

**FANUC**

FANUC ROBOTICS

CNC | ROBOT | ROBOMACHINE

**FANUC**

# Introduction à la ROBOTIQUE

[WWW.FANUC.EU](http://WWW.FANUC.EU)

## Sommaire

1. Introduction à la robotique
2. Les enjeux économiques
3. La gamme de produits en robotique
4. Les applications en robotique
5. La baie de commande d'un robot
6. Les évolutions et les tendances techniques
7. La programmation des robots

## **Introduction** à la robotique

- Les différents types de robots
- Les domaines d'utilisation des robots
- Le robot industriel et son utilisation
- Les exigences de sécurité en robotique industrielle



## Les origines :

**Étymologie** : origine tchèque « robota » (travail).

*Définition : un robot est un système mécanique polyarticulé mû par des actionneurs et commandé par un ordinateur qui est destiné à effectuer une grande variété de tâches.*

## Historique :

1947 : premier manipulateur télé-opéré.

1961 : premier robot sur une chaîne de montage de General Motors (marque UNIMATION, hydraulique)

1974 : premier robot électrique industriel

2011 : 5 000 robots FANUC fabriqués chaque mois

2014 : 330 000 robots FANUC vendus à travers le monde ...

## Les domaines d'utilisation

### Domaine de l'exploration

- Accès difficile
- Nettoyage
- Espace
- Démantèlement nucléaire
- Déminage
- Chantier sous-marin...



### Domaine du Médical

- Assistance aux opérations chirurgicales
- Robotique médicale



### Domaine du Service

- Robots Humanoïdes



### Domaine industriel

- Robots industriels



## Les robots industriels

Domaine de la production → « Robots industriels »

Automatisation de la production

Accroissement de la productivité

Amélioration qualité

Tâches répétitives

Flexibilité (par rapport aux machines spéciales)

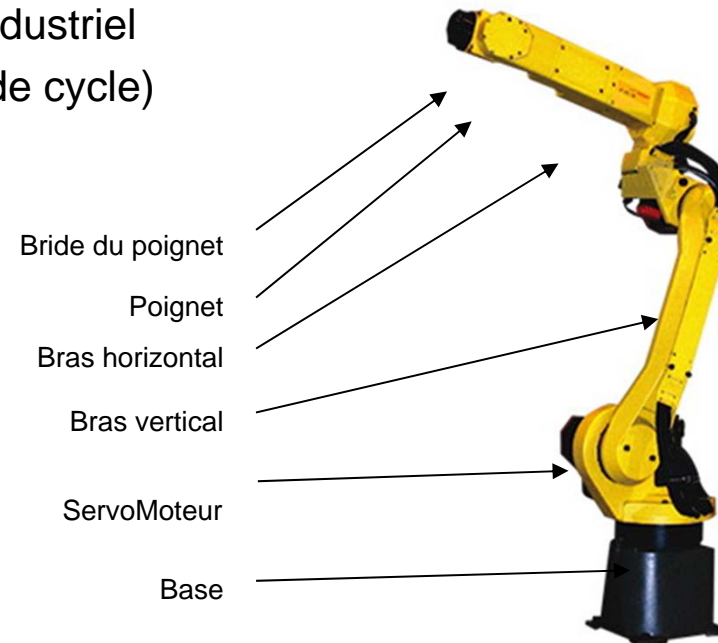




## Le robots industriel

Caractéristiques générales d'un robot industriel  
Optimisés pour la performance (temps de cycle)  
Interface automatismes (E/S)  
Fabriqués en grande série

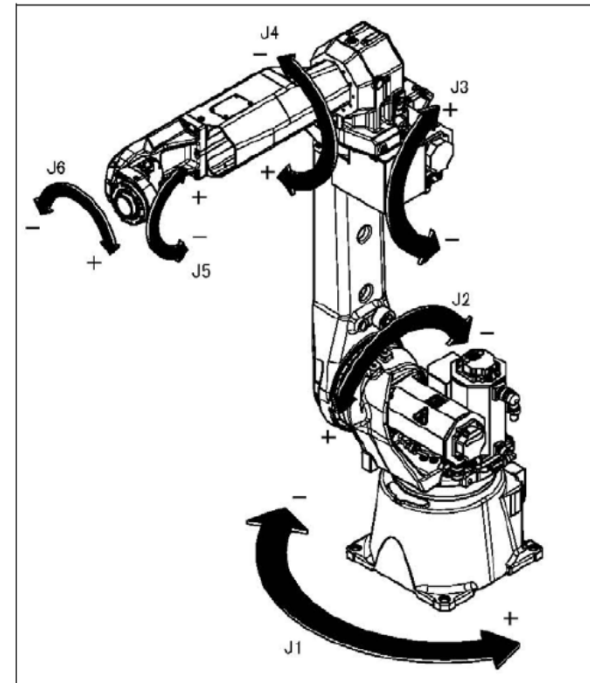
## Vue d'ensemble





## Le robots industriel

Les 6 degrés de liberté d'un robot 6 axes.



Coordonnées de chaque axe (ARC Mate 120iC-, M-20iA)



## Les exigences de sécurité

La prise en compte de la sécurité est absolument **INCONTOURNABLE** en robotique industrielle !

La sécurité est régie par des **normes** très strictes  
Zone protégée par enceinte de protection  
Accès restreint (ex : mode de marche)



Objectif : protéger l'utilisateur du danger potentiel du robot en mouvement

La majorité des accidents en milieu industriel se produisent pendant le démarrage, la mise au point, la programmation de l'installation (plus rarement pendant l'installation, la maintenance et la production).

