

# La robotique



# Sommaire

1. Introduction à la robotique
  - a. Les différents types de robotique
  - b. Le robot industriel
  - c. Pourquoi et comment robotiser ?
  - d. Les domaines d'application
  
2. Les enjeux économiques
  - a. La robotique industrielle dans le monde
  - b. Focus sur la France
  - c. Les métiers liés
  
3. Exemples d'applications
  - a. Les domaines d'applications
  - b. Domaines généraux
  - c. Domaines spécifiques
  
4. Sécurité et robotique
  - a. La nouvelle génération de robots
  - b. Les normes
  - c. Exemple: la fonction « safety » de Stäubli



- Lexique de la robotique
- Exercice de compréhension



# 1- Introduction à la robotique

- a. Les différents types de robotique
- b. Le robot industriel
- c. Pourquoi et comment robotiser ?
- d. Les domaines d'application

# Différence entre automates et robots

## Automates

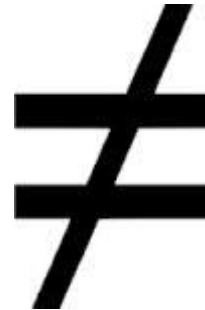
- Un automate est un dispositif se comportant de manière automatique, c'est-à-dire sans l'intervention d'un humain.



- Les mécanismes de l'automate **obéissent à un programme préétabli.**

## Robots

- Un robot est un automate doté de capteurs et d'effecteurs lui donnant une capacité d'adaptation et de déplacement proche de l'autonomie. Un robot est un agent physique réalisant des tâches dans l'environnement dans lequel il évolue.



- Les robots ont des **capteurs qui recueillent des informations de l'environnement** dans lesquels ils évoluent, influençant l'activité des organes moteurs.

# Les différents types de robotique



## Robots mobiles :

Robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipés ou non de manipulateurs suivant leur utilisation.

## Robots domestiques :

Robots utilisés pour des tâches ménagères, par exemple en vaisselle, en repassage, en nettoyage.



## Robots collaboratifs :

Hommes et robots travaillent ensemble, les robots permettant de diminuer la pénibilité des manipulations manuelles, des efforts ou des mouvements réalisés par l'opérateur.



## Humanoïdes:

Le terme humanoïde signifie « ressemblant à l'humain ». Il évoque la bipédie, la présence de deux bras et d'une tête.

## Robots industriels:

Le robot industriel est officiellement défini comme un contrôle automatique, reprogrammable, polyvalent, manipulateur programmable dans trois ou plusieurs axes.





# 1- Introduction à la robotique

- a. Les différents types de robotique
- b. Le robot industriel
- c. Pourquoi et comment robotiser ?
- d. Les domaines d'application

# Historique du robot industriel

- 1920 : Apparition du mot robot

L'origine du mot robot provient de la langue tchèque dans laquelle son ancêtre "robota" signifie travail forcé. Il a été introduit, en 1920, par l'écrivain tchèque Karel Capek dans la pièce de théâtre Rossum's Universal Robots

- 1961 : Unimation, le 1er robot industriel

Descendant direct des télémanipulateurs développés pour les besoins du nucléaire. Il est vendu à partir de 1961 par la société américaine Unimation (devenu Stäubli Unimation), créée par George Devol et Joseph Engelberger. Il est utilisé pour la première fois sur les lignes d'assemblage de General Motors. Ce robot, grâce à son bras articulé de 1,5 tonnes, était capable de manipuler des pièces de fonderie pesant 150 kg.

- 1972 : 1ere chaîne de production robotisée

Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée,

Selon une étude de l'IFR, 2142 millions de robots ont été fabriqués entre les années 60 et la fin 2010, Les analystes estiment qu'aujourd'hui, de 1 à 1,3 million de robots travaillent pour nous dans les usines dans le monde.



# De quoi se compose un robot ?

Pour fonctionner, un robot a besoin de plusieurs éléments :



Bras



Contrôleur



Teach pendant



Programmation  
hors ligne



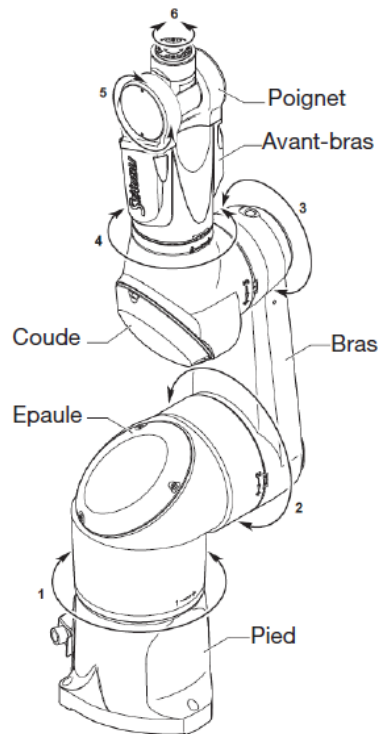
Préhenseur



# Le bras robotisé

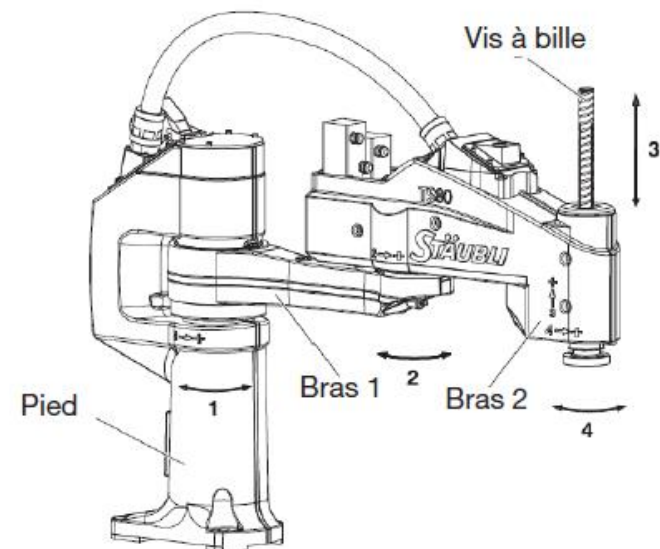
C'est l'élément mécanique principal en mouvement. Il se caractérise souvent par un système articulé semblable à un bras humain. Il existe différentes formes de bras, dont certaines ressemblent plus à un bras humain mais remplissent les mêmes fonctions.

## Bras poly articulé : 6 axes



Les robots poly articulés sont particulièrement utilisés dans l'industrie pour tous types d'applications.

## SCARA : 4 axes



Les robots SCARA sont utilisés pour la manipulation de pièces dans un plan.

