

INTRODUCTION À LA ROBOTIQUE

DE MANIPULATION

Viviane CADENAT.

Enseignant-chercheur à l'UPS.

LAAS-CNRS, équipe Robotique, action, perception.

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Un peu d'histoire ...

- ❑ La robotique est née pour répondre à plusieurs besoins
 - Augmenter la productivité
 - Remplacer l'opérateur humain en milieu hostile
- ❑ 1961 : 1^{er} bras manipulateur par Unimation



- Poids : 1.5 tonnes
- Utilisé par General Motors
- Manipulation de pièces de fonderie pesant 150 kg.

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Définition

- ❑ Etymologie : mot tchèque robota (travail)
- ❑ Plusieurs niveaux
 - Système mécanique *articulé*, plus ou moins autonome, capable de réaliser certaines tâches *à la place d'un opérateur*
 - Système *mobile* qui doit réaliser une tâche tout en *contrôlant son exécution*
 - Système mécanique *articulé* ou *doué de mouvement* capable d'effectuer *automatiquement* certaines tâches
- ➔ Le robot doit interagir avec l'environnement
- ➔ Le mouvement est sa spécificité
- ➔ Ce n'est pas ordinateur!

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Evolution des robots

- ❑ Robots de 1^{ère} génération
 - Machine playback → « rejeu » de séquences apprises
 - Pas de contrôle d'exécution de la tâche ni d'adaptation à l'environnement.
- ❑ Robots de 2^{ème} génération
 - Robots industriels actuels → Machines programmables
 - Interaction avec l'environnement
- ❑ Robots de 3^{ème} génération
 - Robots de laboratoire
 - Adaptation à la tâche et à l'environnement

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Les domaines d'applications

□ Industrie manufacturière

■ Secteurs :

- Automobile (63%),
- Industrie chimique (13%),
- Industrie électronique, ...

■ Tâches :

- soudure,
- peinture,
- palettisation,
- mesure,
- manutention, ...



Un bref survol de la planète « robotique »

- Les domaines d'application
 - La robotique médicale

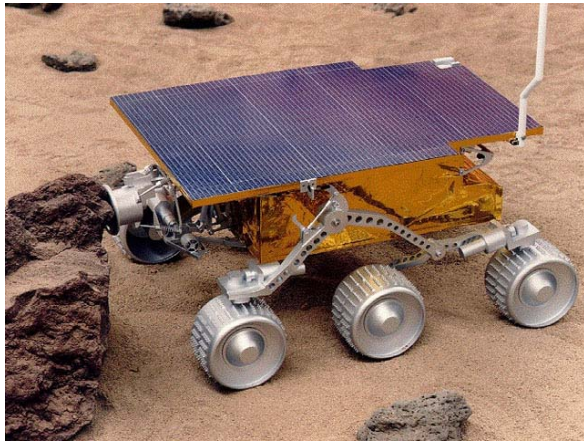


Un bref survol de la planète « robotique »

- Les domaines d'application
 - La robotique d'intervention



Drone predator
→ Combat



Robot Sojourner
→ Exploration



iRobot 510 PackBot
→ Robot démineur



Porteur BROKK 90 / Bras
MAESTRO (cybernetix)
→ Centrale nucléaire

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Les domaines d'application

■ La robotique de service



Helps maintain a clean, presentable, professional appearance

Roomba,
iRobot



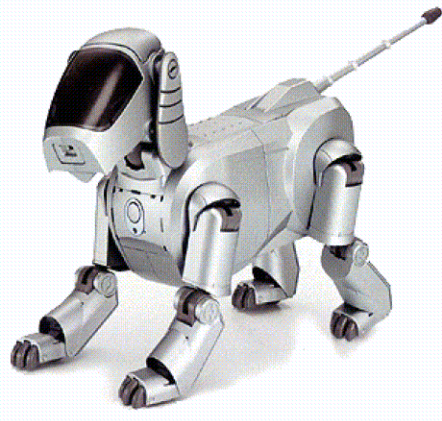
Pixys helpmate : transport de
repas, médicaments, contexte
hospitalier



Ebee,
sensefly.

