



SYSTÈME COBOTIQUE

LINEACT 

 ÉCOLE
D'INGÉNIEURS



LAZHER ZAIDI
EC - ROUEN

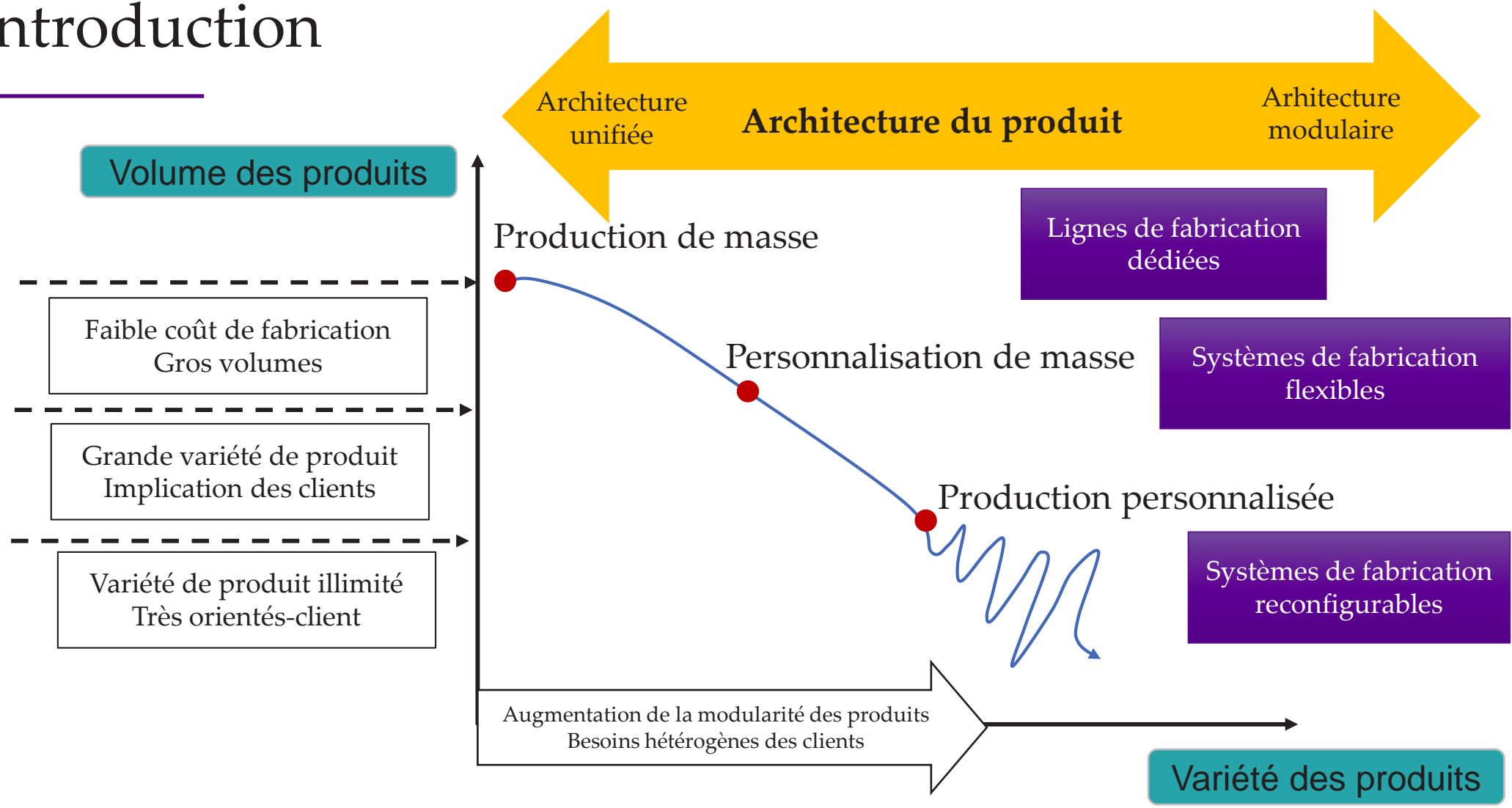
PROJET 7

Sommaire

1. Introduction
2. Robot manipulateur
3. Transition vers un système cobotique
4. Catégories d'interaction homme-robot
5. Types de Cobot (robot)
6. Mécanismes d'interaction avec les systèmes cobotiques
7. Applications
8. Problèmes d'un système cobotique
9. Défis du système cobotique
10. Conclusion



Introduction



Chronologie des techniques de fabrication industriels (Mourtzis2012)

Introduction

Les robots industriels sont de plus en plus utilisés dans différentes applications afin d'aider les humains.

- ❑ Utiliser pour effectuer des tâches de fabrication répétitives, fastidieuses et dangereuses,
- ❑ Installé dans des espaces de travail séparés et loin des humains,
- ❑ Fournir une précision et une vitesse élevées.

Mais,

- ❑ Les solutions utilisées sont souvent trop standardisées et non génériques
- ❑ Manque de confiance des utilisateurs (sécurité)



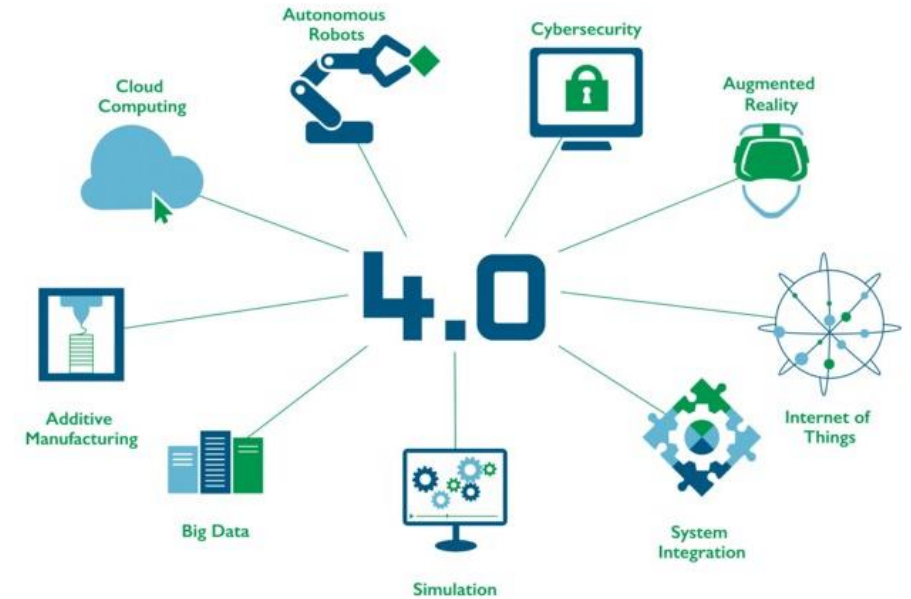
Certaines tâches peuvent également être :

- ❑ Trop complexe pour être entièrement réalisées par des robots,
- ❑ Trop cher pour être entièrement automatisées.