# Une gamme complète de robots 4, 6 axes et Fast Picker du petit au gros porteur



# Le contrôleur

Le contrôleur, aussi appelé « baie robot », est le cerveau du robot – Il permet de contrôler le robot

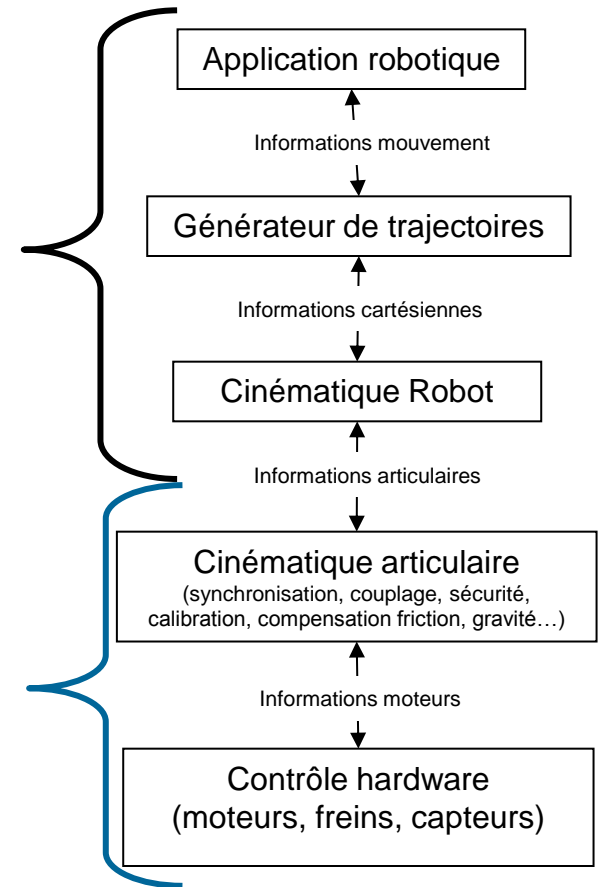
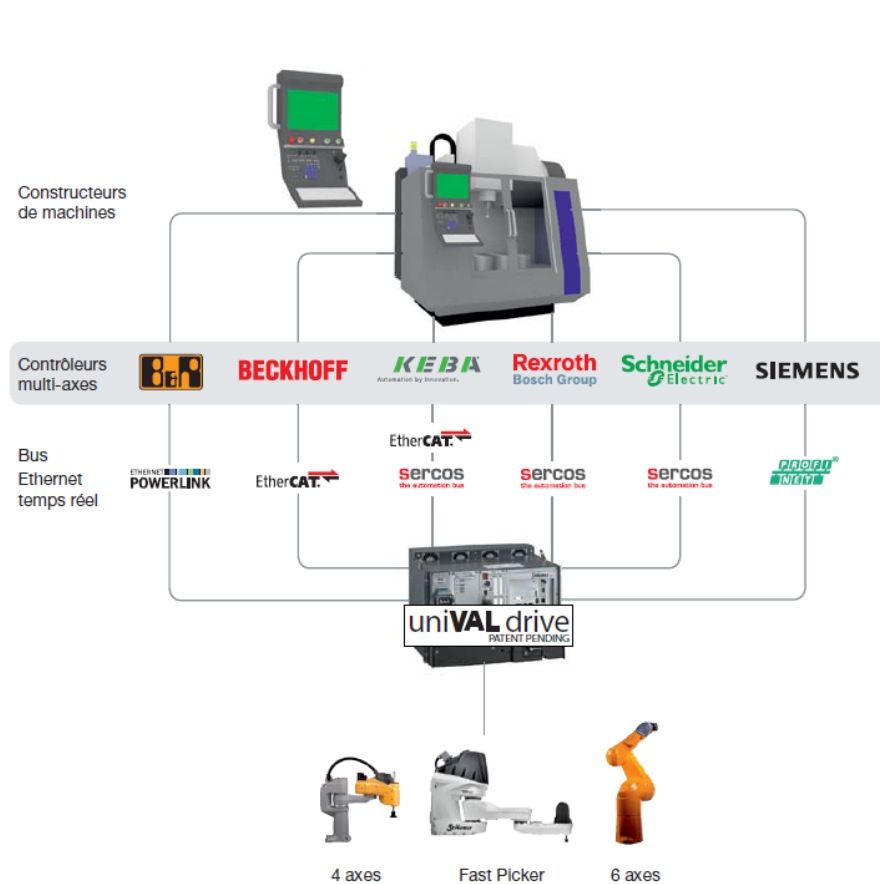
- Intègre un calculateur pour le contrôle des mouvements et de la cellule ; il permet de transformer une valeur cartésienne en données codeur du moteur
- Intègre une partie « puissance » pour l'alimentation des moteurs du bras



MODÈLE	CS8C M	CS8C		CS8C paint	CS8C HP	CS8 / CS8 EX
Classe de protection	IP20	IP20 (IP54 option)	IP20 (IP54 option)	IP54	IP54	IP54
Capacité mémoire	512 Mb RAM					
Sauvegarde	2 GB Nand Flash et ports USB					
Communication	Liaison série RS232/422, 2 ports Ethernet (Socket, FTP Serveur/Client)					
Entrées/Sorties (TOR)	1 ou 2 cartes 16E/16S digitales en option				1 ou 2 cartes 16E/16S digitales en option	Carte 16 /16 et/ou 32/32 E/S digitales
Bus de terrain	<b>Modbus TCP/IP</b> Serveur (de série), Client (option) <b>Profibus DP</b> Master & Slave, <b>DeviceNet</b> Master & Slave, <b>CanOpen</b> Master <b>Ethernet IP</b> Scanner / Adapter, <b>ProfiNet</b> IO-Controller et IO-Device, <b>EtherCAT</b> Slave, <b>PowerLink</b> Slave					

# uniVAL

Contrôleur permettant de piloter le robot via un bus de terrain temps réel à partir d'un contrôleur d'axe externe.



# La programmation

La programmation est la principale caractéristique qui différencie un robot d'un automate.

Programmer un robot consiste à lui indiquer les mouvements qu'il doit réaliser. Pour cela, il faut utiliser un langage spécifique à chaque constructeur de robot. Pour Stäubli, il s'agit du langage Val3 par exemple.

Les robots peuvent être dotés d'instruments de mesure et d'appréciation (par exemple caméra, thermomètre, télémètre, capteur d'effort ...) permettant au programme du robot de décider du mouvement le mieux adapté aux conditions extérieures.

*Ex: un robot muni d'une caméra peut reconnaître des pièces posées de manière disparate*

Il existe différents moyens de programmation :

## La programmation hors ligne

La programmation hors ligne se fait via un PC. Elle est utilisée principalement en phase d'avant projet pour validation de l'implantation



## La programmation manuelle

Le pupitre de programmation, appelé aussi « teach pendant » est un panneau de commande déporté, Il est utilisé ponctuellement notamment pour la reprise de point au pied du robot, C'est l'interface homme-machine



# La solution Stäubli

- Un robot, pour se déplacer a besoin d'avoir différentes informations :
  - Les coordonnées du où il doit se rendre. Ces coordonnées peuvent être de types articulaires (angles) ou cartésiennes
  - D'un type de mouvement : en ligne droite, circulaire, articulaire (le plus rapide possible)
  - Information sur l'outil qu'il utilise
  - Descripteur de mouvement (vitesse, accélération)

D'autres moyens de programmation s'adaptent parfaitement aux besoins spécifiques des clients

Trois approches distinctes pour la programmation d'un robot Stäubli.

## Langage VAL 3

Langage avancé de robotique permettant le développement d'applications sur mesure et haut de gamme.

**Parfaitement adapté aux intégrateurs et OEM**

## uniVAL drive

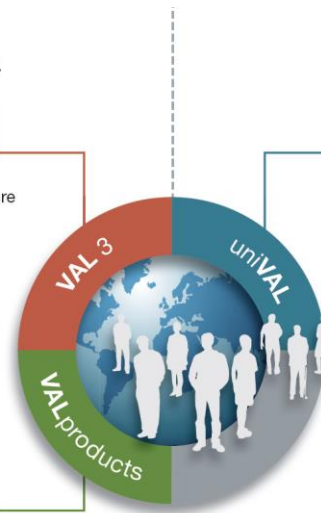
Une solution « prête à connecter » permettant le pilotage de robots Stäubli avec des contrôleurs d'axes génériques.

