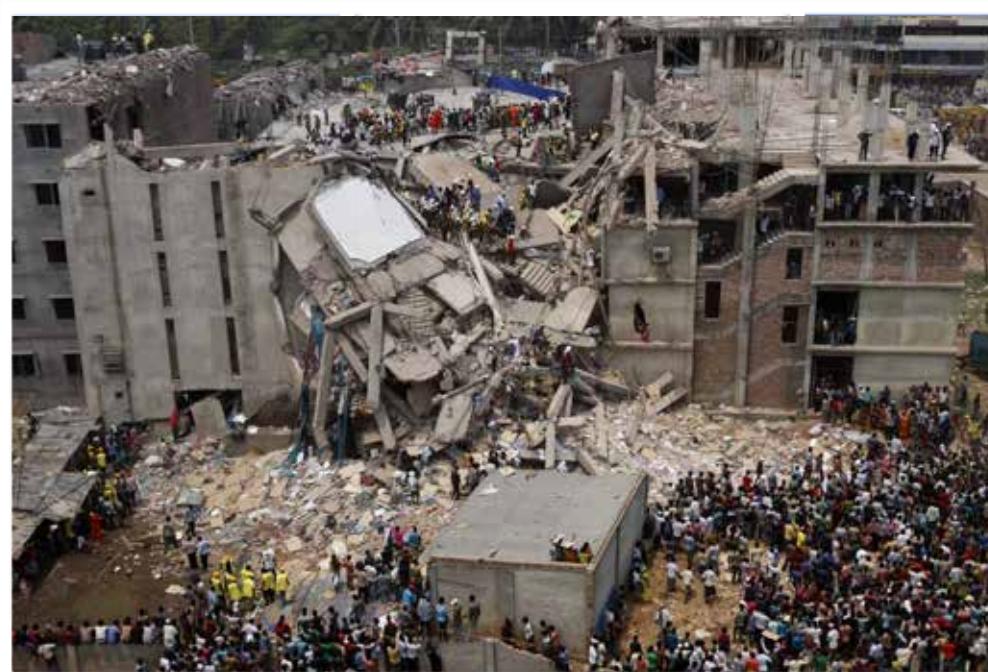
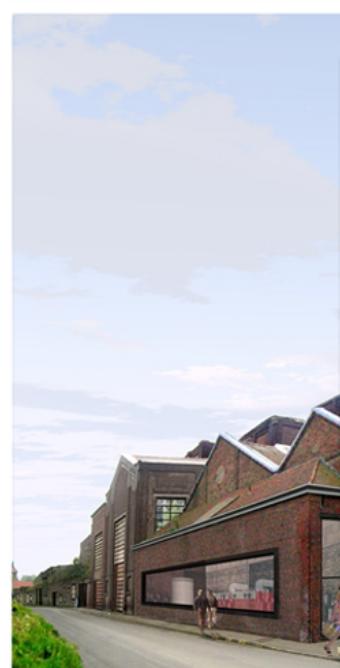
Une vision plus internationale de l'usine



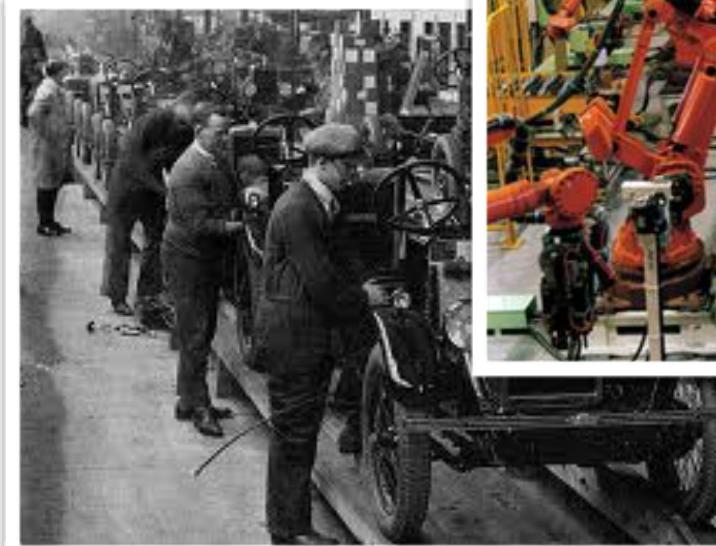
Une vision plus internationale de l'usine



