

# Robotique

IUP TASV

Année 2004-2005

# Introduction

- ✓ 1. Définition et historique
- ✓ 2. Différentes catégories de robots
- ✓ 3. Vocabulaire de la robotique
- ✓ 4. Caractérisation des robots
- ✓ 5. Les différents types de robots manipulateurs
- ✓ 6. Utilisation des robots
- ✓ 7. Avenir de la robotique
- ✓ 8. Bibliographie

# 1. Définition et historique

## ✓ Définition

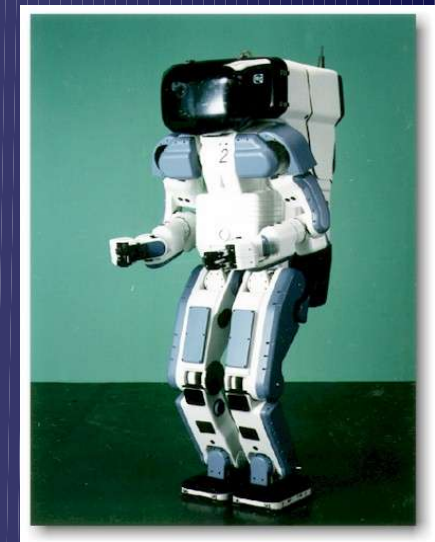
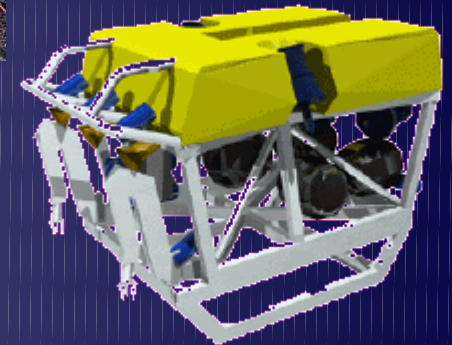
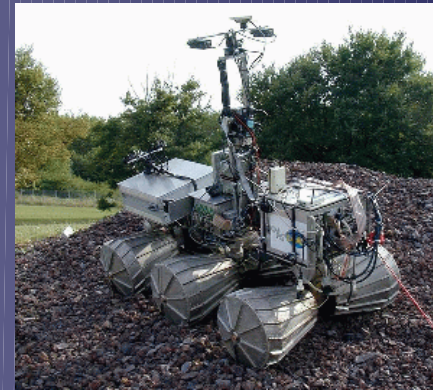
*Un robot est un système mécanique poly-articulé mû par des actionneurs et commandé par un ordinateur qui est destiné à effectuer une grande variété de tâches.*

## ✓ Historique

- x 1947 : premier manipulateur électrique téléopéré
- x 1954 : premier robot programmable
- x 1961 : apparition d'un robot sur une chaîne de montage de General Motors, premier robot avec contrôle en effort
- x 1963 : utilisation de la vision pour commander un robot
- x 1973 : premier robot mobile à roues

## 2. Différentes catégories de robots

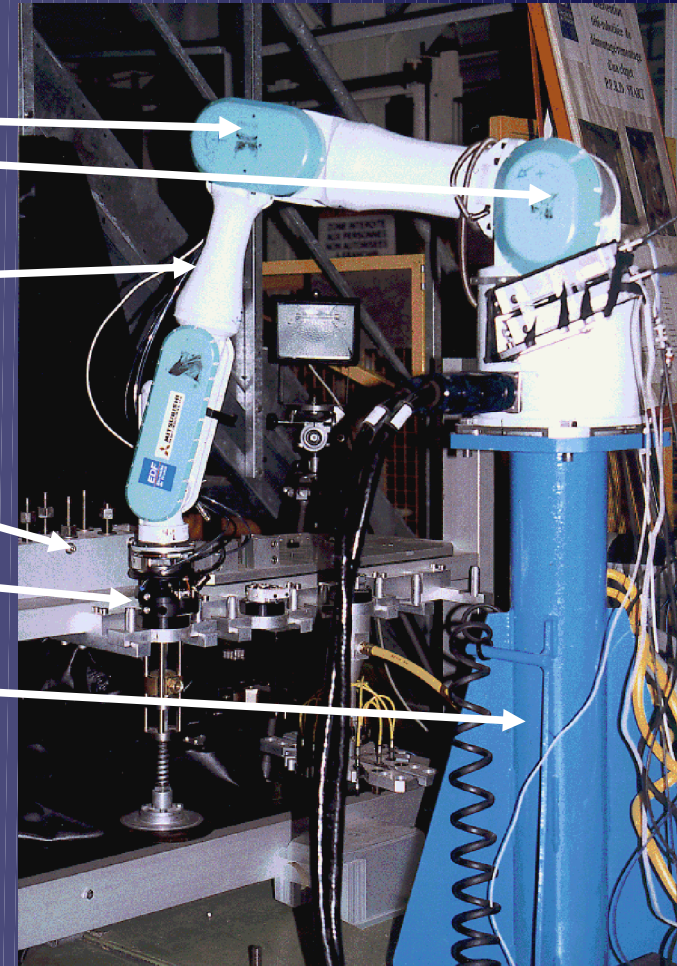
- ✓ robots mobiles à roues
- ✓ robots sous-marins
- ✓ robots volants
- ✓ robots humanoïdes
- ✓ robots manipulateurs





# 3. Vocabulaire de la robotique

- ✓ actionneur = moteur
- ✓ axe = articulation
- ✓ corps = segment
- ✓ organe terminal
- ✓ base

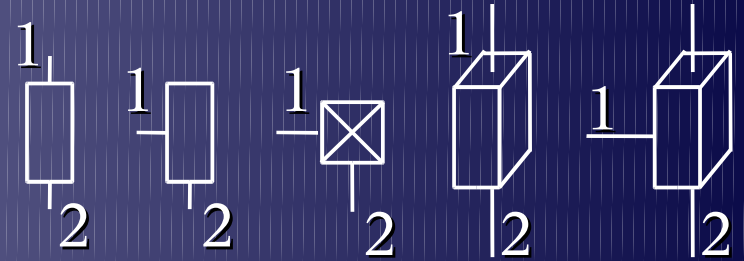


# 4. Caractérisation des robots

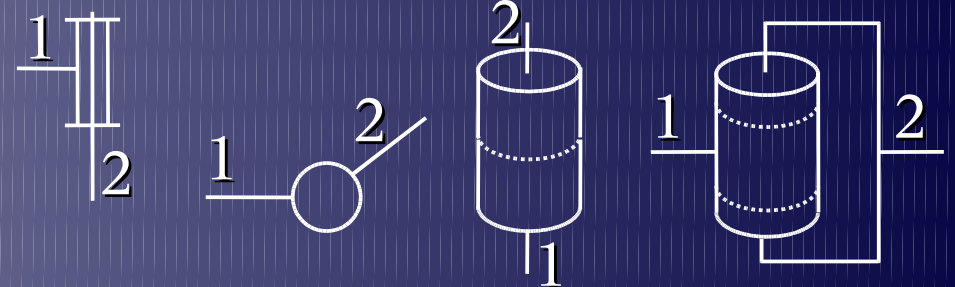
## Géométrie

✓ Robot = système mécanique poly-articulé :

x Articulation prismatique :



x articulation rotoïde :



✓ Caractéristiques géométriques :

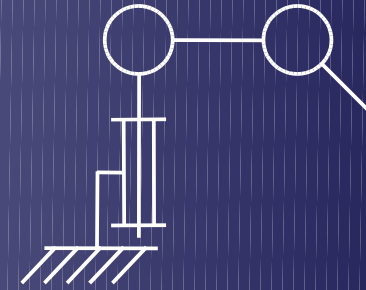
- x nombre d'axes (mus par un actionneur).
- x architecture (série ou parallèle).
- x chaînage des articulations.
- x nombre de degrés de liberté.