Chaque utilisateur doit être formé aux risques et aux consignes de sécurité

## Les enjeux **économiques**

- Le marché mondial de la robotique : statistiques IFR
- L'initiative Française « Robocaliser »
- Les 10 bonnes raisons de robotiser
- L'intégration de robots industriels
- Les métiers de la robotique

## Le marché mondial de la robotique

IFR : International Federation of Robotics

Environ 50 membres

Fédérations nationales

Constructeurs, intégrateurs, centres de R&D

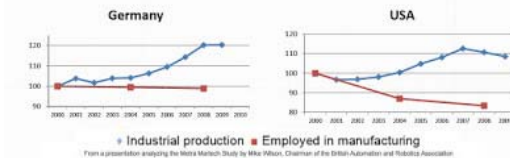
Organise le symposium international de robotique (ISR)

Rapport annuel sur l'activité économique en robotique



### More Robots, Fewer Jobs Lost

- German and US use of robots has doubled, but Germany has twice as many per employee.
- German job loss in manufacturing is much less than the US job loss.





## L'élan robotique en France

Lancement du France Robot Initiatives

« La robotique peut permettre de donner des gains de compétitivité et de productivité importants à nos entreprises et dessiner le visage de l'usine du futur », Arnaud Montebourg – 19/03/2014.



<http://www.robotstartpme.fr/>



## 10 bonnes raisons de robotiser

1. Accroître les volumes de production
2. Réduire les coûts de production
3. Améliorer la qualité des process
4. Améliorer les conditions de santé et sécurité au travail
5. Améliorer la flexibilité des lignes de production
6. Réduire les taux de rebuts et augmenter le rendement
7. Réduire le taux de rotation de la main d'œuvre et les difficultés liées au recrutement
8. Réduire la surface au sol utilisée pour la production
9. Réduire les stocks et les en-cours
10. Améliorer la qualité des postes de travail des opérateurs





## L'intégration

Le robot est une machine avec un potentiel énorme  
mais ... **il ne produit rien tout seul !**

Il faut au moins monter un outil sur son poignet (préhenseur,  
torche de soudage ...) et le programmer

L'intégration consiste à livrer une installation clefs en main

Avant-projet → offre → engagement contractuel

Etude détaillée : mécanique, automatismes, analyse de flux et  
de temps de cycle, programmation

Installation, programmation (optimisation) et mise au point de  
l'application

Formation du client final

Le projet se termine par la réception de l'installation  
(fin contractuelle)

## Les métiers

### Une palette très large !

Chez les fabricants de robots :  
Marketing, Management produits,  
R&D, production

Chez l'intégrateur :  
Chargé d'affaire, Chef de projet  
Ingénieur & techniciens en bureau étude  
mécanique et automatisme  
Programmeur, responsable de chantier

Chez l'utilisateur final :  
Chef de projet  
Conducteur de ligne  
Technicien de maintenance

**Activité  
multidisciplinaire :  
compétences requises  
très variées**



**Le travail en équipe  
est essentiel pour  
mener à bien un projet  
industriel**





## Les **produits** robotiques

- Bras manipulateurs, baie de commande et logiciels
- Les différentes architectures mécaniques
- Les critères de choix d'un robot industriel
- Les performances des robots : norme ISO9283
- La fiche technique d'un robot
- Le document de « spécifications produit »

## Bras manipulateurs, baie de commande et logiciels

Gamme de bras manipulateur FANUC Robotics

Capacité de charge de 0,5 Kg à 1350 Kg



## Gamme de bras manipulateur Fanuc – Positionneurs

- Gamme positionneurs : systèmes mécaniques d'axe externes de 1 à 2 axes combinés
  - Surtout utilisé en soudage à l'arc
  - Capacité de charge de 250 Kg à 1,5 t
- Axe de translation
  - Utilisés dans toutes les applications si un grand volume de travail est nécessaire





## Les baies de commande robotiques

Gamme de baies de commande FANUC R30iB

- Demandes du marché très larges
  - Possibilité d'extension matérielle
  - Pilotage de plusieurs robots par la même baie
  - Possibilité d'armoire « sur mesure »
  - Intégration dans une armoire spécifique
  - fiabilité...
- Conclusion : une seule baie de commande n'est plus suffisante pour répondre à l'ensemble des demandes du marché





## Les différentes architectures de robot



Poly-articulés  
simples  
(6 axes)



Poly-articulés  
peinture  
(6 axes)



Poly-articulés  
palettisation  
(4 axes)



Poly-articulés avec  
parallélogramme  
(6 axes)



Structure parallèle  
« Delta » (4 ou 6  
axes)



## Choisir le robot selon ...

- Critères techniques généraux
  - Capacité de charge (masse et diagramme de charge)
  - Rayon d'action
  - Temps de cycle (conditionné par vitesse/accélération)
  - Montage (sol, suspendu, mur, incliné)
- Critères techniques fonction de l'application
  - Répétabilité de position et de trajectoire
  - Capacité de charge poignet en inertie
  - Possibilités de la baie de commande
- Critères économiques
  - Coût d'achat et d'intégration
  - Coût d'exploitation et d'entretien

## Choisir le robot selon ...

- Le diagramme de charge d'un robot

Le diagramme de charge définit la position maximale du centre de gravité de la charge par rapport à la bride du robot.