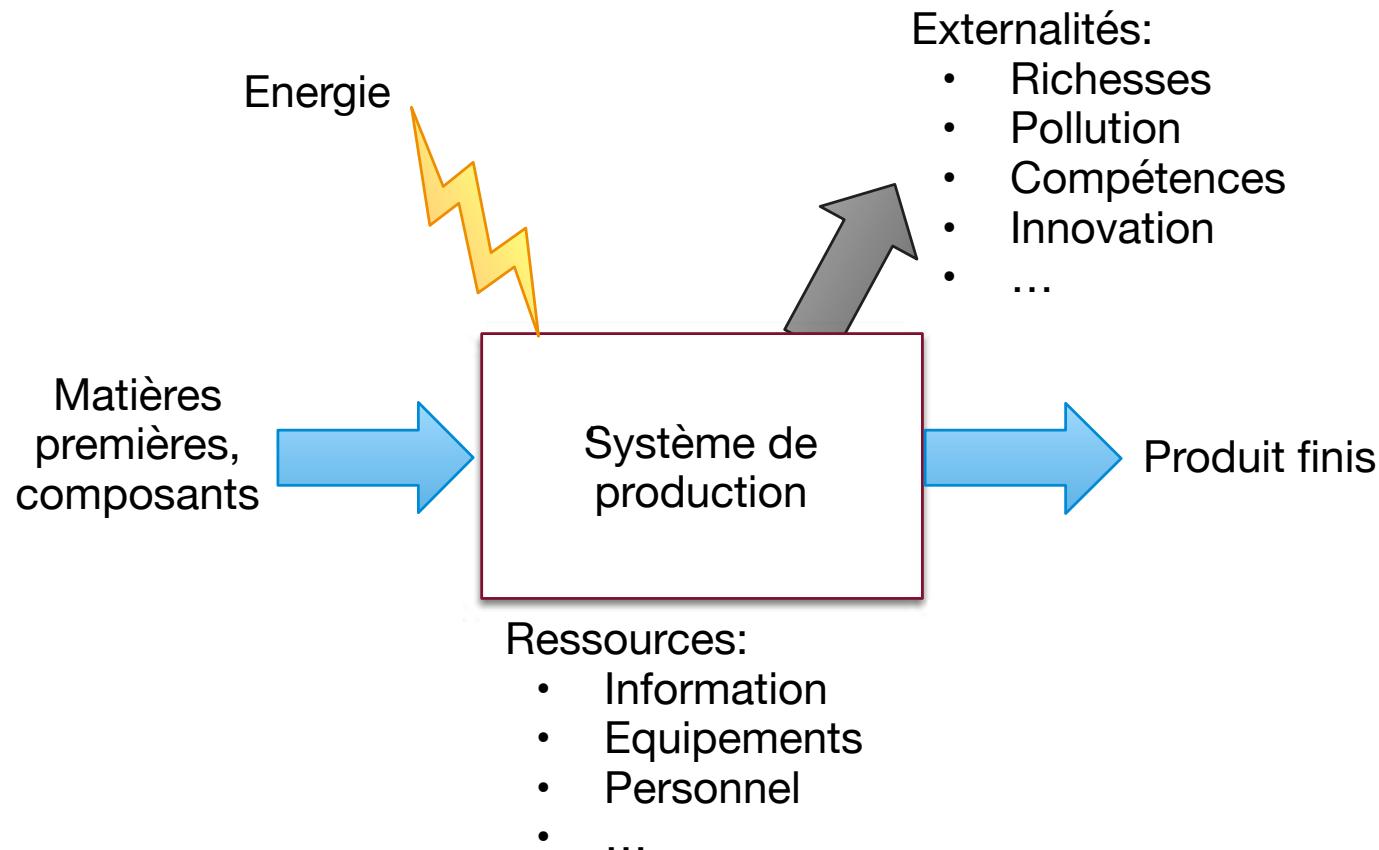
Système de production, usine... De quoi parle t-on?



Système de production, usine... De quoi parle t-on?



Système de production, usine... De quoi parle t-on?



Les grands modèles

Gestion Scientifique	F. Taylor	Opération	1900
Prod. masse	H. Ford	Ligne	1920
Juste-à-Temps	T. Ohno S. Shingo	Ateliers	1960, 1980
Chaîne logistique	Michael Dell (Jeff Bezos) Tim Cook ?	Entreprises	200X
A suivre... 1.0, 2.0, 3.0 et 4.0 !			

Un modèle productif

- Un contexte
 - Technique
 - Social
 - Economique
- Une définition de la productivité
- Un mode d'organisation

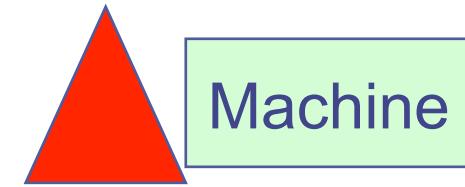
La production de masse

- Le contexte
 - Développement des techniques
 - Main d'œuvre peu qualifiée
 - Demande proche de la pénurie
- Une définition de la productivité
 - Max: Q/T
- Un mode d'organisation
 - Management Scientifique