Introduction

▣ Principaux défis

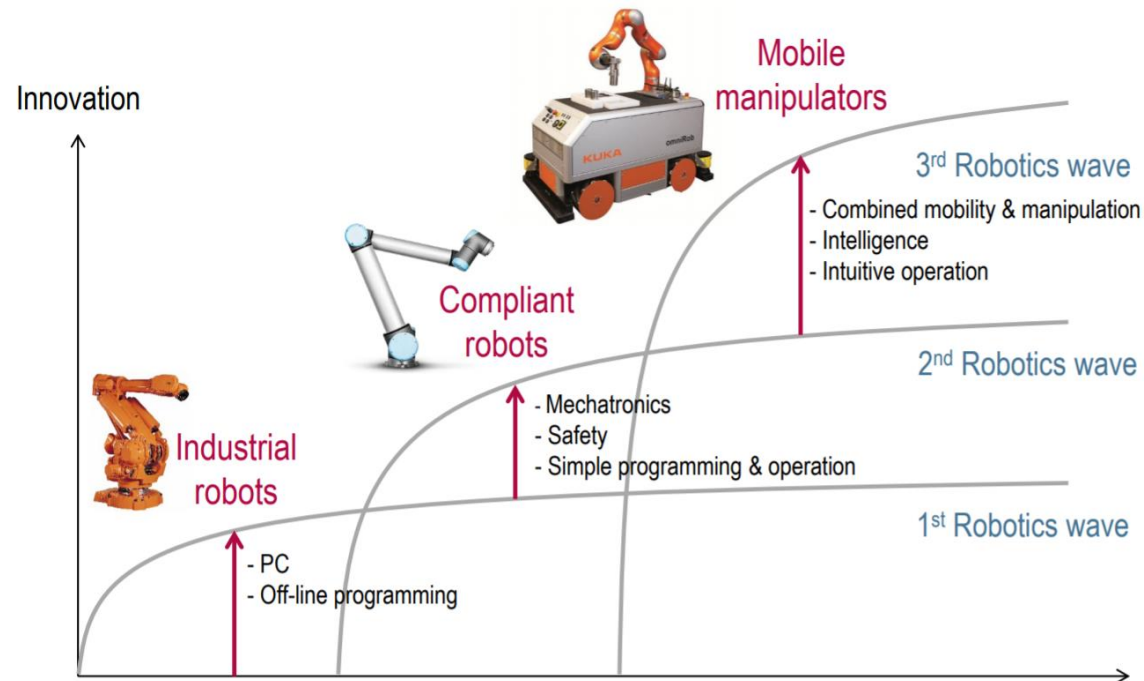
- ▣ Complexité croissante,
- ▣ Environnement dynamique et très incertain,
- ▣ Manque d'adaptabilité et de flexibilité,
- ▣ Besoin d'efficacité opérationnelle,



Industrie 4.0

▣ Nouvelles opportunités

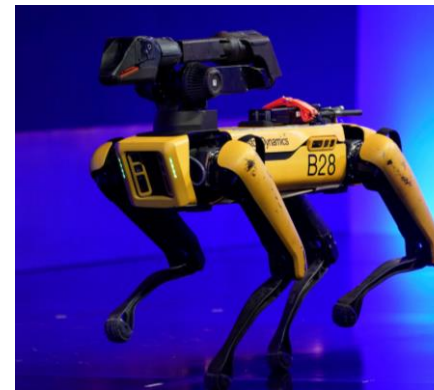
- ▣ Numérisation: volumes de données, puissance de calcul, connectivité,
- ▣ Technologies de détection et de traitement des données
- ▣ Nouvelle génération de robots.



Robot manipulateur

❑ Qu'est-ce qu'un robot ?

- ❑ Un robot est un manipulateur multifonctionnel reprogrammable conçu pour déplacer du matériel, des pièces, des outils ou des dispositifs spécialisés par des mouvements programmables variables pour l'exécution d'une variété de tâches,
- ❑ Pour être qualifié en tant que robot, une machine doit être capable de
 - **Détection et perception** : obtenir des informations de son environnement
 - **Effectuer différentes tâches**: locomotion ou manipulation, faire quelque chose de physique - comme déplacer ou manipuler des objets
 - **Re-programmable**: peut faire différentes tâches
 - **Fonctionner de manière autonome et / ou interagir avec les humains**



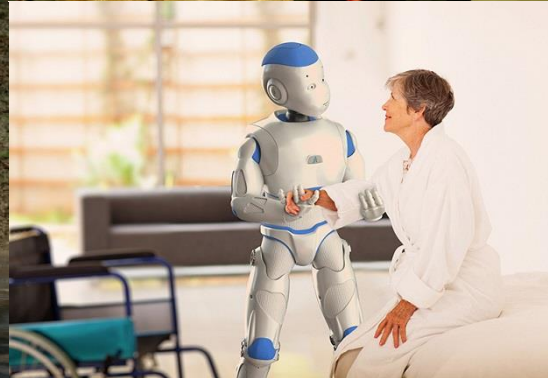
Robot manipulateur

Effectuer des tâches 4A dans des environnements 4D

Automatisation
Augmentation
Assistance
Autonome

Dangerous (Dangereux)
Dirty (Sale)
Dull (Terne)
Difficult (Difficile)

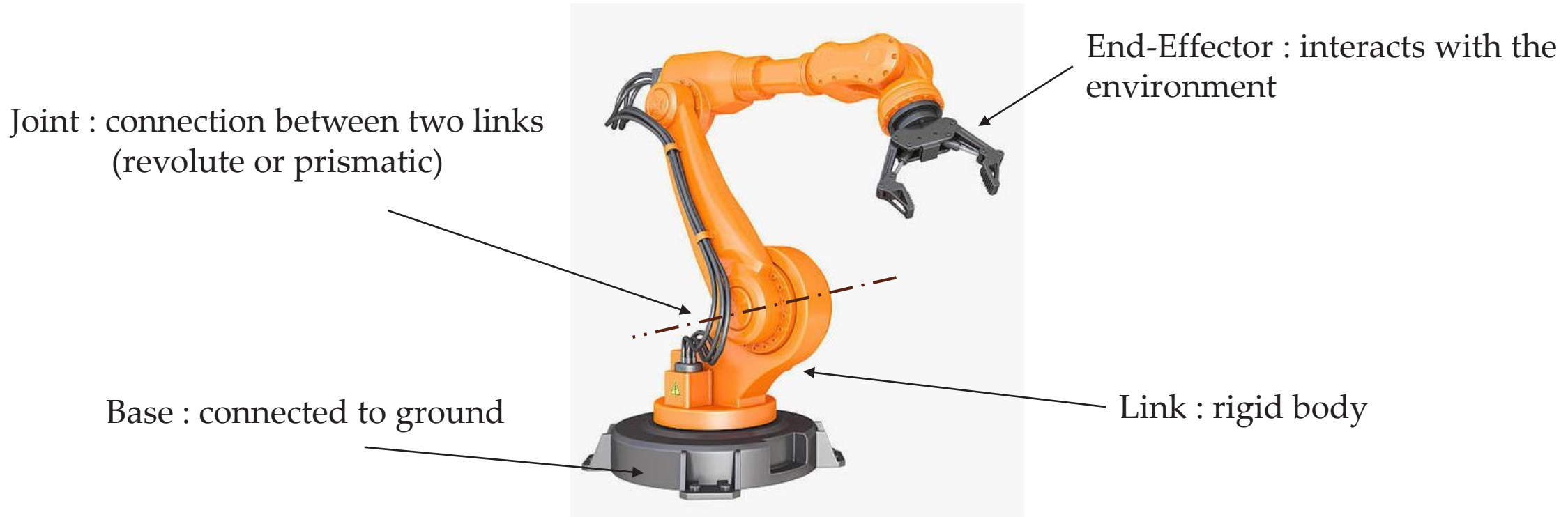
❑ Pourquoi utiliser des robots ?