Un bref survol de la planète « robotique »

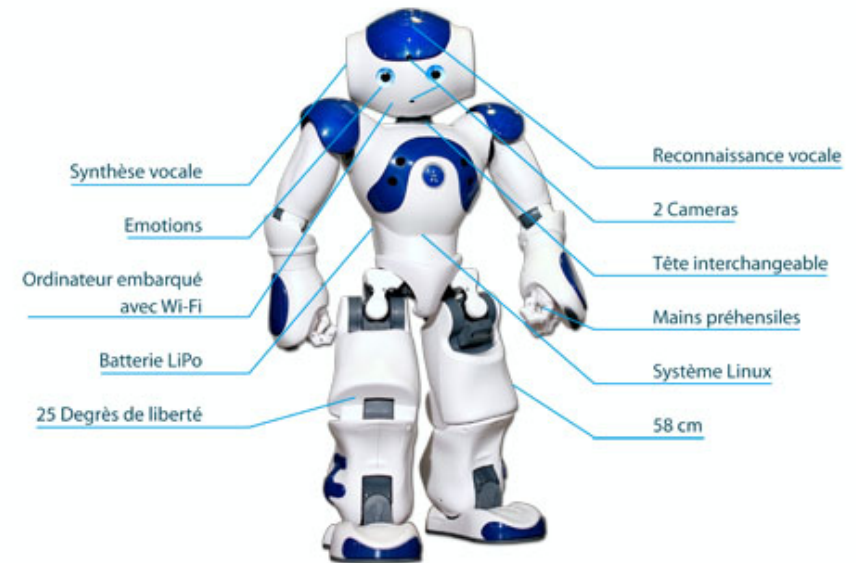
- Les domaines d'application
 - La robotique de service



Aibo,
Sony



HRP2, Kawada industries



Nao, aldebarran robotics

Un bref survol de la planète « robotique »

■ Les problématiques

- La robotique de manipulation
 - Contexte industriel
 - Manipulation d'objets
 - Rendement et productivité

- La robotique mobile
 - Navigation dans des environnements peu connus, éventuellement hostiles
 - Environnement non restreint
 - Explosion de la robotique de service

Le robot dans la chaine de production

- Pourquoi vouloir robotiser une installation industrielle ?
 - But : augmenter la productivité
 - Augmenter le temps de travail du personnel,
 - Réorganiser le travail,
 - Elargir les compétences du personnel,
 - Optimiser la capacité des usines → utilisation des ressources, ...
 - Investir dans de nouveaux moyens de production
 - Machines spéciales → une tâche particulière
 - Cellules robotisées → possibilité de réaliser plusieurs tâches

Le robot dans la chaine de production

- Pourquoi vouloir robotiser une installation industrielle ?



Le robot dans la chaine de production

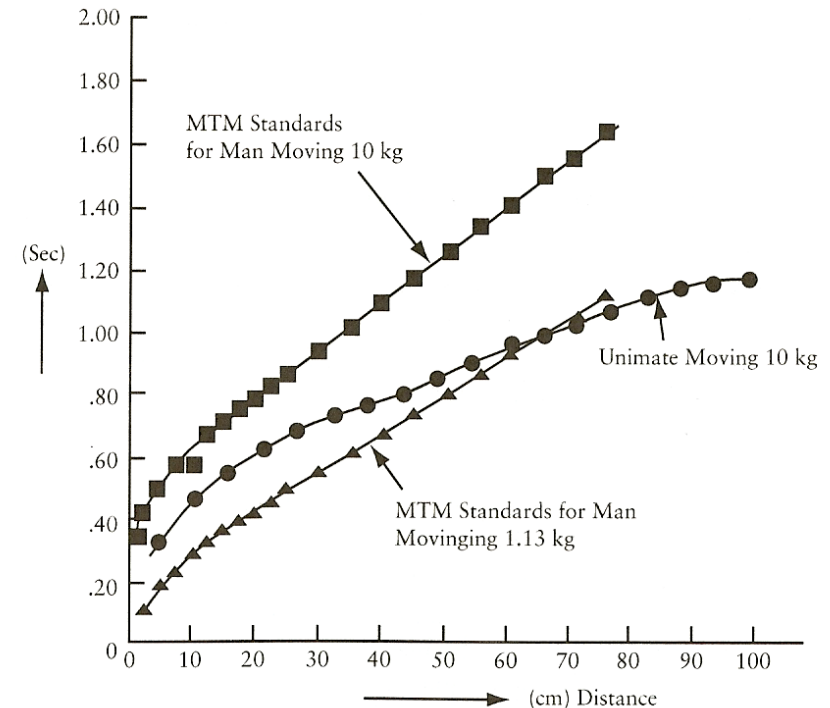
- Pourquoi vouloir robotiser une installation industrielle ?