Production de masse

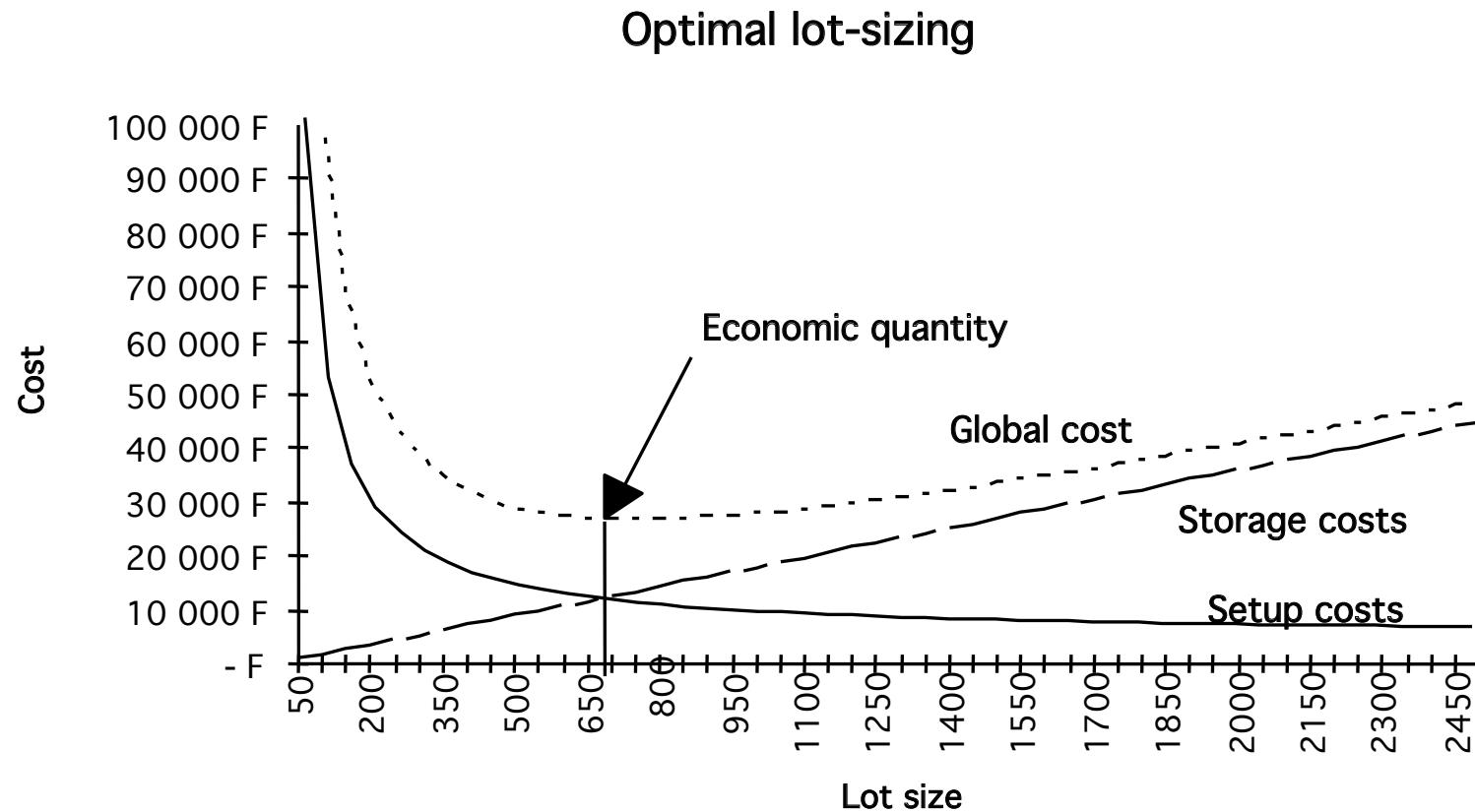
Productivité des équipements

- Naissance : fin XIX siècle aux Etats-Unis
- Méthodologies
 - L'organisation scientifique du travail : Taylor, Ford,...
 - Optimisation des tailles de lot : Wilson,...



Taylor, F.W., *Principles of Scientific Management*. 1911, New York and London: Harper & brothers
Ford, H., *Today and Tomorrow*. 1926, Garden City, New York, USA: Doubleday, Page & Company.

Management scientifique

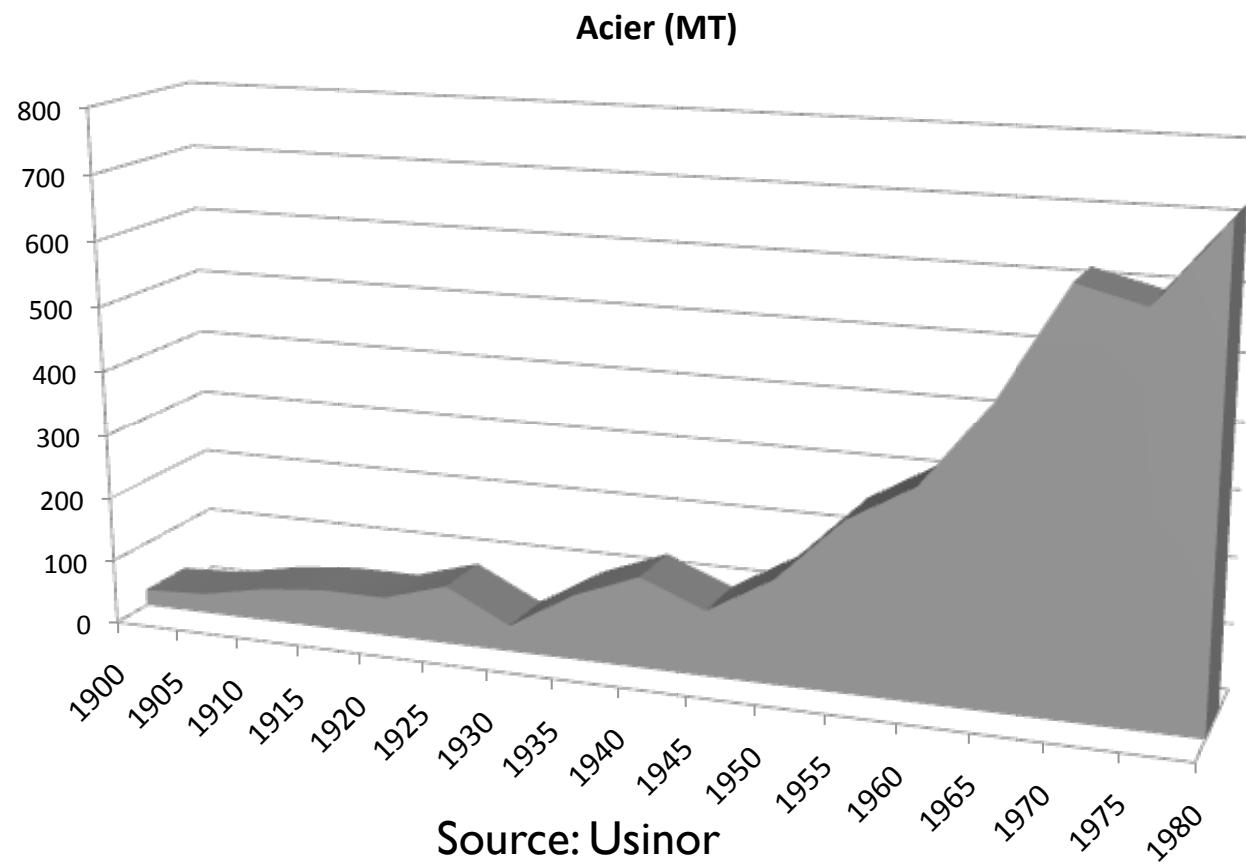


L'organisation du travail



- Division du travail:
 - Spécialisation des tâches
 - Spécialisation de la production en fonctions (approvisionnement, planification, contrôle qualité, etc.)
- Augmentation importante des « cols blancs »
 - Création des bureaux des méthodes
 - Développement hiérarchie importante
 - Les ingénieurs organisent la production