**Parfaitement adapté aux constructeurs de machine**

## Solutions VALproducts

Solutions industrielles prêtes à l'emploi.

**Parfaitement adapté aux utilisateurs finaux**



# VAL products

Logiciel « métier » principalement utilisé depuis le SP1 afin de faciliter la manipulation du robot par un personnel non roboticien.

Programmation par apprentissage (pas de lignes de code)

Interface toujours identique.

```

===== 25% =====
=< Editeur Point >=====
Outil-> 1 |pick 2/ 3|
[mytool]
F1 Ici
F4 Transformation
F5 Motion
F6 Supprimer
F7 Insérer
F8 Enreg.

Nom: > pick
coord X > 501.65
coord Y > -151.45
coord Z > -79.94
coord RX > -180
coord RY > 0
coord RZ > 81.92
MoveType > Linéaire
Vitesse > 400 mm/s
Accelérat> 100 %

[ON],
Ici Tra. Mot. Sup. Ins. Enr.

```

```

===== 100% =====
=< Production Page >=====
block [0/1]
Cycle time: 289.14
PROG block
1 JOINT repli
2 SPINDLE 10000
3 TRAJ roughshape
4 SPINDLE 20000
5 TRAJ fineshape
6 JOINT repli
7 SPINDLE>OFF

> HOME Spi. START

```

# Les compléments du robot

Sans système d'outil, un robot ne peut réaliser aucune tâche.

## OUTILS

Il existe différents types d'outils allant du plus simple :

- Vision
- Vision 2D ou 3D
- Reconnaissance des formes: tracking, contrôle de qualité
- Tracking convoyeur (droit ou circulaire)
- Capteurs d'efforts
- Compliance
- Modification / adaptation de trajectoire
- Gestion d'un 7ème axe
- Augmenter l'enveloppe de travail du robot
- Optimiser les process

Au plus complexe, nécessitant le développement d'un intégrateur.

## PREHENSEURS

Les préhenseurs sont la prolongation du robot pour la réalisation de sa tâche :

Quelques exemples de type de préhenseurs :

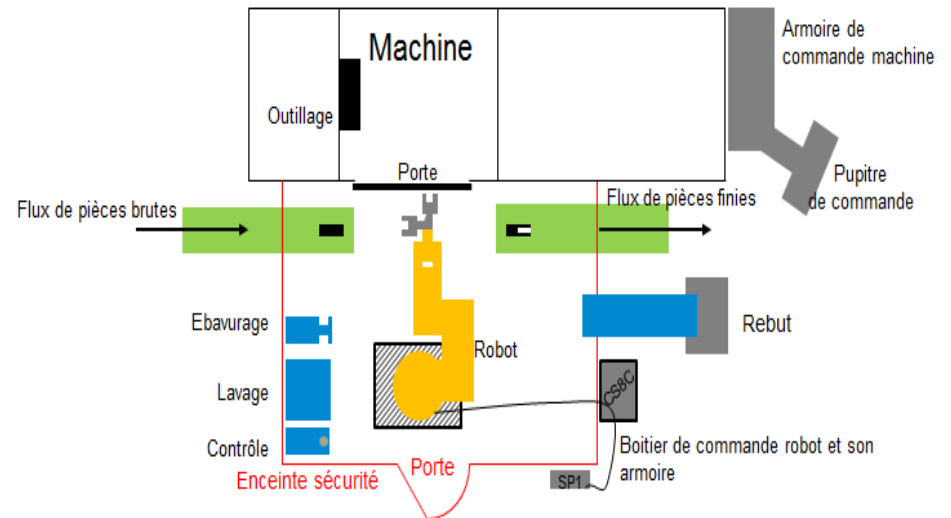
- Pince
- Ventouse





# L'intégration d'un robot

Pour pouvoir interagir avec le milieu industriel, un robot doit être connecté à des systèmes extérieurs. L'intégration permet de connecter le robot à l'automate, aux réseaux, de réaliser la programmation, l'implantation physique du bras ainsi que de déterminer et mettre en œuvre tous les systèmes utiles au robot pour remplir sa fonction.





# 1- Introduction à la robotique

- a. Les différents types de robotiques
- b. Le robot industriel
- c. Pourquoi et comment robotiser ?
- d. Les domaines d'application

# Pourquoi robotiser ?

Les avantages de la robotisation d'une entreprise se déclinent autour de 3 critères principaux :

## Facteurs économiques



## Facteurs humains



## Facteurs environnementaux



# Pourquoi robotiser ?

## Facteurs économiques :

- Réduction des coûts de main-d'œuvre :
  - un robot est capable de travailler en 3x8 de façon **constante** et peut réaliser à lui seul les tâches de différents opérateurs
  - Après programmation, un robot peut **travailler seul** la nuit et le week-end
- Flexibilité de la gestion de production
  - Un robot s'adapte à différentes tâches et peut donc aisément être affecté à **des opérations multiples**, selon les impératifs de l'entreprise
- Amélioration de la qualité :
  - Les robots industriels ont la capacité de reproduire une même **tâche répétitive sans dégradation des performances**

D'augmenter	De diminuer
Votre volume de production	Les coûts de main-d'œuvre
La qualité des pièces	Le taux de rebuts
La flexibilité de production	Le coût des pièces
Le taux d'engagement des machines	Les stocks et encours



# Pourquoi robotiser ?

## Facteurs humains :

- **Augmentation de la sécurité sur le poste de travail**
  - Les robots permettent **l'amélioration de la productivité** et de la **compétitivité** des entreprises et donc le maintien d'emploi. De plus, les contraintes de rendement exigées par le marché induisent nécessairement l'adaptation des moyens de production, que des opérateurs ne peuvent pas assumer seuls. Robotiser permet de **décharger les contraintes** qui pèsent sur le salarié et éviter notamment les **troubles musculo-squelettiques (TMS)**
- **Evolutions des fonctions des opérateurs :**
  - L'arrivée d'un robot dans une entreprise n'est **pas** synonyme de licenciements, bien au contraire. Il existe un décalage entre l'appréhension à l'arrivée du robot et la satisfaction, voire même la fierté qu'a l'opérateur, lorsqu'il constate qu'il est toujours là. La **présence d'un robot implique aussi l'embauche de personnel** pour la gestion ainsi que la maintenance du robot.
  - De plus, l'arrivée du robot contribue à valoriser les opérateurs, qui, déchargés des tâches rébarbatives et pénibles, se voient confier des missions plus intéressantes à leurs yeux.

