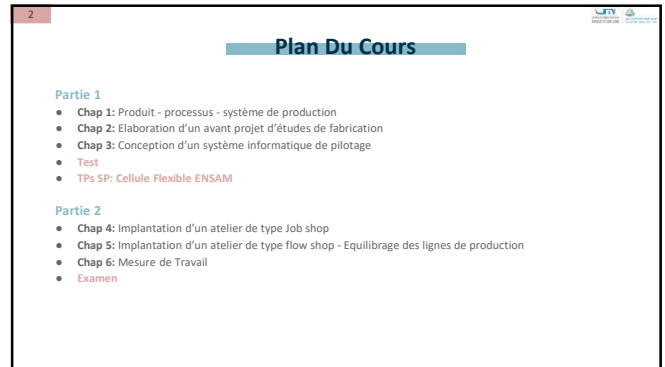
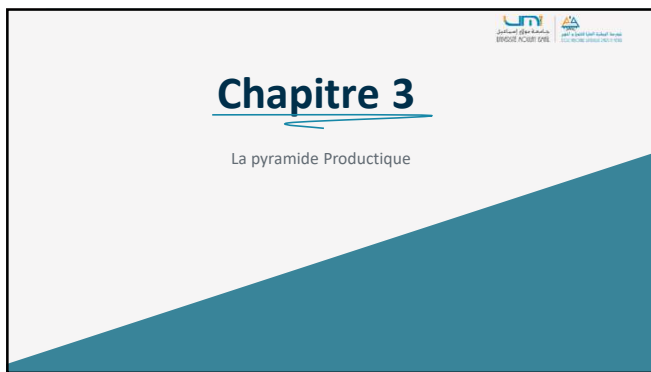