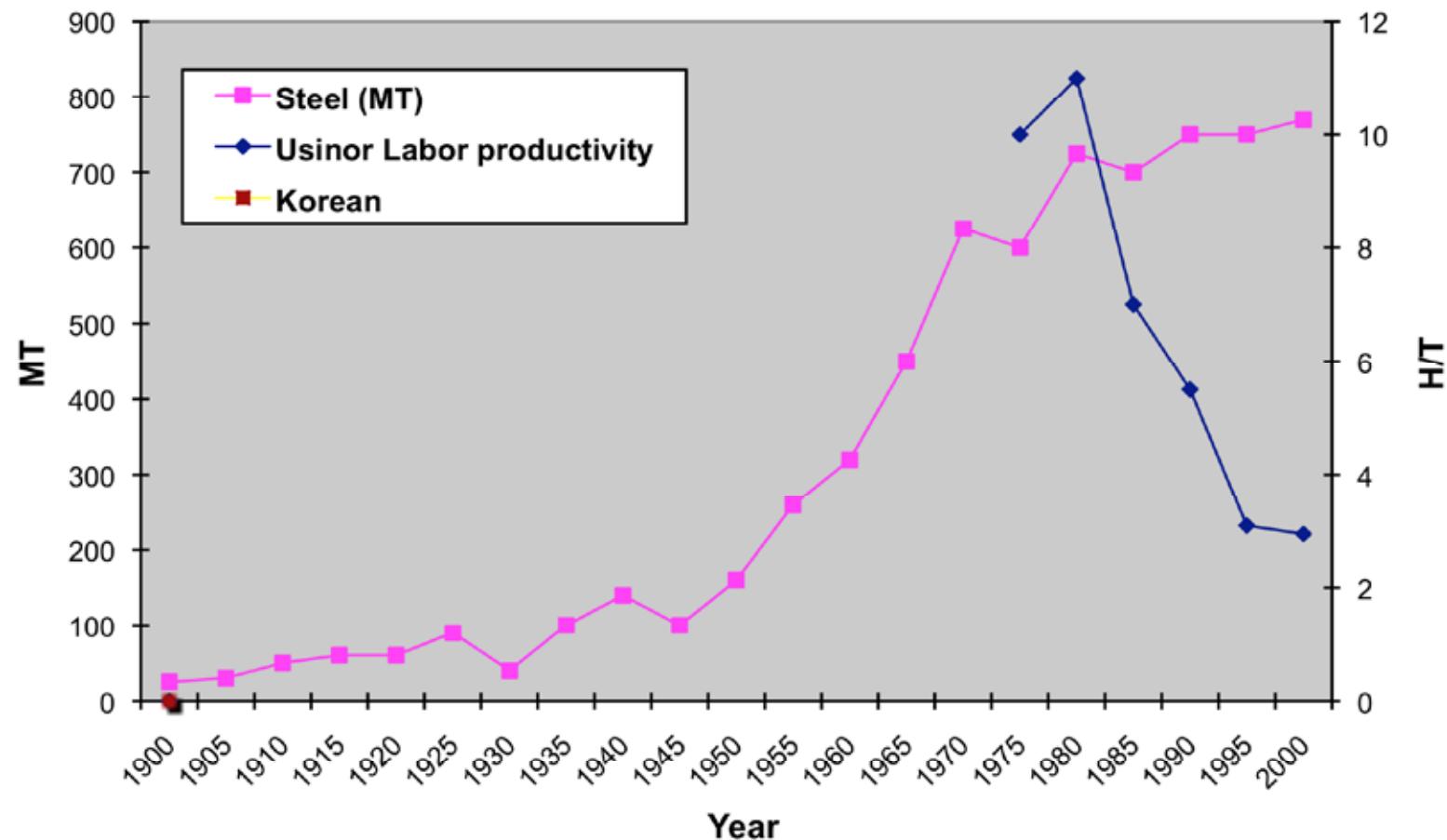
Impact sur la production d'acier



La production à l'épreuve de la concurrence

- Le contexte
 - Techniques matures
 - Main d'œuvre qualifiée
 - Marché saturé (renouvellement)
- Une définition de la productivité
 - Meilleur (C, Q, D) / autres
- Un mode d'organisation :
 - Progrès continu (lean production)

Impact sur la productivité « classique »



Impact de la concurrence sur la productivité

- Ajustement des prix
- Réduction et respect des délais
- Augmentation du niveau de qualité
- Elargissement et renouvellement des gammes de produits

Diversité

- Couleurs: 8
- Motorisations: 6
- Boîtes de vitesses : 3
- ...
- Diversité théorique = $8 \times 6 \times 3 \times 4 \times \dots = 1.5 \times 10^{12}$
- Diversité réalisable 1×10^9
- *Production vendue 2×10^5 , Stock revendeur ± 10*



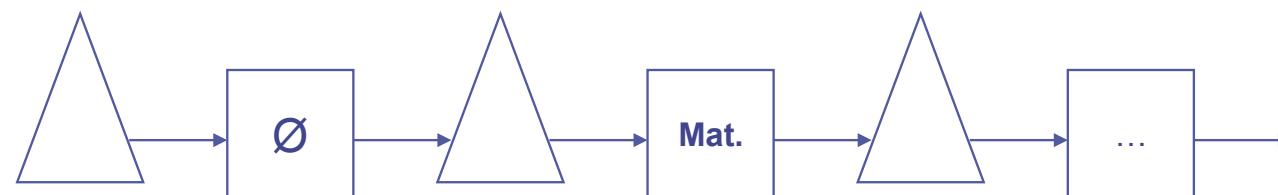
Conséquences de la diversité

Impacts sur la production ?