Le robot dans la chaine de production

- Pourquoi vouloir robotiser une installation industrielle ?
 - Comparaison des performances homme/robot

- ✓ Pour de lourdes charges : le robot est toujours plus rapide.
- ✓ Dès que la distance augmente ($> 50\text{cm}$) l'homme met beaucoup de temps.
- ✓ Pour des charges légères : l'homme est toujours très rapide.



Le robot dans la chaine de production

- Paramètres techniques à prendre en compte pour robotiser
 - ❑ Temps de réalisation de la tâche
 - Vitesse de production (nb cycles/h)
 - **Vitesse et accélérations** du BM
 - ❑ Poids de la charge à manipuler
 - **Charge utile** transportable par le BM
 - ❑ Qualité de réalisation souhaitée
 - **Précision** du BM (écart moyen)
 - **Répétabilité** du BM (dispersion)

Le robot dans la chaine de production

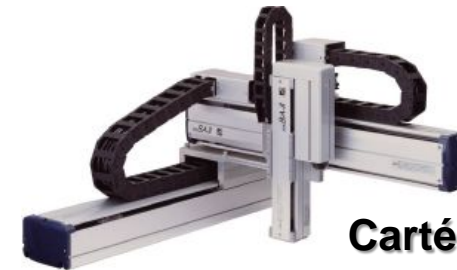
- Paramètres techniques à prendre en compte pour robotiser
 - Volume de travail nécessaire
 - **Espace de travail** du BM
 - Aspects sécurité
 - Mouvements nécessaires
 - **Structure mécanique** du BM
 - Nombre d'axes
 - Type d'effecteur
 - Logiciel
 - **Niveau de programmation** du BM (play-back ou évolué → langage)
 - **Nombre de programmes disponibles** → Nb de produits à fabriquer
 - Couplage avec un simulateur



Scara



Anthropomorphe



Cartésien

Le robot dans la chaine de production

■ Paramètres à prendre en compte pour robotiser

□ Evaluation des coûts

- Coût initial d'achat et d'installation
- Coût de formation du personnel
- Coût de maintenance

→ La robotisation est un **risque**

→ **Prévision** de l'impact de la robotisation sur les hommes et le budget

→ Nécessite **d'avoir bien évalué l'installation existante** pour n'automatiser que ce qui est nécessaire.

Le robot dans la chaine de production

■ Bilan des caractéristiques techniques

- ❑ Sa géométrie → architecture, nombre d'axes, etc.
- ❑ Son volume de travail accessible
- ❑ Sa précision et sa répétabilité
- ❑ Sa vitesse maximale pour chaque articulation et pour l'OT
- ❑ Son accélération maximale pour chaque axe
- ❑ Sa charge utile
- ❑ Son logiciel de commande