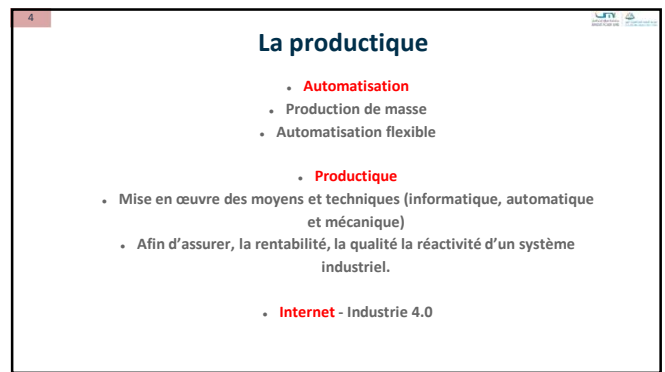
1



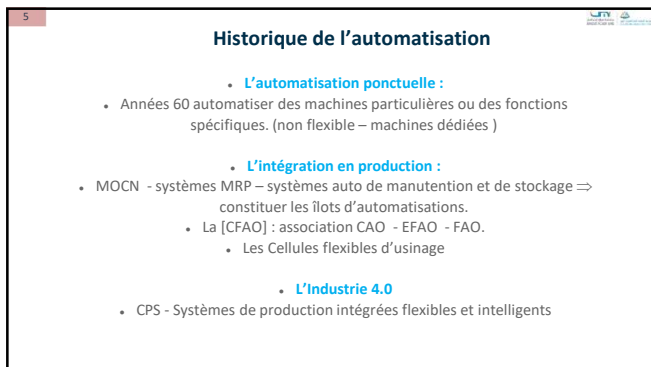
2



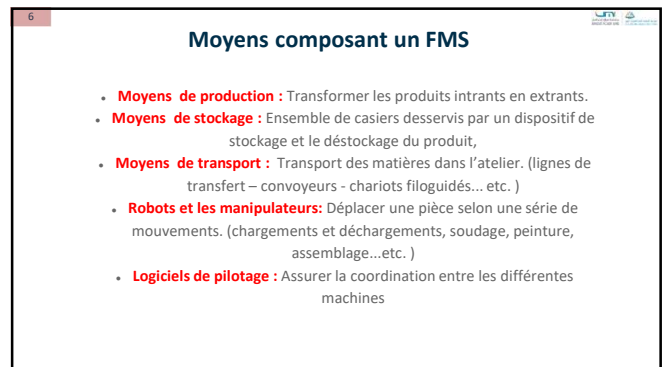
3



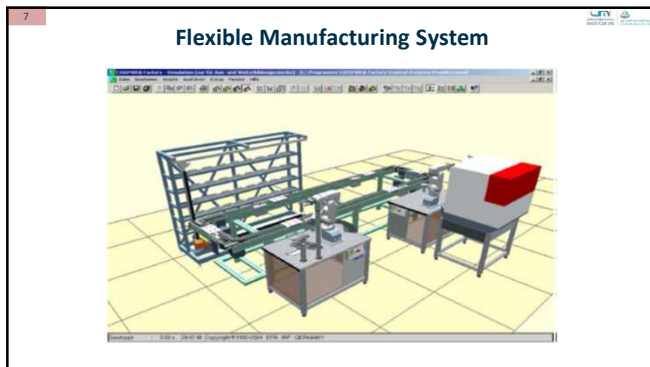
4



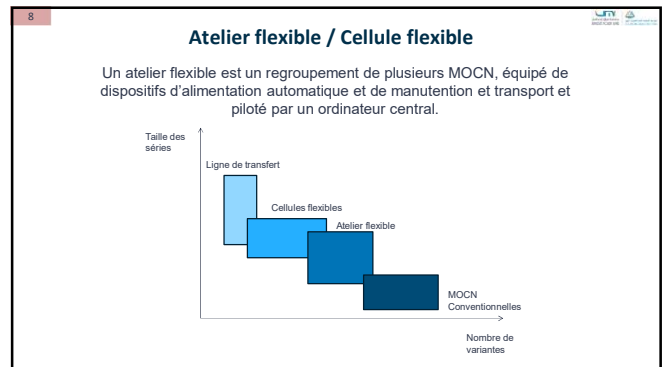
5



6



7



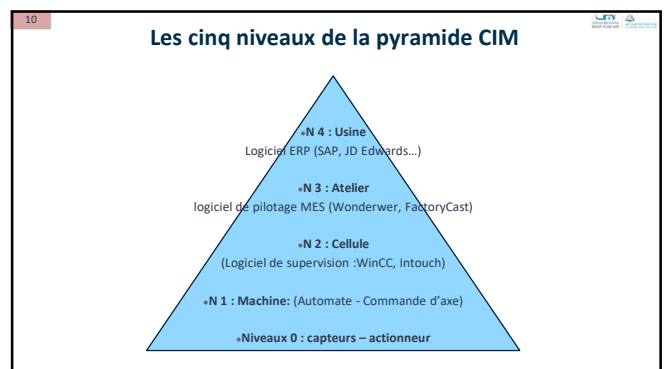
8

9

### Évolution des systèmes de production

- **Complexité des systèmes de production**
  - Processus d'ingénierie d'entreprise : Regroupe différents domaines ; l'ingénierie mécanique, l'ingénierie électrique et l'ingénierie du procédé de production.
- **Challenges**
  - Paradigmes de conception des systèmes de production
  - Systèmes flexibles, Reconfigurables Évolutifs ...

9



10

11

### Réseaux Locaux Industriels

- Un réseau local industriel est un réseau local utilisé dans une usine pour connecter diverses machines.
- Assurer la commande, la supervision, la conduite, la maintenance, et la gestion, de l'installation de production.
- **Types de RLI**
  - **Réseau de terrain:** Connecte les capteurs et actionneurs aux automates, contrôleurs et régulateurs
  - **Réseau de cellule:** Connecte les automates à un coordinateur SCADA.
  - **Réseau d'usine :** Connecte les coordinateurs aux services tels que les bureaux d'études, de méthodes, la gestion, les approvisionnements.

11

12

### Systèmes Manufacturiers Reconfigurables (SMR)

- Ils ont été proposés par Yoram Koren et son équipe de l'Université de Michigan en 1995.
- Répondre aux changements fréquents de la demande en diversité et en volumes.
  - **Reconfigurables** = Constitués de plusieurs modules.
    - Font appel au concept Plug-and-produce,
  - Permet aux différents modules d'un système d'être ajouté ou supprimé en réponse aux changements de la demande.
- Y. Koren et A. G. Ulsoy, «Reconfigurable manufacturing systems.» Engineering Research Center for Reconfigurable Machining Systems. ERC/RMS report #1. Ann Arbor, 1997.

12

13

### SMR : Système Interopérables

- **Architecture matérielle et logicielle ouvertes**
  - Intégration et Communication  $\Rightarrow$
- Disposer d'un ensemble d'interfaces mécaniques, informationnels et de commande
  - Standardisation des interfaces de connexion des modules.
- **Système intégré  $\neq$  interopérable**
- Communication entre un ERP, une CFAO, MES ...et des Machines
  - Cependant : Interfaces non normalisées
- Ajouter une machine  $\Rightarrow$  Reprogrammer le système en entier.

13

14

### Productique et Industrie 4.0

- **Ces dernières années**  $\Rightarrow$  Avancées technologiques.
- La technologie est devenue de nos jours, mature pour être utilisée en industrie.
  - **Industrie 4.0** - Internet et NTICS et Développement du web  $\Rightarrow$  usines intelligentes.
    - Pyramide productique tend à s'aplatir
  - Le réseau Ethernet remplace de plus en plus les réseaux d'usine et les réseaux de cellules
  - Les technologies du web sont de plus en plus utilisées pour le développement des systèmes de production.