- Prévision ?
- Moyens de production ?
- Stocks ?
- Taille des séries ?
- Délais ?
- Demande ?

Compromis délai - production

- Industrie aérospatiale : Ariane V
 - Objectif : délais de production / 2 ou 3
 - Délai de fabrication d'une tuyauterie de l'ordre de 2 mois ($tps\ op = ?$)



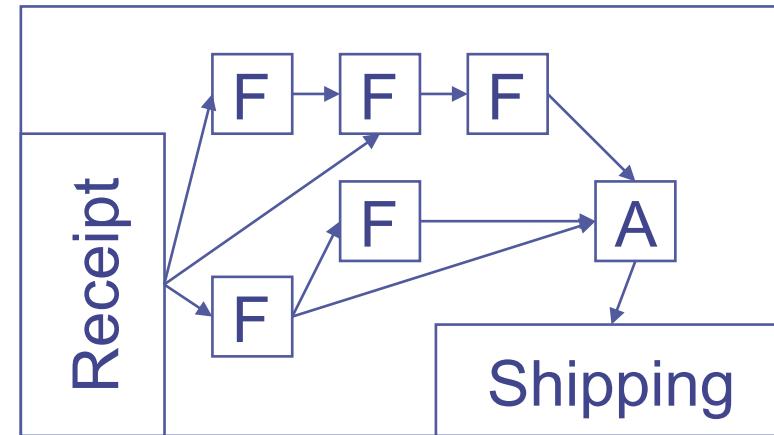
- Délai de production / délai de la commande

Impact de la concurrence sur la productivité

- Ajustement des prix
- Réduction et respect des délais
- Augmentation du niveau de qualité
- Elargissement et renouvellement des gammes de produits

La production vue comme un système

- Années : 1980 - ...
 - Périmètre



- Méthodologies et outils:
 - MRP, ordo., Normes ISO, maintenance, nouvelles relations BE-BM

La production en Juste-à-Temps

- Naissance : Japon à partir de 1960
- Des résultats spectaculaires en production
 - Des tailles de série réduites
 - Un respect des délais
 - Une qualité supérieure
- Le modèle : produire la bonne pièce, au bon moment et au coût minimum

Une enquête dans l'automobile

Source programme MIT - IMVP 1989	Usines japonaises	Usines américaines	Usines européennes
Productivité (heures/véhicule)	16,8	25,1	36,2
Qualité (Défauts / 100 véhicules)	60	82,3	97
Superficie / véhicule & an	5,7	7,8	7,8
Superficie pour les retouches (en % de la surface)	4,1	12,9	14,4
Stocks (en jours pour un échantillon de 8 pièces)	0,2	2,9	2
% des effectifs travaillant en équipe autonome	69,3	17,3	0,6
Suggestions / employé & an	61,6	0,4	0,4
Nombre de classification	11,9	67,1	14,8
Formation (heure)	380	46,4	173,3
Absentéisme	5	11,7	12,1
% automatisation en soudure	86,2	76,2	76,6
% automatisation en assemblage	1,7	1,2	3,1

Womack, J.P., D. Roos, and D. Jones, *The machine that changed the world*. 1995, Cambridge, MA: Scribner Book Company

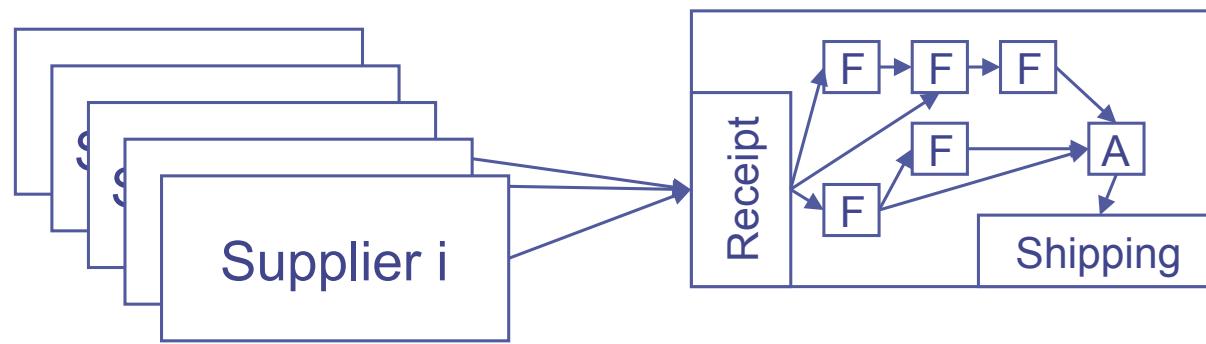
Principales caractéristiques

- Démarche fondée sur le travail en atelier
 - "Automatisation" si nécessaire
 - Mesure de performance : indicateurs physiques
 - Implication des opérateurs dans la qualité, la maintenance, la cadence...
 - Travail en groupe
- Progrès continu : *kaizen*
- C'est un ***idéal***

Ohno, T., *L'esprit Toyota*. 1989, Paris: Masson. 124.