La charge doit être renseignée dans le SoftWare du robot pour une utilisation optimale

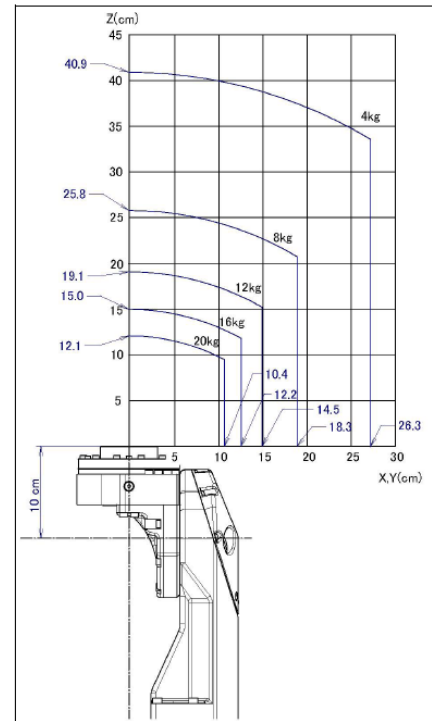
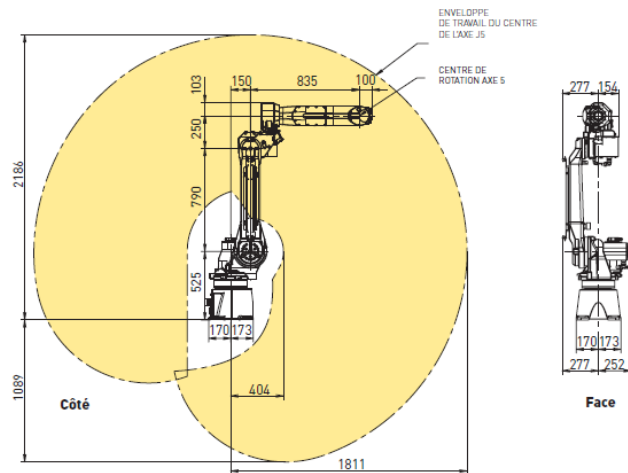


Fig. 5.1 (b) Diagramme de la charge au poignet (ARC Mate 120iC, M-20iA) (20kg charge au poignet)

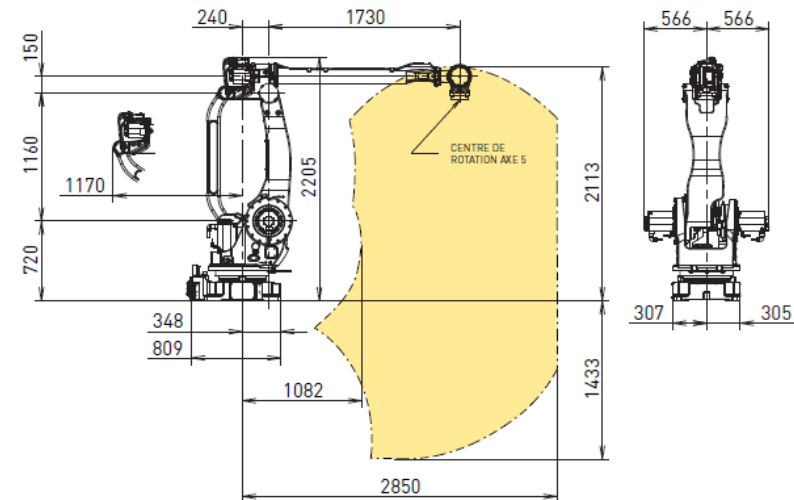


## Choisir le robot selon ...

- Le rayon d'action et la forme du volume de travail
- Différence de structure mécanique



**M20iA/ 1,8m**  
Structure ouverte



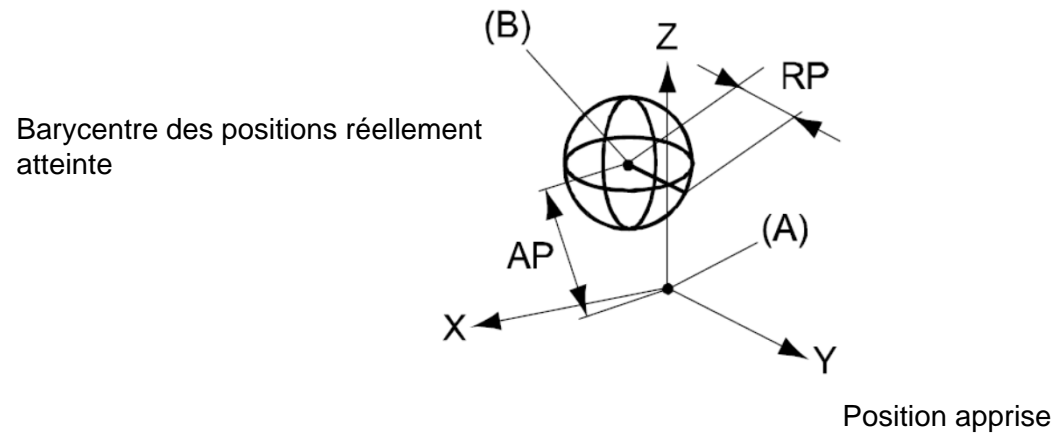
**M410iB/2,85m**  
Structure parallélogramme





## Les performances

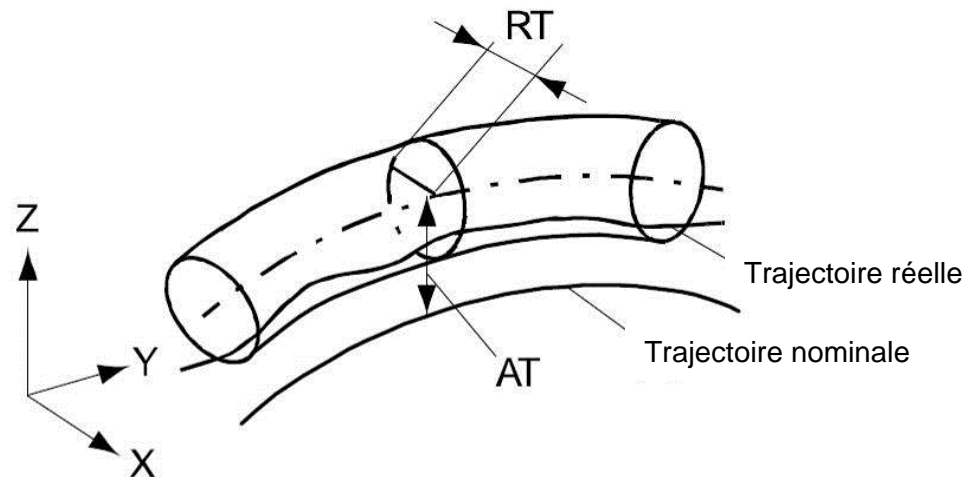
- Le Norme ISO9283 : répétabilité et l'exactitude de position
  - RP : répétabilité de position
  - AP : exactitude de position
  - 30 cycles de mesure : obtention d'un nuage de points