# 4. Caractérisation des robots

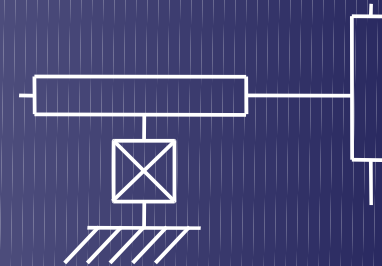
## Géométrie

### ✓ Exemples :

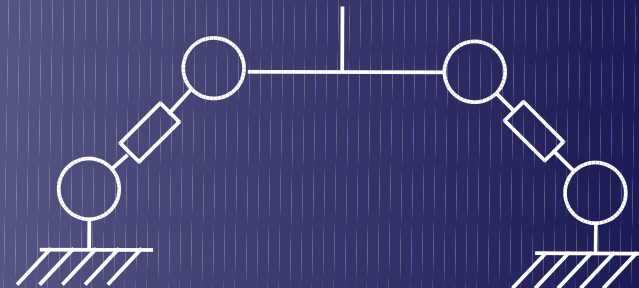
x 3 axes, série, RRR, 3DL.



x 3 axes, série, PPP, 3DL.



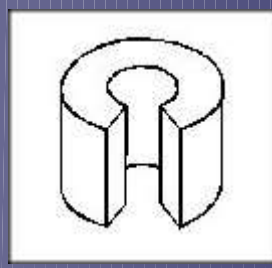
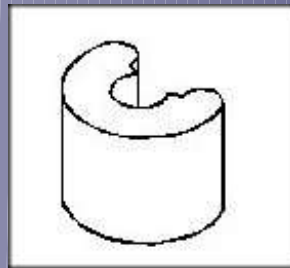
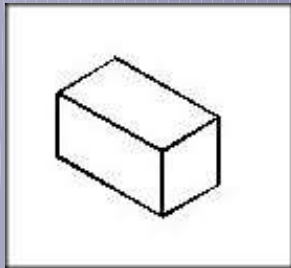
x 4 axes, parallèle, RP+RP, 3DL.



# 4. Caractérisation des robots

## Volume accessible

- ✓ Volume accessible par l'outil du robot :
  - x géométrie du robot
  - x longueur des segments
  - x débattement des articulations (limité par des butées)
- ✓ Exemples :





# 4. Caractérisation des robots

## Précision/Répétabilité

- ✓ Positionnement absolu imprécis ( $>1$  mm)
  - x erreurs de modèle géométrique
  - x erreurs de quantification de la mesure de position
  - x flexibilités
  
- ✓ Répétabilité : *la répétabilité d'un robot est l'erreur maximale de positionnement répété de l'outil en tout point de son espace de travail.*
  - x en général répétabilité  $< 0.1$  mm

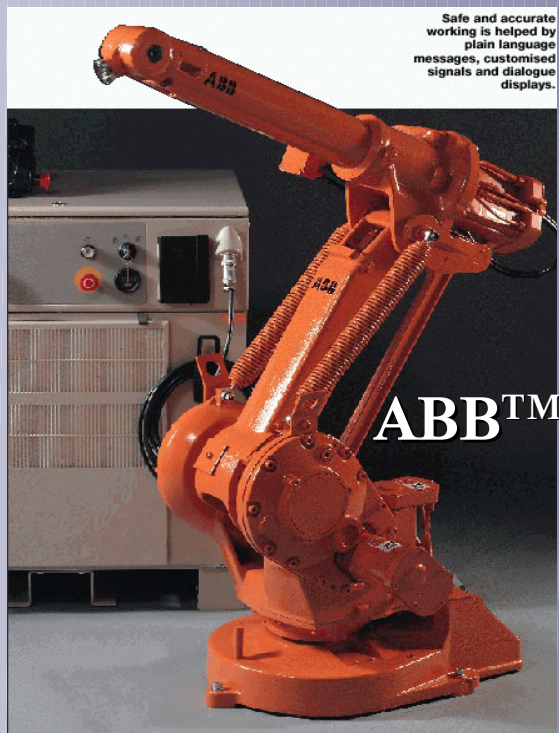
# 4. Caractérisation des robots

## Charge utile

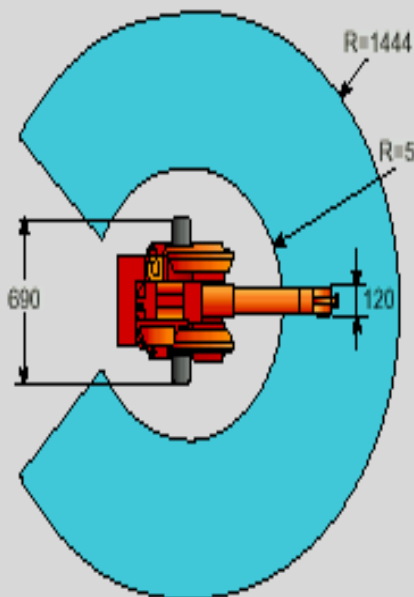
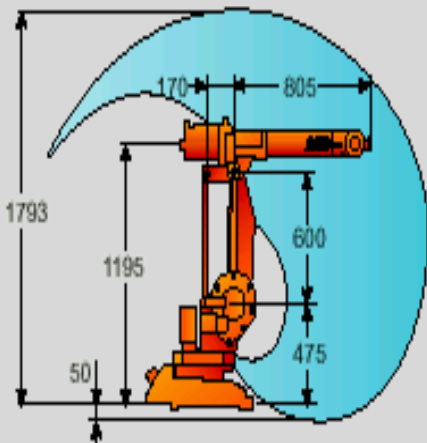
- ✓ *La charge utile est la charge maximale que peut porter le robot sans dégrader la répétabilité.*
- ✓ La charge utile est nettement inférieure à la charge maximale que peut porter le robot qui est directement dépendante des actionneurs.