Le Juste-à-Temps début de la chaîne logistique

- Périmètre : usine...

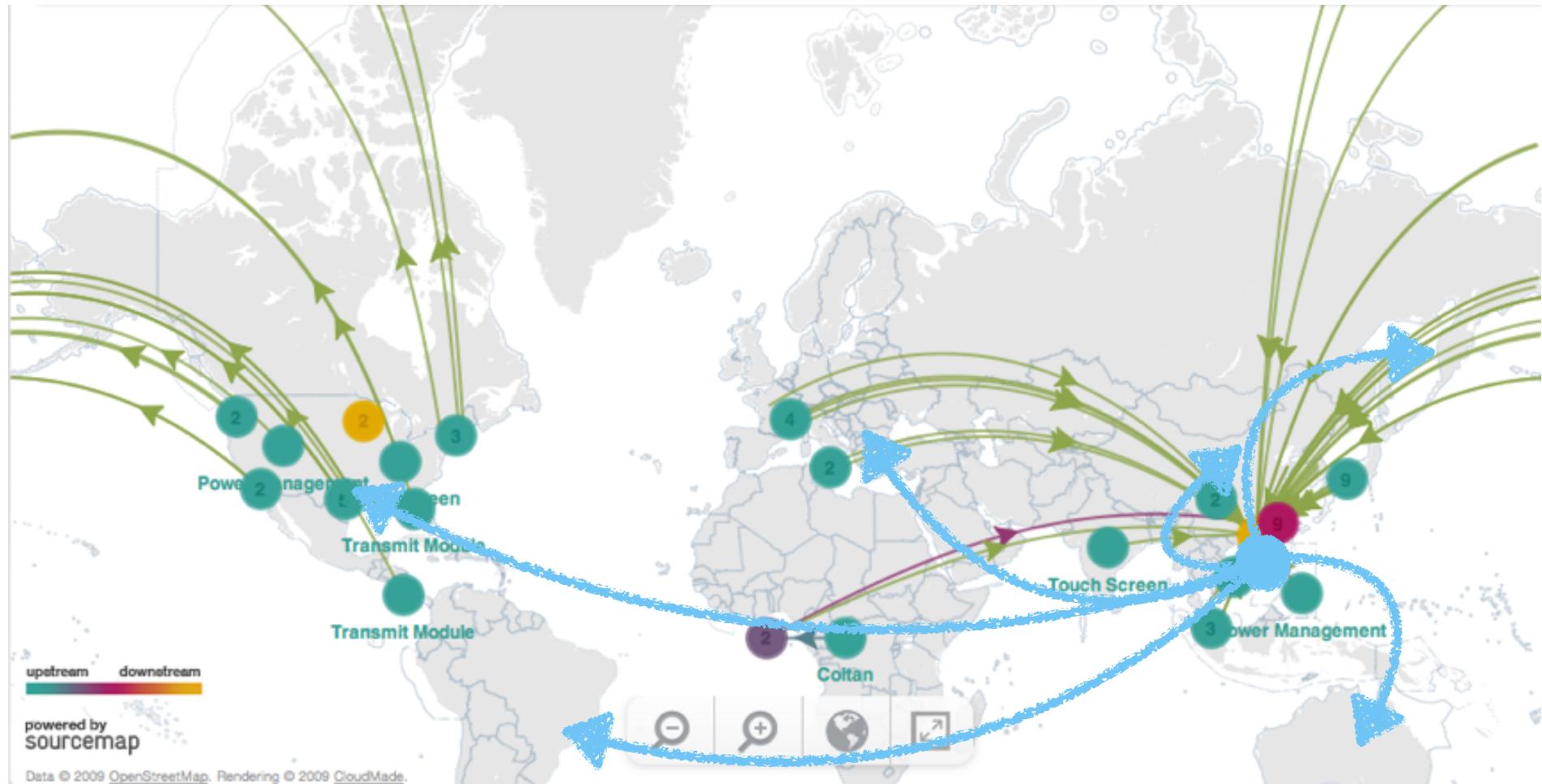


- Puis les principaux fournisseurs

La Chaîne Logistique

- Le contexte
 - Mondialisation
 - Mains d'œuvre hétérogènes
 - Demandes hétérogènes
- Une définition de la productivité
 - Meilleur ($\sum C_i$, $\sum Q_i$, $\sum D_i$) / autres
- Un mode d'organisation :
 - Focalisation sur le cœur d'activité