### Les TMS en chiffres

- **36000** cas/an
- **8,4** millions jours de travail perdus
- **787** millions = coûts pour les entreprises



# Pourquoi robotiser ?

## Facteurs environnementaux :

- **Réduction des coûts énergétiques**

- Grâce à l'optimisation des process, la robotisation d'une entreprise permet une **économie énergétique** substantielle, notamment en terme de:
  - Matières premières
  - Déchets
  - Rejets nocifs pour l'environnement

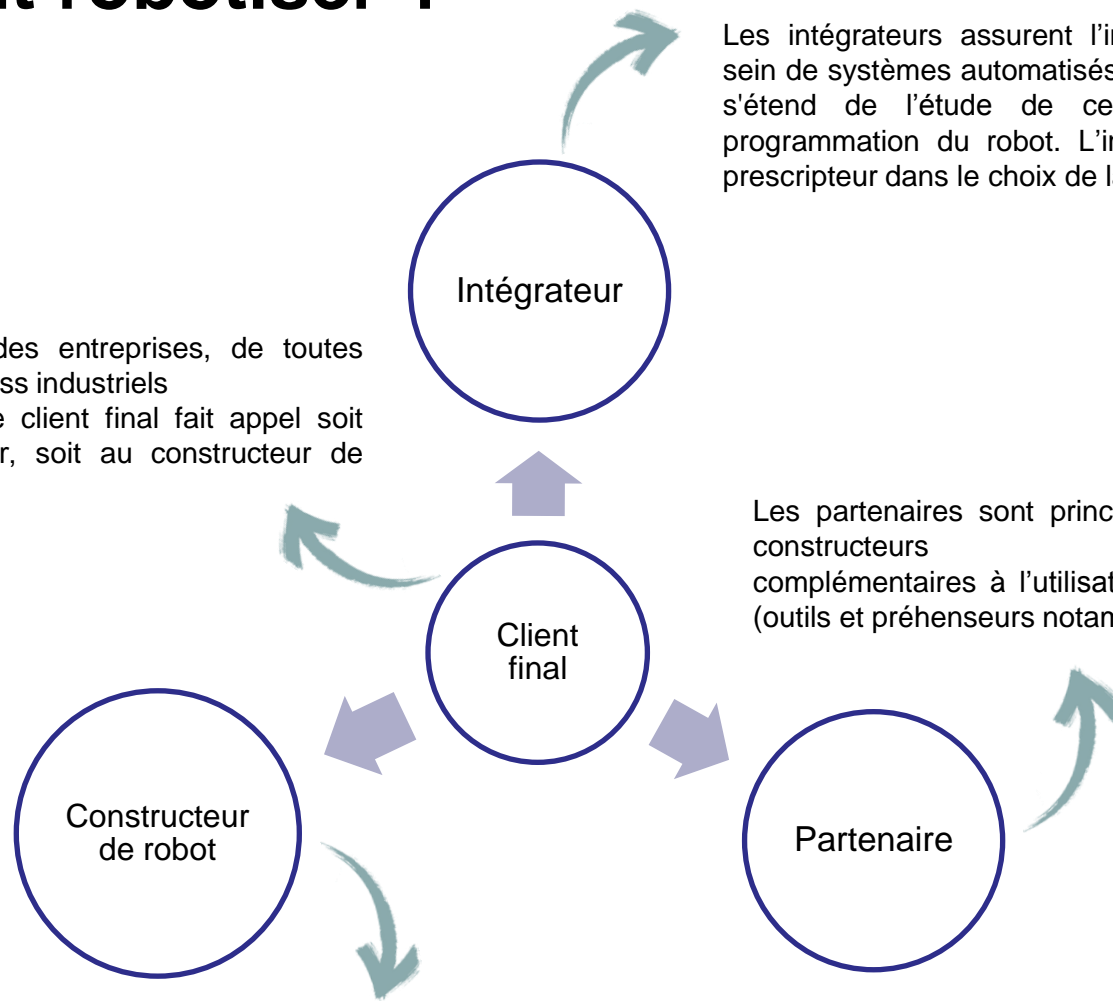
### L'exemple de la peinture

L'utilisation des robots dans le domaine de la peinture apporte une meilleure qualité de dépose ainsi qu'une meilleure maîtrise des épaisseurs. En conséquence, on constate une réduction des pertes de peinture et donc une réduction de l'impact de l'environnement pouvant aller jusqu'à 30%



# Comment robotiser ?

Les clients finaux sont des entreprises, de toutes industries, ayant des process industriels  
Pour lancer son projet, le client final fait appel soit directement à l'intégrateur, soit au constructeur de robot, soit à un partenaire.



Les intégrateurs assurent l'intégration de robots au sein de systèmes automatisés de production. Leur rôle s'étend de l'étude de cellules robotisées à la programmation du robot. L'intégrateur a un rôle de prescripteur dans le choix de la marque du robot.

Les partenaires sont principalement des constructeurs d'éléments complémentaires à l'utilisation d'un robot (outils et préhenseurs notamment)

Les constructeurs de robots ont une démarche commerciale auprès des clients finaux et des intégrateurs et une relation non commerciale avec des partenaires. Le constructeur de robot a une forte implication pour la validation du robot

# Comment robotiser ?

Un projet de robotisation d'une entreprise se décompose en quatre principales étapes :

- **L'avant-projet :**

Cette étape sert essentiellement à définir très précisément le besoin et à évaluer la rentabilité du projet.



1  
E  
T  
A  
P  
E

- **Le projet :**

C'est la mise en œuvre de l'ensemble des éléments du projet qui débute dès que la commande est passée et se termine lors de la mise en production.



2  
E  
T  
A  
P  
E

- **La formation :**

Le but de la formation est d'offrir une prise en main rapide de la machine par le personnel de la production, de la maintenance et les réglers



3  
E  
T  
A  
P  
E

- **Le bilan :**

C'est un point technique, économique et humain, sur le projet, après quelques mois d'exploitation de la cellule robotisée.



4  
E  
T  
A  
P  
E





# 1- Introduction à la robotique

- a. Les différents types de robotiques
- b. Le robot industriel
- c. Pourquoi et comment robotiser ?
- d. Les domaines d'application

# Les marchés d'un robot industriel



Aérospatial



Agroalimentaire



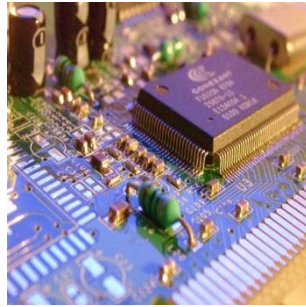
Automobile



Biotechnologies



Chimie



Electronique



Industrie générale



Photovoltaïque



Plasturgie



Peinture



Recherche

Et beaucoup  
d'autres...

# Une gamme de robots spécialisés



**Paint**

Robots de peinture



**HSM**

Robots d'usinage



**plastics**

Robots dédiés au secteur de la plasturgie



**CLEANROOM**

Robots dédiés aux environnements salle blanche



**( stericlean )**

Robots dédiés au secteur des sciences de la vie



**HE2**

Robots dédiés aux environnements humides

# Quelles sont les caractéristiques à prendre en compte pour choisir un robot ?

Environnement



Le nombre d'axes (4 ou 6 axes)



Charge/inertie



Cadence



Rayon d'action utile





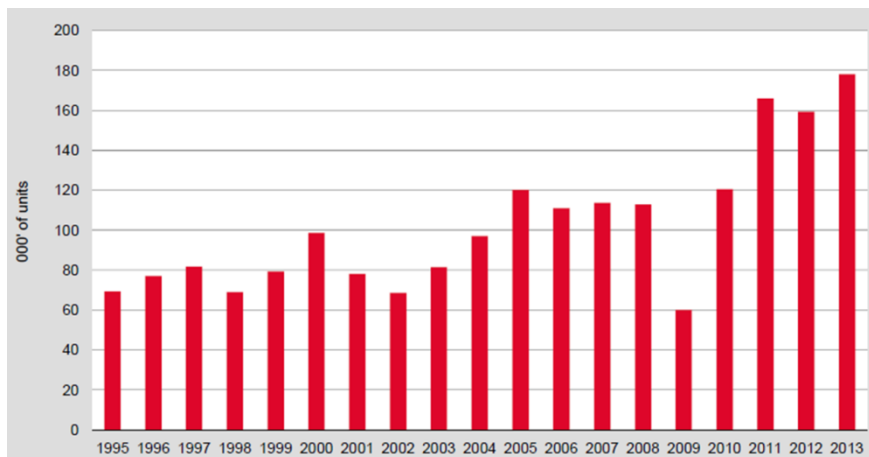
## 2- Enjeux économiques

- a. La robotique industrielle dans le monde
- b. Focus sur la France
- c. Les métiers liés