14

15

### Le concept d'Industrie 4.0

**Quatrième révolution industrielle**  
consiste à bâtir l'usine du futur.  
Tirera son intelligence d'internet et des NTIC,

1st	2nd	3rd	4th
Mechanization, water power, steam power	Mass production, assembly line, electricity	Computer and automation	Cyber Physical Systems

- Produits intelligents
- Internet des objets
- Réalité augmentée
- Cloud computing
- Systèmes cyber-physiques

15

16

### Commande Numérique

- Machine : Partie opérative + Partie commande
- Définir les capteurs, les actionneurs + Dialogue avec l'opérateur (pupitre) + Communication avec les autres machines (interfaces).
- **Années 40** – déploiement de la (NC)
- **Années 70** - naissance de la (CNC)
- Contrôleur Comporte: un IDE - APT (Automatic Programmed Tools) MIT - dérivé du Fortran, indépendant de la plateforme.
- Différents types de matériels ; HURON, CINCINNATI, HES, GSP, DUFOR  
... $\Rightarrow$  Interface normalisé.

16

17

### Système Cyber Physique de Production

- Un système qui intègre : un processus physique et un système informatique de calcul.
- Apporte des capacités de calcul embarquées.
- Fonctionne comme le cerveau de la machine
- Prend un grand avantage des données temps réel rassemblé du monde physique.

17

18

### Machine cyber physique

C. Liu et X. Xu, «Cyber-Physical Machine Tool – the Era of Machine Tool 4.0.» chez Procedia CIRP: The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems, 63 (2017) 70 – 75.

18

19

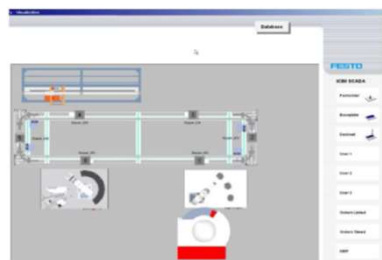
### SCADA Supervision - Niveau 2 du CIM

- **Représenter** graphiquement les machines du système de production et visualiser leurs états (écrans de supervision).
- **Communication** avec les systèmes de contrôle commande (API, SNCC, ...), à travers de **contrats d'interfaces** standards ou propriétaires.
- **Déporter** et de centraliser le pilotage des machines (programmation des processus)
- **Collecter** les données, gestion de base de données temps réel (parfois propriétaire),

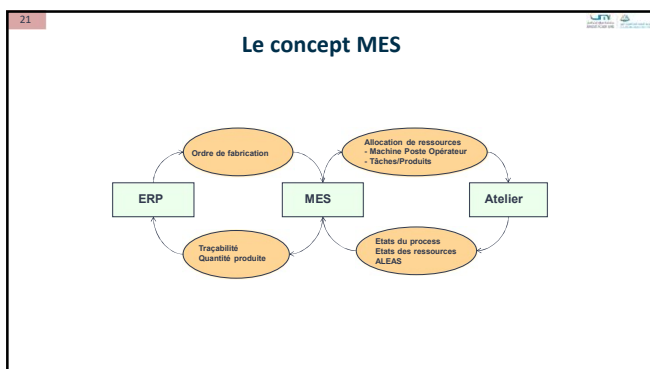
19

20

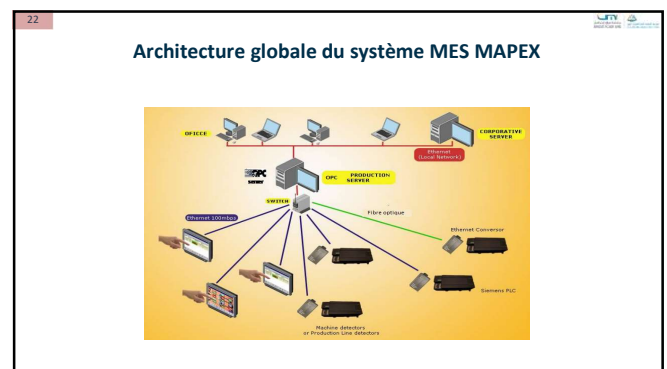
### Ecran de supervision CIROS



20



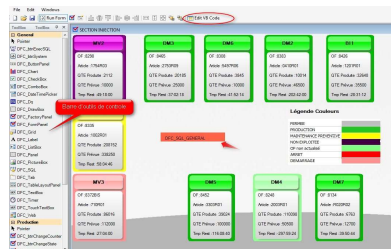
21



22

23

### L'éditeur de formulaire dynamique MapexDF



23

24

### Tendance actuelle

- L'usine sans homme est une utopie
  - Systèmes de production
    - ⇒
    - Autonomie,
    - Forme conscience
- Capacité d'auto-configuration et d'auto-organisation.
- Réalisations: Les pbs posées seraient moins techniques qu'organisationnels et humains

• D. Zuehlke, «SmartFactory—Towards a factory-of-things», Annual Reviews in Control 34, p. 129–138, 2010.

24