# 4. Caractérisation des robots

## Exemple



IRB 1400



## Technical data

### IRB 1400 industrial robot

#### SPECIFICATION

Robot versions	Handling capacity	Reach of 5 <sup>th</sup> axis	Remarks
IRB 1400	5 kg	1,44 m	
IRB 1400H	5 kg	1,28 m	Hanging
Supplementary load			
on axis 3		10 kg	
on axis 1		19 kg	
Number of axes			
Robot manipulator		6	
External devices		6	
Integrated signal supply		12 signals on upper arm	
Integrated air supply		Max. 8 bar on upper arm	

#### PERFORMANCE

Positional repeatability	±0.05 mm	
Movements	IRB 1400	IRB 1400H
Max. TCP velocity	2.1 m/s	1.3 m/s
Max. TCP acceleration	15 m/s <sup>2</sup>	13 m/s <sup>2</sup>
Acceleration time 0-1 m/s	0.16 sec.	0.15 sec.
Continuous rotation of axis 6		

#### ELECTRICAL CONNECTIONS

Supply voltage	200–600 V, 50/60 Hz
Rated power, Transformer rating	4 kVA



# 5. Les différents types de robots

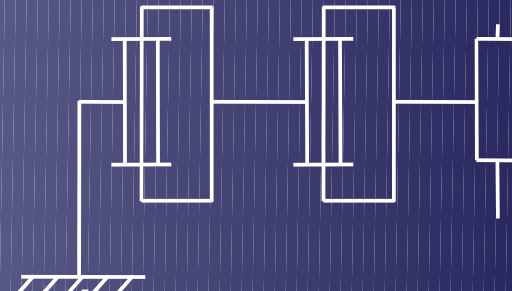
## Les robots SCARA

### ✓ Selective Compliance Articulated Robot for Assembly

### ✓ Caractéristiques :

- x 3 axes, série, RRP, 3 degrés de liberté
- x espace de travail cylindrique
- x précis
- x très rapide

### ✓ Exemples :



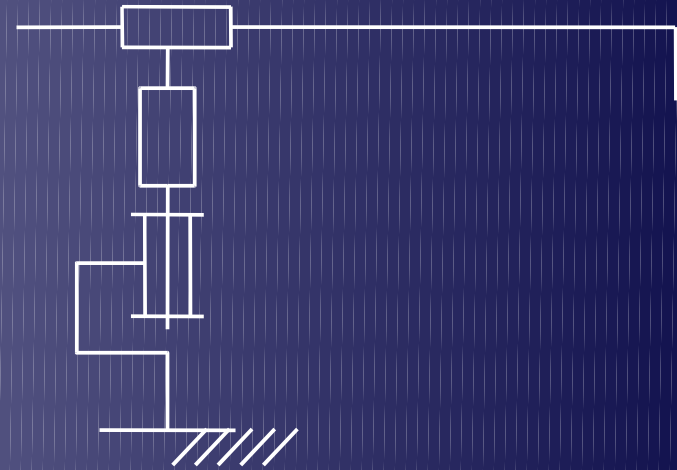


# 5. Les différents types de robots

## Robots cylindriques

### ✓ Caractéristiques :

- × 3 axes, série, RPP, 3 DDL
- × espace de travail cylindrique
- × très rapide



### ✓ Exemple :

Seiko™

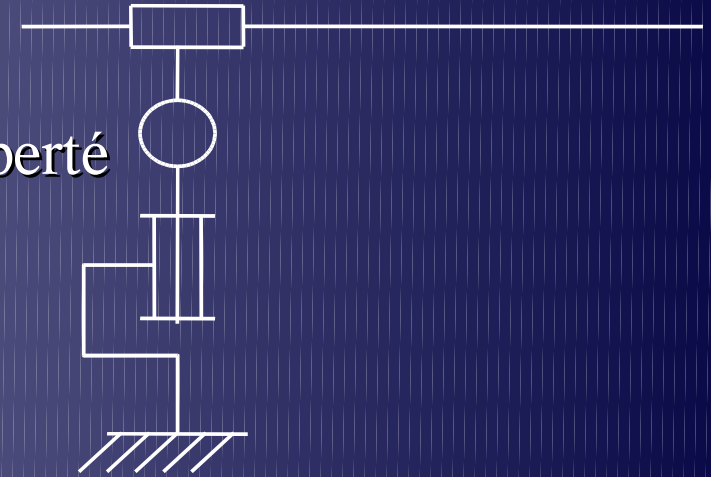


# 5. Les différents types de robots

## Robots sphériques

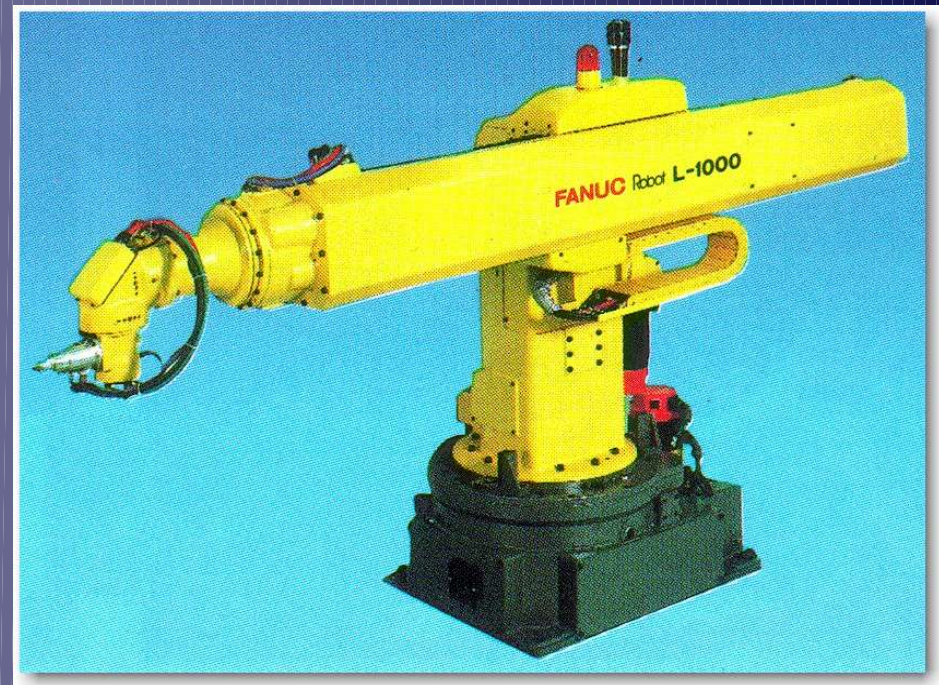
### ✓ Caractéristiques :

- × 3 axes, série, RRT, 3 degrés de liberté
- × espace de travail sphérique
- × grande charge utile



### ✓ Exemple :

FANUC™



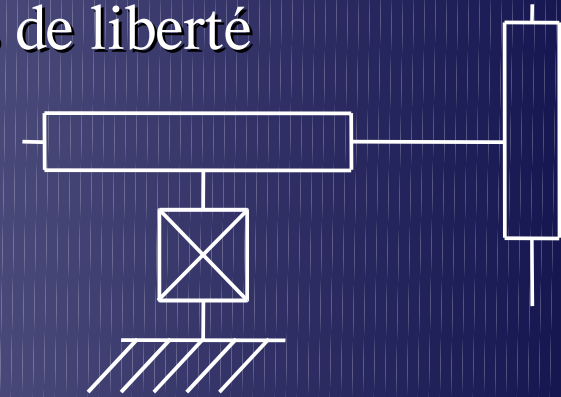
# 5. Les différents types de robots

## Robots Cartésiens

### ✓ Caractéristiques :

- × 3 axes  $\perp$  2 à 2, série, PPP, 3 degrés de liberté
- × très bonne précision.
- × lent