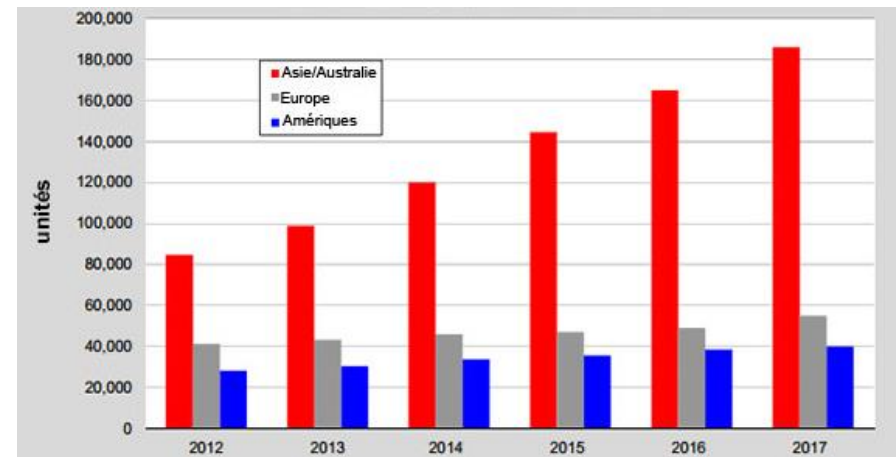
# La robotique industrielle dans le monde

- Afin de promouvoir la robotique dans le monde, l'**IFR**, International Federation of Robotics (association à but non lucratif), a été créée en 1987. 14 pays en sont membres : l'Espagne, le Royaume-Uni, le Danemark, la Norvège, le Japon, la Corée du Sud, la Malaisie, l'Autriche, les Etats Unis, l'Italie, la Suède, la France, Taïwan, et l'Allemagne
- La robotique est un marché en croissance depuis des années. En effet, en 2014, le marché global de la robotique était estimé à **26 milliards de dollars** (contre 11 milliards il y a 10 ans) ; En 2014, **225 000 robots industriels** ont été installés dans les usines du monde entier, soit une croissance de **+15 %** par rapport à 2013. Et selon l'IFR, la demande en robots industriels va continuer sa progression jusqu'en 2017 avec **une croissance moyenne de 12%**

## Evolution annuelle du nombre de robots livrés



## Ventes annuelles de robots industriels



# La robotique industrielle dans le monde

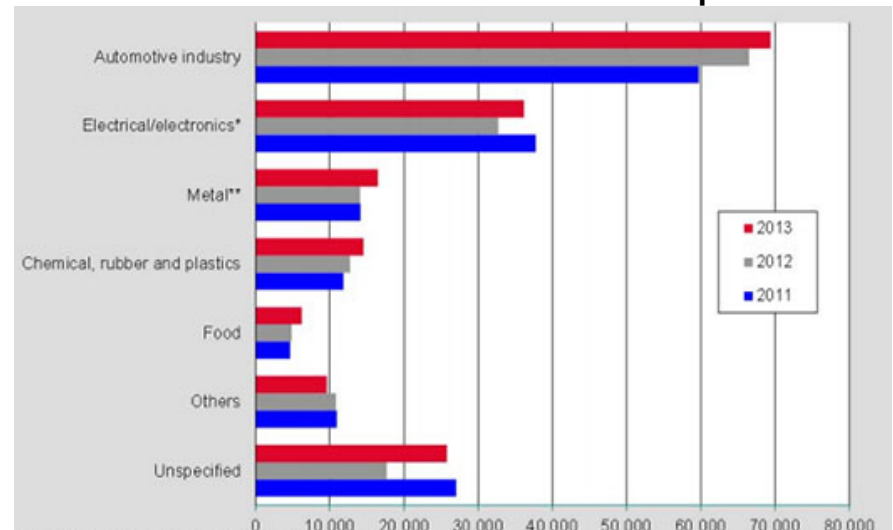
- **L'industrie automobile** est, de loin, le plus gros client de robots industriels dans le monde. Il faut noter cependant que la robotique industrielle a encore **d'énormes possibilités de développement** dans d'autres secteurs ( notamment grâce à la convergence entre la robotique industrielle et la robotique de services donnant naissance à des **robots « collaboratifs »** (la cobotique) ) ainsi qu'au sein de pays émergents).
- Largement dominé par le Japon, le marché de la robotique connaît également un développement important en Allemagne. Aussi, la Chine a vu ses ventes augmenter de 25% en moyenne depuis 2005. La France, grâce à ses compétences en intelligence artificielle, conserve une position très intéressante sur les marchés de la robotique.

Nombre de robots par pays en 2013

France	Chine	Allemagne	Monde
2 161 robots	36 560 robots	18 297 robots	225 000 robots

Source IFR, national robot association

Estimation des ventes de robots industriels par secteur





## 2- Enjeux économiques

- a. La robotique industrielle dans le monde
- b. Focus sur la France
- c. Les métiers liés



# Focus sur le marché français

- En France, la "robolution" n'a pas encore eu lieu... Le pays est même **en retard**.  
On compte deux fois moins de robots installés dans les entreprises françaises que dans les entreprises Italiennes par exemple. En Allemagne, on compte 122 robots pour 1000 salariés, contre seulement 26 en France.
- Facteurs principaux de ce retard :
  - Les **PME françaises sont frileuses** face à l'investissement important à court terme (coût moyen de 120 000 euros) qui impliquerait une refonte de l'organisation interne.
  - Les entreprises françaises auraient tendance à attendre qu'un équipement soit entièrement **amorti** avant de le remplacer. L'âge moyen des robots est de 17 ans en France, contre 9 en Allemagne. Selon le rapport Gallois, ce manque de robotisation serait l'une des raisons pour lesquelles la productivité française n'a pas progressé au cours de la dernière décennie. En effet, en 10 ans, la France a perdu 750 000 emplois industriels et, sur les 3 dernières années, 900 usines ont fermé.
  - La **presse française dénigre** fortement la robotisation, par méconnaissance des enjeux
- Le 19 mars 2013, le gouvernement Français lance le plan « **France Robots Initiatives** » dans le but de donner aux entreprises françaises des gains de compétitivité et de productivité. Le programme **ROBOT Start PME**, partie intégrante du plan, accompagnera 250 PME dans l'intégration de leur premier robot sur une durée totale de deux ans et demi. Ainsi, **100 M€** vont être débloqués pour faire de la France un leader de la robotique d'ici à 2020