Robot manipulateur

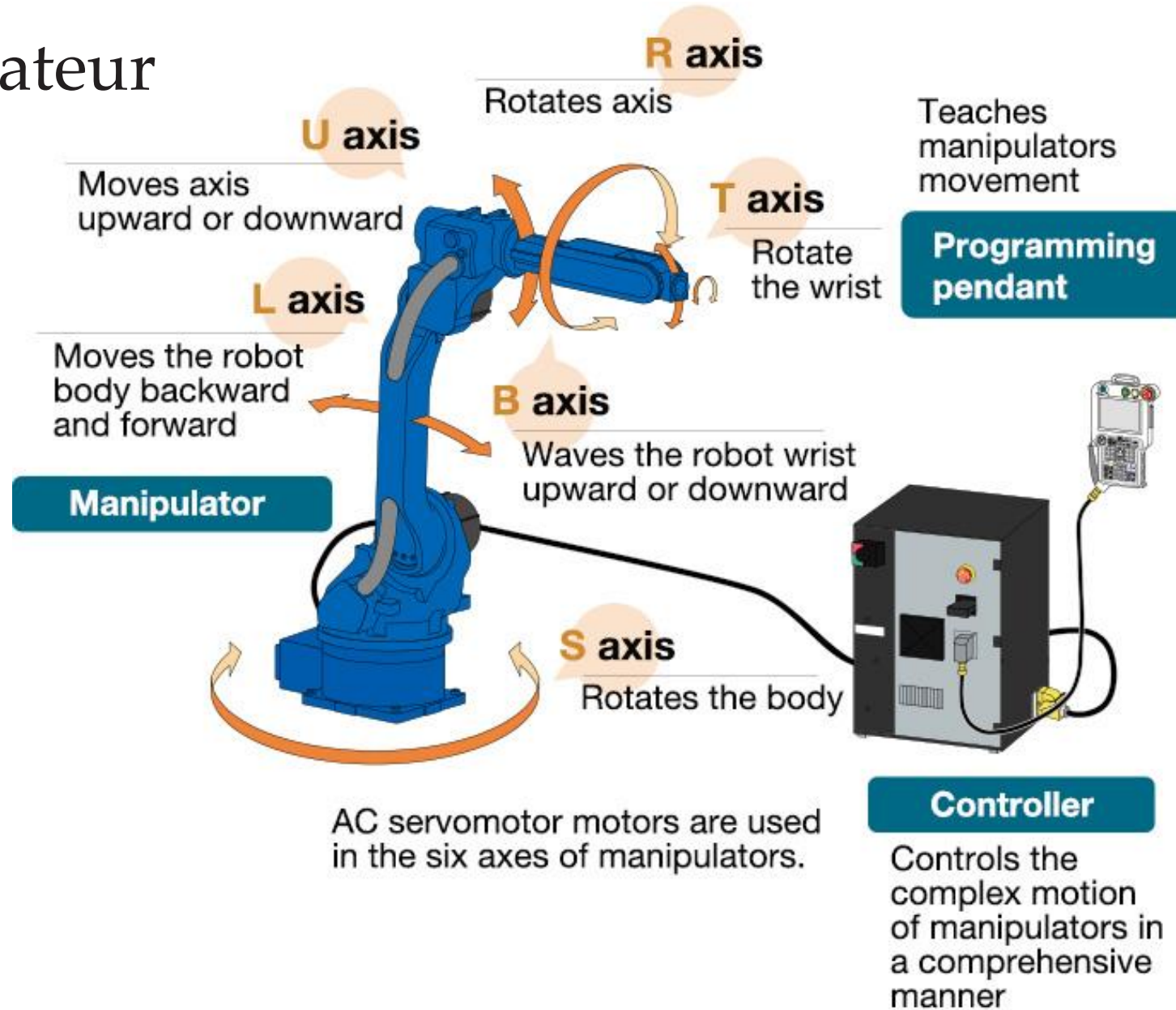
□ Structure mécanique

- C'est un assemblage de paires pièces rigides qui se déplacent les uns par rapport aux autres via une contrainte mécanique
- Il se compose d'une série de corps rigides (maillons) interconnectés au moyen d'articulations (Articulation).



Robot manipulateur

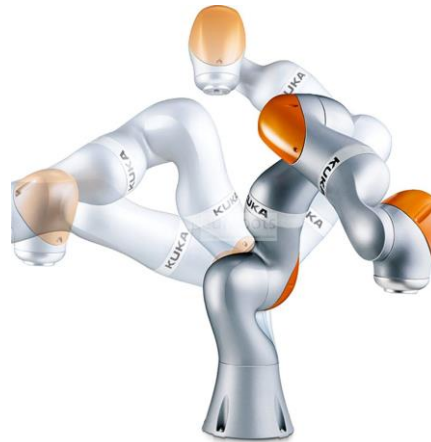
□ Composants du robot



Robot manipulateur

❑ Spécifications du robot

- ❑ **Degré de liberté** : Les degrés de liberté d'un robot sont définis comme le nombre de mouvements indépendants qu'il dispose.
- ❑ **Charge utile (capacité de charge)** : c'est le poids qu'un robot peut porter, en gardant les autres spécifications.
- ❑ **Précision** : est définie comme la précision d'un point spécifié qui peut être atteint.
- ❑ **Répétabilité** : correspond à la précision avec laquelle la même position peut être atteinte si le mouvement est répété plusieurs fois.

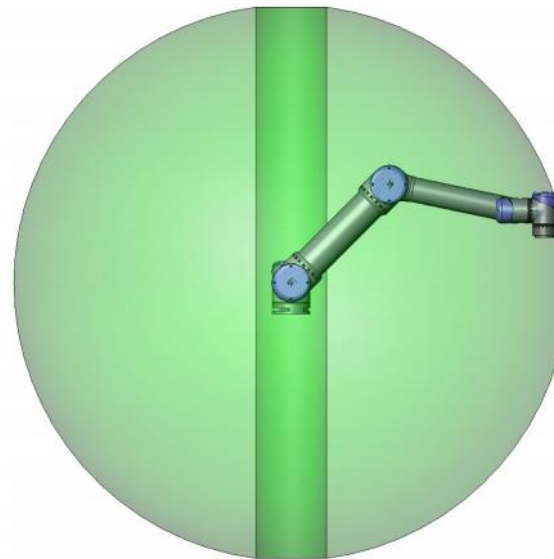
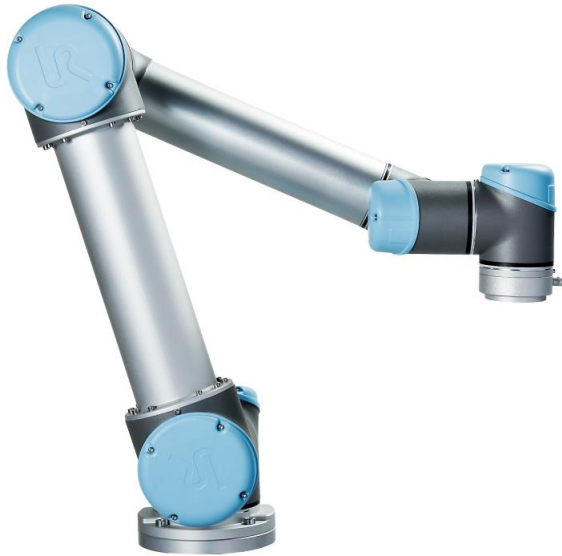