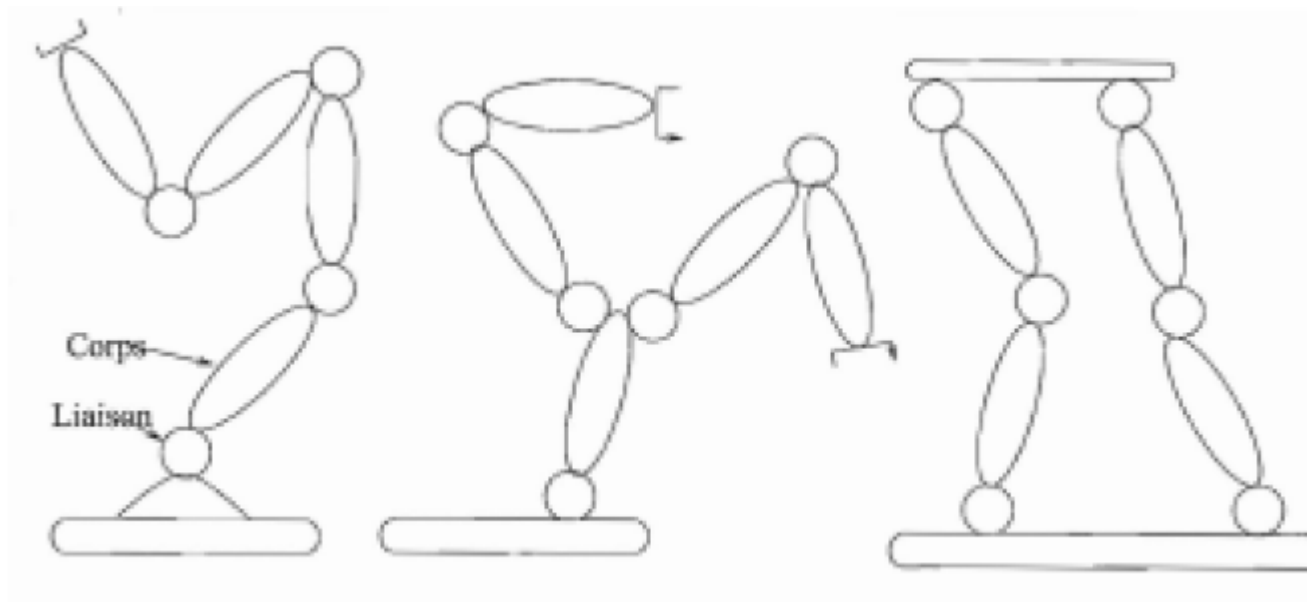
Le robot dans la chaine de production

un bel
exemple
d'intégration!