## Les performances

- Norme ISO9283 : répétabilité et l'exactitude de trajectoire
  - RT : répétabilité en trajectoire
  - AT : exactitude en trajectoire
  - 30 cycles de mesure : obtention d'un « tube » de trajectoires





## Les performances

- La précision absolue en position
  - Ce critère n'est pas défini dans la norme ISO9283
  - Précision de positionnement du repère outil par rapport au repère de base du robot
- Evaluation du critère de performance par le constructeur
  - Exemple M710iC/50

Répétabilité	par servo moteur AC +/-0.07mm
--------------	----------------------------------

- Attention : un robot n'est pas une machine à commande numérique !



# La fiche technique

- Le document de base fourni en première information

FANUC Robotics Europe S.A.

SÉRIE M-710iC		20																				
Modèle Robot	Contribueur	Axes	Charge admissible au poignet (kg)	Régulé/2000 (mm)	Masse unité mécanique (kg)	Rayon (mm)	Rayon [°]						Vitesse de mouvement [°/s]						J4 Moment [Nm] / Inertie [kgm²]	J5 Moment [Nm] / Inertie [kgm²]	J6 Moment [Nm] / Inertie [kgm²]	Ratio IP
							J1	J2	J3	J4	J5	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6				
M-710iC	i-30A	6	50	+1.0T	540	2750	360	225	440	720	250	720	175	175	175	250	250	250	250/28	250/28	120/11	Vitesse maximale PPS et PPS*2* (PPS en option)
		6	50	+1.0T	540	2750	360	225	440	720	250	720	175	175	175	250	250	250	250/28	250/28	120/11	
		4	50	+1.0T	540	1340	360	140	250	720	250	720	175	175	175	250	250	250	250/28	250/28	120/11	
		4	70	+1.0T	540	3350	360	225	440	720	250	720	150	150	150	225	225	225	250/28	250/28	140/11	
		4	20	+1.1G	540	3110	360	225	420	400	200	190	175	175	180	330	340	400	39.20/88	39.20/88	19.4/5.25	

Rayon

Masse

Le M-710iC est disponible en 5 versions différentes :
 

- M-710iC/50 : 50 kg de charge embarquée, option «Secondary Foot» disponible
- M-710iC/200 : 20 kg de charge embarquée, bras long (3110mm)
- M-710iC/70 : 70 kg de charge embarquée, option «Secondary Foot» disponible
- M-710iC/505 : 50 kg de charge embarquée, bras court
- M-710iC/50 : 50 kg de charge embarquée, axe 6, déporté

## Le document de spécification du produit

- Le document indispensable pour l'intégrateur



Sommaire	
PRÉFACE	6
I SECURITE	11
1. SECURITE DE L'OPERATEUR	11
1.1 Sécurité de l'opérateur	13
1.2 Sécurité de l'utilisateur du teach pendant	14
1.3 Sécurité durant une intervention de Maintenance	16
2. SECURITE DES OUTILS ET DES PERIPHERIQUES	17
2.1 Précautions de programmation	17
2.2 Précautions pour la mécanique	17
3. SECURITE DE LA MECANIQUE DU ROBOT	17
3.1 Précautions de fonctionnement	17
3.2 Précautions de programmation	17
3.3 Précautions pour la mécanique	17
II UNITE MECANIQUE	18
1. TRANSPORT ET INSTALLATION	18
1.1. DIMENSIONS	18
1.2. TRANSPORT	18
1.3. INSTALLATION	22
1.3.1 Installation du Robot	22
1.4. AIRE DE MAINTENANCE	24
2. SPECIFICATIONS	25
3. ZONE DE FONCTIONNEMENT DE L'UNITE MECANIQUE ET ZONE D'INTERFERENCE	28
4. MONTAGE DE DISPOSITIFS SUR LE ROBOT	31
4.1. MONTAGE MECANIQUE D'UN OUTILLAGE SUR LE POIGNET	31
4.2. FACE DE MONTAGE DE L'EQUIPEMENT	32
5. ACCOUPLEMENT MECANIQUE SUR LE ROBOT	34
5.1. CONDITIONS DE CHARGE EMBARQUEE SUR LE POIGNET	34
5.2. CONDITIONS DE CHARGE SUR LA BASE DE L'AXE J2 ET SUR LE BRAS DE L'AXE J3	36
6. REGLAGES	38
6.1. PARAMETRAGE DES LIMITES D'AXES	38
6.1.1 Position du point zéro et limite de mouvement	39
6.1.2 Configuration logicielle	46
6.1.3 Configuration des switchs de limite et des butées mécaniques (Option)	47
6.2. CHANGEMENT DE PLAGE DE MOUVEMENT A L'AIDE DU SWITCH DE LIMITE (Option)	49
6.3. CALIBRATION	51
6.3.1 Généralités	51
6.3.2 Procédure de calibration	53
6.3.3 Reset des alarmes et préparation de la calibration	54
6.3.4 Re-calibration à 0 degré à l'aide du Quick Master	55

## Les **applications** robotiques

- Principales applications dans l'automobile et l'industrie manufacturière
- Principales applications dans l'industrie agro-alimentaire
- Répartition des applications sur la base installée mondiale