Kuka LWR with 7 axes

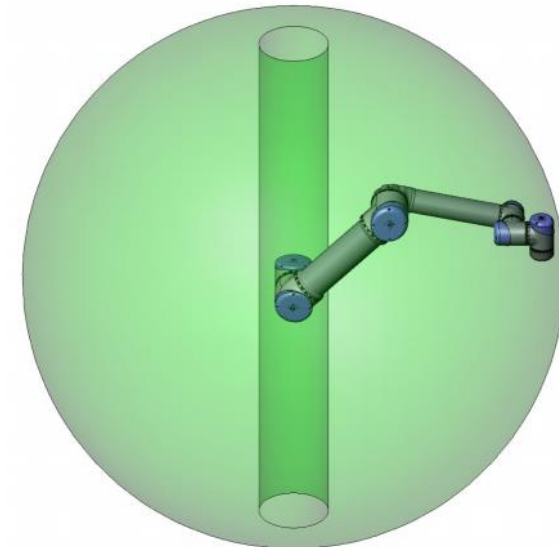
Robot manipulateur

□ Spécifications du robot

- Espace de travail : L'espace de travail d'un bras de robot est l'ensemble de toutes les positions qu'il peut atteindre. Cela dépend d'un certain nombre de facteurs, y compris les dimensions du bras.



Front



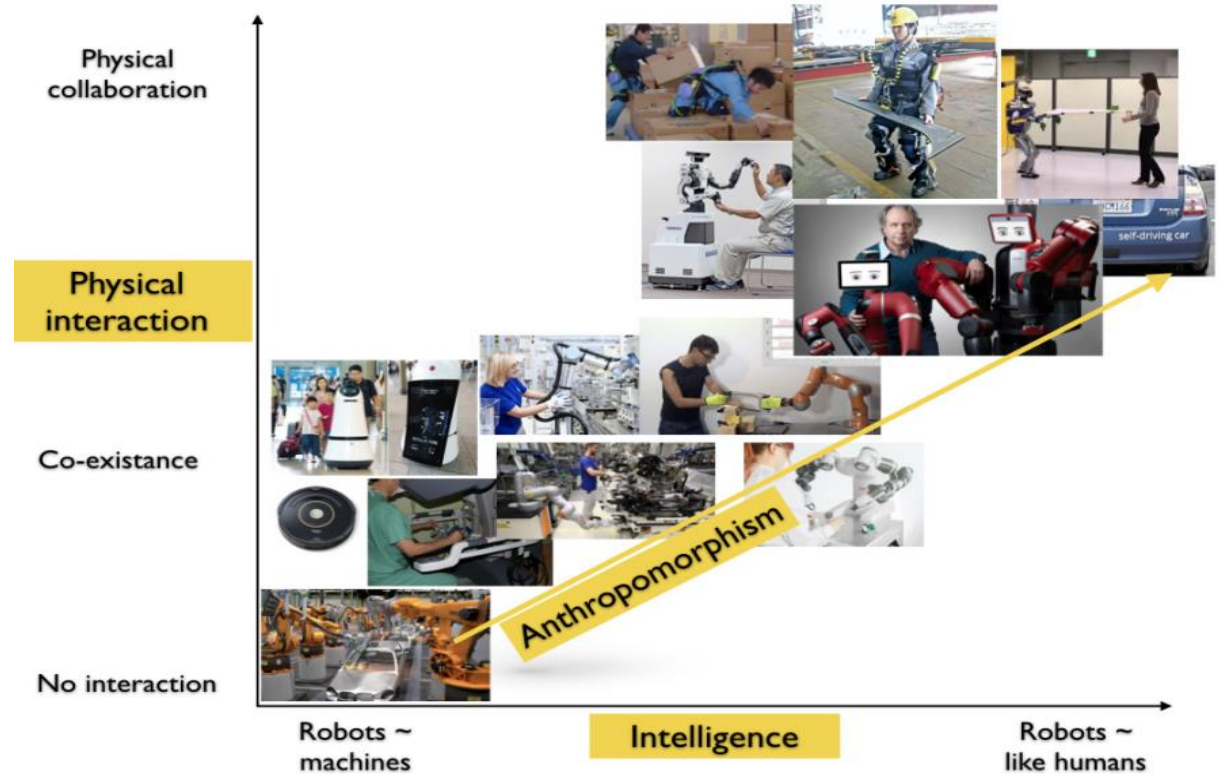
Tilted

Transition vers un système cobotique

- ❑ Les robots sont facilement interconnectés avec d'autres robots (Les robots ne sont pas dans des cages)
- ❑ Les Travailleurs humains partageant l'exécution des tâches avec des robots (solution plus flexible et abordable).
- ❑ Les humains partagent le même espace de travail avec les robots, les considérant comme des collaborateurs utiles.



Système cobotique

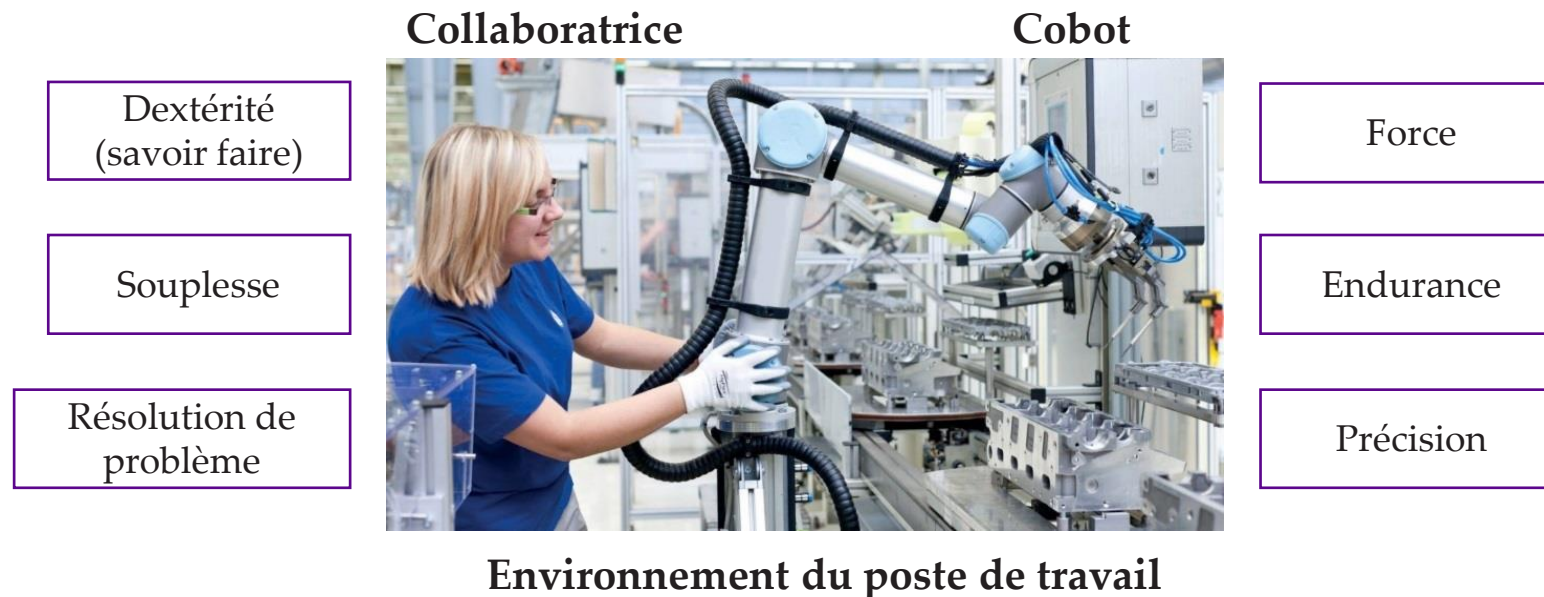


Transition des robots industriels travaillant séparément des humains, aux cobots capables de coexister et d'interagir en toute sécurité avec les opérateurs [[Ivaldi2018].