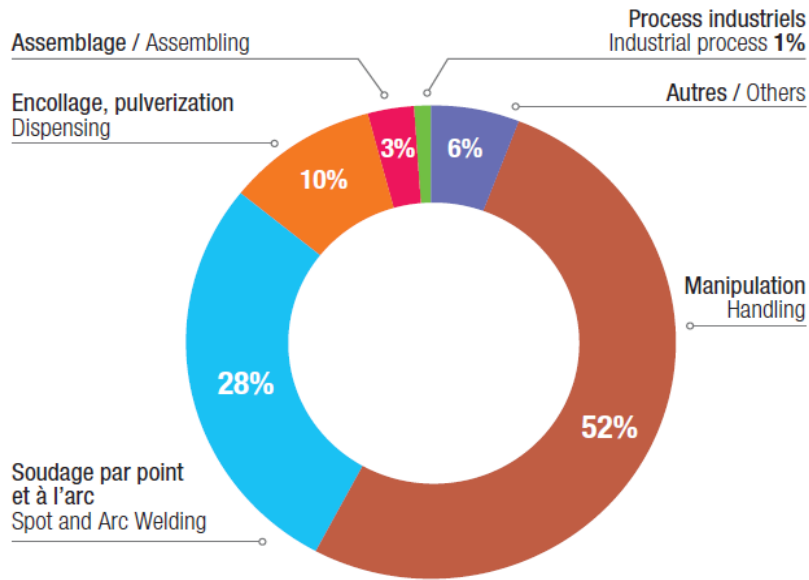


*Tous les robots Staubli sont construits et monter en France, sur le site de Faverges. L'ensemble des pièces sont fabriquées par l'entreprise et les pièces à grande valeur ajoutée sont brevetées*



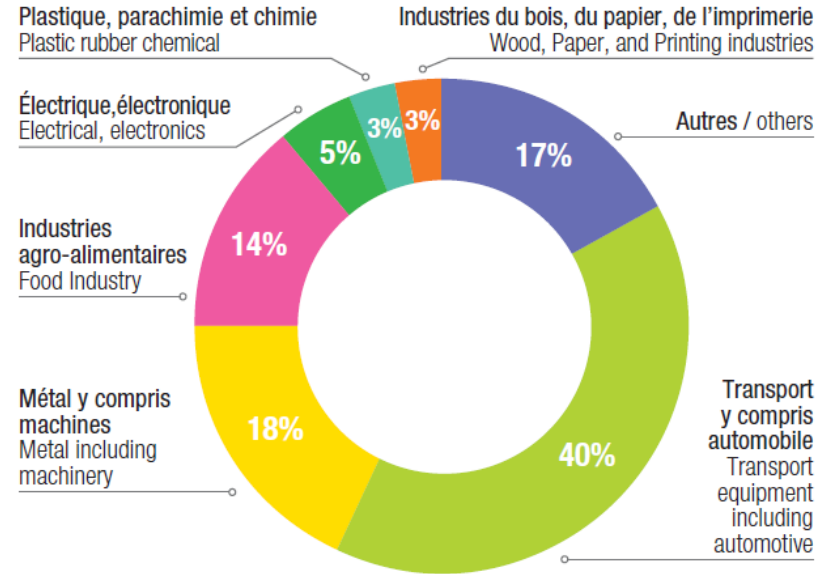
# Quelques chiffres

## Répartition par secteur d'activité dans l'industrie en France



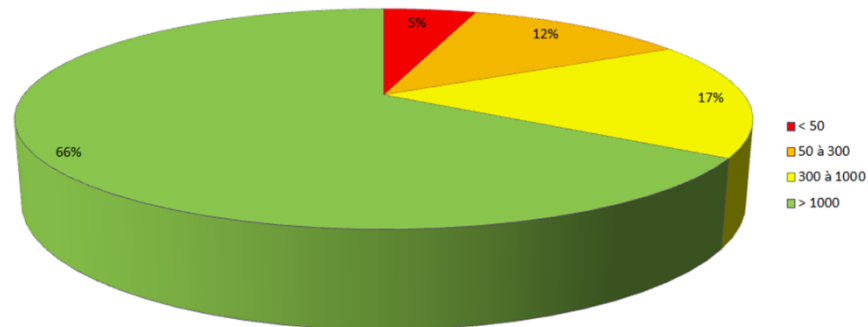
% en unités vendues / % in unit sales

## Répartition des robots par type d'application en France



% en unités vendues / % in unit sales

## Répartition par taille d'entreprise





## 2- Enjeux économiques

- a. La robotique industrielle dans le monde
- b. Focus sur la France
- c. Les métiers liés

# Les métiers liés *(Liste non-exhaustive)*

## Fabricants de robots :

- Commercial
- Service après vente
- Achats
- Finance
- Management de produits
- Recherche et développement
- Méthodes
- Gestion de production
- Approvisionnement
- Maintenance

## Utilisateur final:

- Chef de projet
- Conducteur de ligne
- Technicien de maintenance
- Responsable ingénierie

## Intégrateur:

- Chef de projet
- Chargé d'affaires
- Techniciens bureau d'étude
- Mécanicien
- Automaticien / programmeur
- SAV
- Roboticien





## 4- Exemples d'applications

- a. Les domaines d'applications
- b. Domaines généraux
- c. Domaines spécifiques

# Les domaines d'applications

La variété des applications robotisées industrielles est immense, allant du très simple au très complexe

- On va parler de **domaines généraux** lorsque l'utilisation de robots standards est suffisante:
  - Industrie générale
  - Usinage
  - Constructeurs automobiles
  - Équipementiers automobiles
  - ...
- On va parler de **domaines spécifiques** lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des robots particuliers répondant à des normes:
  - Agroalimentaire
  - Peinture
  - Médical
  - Chimie
  - ...

Dans les domaines spécifiques, le robot évolue souvent dans un environnement difficile. Cependant, les industriels évitent au maximum de mettre des housses autour du robot pour des raisons de coûts de maintenance et d'entretien, pour des raisons sécuritaires (il est difficile de voir si une housse est percée, or cela pourrait entraîner le développement de bactéries) ainsi que pour des questions d'incompatibilité de process de nettoyage (zones de rétention importantes)





## 4- Exemples d'applications

- a. Les domaines d'applications
- b. Domaines généraux
- c. Domaines spécifiques

# Application dans le domaine général : l'usinage

Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision.

L'usinage est très utilisé dans l'aéronautique, l'automobile, le ferroviaire, le nucléaire ou encore le prototypage

Le robot est capable d'usiner de nombreux matériaux



Aluminium



Pierre



Bois



Acier



Mousse



Plastique



Carbone  
et composite

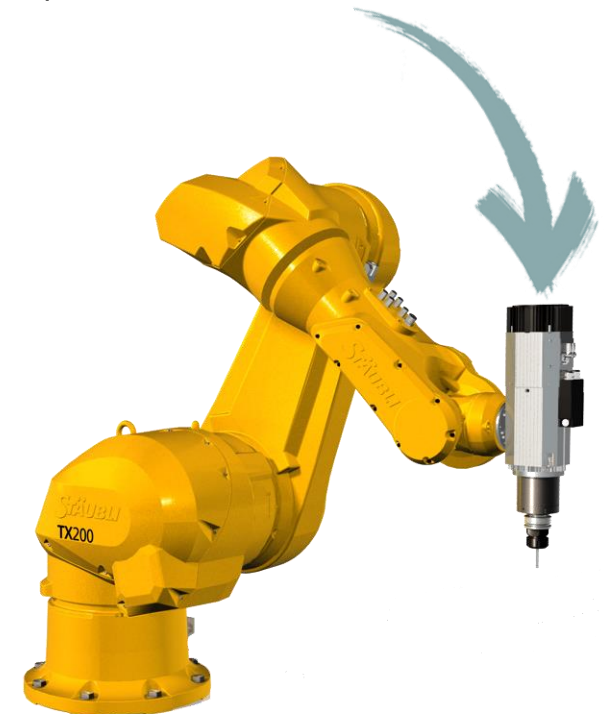


Résine



Verre

Lorsque l'on utilise un robot pour usiner, on met en place une broche en bout du sixième axe