## Applications robotisées

- Secteur automobile



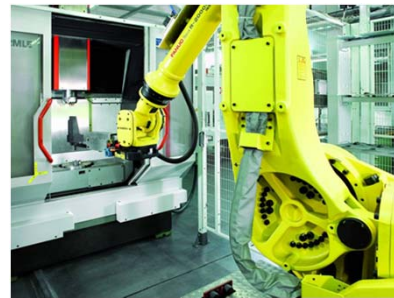
ferrage



Etanchéité

## Applications robotisées

- Secteur Industrie Générale



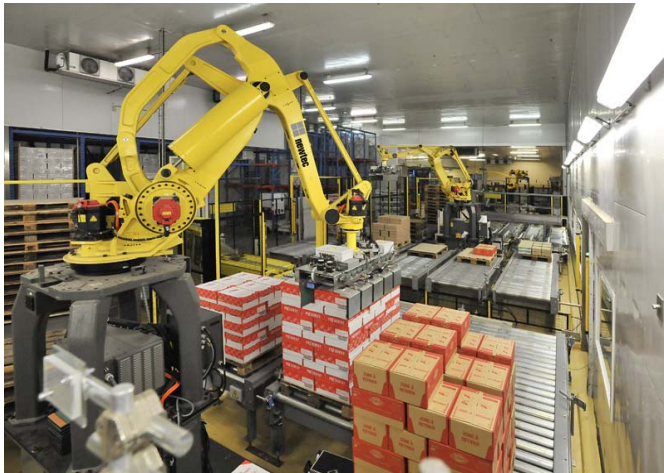
Manutention, assemblage de panneaux photovoltaïques, service machine-outils, soudage arc, parachèvement, encollage, ...





## Applications robotisées

- Secteur Agro-alimentaire et biens de consommation

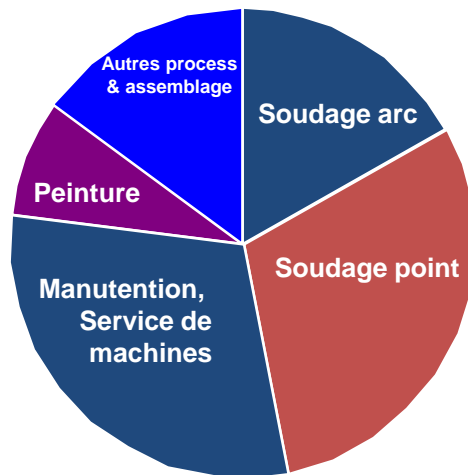


Pick & Place, Encaissage, palettisation,  
opération de process



## Répartition statistique

Répartition des applications sur la base installée mondiale



Note : les applications à forte croissance récente sont classées dans « autres process » (ex : agro-alimentaire)

## Le **pilotage** d'un robot

- Architecture matérielle
- Architecture logicielle
- Interface homme-machine



## La baie de commande d'un robot

- Architecture matérielle



### Carte CPU

Multiprocesseur  
Gestion 40 axes  
4 robots max.  
Système vision intégré



### Communication

Bus propriétaire  
FANUC I/O link (maitre)  
2 ports ethernet  
Bus de terrain  
(Profibus, DeviceNet, etc ..)



### Pupitre

Couleur  
Tactile  
Port USB

## La baie de commande d'un robot

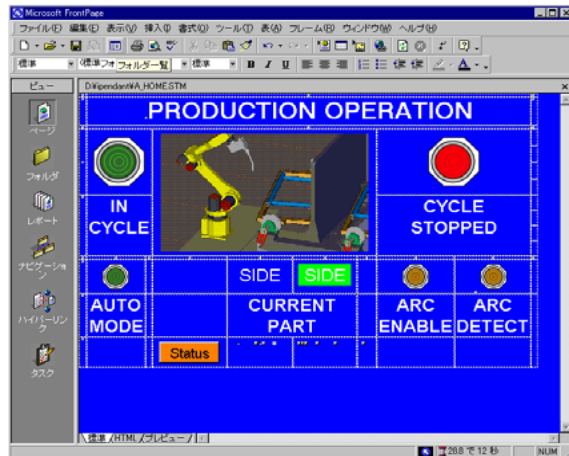
- Le boîtier d'apprentissage
  - Pupitre mobile d'apprentissage
- Ecran Tactile ( en standard )
  - Interface USB
    - » Clef de Stockage
    - » Caméra
    - » Clavier et Souris
- Nouveau clavier
  - » Touche « i »
  - » Touche « Group »
  - » Touches « J7 » & « J8 »
- Création Interface Homme-Machine
  - » Pages HTML
  - » Meilleures performances
  - » Navigateur compatible IE





## L'interface homme-machine

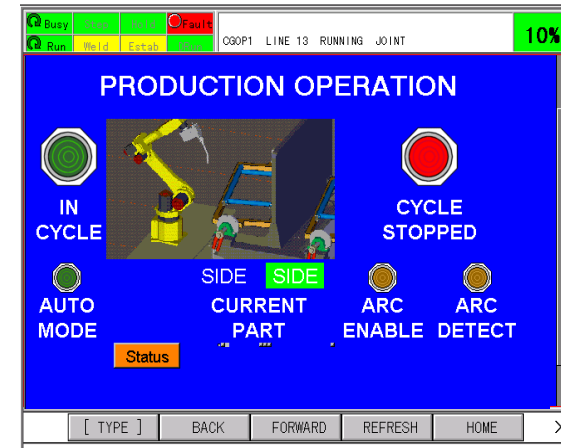
- Pupitre mobile d'apprentissage – Exemple application



Sur le PC



FANUC Custom Components



Sur le *i* Pendant

Web Browser intégré au iPendant en std

## Et demain

- Réduction des coûts et optimisation des produits
- Diversification et spécialisation des robots
- Evolution des standards de sécurité