Transition vers un système cobotique : Qu'est-ce qu'un système cobotique ?

La cobotique est un néologisme formé par les termes «collaboratif» et «robotique» proposée d'abord par Peshkin et Colgate pour conceptualiser **l'interaction directe entre un robot et un humain sur un poste de travail dédié** [Peshkin1999].

Un système cobotique est un système flexible dans lequel un humain et un robot peuvent interagir et collaborer en toute sécurité pour accomplir les tâches assignées.



Transition vers un système cobotique : Cobot Vs. Robot



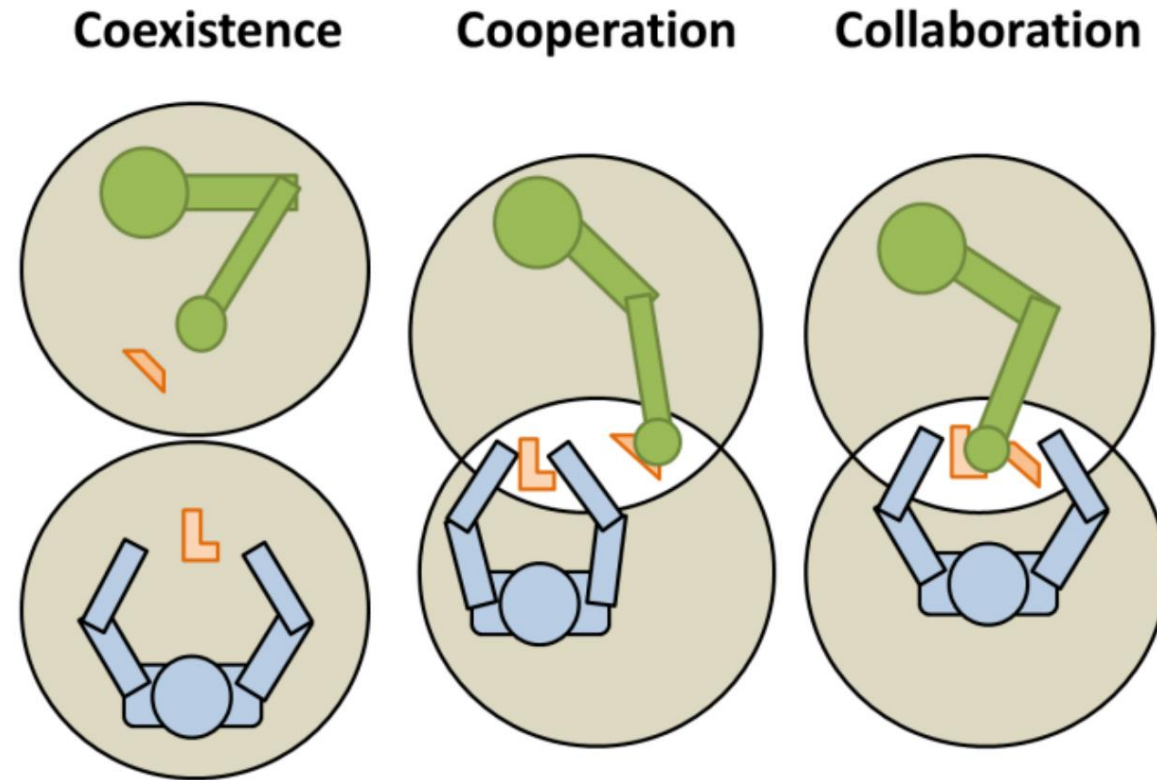
- ☐ Inconscient de l'environnement
- ☐ Danger potentiel pour la sécurité humaine
- ☐ Haute précision et répétabilité
- ☐ Des opérations précises pour l'achèvement des tâches sont nécessaires
- ☐ Besoin de programmeurs experts
- ☐ L'intégration est coûteuse



- ☐ Respecte les gens et l'environnement
- ☐ Plus sûr que les robots.
- ☐ Flexible et facile à utiliser
- ☐ Les tâches sont effectuées de manière similaire à la manière humaine
- ☐ Peut être formé par démonstration
- ☐ Aucune intégration minimale est obligatoire
- ☐ Abordable