### ✓ Exemple :



Toshiba™





# 5. Les différents types de robots

## Robots parallèles

### ✓ Caractéristiques :

- × plusieurs chaînes cinématiques en parallèle
- × espace de travail réduit
- × précis (grande rigidité de la structure)
- × Rapide

### ✓ Exemple :

COMAU™



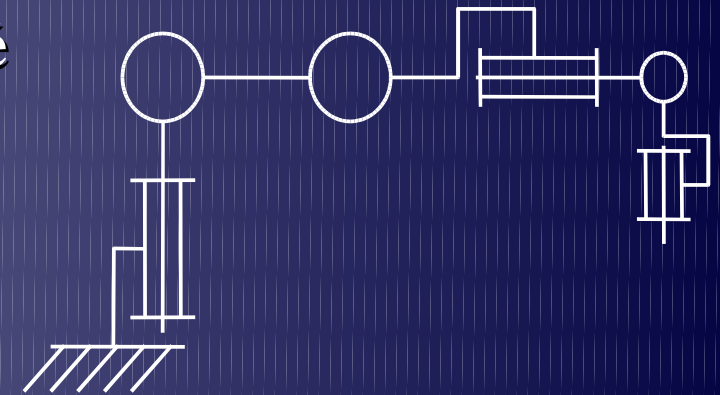


# 5. Les différents types de robots

## Robots anthropomorphes

### ✓ Caractéristiques :

- × reproduisent la structure d'un bras humain
- × 6 axes, série, 6R, 6 degrés de liberté



### ✓ Exemples :

- × architecture standard

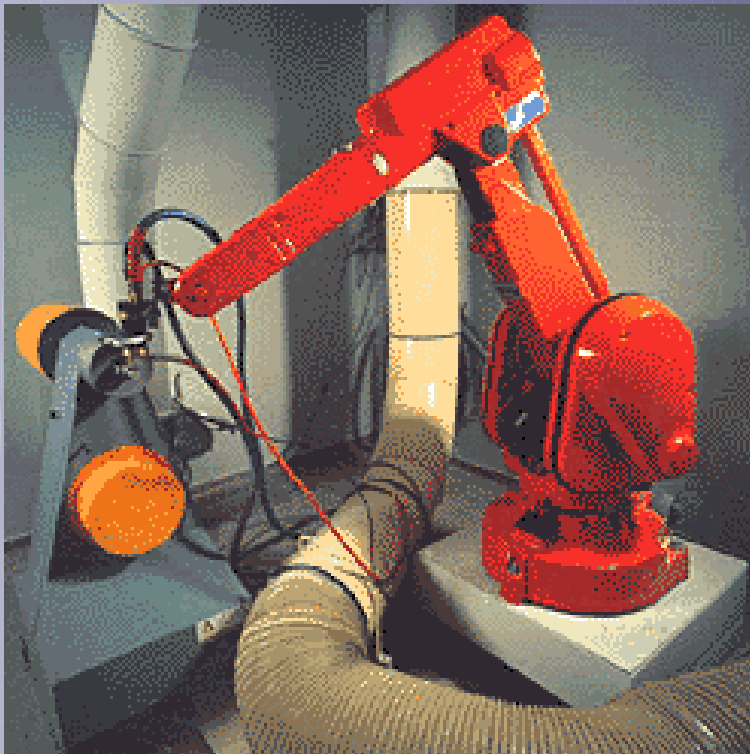
Kawasaki™



# 5. Les différents types de robots

## Robots anthropomorphes

x architecture à parallélogramme :



Modèle	SN-IRB Série 1	SN-IRB Série 4	SN-IRB Série 2	SN-IRB Série 6
Charge utile	5-6 kg	10-16 kg	45 kg	120 kg
Rayon d'action	1,45m	1,55m	1,95m	2,8m
Masse du robot	225 kg	350 kg	900 kg	2000 kg

ABB™

# 6. Utilisation des robots

## Tâches simples

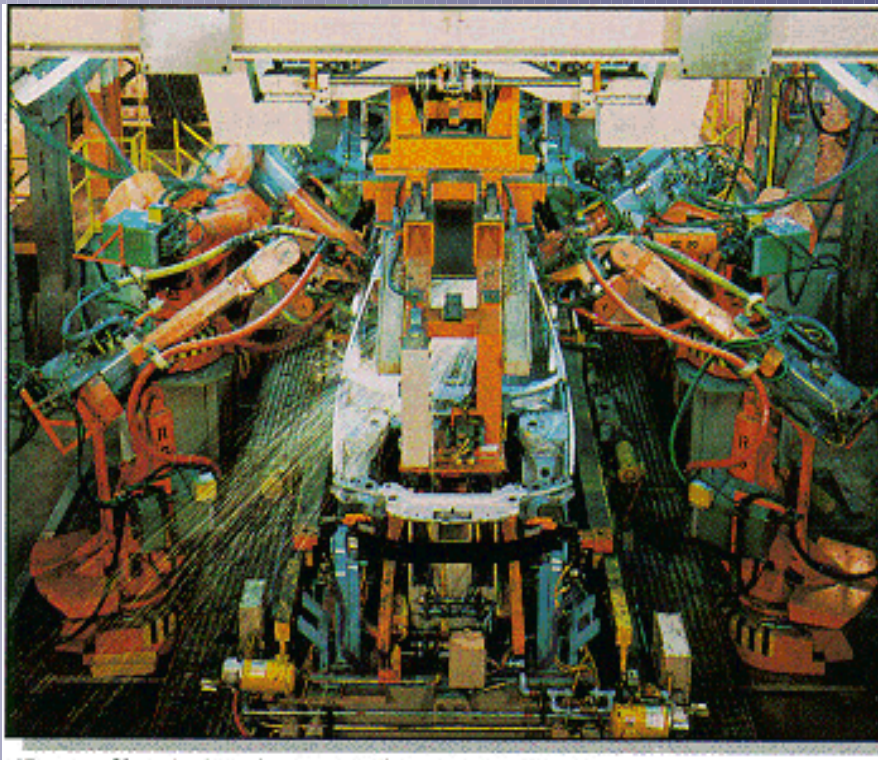
- ✓ La grande majorité des robots est utilisée pour des tâches simples et répétitives.
- ✓ Les robots sont programmés une fois pour toute au cours de la procédure *d'apprentissage*.
- ✓ Critères de choix de la solution robotique :
  - × la tâche est assez simple pour être robotisée
  - × les critères de qualité sur la tâche sont importants
  - × la tâche est pénible (peinture, charge lourde, environnement hostile, ...)