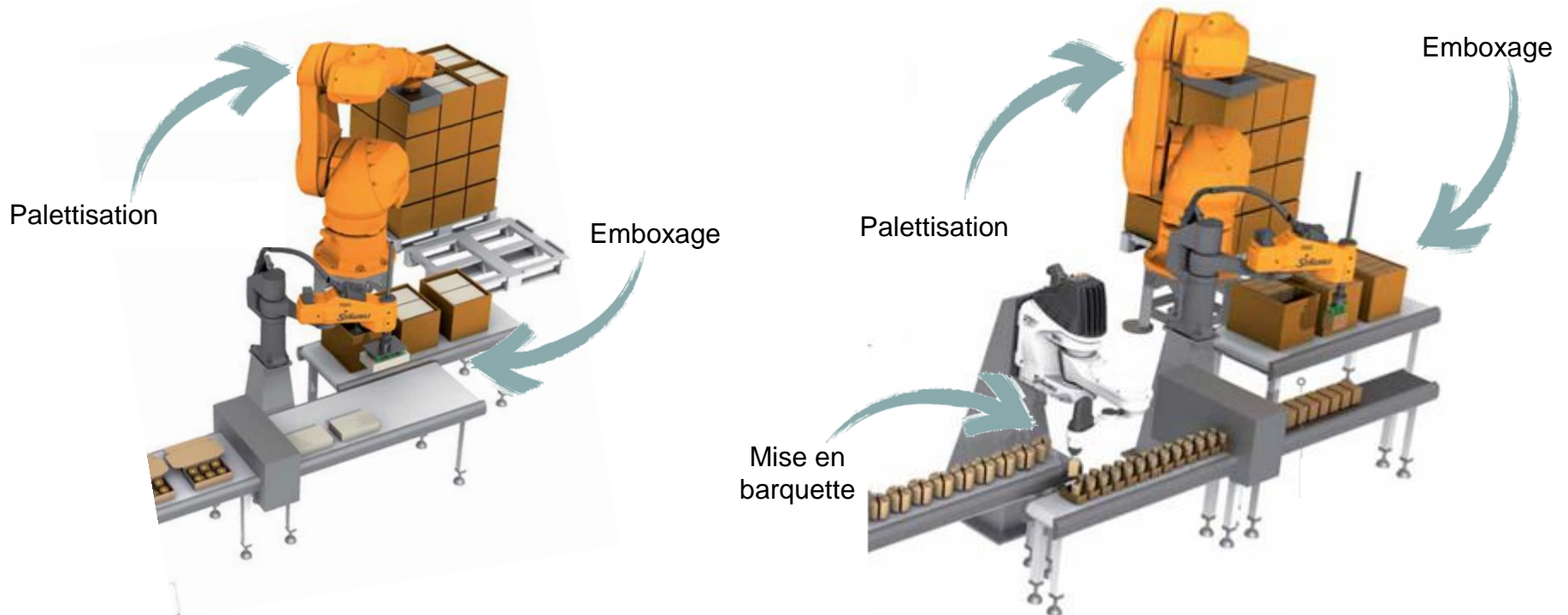
# Application dans le domaine général : conditionnement/packaging

Conditionner un produit signifie l'emballer. Cela permet de protéger le produit, de faciliter son acheminement et son rangement dans les rayons.

C'est une opération très souvent robotisée (notamment grâce à la flexibilité des robots)

Le packaging/conditionnement regroupe des opérations variées comme la dé-palettisation, l'encaissage, la palettisation, l'emboilage...

Les robots de packaging sont souvent utilisés autour d'une ligne équipée de convoyeurs et de systèmes de vision.



# Application dans le domaine général : l'assemblage

Les opérations d'assemblage nécessitent souvent des mouvements complexes et répétitifs. Les qualités intrinsèques des robots (dextérité, travailler avec une très grande précision de l'ordre de 0,1mm et fiabilité) permettent de réduire les risques de TMS et accroît la qualité des opérations.

Les équipementiers et constructeurs automobiles utilisent largement la robotique pour les applications d'assemblage

Équipementiers automobiles



Constructeurs automobiles





## 4- Exemples d'applications

- a. Les domaines d'applications
- b. Domaines généraux
- c. Domaines spécifiques

# Applications dans le domaine spécifique de la peinture

Les robots de peinture sont des robots spécifiques leur permettant de fonctionner dans des ambiances explosives et correspondant aux normes en vigueur. Par exemple, en Europe, les robots répondent à la norme CE ATEX.

D'autre part, utiliser un robot pour des opérations de peinture permet de réduire les quantités de solvant et d'optimiser les épaisseurs projetées, limitant ainsi l'impact sur l'environnement et les coûts.

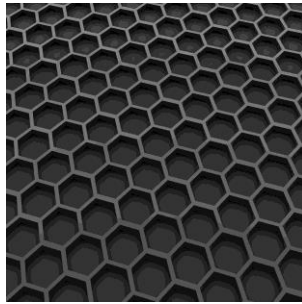
Les robots sont utilisés pour peindre tous types de pièces:



Bois



Plastiques



Composites



Verre



Métalliques

Lorsque l'on utilise un robot de peinture, on met en place un pistolet de peinture pneumatique au bout du sixième axe



## Définition de la zone ATEX

Une entreprise doit identifier les zones du lieu de travail où peuvent se former des atmosphères explosives. Pour être explosive, une atmosphère (combustible + comburant) ne doit être ni trop pauvre ni trop riche en combustible : c'est une ATEX. Pour cela, sont définies la limite supérieure d'explosivité (LSE) et la limite inférieure d'explosivité (LIE).

Ce zonage permet, par la suite, de réaliser l'adéquation de l'ensemble du matériel, électrique et non-électrique. avec le type de zone, afin qu'il ne constitue pas la source d'inflammation potentielle.

Un mélange est considéré comme explosif si **LIE < mélange < LSE**.

**Zone 0** signifie que nous sommes à plus de 1000 Hr /an en présence de ce mélange explosif.

**Zone 1** signifie que nous sommes entre 10Hr/an et 1000Hr/an en présence de ce mélange explosif en fonctionnement normal.

- La gamme de robots Stäubli RX Paint zone 1 cat.2 convient parfaitement à ces zones.

**Zone 2** signifie que nous sommes entre 1Hr/an et 10Hr/an en présence de ce mélange explosif en fonctionnement normal.

- La gamme de robots Stäubli TX Paint zone 2 cat.3 peut-être utilisée. La gamme RX Paint zone 1 cat.2 peut l'être également.

**Le classement en zone s'effectue toujours sous la responsabilité du chef d'établissement.**



Emplacement  
où une atmosphère  
explosive peut  
se présenter

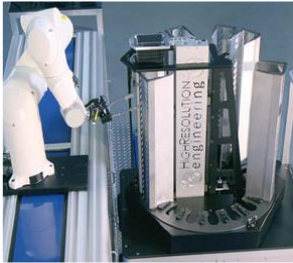
# Applications dans le domaine spécifique des sciences de la vie

Les robots utilisés en science de la vie sont des robots aux caractéristiques spécifiques leur permettant de fonctionner dans des environnements gris, blancs ou stériles et correspondant aux normes en vigueur: ISO 14644-1.

Utiliser des robots dans ce domaine permet plus de sécurité envers le personnel, de sécuriser les préparations ainsi que de diminuer les coûts de maintenance.