Les chaînes logistiques globales

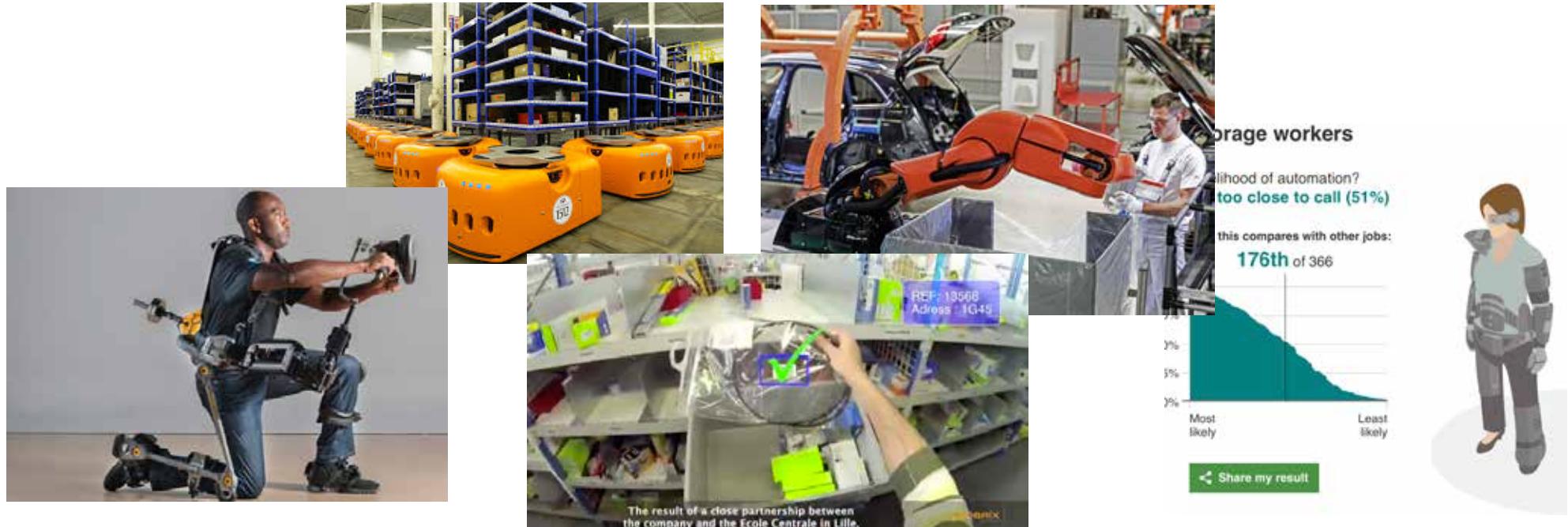


La chaîne logistique

«Le concept de Supply Chain est une approche d'intégration de la planification et du contrôle des flux de matières et d'information associés, liant différents acteurs depuis le fournisseur de matières premières jusqu'à l'utilisateur final»

L'industrie 4.0 (Ger.) ou *scalable* et connectée

- L'Industrie 4.0 correspond en quelque sorte à la numérisation de l'usine. À travers le recours à l'internet des objets et aux systèmes cyber-physiques, c'est-à-dire aux réseaux virtuels servant à contrôler des objets physiques.



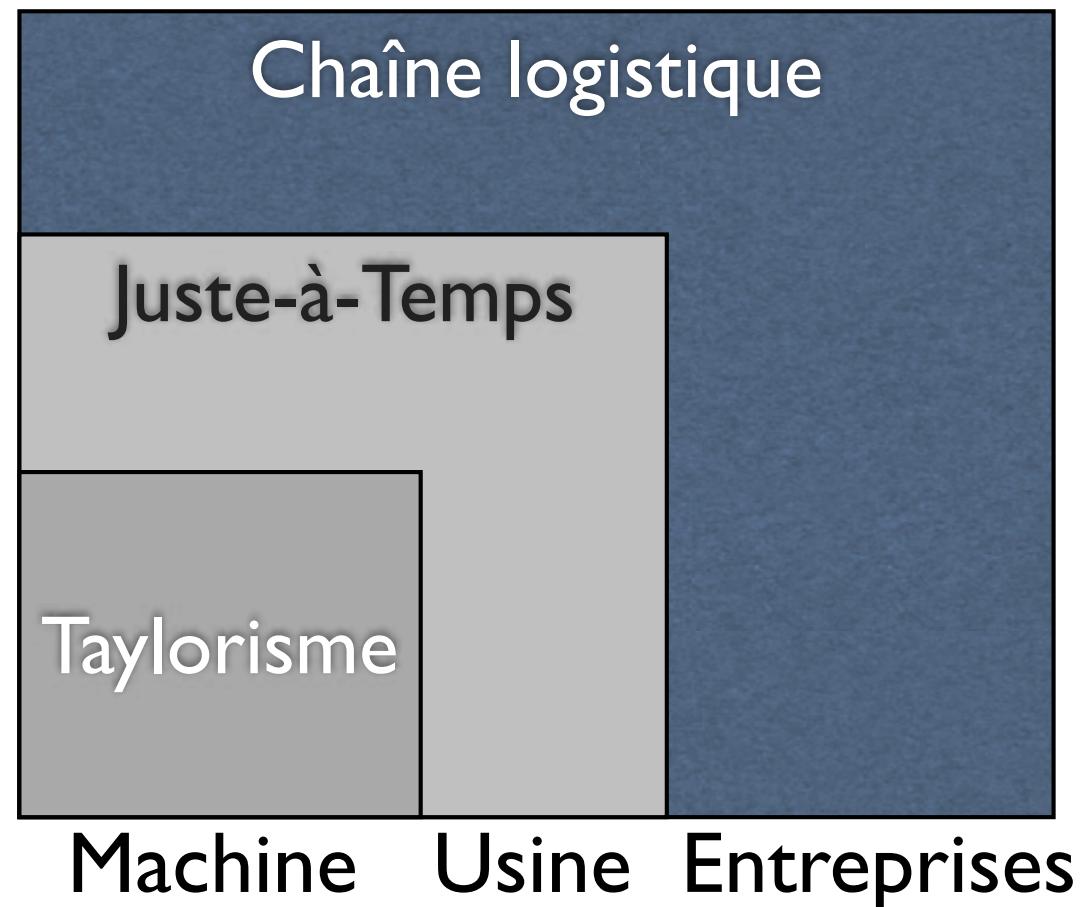
Une extension des périmètres

Autres fonctions
Fonctions support
Production

Marketing,
Achats, Finance,
Transport,...

Qualité
Maintenance

Bureau des méthodes



Les nouveaux défis : antagonismes majeurs

- Le renouvellement des produits
- Innovation intensive, flexibilité...



Les nouveaux défis : antagonismes majeurs

- Le renouvellement des produits
- Innovation intensive, flexibilité...