## La robotique industrielle demain

- La réduction des coûts est indispensable pour étendre le marché et augmenter le volume de fabrication
- Autre facteur : érosion des prix
  - Demande client (ex : marché automobile)
  - Pression de la concurrence
- 2 scénarios peuvent être combinés :
  - Alt 1 : évolution continue du produit
  - Alt 2 : rupture → changement de génération de produit
- Le scénario 2 est souvent conditionné par un changement de technologie
- Apporter des technologies annexes au robot : la vision, les capteurs d'effort
- L'intégration du robot au milieu des opérateurs : Le robot collaboratif

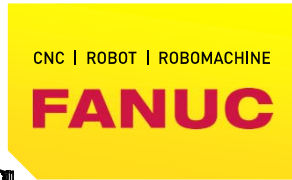


## La robotique industrielle demain

- Plusieurs tendances concernant la structure mécanique :
  - Nouvelle structure mécanique (si marché suffisant)
  - Adaptation sur la base de mécaniques existantes
  - Intégration média process dans le bras robot
  - Protection mécanique renforcée

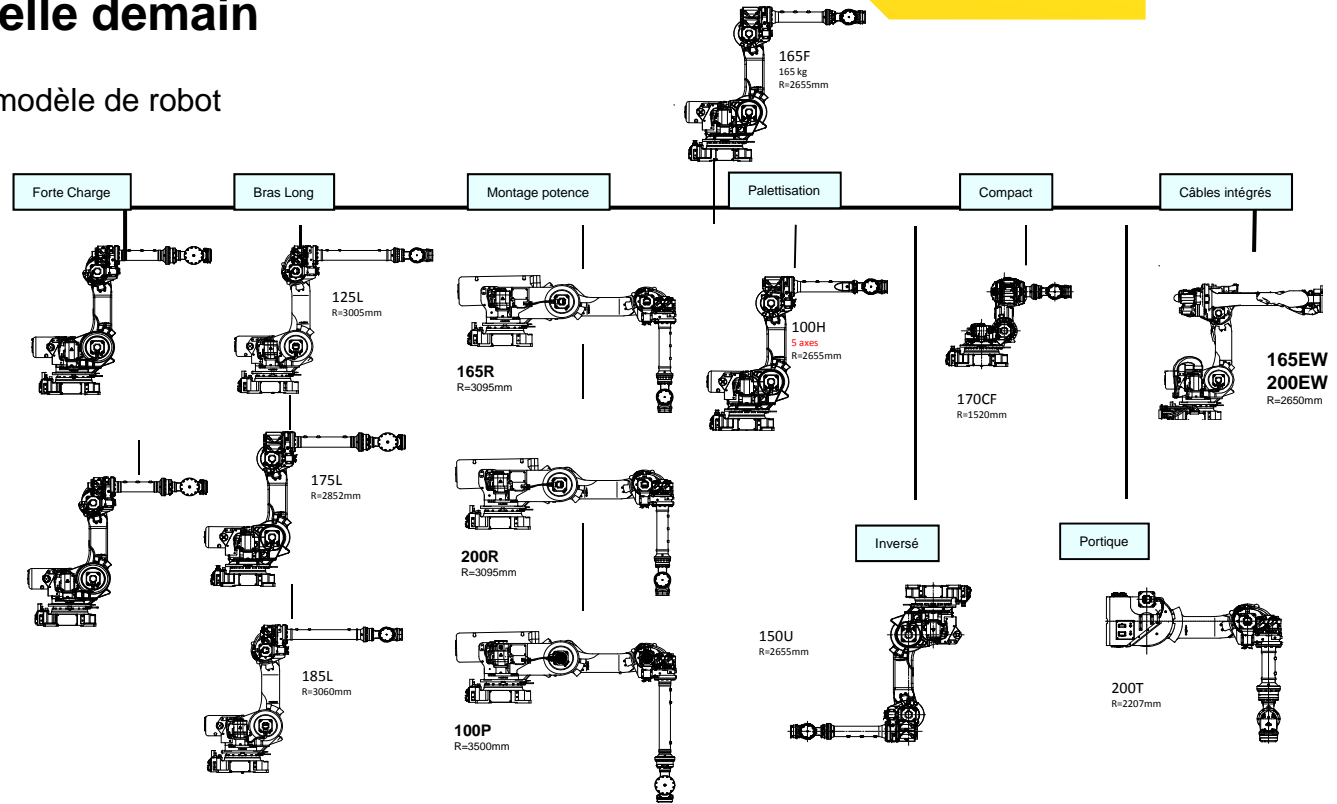


Objectif : optimisation des bras manipulateurs pour une application donnée tout en maîtrisant les coûts



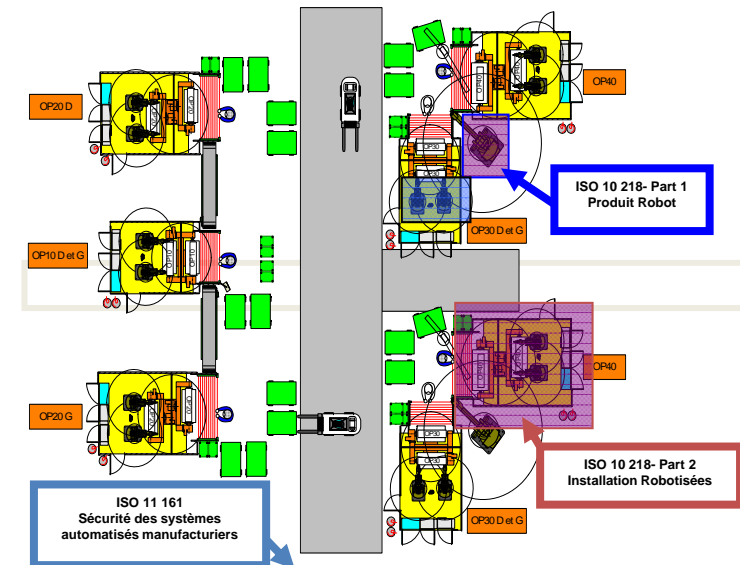
# La robotique industrielle demain

- Plusieurs variantes dans un modèle de robot



## La robotique industrielle demain

- L'évolution des standards de sécurité
- Les normes précédentes sont remplacées par les 3 nouvelles normes suivantes :
  - **ISO 10218 « part 1 »** → Sécurité produit robot seul
    - Situation : décret d'application Européen (janvier 2007)
  - **ISO 10218 « part 2 »** → Sécurité installations robotisées
    - Situation : vote formel par pays (application en 2010)
  - **ISO 11161** → Sécurité des systèmes automatisés
    - Situation : vote formel par pays (application en 2010)