# 6. Utilisation des robots

## Tâches simples

✓ Robot soudeurs :



Par points



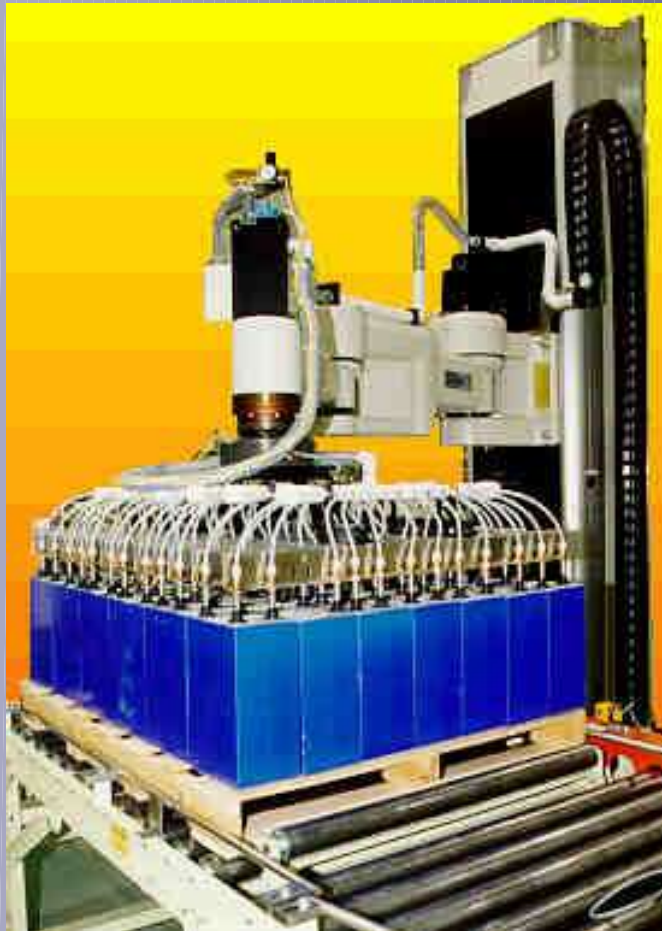
A l'arc



# 6. Utilisation des robots

## Tâches simples

- ✓ Robots de palettisation :



# 6. Utilisation des robots

## Tâches simples

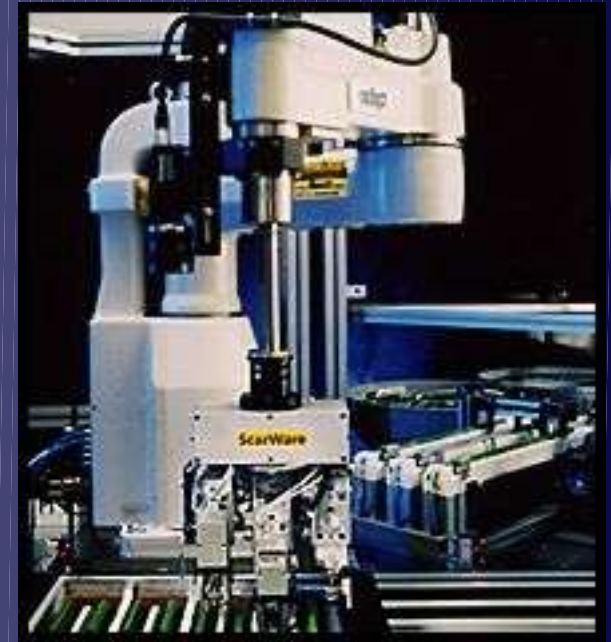
✓ Autres applications :



Chargement



Polissage



Positionnement



# 6. Utilisation des robots

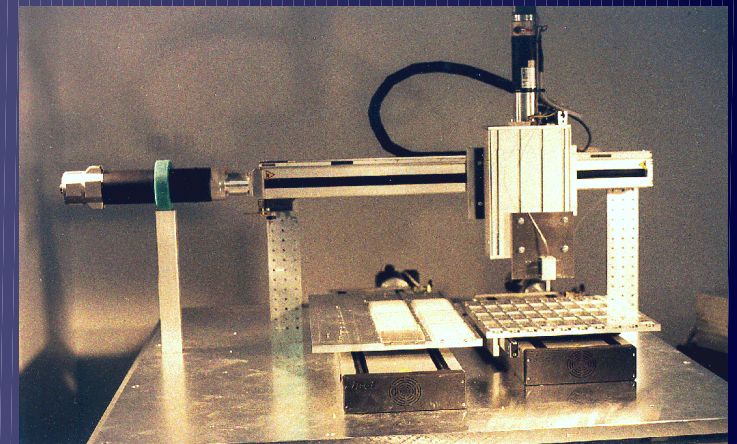
## Tâches simples



Industrie agro-alimentaire



Génie génétique





# 6. Utilisation des robots

## Tâches complexes

✓ Robotique de service :



Robot pompiste



Robot laveur d'avion



Robot grimpeur



Robot de construction

# 6. Utilisation des robots

## Tâches complexes

✓ Robotique médicale :



Computer motion™



Intuitive surgical™



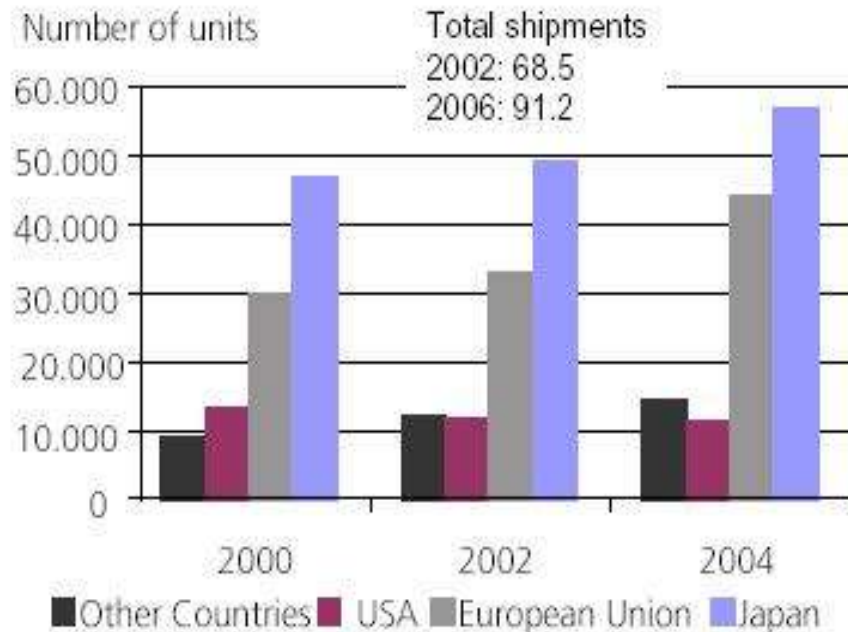
Assistance  
aux  
personnes  
handicapées