ABB
PackExpo 2007

Autopsie d'un bras manipulateur

■ Structures mécaniques



Simple

Arborescente

Complexe

Autopsie d'un bras manipulateur

■ Quelques exemples



Chaîne simple



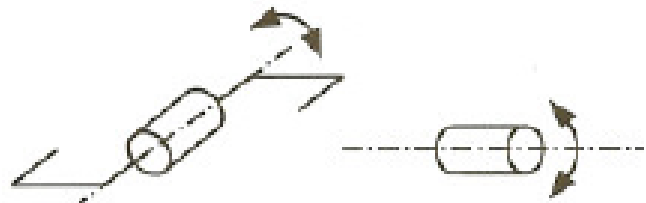
Chaîne arborescente



Chaîne complexe

Autopsie d'un bras manipulateur

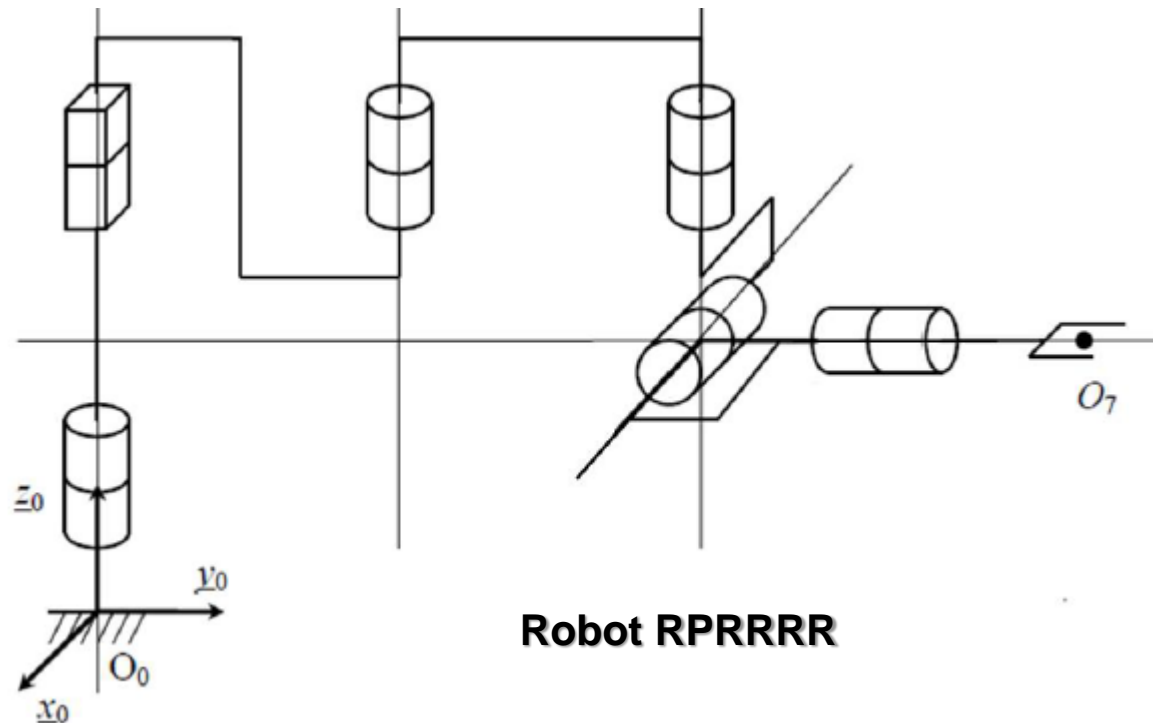
■ Liaisons et structure des bras industriels