Les nouveaux défis : antagonismes majeurs

- Le renouvellement des produits
 - Innovation intensive
 - Obsolescence programmée

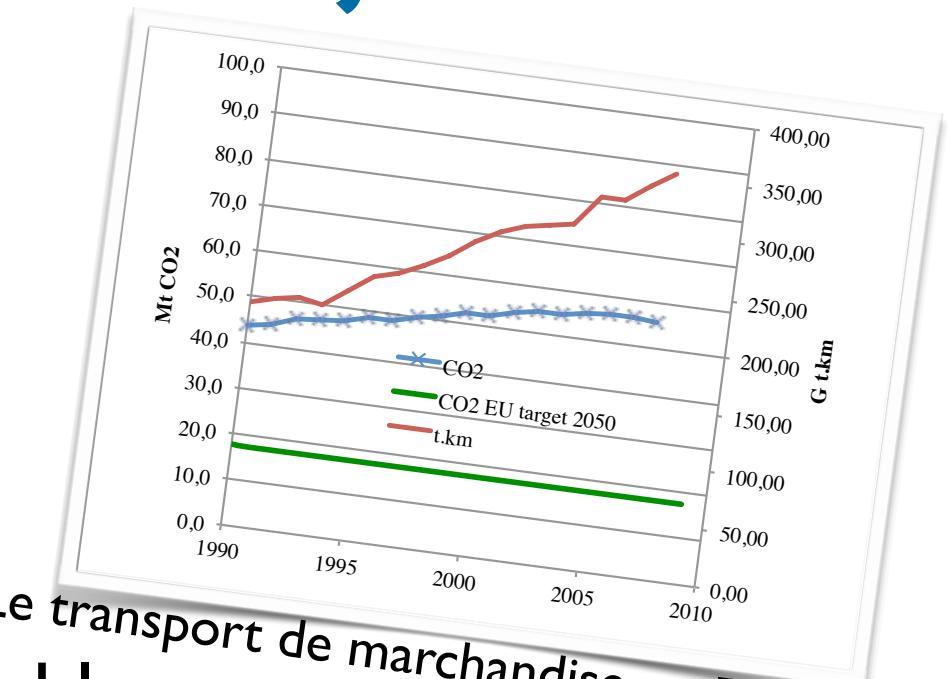


Les nouveaux défis : antagonismes majeurs

- Le renouvellement des produits
 - Innovation intensive, obsolescence programmée,...
- Nouveaux modèles d'affaires
 - Produit-service,...



Les nouveaux défis antagonismes majeurs



- Le développement durable
 - Economie
 - Environnement
 - Social

Un cahier des charges citoyen

- Organisation d'une conférence citoyenne par Fives

- Propre et non dangereuse
- Rendre des comptes à ses riverains
- Engagement dans la vie locale
- Métiers devrait être plus valorisés
- Economie en infrastructures
- Nécessite une forme de planification
- ...

L'Observatoire Fives des métiers du futur
Conférence de citoyens menée avec l'Institut Ifop - 2012



L'Observatoire Fives des métiers du futur
Conférence de citoyens menée avec l'Institut Ifop - 2012



Par ailleurs, les liens entre la recherche publique et la recherche privée doivent être renforcés : les travaux publics ne servent pas suffisamment au secteur privé.

Nous considérons aujourd'hui que le réinvente'met est une arme essentielle pour l'avenir de la France. Nous craignons que la désertification industrielle française conduise à des pertes de compétences qui seraient irrémédiables. La revalorisation de l'industrie et des métiers industriels nécessite un effort national d'ambition dans cette perspective ; il y va pour nous tous, pour l'avenir économique et social de notre pays.

Conférence de citoyens sur « L'usine de demain » La méthodologie

En 2012, Fives, accompagné par l'institut Ifop, a mené une Conférence de citoyens afin de faire réfléchir les citoyens sur l'usine de demain et sur sa place au sein de la économie.

Groupe scandinave, la Conférence de citoyens a pour objectif de recueillir l'opinion d'un panel de citoyens composé de 15 à 20 personnes préférées et volontaires, sur un sujet donné.

Un comité de pilotage multidisciplinaire, rassemblant des experts issus des domaines universitaire, industriel et associatif, a été constitué en vue de former et d'accompagner les citoyens participants.

La Conférence de citoyens a été ainsi déroulée en cinq étapes :

1. Un panel de 15 citoyens participants a été recruté à partir de réseaux prescrits (syndicats, associatifs, régions, types d'�agélisation, fonds publics) afin d'être le plus représentatif de la diversité de la population et d'inclure différents points de vue.
2. Une modulée formation répartie sur deux weekends tout évaluant parmi les participants des connaissances aux 15 citoyens sur le thème de l'usine et de l'industrie avec pour but de les décliner sur le sujet de la conférence pour discuter dans l'espace ouvert.
3. Un débat public a été mené avec un citoyen qui est pu échanger avec sept experts spécialistes pour approfondir le sujet.
4. Les citoyens se sont ensuite réunis en huis clos avec l'institut Ifop pour la rédaction de « la charte des citoyens ».
5. La rédaction de « la charte des citoyens » en public a clôturé la Conférence de citoyens.

« La charte des citoyens », rapport ci-après dans son intégralité, est diffusée sur le site www.lesusinesdefutur.com

www.lesusinesdefutur.com

www.lesusinesdefutur.com



Idées fortes / modèles productifs

- Un périmètre de plus en plus vaste
- Un rythme de changement en accélération
- De nombreuses méthodes mais...
- ... une définition de la productivité de plus en plus complexe et contradictoire
- Un facteur majeur de la compétitivité hors coût

Place des méthodes

Pilotage
moyen
terme

Pilotage
court terme

Physique

Méthodes &
organisation