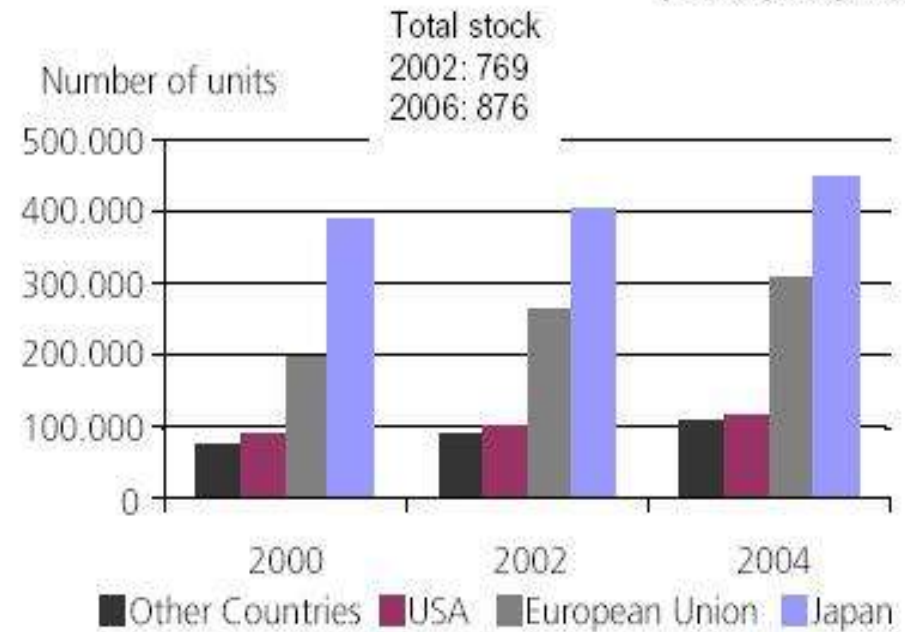
# 6. Utilisation des robots en chiffres

## Industrial Robots World Wide: Installation and Shipments

Yearly installations of industrial robots 2001



Operational stock of industrial robots 2001  
(forecast, 2004, 2006)



[Source: World Robotics 2002, UNECE, IFR]

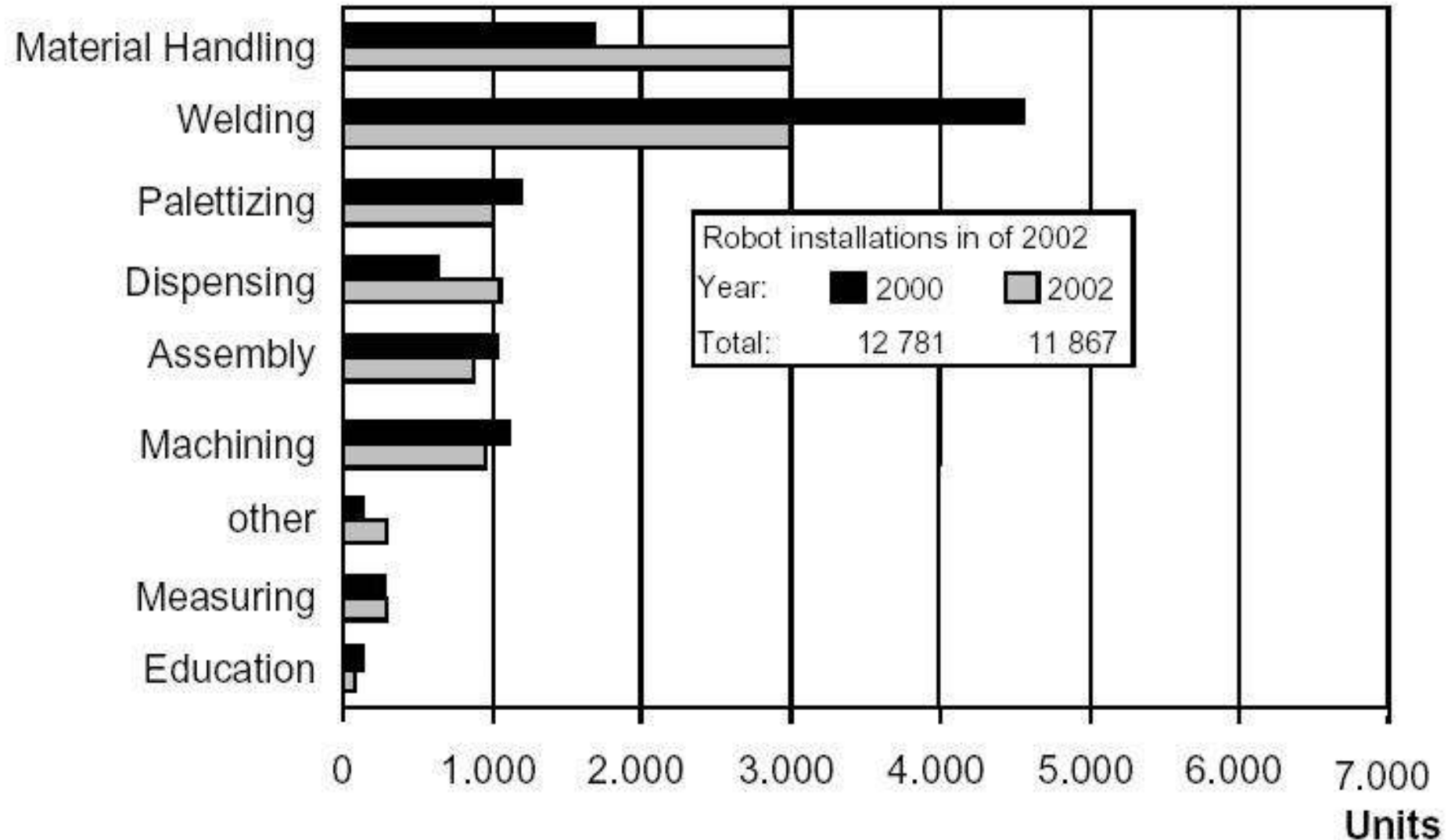
IR per 10.000 workers	Germany	Japan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assembly, welding, handling: 70 % of IR-stock</li> <li>• Growth potential: material flow automation</li> <li>• Car industries: still more than 50 % of IR installations</li> <li>• Applications in SME: less than 15 % of installations</li> </ul>
General	100	280	
Automotive industries	650	1273	