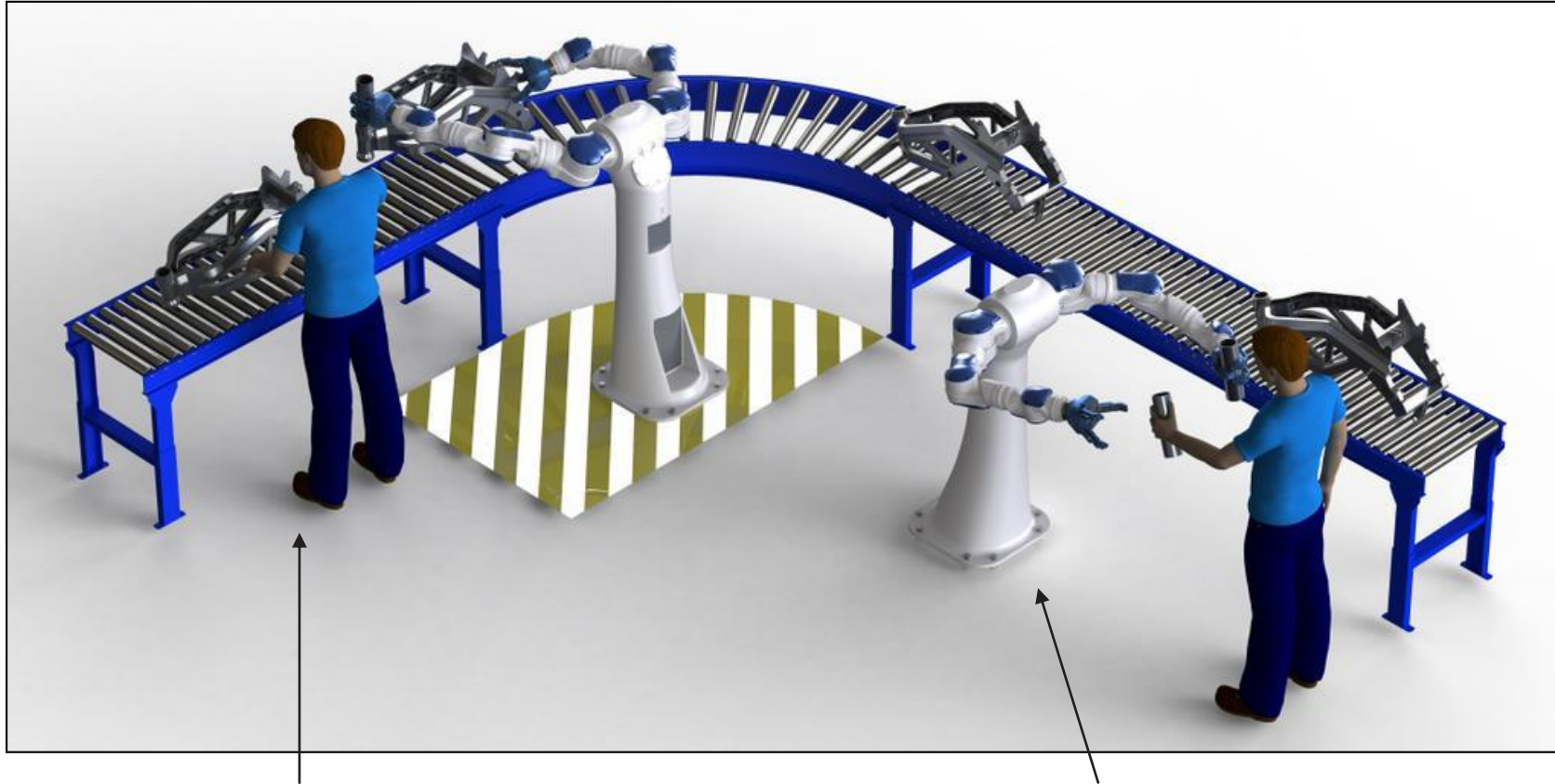
Catégories d'interaction homme-robot

- ❑ **Coexistence:** un cas dans lequel les deux sont proches l'un de l'autre et agissent simultanément, mais sans espace de travail commun. Ils peuvent avoir des objectifs différents car ils peuvent exécuter des tâches différentes. Le robot a son propre espace dédié distinct de l'espace humain..
- ❑ **Coopération:** les deux «partenaires» travaillent sur leurs propres tâches et peuvent partager un espace commun mais pas sur le même produit ni sur la même pièce. Ils remplissent simultanément les exigences du temps et de l'espace..
- ❑ **Collaboration:** une organisation avec un travail commun et simultané sur le même produit ou pièce. Un contact direct (haptique, auditif, etc.) se produit entre l'homme et le robot. En général, le robot manipule, présente et tient une pièce pendant que l'opérateur y travaille.



Realization possibilities of human-robot workstations (Bauer2016)

Catégories d'interaction homme-robot






Travail coopératif :

L'humain délègue des tâches au cobot

Travail collaboratif :

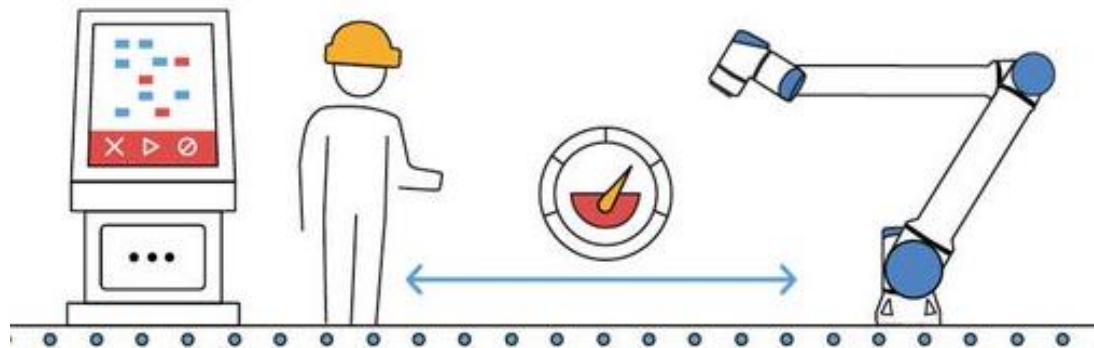
Le cobot et l'humain interagissent ensemble
sur le même élément et en même temps

Types des Cobots

	Cobot – co manipulation	Exoskeletons	Teleoperation
			
+	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir une assistance à l'homme - Fournir une force et une résistance - Libérer l'homme des tâches dangereuses 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir une assistance physique et réduire TMS d'origine professionnelle 	Le contrôle des tâches peut reposer sur le jugement, la décision, la dextérité, l'expérience et la formation.
-	<p>Besoin de Réagir en toute sécurité avec l'humain</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besoin de percevoir la posture et les efforts humains - Acceptation et confiance 	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin de détecter l'activité humaine actuelle et de future <p>Acceptation de ce type de technologie</p>	L'opérateur doit faire face à un sentiment d'éloignement,

Mise en œuvre

- ❑ Le but d'un cobot n'est pas de remplacer 3 opérateurs par un système ultra rapide.
- ❑ Le but d'un cobot est d'ajouter un troisième bras à l'opérateur pour le soulager des tâches répétitives à faible valeur ajoutée génératrices de TMS.
- ❑ Dans une application en mode collaboratif, on va toujours fonctionner à la vitesse la plus lente possible en accord avec le process.



Mécanismes d'interaction pour un système cobotique

- ❑ **Physiquement** : bouton, manette , Souris , manipulateur robotique ou effecteur d'extrémité,
- ❑ **Visuellement (retour d'information visuel)**: écran, lunettes (réalité virtuelle ou augmentée),
- ❑ **Capture de mouvement** : une **caméra** est utilisée pour acquérir les informations de l'environnement de travail et du travailleur (suivi oculaire, suivi des doigts, suivi des mouvements du bras ou suivi des mouvements de tout le corps).
- ❑ **A partir d'une commande vocale** donnée (communication orale), ce modèle extrait les éléments clés du texte et les traduit en une représentation compréhensible par un robot,
- ❑ **Interface cerveau-ordinateur**

Applications

Conditionnement et
Palettisation



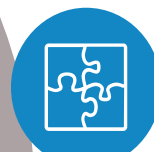
Analyses et Tests en
Laboratoire



Chargement / Déchargement
de machines



Assemblage



Collage, Distribution
et Soudage



Moulage par Injection



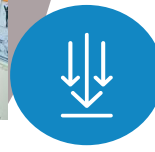
Vissage, Polissage, Ebavurage



Inspection Qualité



Pick and Place



Enjeux et limites d'un système cobotique

❑ Défis économiques

- ❑ Evolution de la production de masse à une petite production
- ❑ Accroître la personnalisation des produits de fabrication
- ❑ Flexibilité de la production industrielle

❑ Défis sociaux

- ❑ Réduire le travail pénible
- ❑ Réduire les contraintes physiques liées aux travaux

Ex: Manipuler des charges lourdes, confronter à des postures physiques pénibles ou fatigantes