Liaisons rotoïdes



Liaisons prismatiques



Robot RPRRRR

Autopsie d'un bras manipulateur

■ Quelques exemples



Robot cartésien
Structure : PPP



Robot SCARA
Structure : RRP



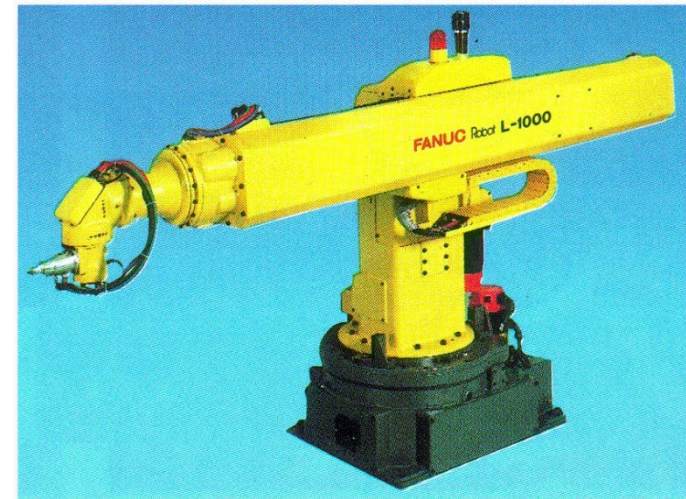
Anthropomorphes
Structure 6 axes

Autopsie d'un bras manipulateur

■ Quelques exemples

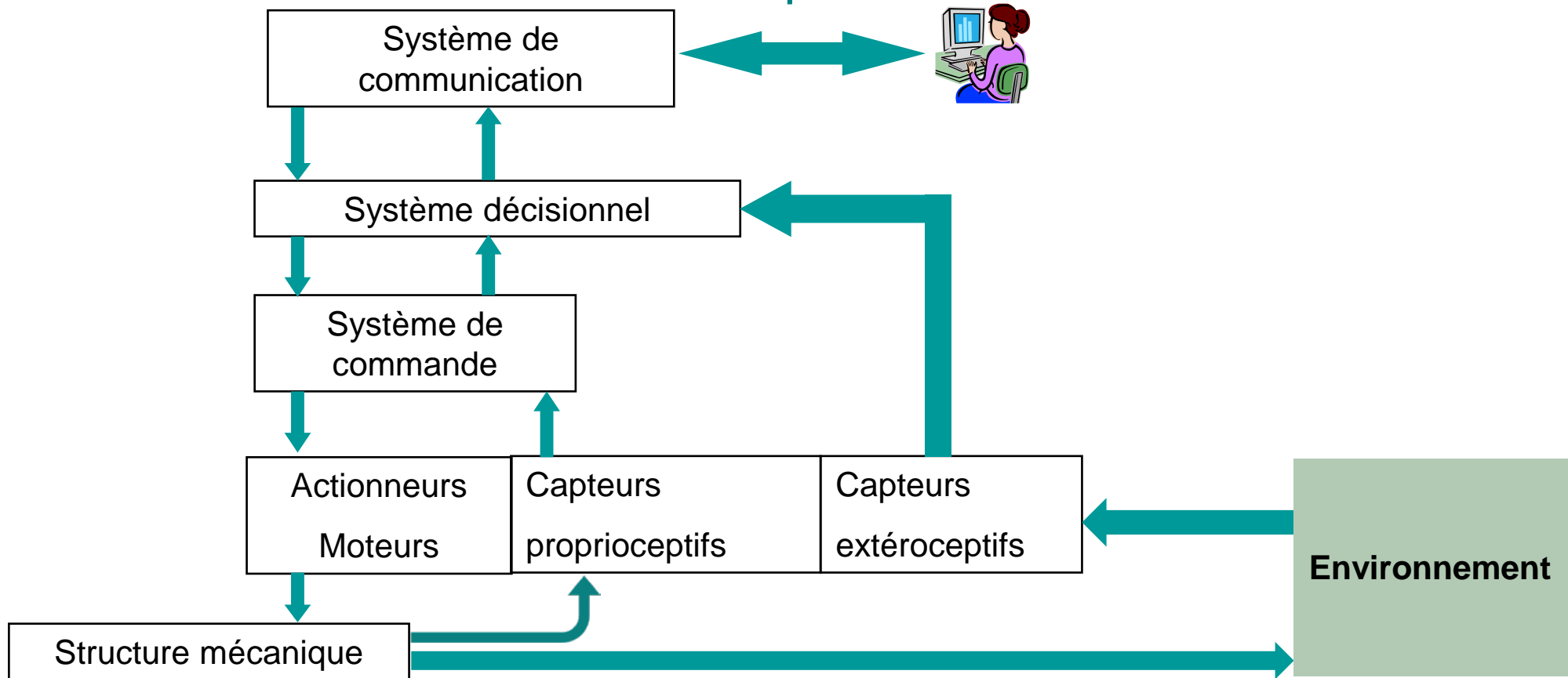


Robot cylindriques
Structure : RPP



Robot sphériques
Structure : RRP

■ Architecture d'un bras manipulateur



Autopsie d'un bras manipulateur

- Opération industrielle de pick & place
 - Robot + système de vision



- But : saisir la pièce détectée par la caméra

Autopsie d'un bras manipulateur

- **Opération industrielle de pick & place**
 - Tâches à effectuer
 - Détecter l'objet avec la caméra → TI
 - Déduire sa position ET son orientation dans le repère de base du robot → Xbut
 - Déplacer la pince pour rejoindre la situation Xbut
 - Tout cela doit être fait de manière automatique
 - Question : comment faire ?



Autopsie d'un bras manipulateur

■ Schéma de commande d'un robot