# 6. Utilisation des robots en chiffres

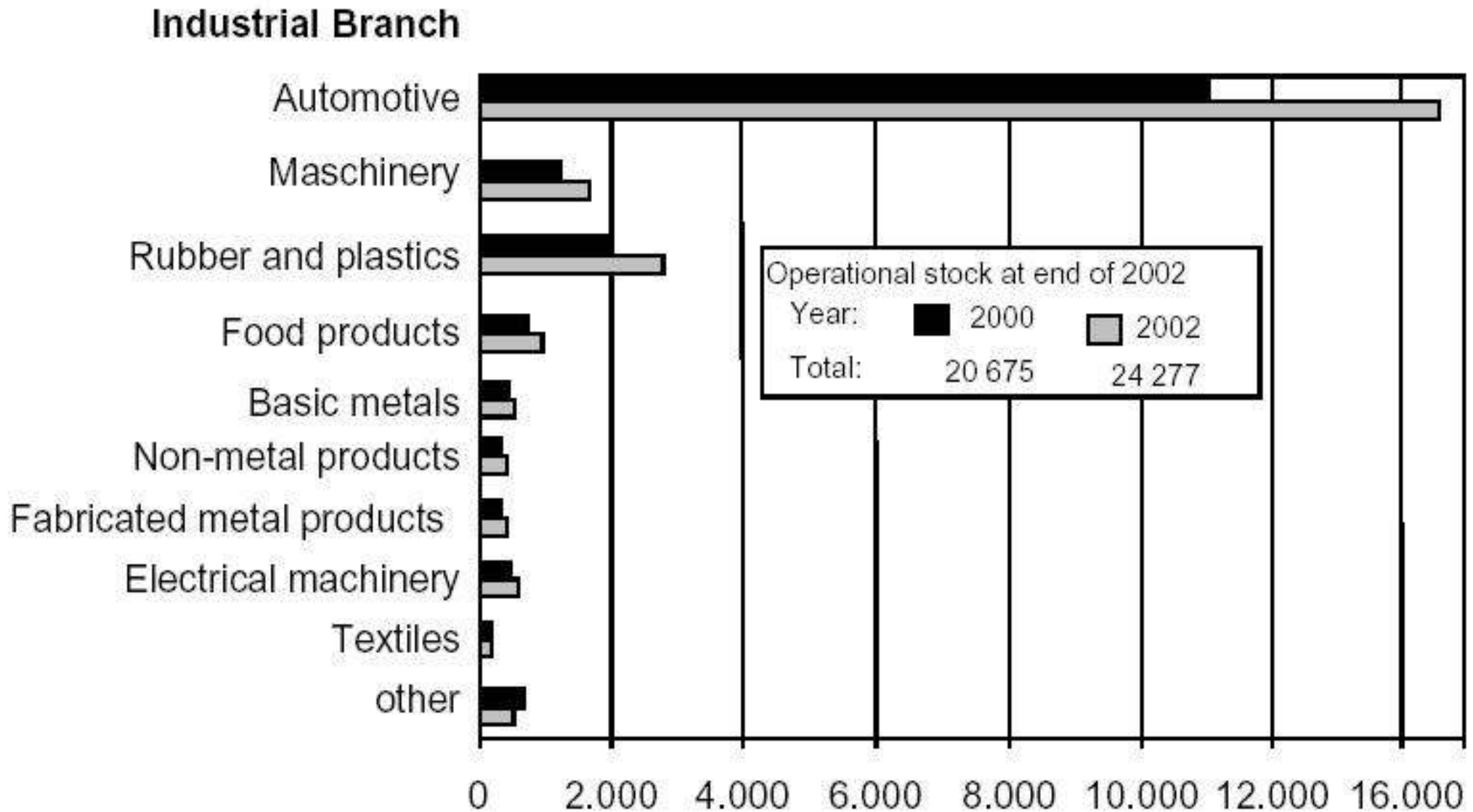
## Robot Installations in 2000, 2002 (Example: Germany)