- ❑ Réduire l'exposition aux environnements dangereux

Ex: Produits chimiques, températures trop variables, bruit

- ❑ Certains rythmes de travail

Ex: travail de nuit, travail par équipes, travail répétitif



Enjeux et limites d'un système cobotique

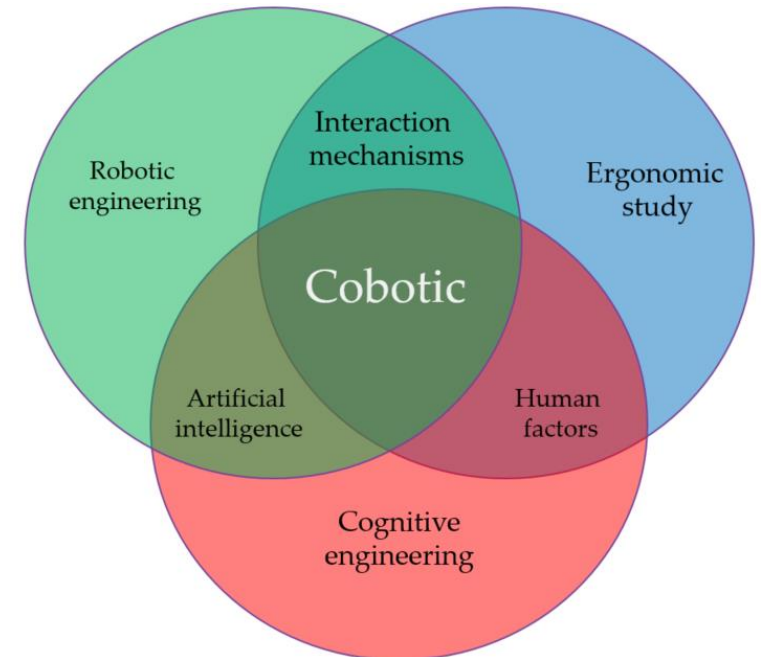
- ❑ Les exigences de sécurité imposent une vitesse et des forces réduites etc.
- ❑ Coût des composants de sécurité supplémentaires et des efforts supplémentaires d'ingénierie et de certification.
- ❑ Lent
- ❑ Moins puissant
- ❑ Haute précision
- ❑ Charges lourdes
- ❑ Haute précision



Défis du système cobotique

Afin d'intégrer et d'adopter le système cobotique dans la fabrication industrielle, plusieurs défis et problèmes en suspens doivent encore être résolus :

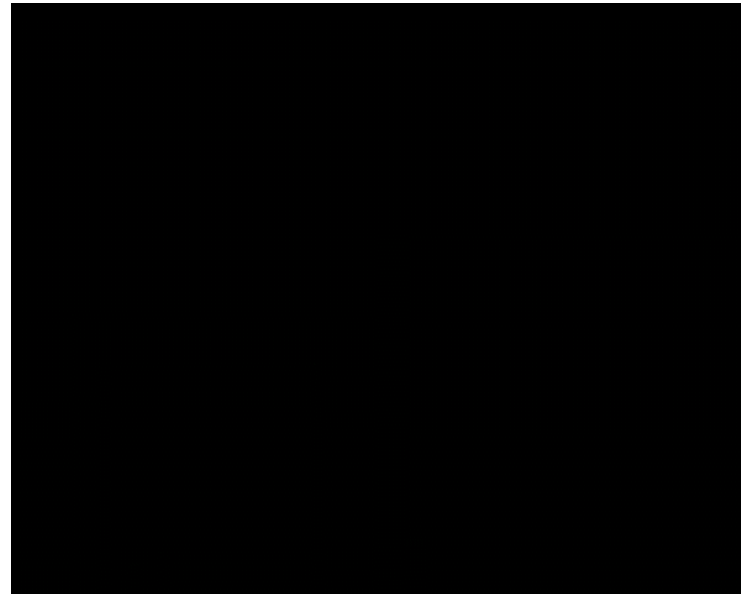
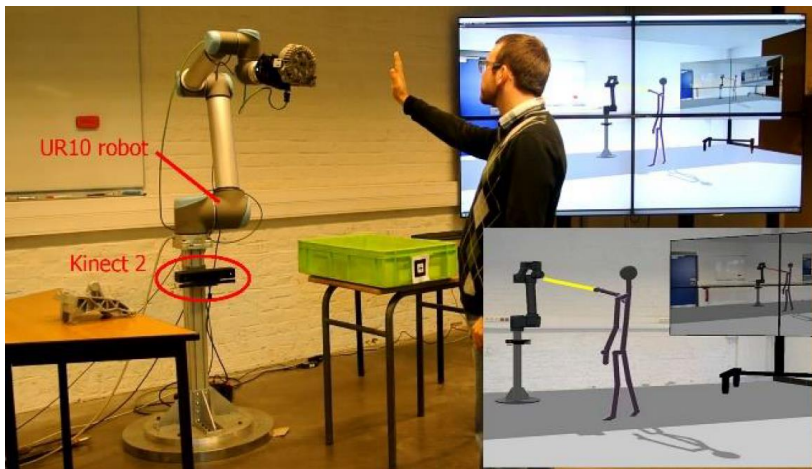
- ❑ Sécurité et sûreté (Contrôle des contacts et interaction physique),
- ❑ Estimation des rôles et attribution adaptative des rôles lors de la collaboration,
- ❑ Synchronisation et coordination,
- ❑ Apprendre par des démonstrations,
- ❑ Acceptation du cobot,
- ❑ Performance de la productivité de la collaboration.



Défis du système cobotique

❑ Sécurité et sûreté

- ❑ Elle est assurée en limitant l'énergie maximale transmissible lors de l'impact (par la structure du robot).
- ❑ La sécurité protège les opérateurs
 - Doit être introduit lors du développement d'architectures de contrôle.
 - Afin de ne pas blesser les collaborateurs humains lors de l'exécution des tâches.