## La robotique industrielle demain

- **L'évolution des standards de sécurité**
- **Principales évolutions fonctionnelles ISO 10218 part 1 :**
- Performance du système de commande relatif à la sécurité, solution **matérielle et logicielle** avec exigence de performance
- **Commande de mouvements synchronisés** avec pupitre mobile d'apprentissage unique ou multiples
- **Fonctionnement coopératif** avec l'opérateur :
  - Guidage manuel
  - Surveillance vitesse et position
  - Limitation puissance et force
- Pupitre mobile d'apprentissage **sans câble**

## La robotique industrielle demain

- L'évolution des standards de sécurité

### Exemples de produits adaptés aux nouvelles normes

- Système de surveillance des axes du contrôleur
  - Vitesse et/ou Position
  - Robot et/ou Axes auxiliaires
- Certifié ISO 13849
  - Vérification par 2 CPUs différentes sur le calculateur robot
  - Cat 3 – PL d
- Diagnostic automatique du hard et du soft permanent
  - Système complètement auto-contrôlé
  - Pas de matériel additionnel
- Disponible sur toute la gamme R-30iA et R-30iAMate

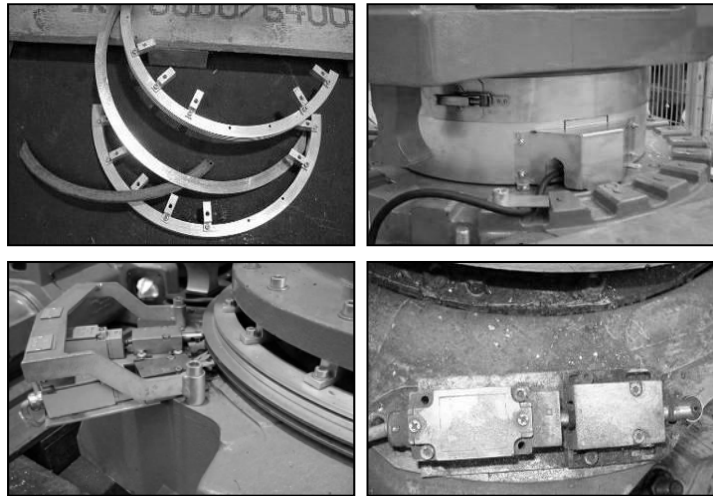


Dual Check Safety  
(DCS)

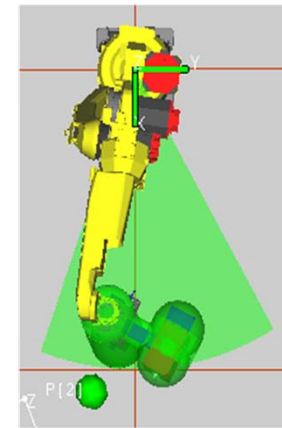


## La robotique industrielle demain

- **L'évolution des standards de sécurité**
- Remplacement des comes mécaniques de sécurité par des fonctions logicielles.



Hier



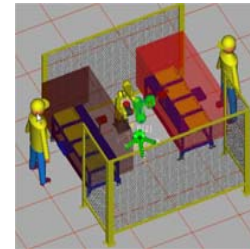
Aujourd'hui

## La robotique industrielle demain

- L'évolution des standards de sécurité

### Fonction FANUC Dual Check Safety

- “Cartesian Position Check” (1 à 32 zones)
  - Réduction du volume des îlots robotisés
  - Interaction avec les opérateurs
- “Cartesian Speed Check” (1 à 16 zones)
  - Facilite l'interaction avec les opérateurs
- “Joint Position Check” (1 à 40 zones)
  - Typiquement pour remplacer les câmes d'axes
- “Joint Speed Check” (1 à 40 zones)
  - Pour le contrôle d'axes auxiliaires

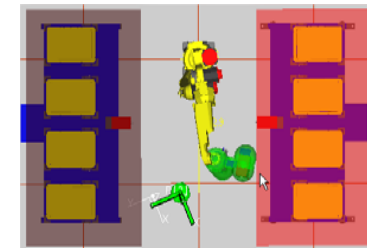


#### Immobilité sûre du robot

Application : chargement par l'opérateur dans l'outil du robot

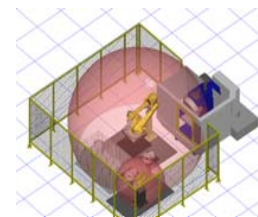
Dans les 2 cas le robot reste en mode automatique : **Pas de perte de temps**