### Application Area



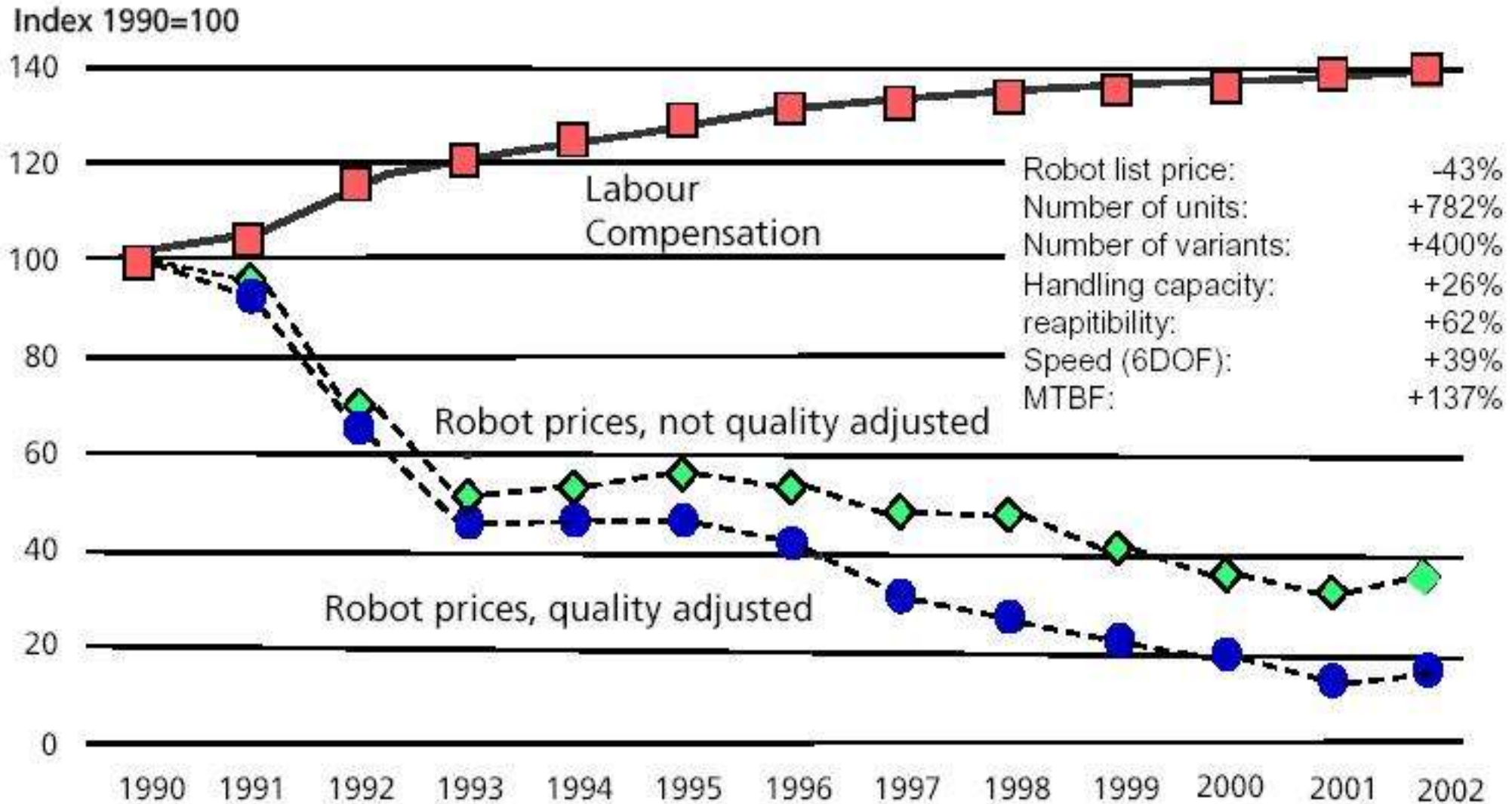
# 6. Utilisation des robots en chiffres

## Operational Robot Stock in Branches (France)



# 6. Utilisation des robots en chiffres

## Price Index of Industrial Robots (Germany)

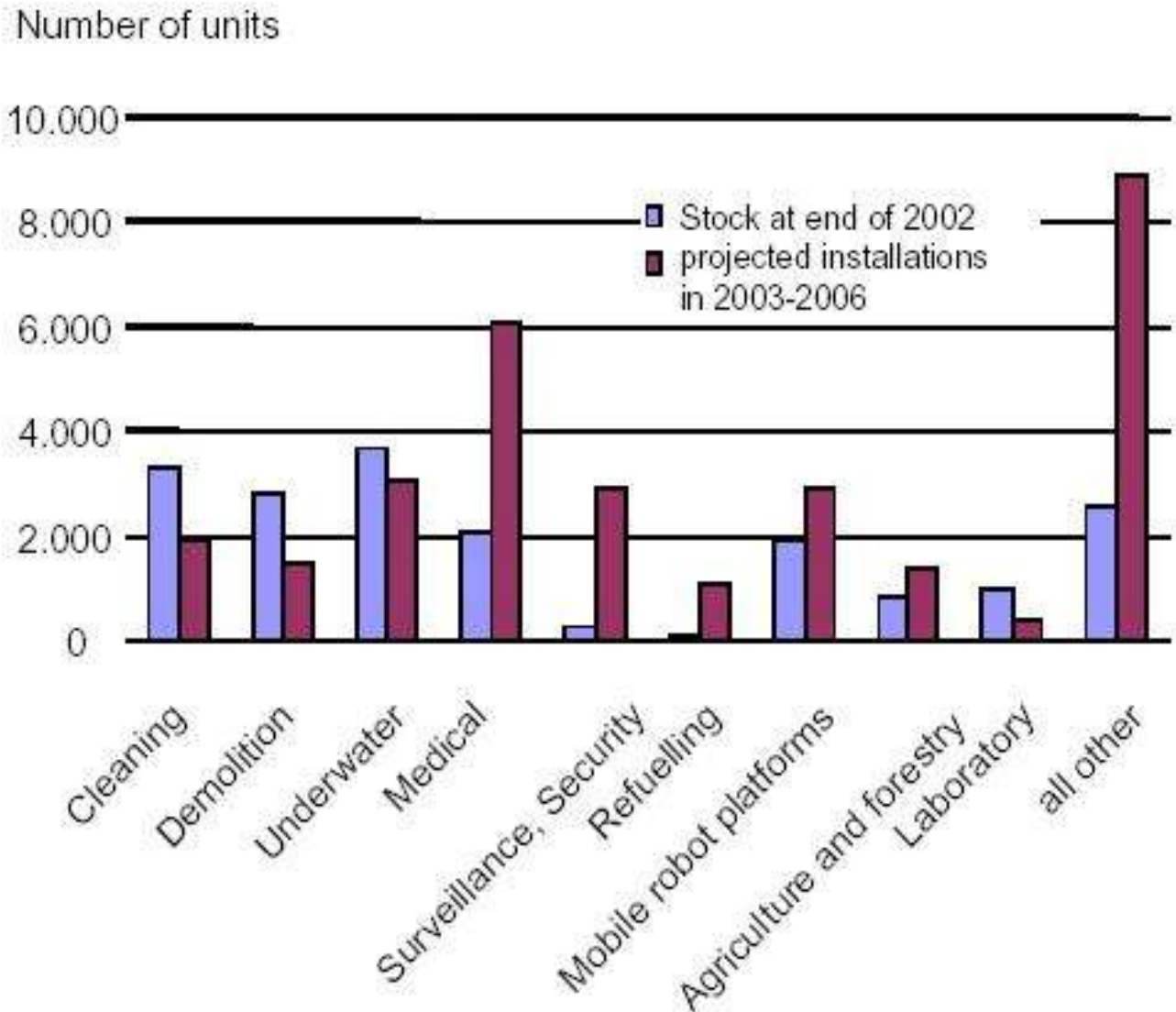




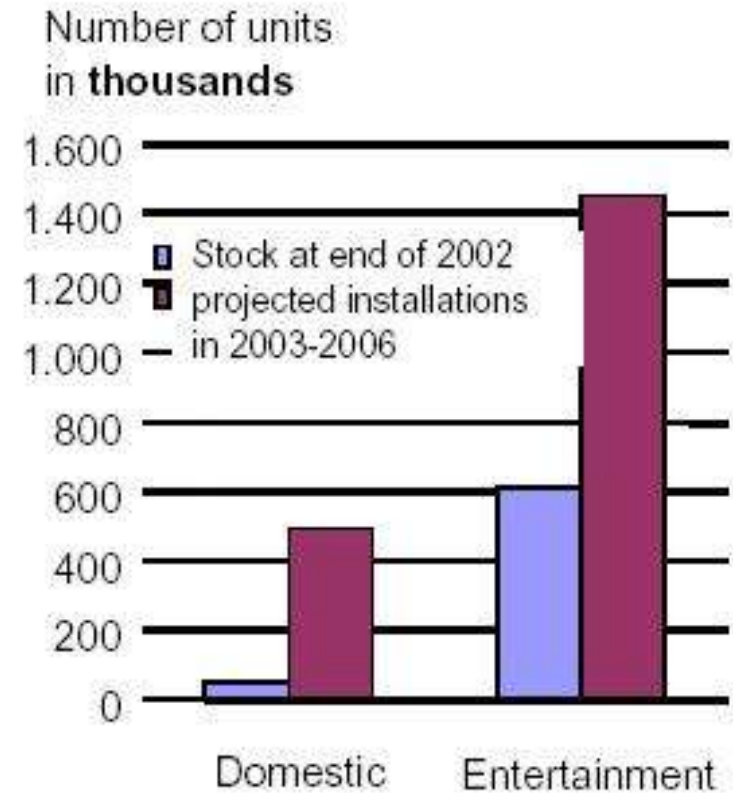
# 6. Utilisation des robots en chiffres

## Service Robots for Professional and Private Use

### Service robots for professional use



### Service robots for private use



## 7. Avenir de la robotique

- ✓ Stagnation du nombre de robots utilisés pour des tâches simples.
- ✓ Forte croissance du nombre des robots utilisés pour des tâches complexes :
  - x robotique de service
  - x robotique d'assistance aux manipulations dans la recherche biologique et génétique
  - x robotique médicale
- ✓ et pour les loisirs...

## 8. Bibliographie

- ✓ R. Murray, Z. Li et S. Sastry. *A mathematical introduction to robotic manipulation*, CRC Press.
- ✓ John J. Craig. *Introduction to robotics - mechanics and control*, Addison-Wesley.
- ✓ C. Canudas de Wit, B. Siciliano et G. Bastin. *Theory of robot control*, Springer.
- ✓ E. Dombre et W. Khalil. *Modélisation et commande des robots*, Hermes.
- ✓ J.-P. Lallemand et S. Zeghloul. *Robotique - Aspects fondamentaux*, Masson.
- ✓ B. Gorla et M. Renaud. *Modèles des robots manipulateurs, application leur commande*, Cepadues éditions.