Défis du système cobotique

❑ Réalité virtuelle & augmentée

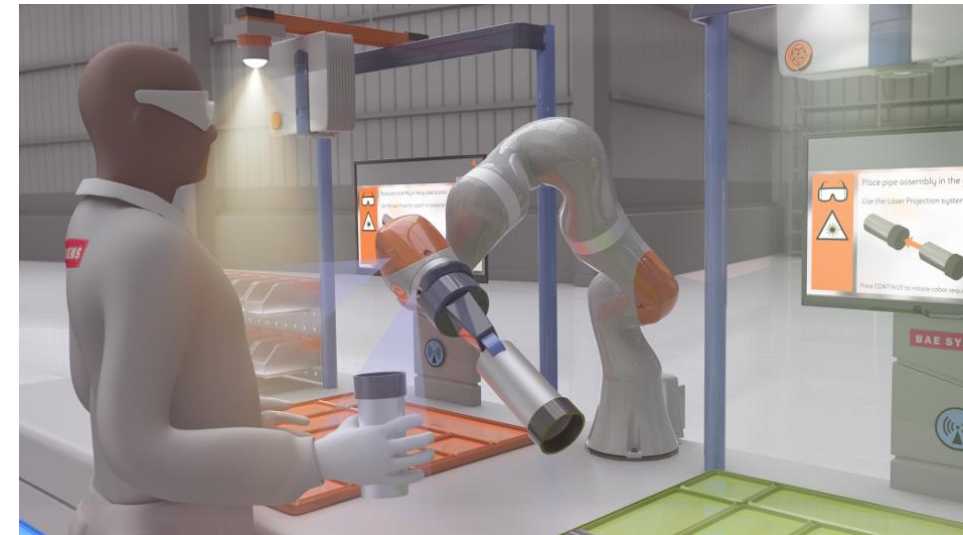
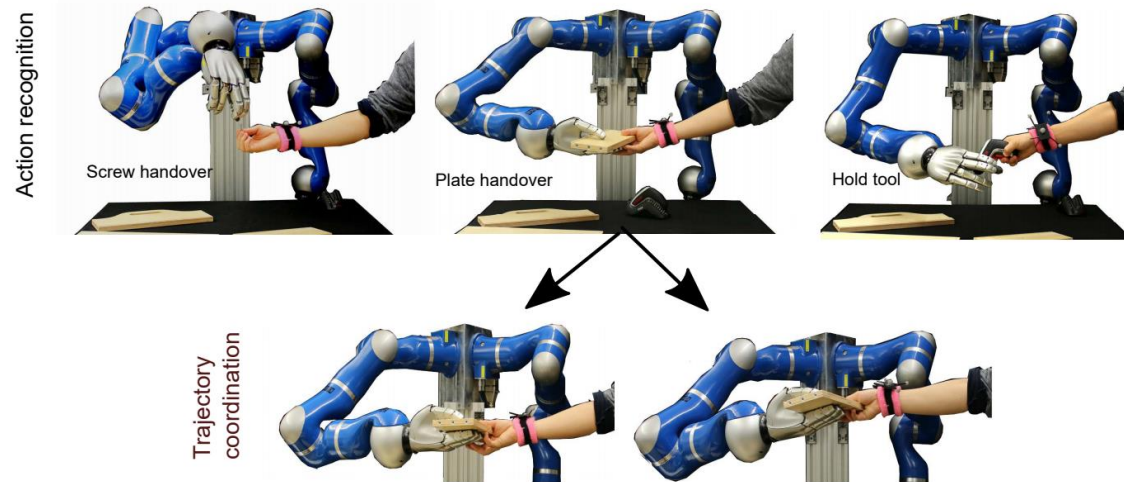
- ❑ Grâce à la technologie RA-RV, les humains pourront visualiser des objets virtuels, des instructions graphiques et des informations sur le mouvement du robot.
- ❑ Le robot recevra des commandes de contrôle de l'humain pour aider au transfert d'objets



Défis du système cobotique

❑ Perception et interprétation des comportements humains

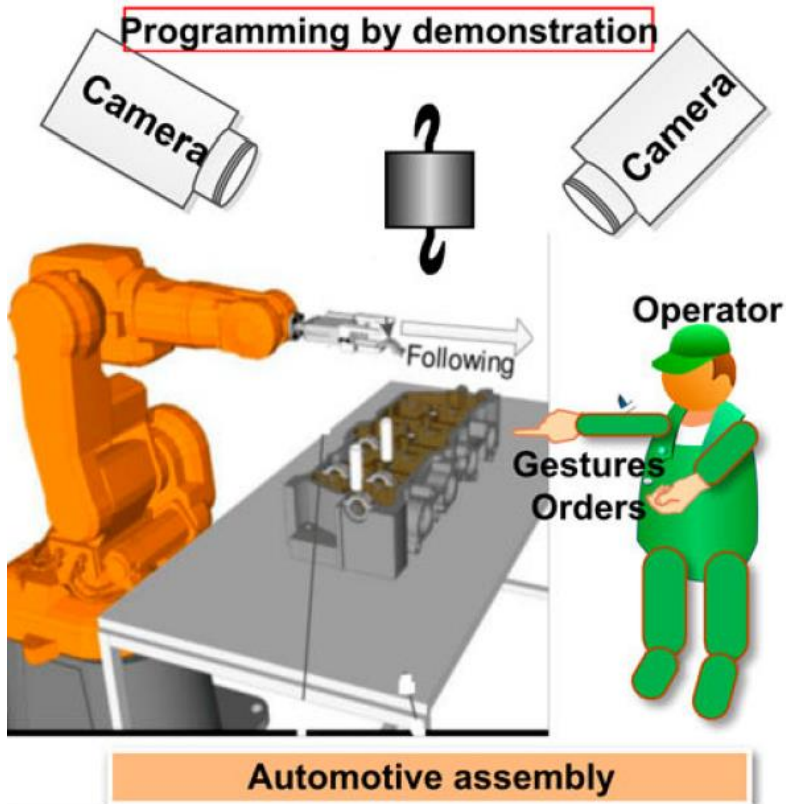
- ❑ Détecter la présence humaine, identifier et déterminer les demandes en fonction du langage corporel, des gestes de la main, des activités, etc.
- ❑ La technologie sans marqueurs (captures de mouvement)



Défis du système cobotique

❑ Interaction Multi-modal

- ❑ Une interface de haut niveau pour guider les opérations humaines a permis d'intégrer plusieurs méthodes
- ❑ Combinaison simultanée de commandes audio et de gestes



Towards Wearable Multi-Modal Interfaces for Mixed-Initiative Interaction in Human Multi-Robot Teams

Demonstration Video

Boris Gromov, Luca M. Gambardella, Gianni A. Di Caro
Dalle Molle Institute for Artificial Intelligence (IDSIA)
Lugano, Switzerland

Défis du système cobotique

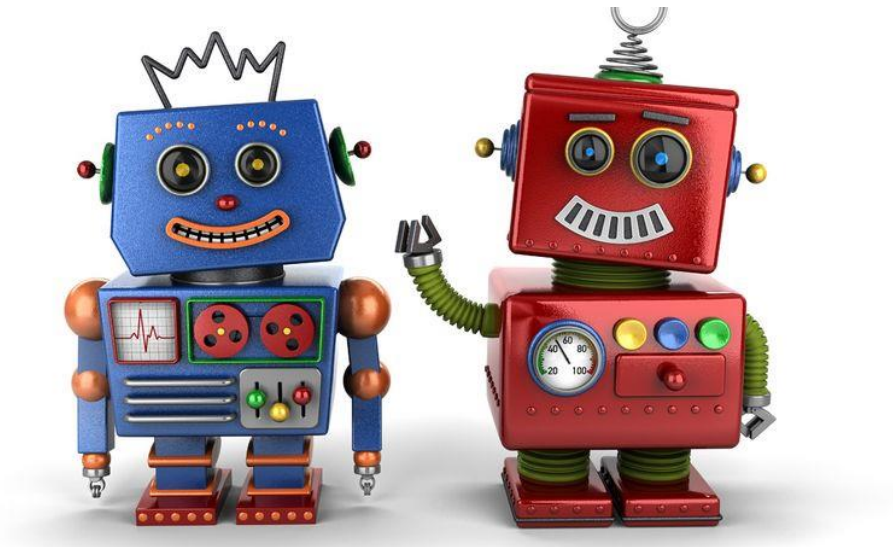
❑ Interaction Multi-modal

Selection in heterogeneous teams:

*Same technique is applicable to interaction
with different robots*

Conclusion

- ❑ La cobotique a reçu beaucoup d'attention du milieu universitaire.
- ❑ L'objectif de la cobotique industrielle est d'obtenir des systèmes flexibles où les humains et les robots peuvent interagir et collaborer en toute sécurité pour accomplir les tâches qui lui sont assignées.
- ❑ Lorsque les humains ont besoin d'interagir physiquement avec un robot, il faut que les performances du robot soit adaptées aux expériences des humains.





CAMPUS
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE FORMATION PROFESSIONNELLE