**Fonctions utilisées pour la collaboration homme-robot**

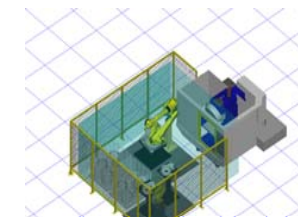


#### Vitesse lente sûre du robot

Application : inspection et aide à la manu



**Sans** la fonction DCS



**Avec** la fonction DCS

**Avec** le DCS, Les enceintes de sécurité délimitent le volume de travail utile.

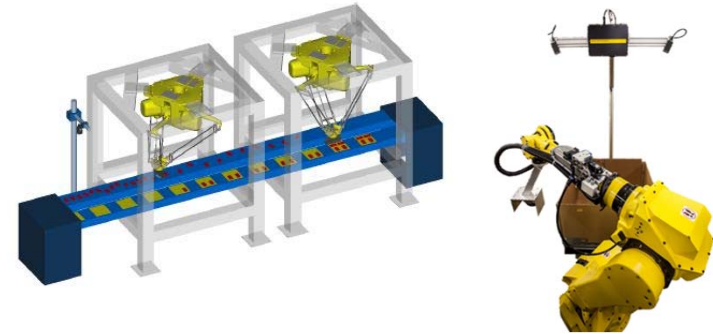
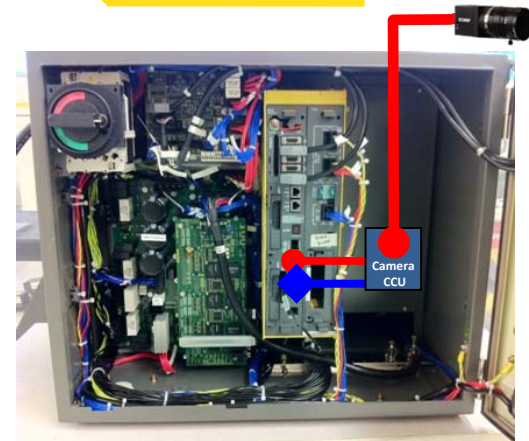
**Sans** le DCS, Les enceintes de sécurité doivent être au-delà de l'enveloppe de travail du robot

## La robotique industrielle demain

- **La vision, un nouveau standard au cœur du robot**
- **Composition du système FANUC iRVision**
  - Caméra analogique, HD, Couleur / N&B
  - Objectif
  - CCU (Camera Control Unit) pour KOWA
  - Software vision robot
- **Système intégré**
  - Directement connecté sur la CPU
- **Les possibilités :**
  - 2D, 2.5D, 3D, dévracage de pièces.
  - Couplage avec suivi de convoyeur

CNC | ROBOT | ROBOMACHINE

**FANUC**





## Savoir **programmer** le robot

- Les langages de programmation
- La programmation par apprentissage
- La programmation hors-ligne
- Le robot 'Virtual'



## Savoir programmer le robot

- **3 langages disponibles pour répondre à tous les niveaux de programmation**
- Langage TPE
  - Langage interprété. Très simple et intuitif
- KAREL
  - Langage évolué compilé. Semblable au PASCAL. Principalement pour les applications complexes.
- PMC (Programmable Machine Control)
  - Langage LADDER



## Savoir programmer le robot

- **Programmation par apprentissage**
- Programmation à l'aide du pupitre mobile d'apprentissage
  - Utilisé depuis le début de la robotique
- Avantages :
  - Facile à mettre en œuvre pour faire des opérations simples
  - Accessibles au plus grand nombre
  - Mise au point des enchaînements des trajectoires plus simple
- Inconvénients :
  - Ne peut pas être réalisée sans avoir le matériel à disposition → contrainte de planning !
  - Immobilise l'outil de production → coût très élevé !
- **Programmation hors-ligne**
- La programmation hors-ligne (PHL) a été initiée dans l'automobile et l'aéronautique à partir des années 80 – 90
- Objectifs :
  - Réduire le temps de programmation sur site
    - Réduire l'immobilisation de l'outil de production au strict minimum
    - Réduit rarement le temps total de programmation
  - Faciliter la programmation de trajectoires complexes
- Moyen : CFAO Robotique
  - Logiciels « généralistes » :
    - RobCad (Siemens), Igrip (Delmia)
    - Concept usine numérique, clients grand comptes
  - Logiciels de constructeur robot : RoboGuide (FANUC)
    - Plus de possibilités robotiques
  - Outils souvent complémentaires

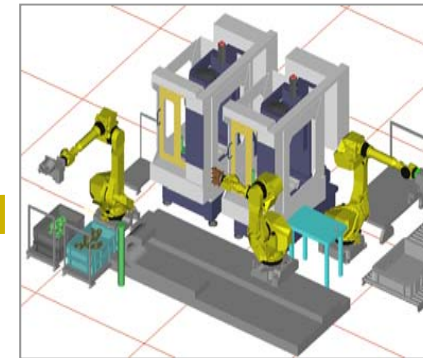
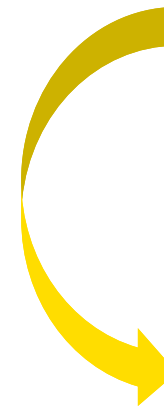
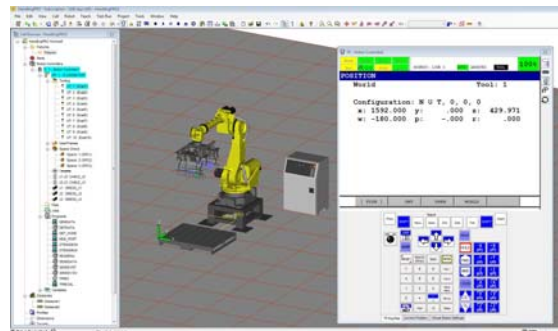


## Savoir programmer le robot

- **Le robot virtuel : logiciel RoboGuide**

Moyen : logiciel système de la baie de commande adapté pour fonctionner sur un ordinateur personnel qui permet de réaliser et simuler quasiment l'intégralité des fonctions disponibles sur le robot réel.

- **Implantation**
- **Programmation**
- **Simulation**



CNC | ROBOT | ROBOMACHINE

**FANUC**

**FANUC ROBOTICS**  
Welcome to Yellow world

[WWW.FANUC.EU](http://WWW.FANUC.EU)