Les robots sont utilisés pour diverses applications :

Robotisation de laboratoires



Culture cellulaire



Robotique de chirurgie



Robotisation de préparations médicamenteuses en hôpitaux



Production de dispositifs médicaux



Pour répondre aux normes, le TX Stericlean et le TX Super Clean room possèdent, entre autres, une surface brillante résistante, des joints spéciaux, une protection des connectiques sous le pied du robot



## Quelques caractéristiques de l'environnement :

La norme ISO 14644-1 définit la classification de la propreté de l'air des salles propres et environnements maîtrisés apparentés exclusivement en terme de concentration des particules en suspension dans l'air.

La directive concernant le nombre maximal de particules autorisé pour l'état « au repos » correspond à peu près à la norme fédérale 209E (Etats-Unis) et aux classifications ISO comme suit :

Les grades A et B correspondent aux classes 100, M 3.5, ISO 5; le grade C aux classes 10 000, M 5.5, ISO 7 et le grade D aux classes 100 000, M 6.5, ISO 8.

Grade	Maximum permitted number of particles/m <sup>3</sup> equal to or above			
	At rest (b)		In operation	
	0,5µ m	5µ m	0,5µ m	5,0µ m
A	3 500	0	3 500	0
B(a)	3 500	0	350 000	2 000
C(a)	350 000	2 000	3 500 000	20000
D(a)	3 500 000	20 000	not defined (c)	not defined (c)

Classification number (N)	Maximum concentration limits (particles/m <sup>3</sup> ) for particles ≥ particle sizes shown					
	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1 µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO Class 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO Class 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO Class 7				352000	83200	2930
ISO Class 8				3520000	832000	29300
ISO Class 9				35200000	8320000	293000

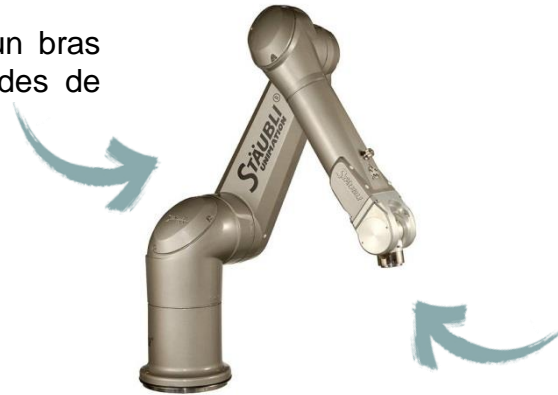
Tous les robots Stäubli 6 axes sont de base ISO Classe 5

# Applications dans le domaine spécifique : l'agroalimentaire

Les robots utilisés dans l'industrie agroalimentaire sont des robots aux caractéristiques spécifiques leur permettant d'être nettoyés tous les jours avec des produits agressifs et correspondant aux normes en vigueur : la directive machine 1935.2004 (révisé en 2006) et son volet hygiène

Utiliser des robots dans ce domaine permet de faciliter et réduire les coûts de process de nettoyage (amortissement en moins d'un an)

Le robot HE possède un bras IP65 résistant aux liquides de pH 4.5 à 8.5



Bride du poignet et pièces critiques en acier inoxydable

Afin de répondre aux exigences de l'industrie agroalimentaire, Staubli a développé des huiles spécifiques pour sa gamme de robots. Ces huiles ont reçu le certificat H1 délivré par la Fondation Nationale Sanitaire (NSF).

H1 est le niveau de certification qui permet le contact accidentel du lubrifiant avec la nourriture.





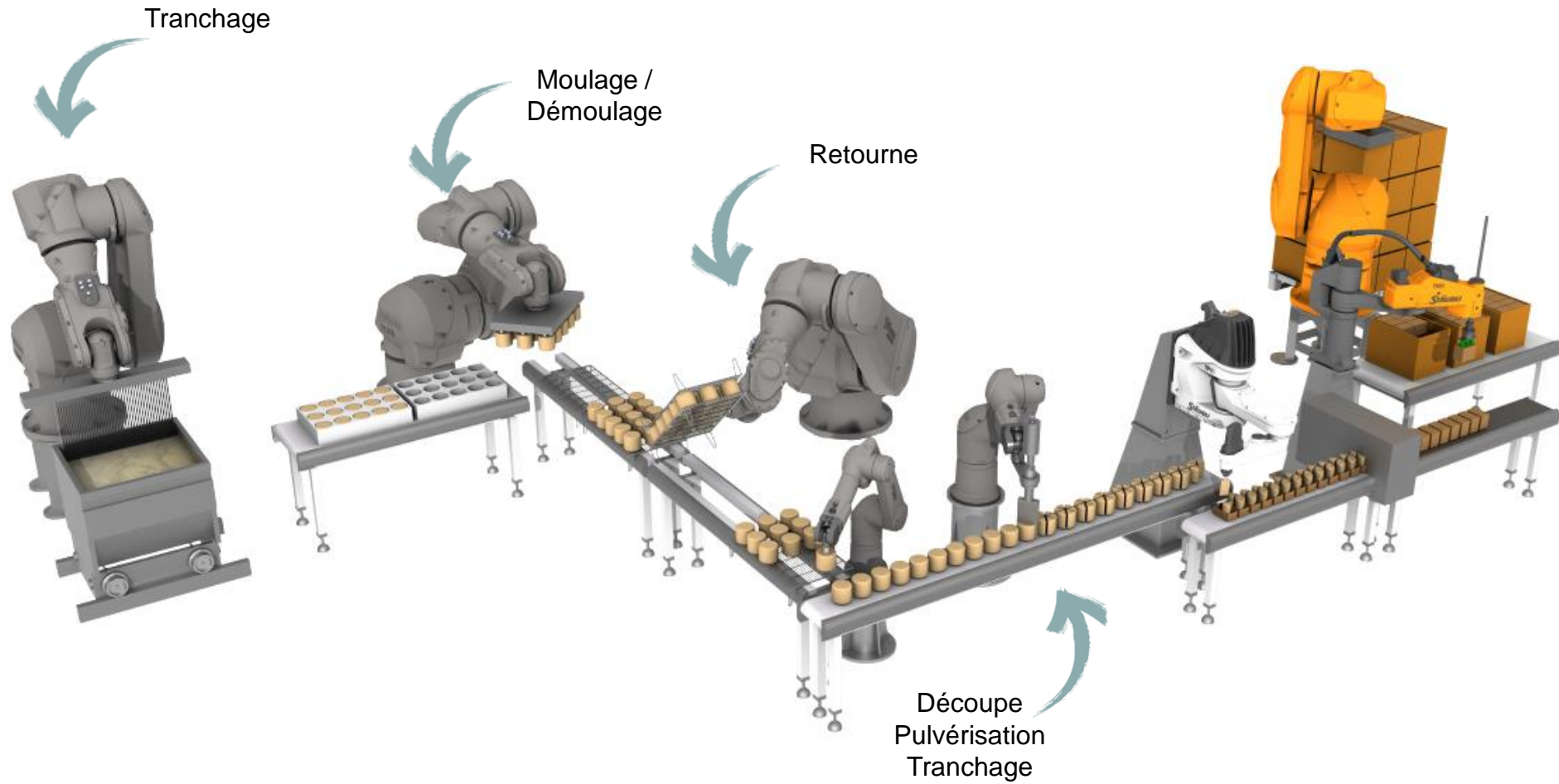
## La directive machine 1935.2004 (révisée en 2006) et son volet hygiène :

Le règlement (CE) 1935/2004 fixe des prescriptions générales pour tous les matériaux destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

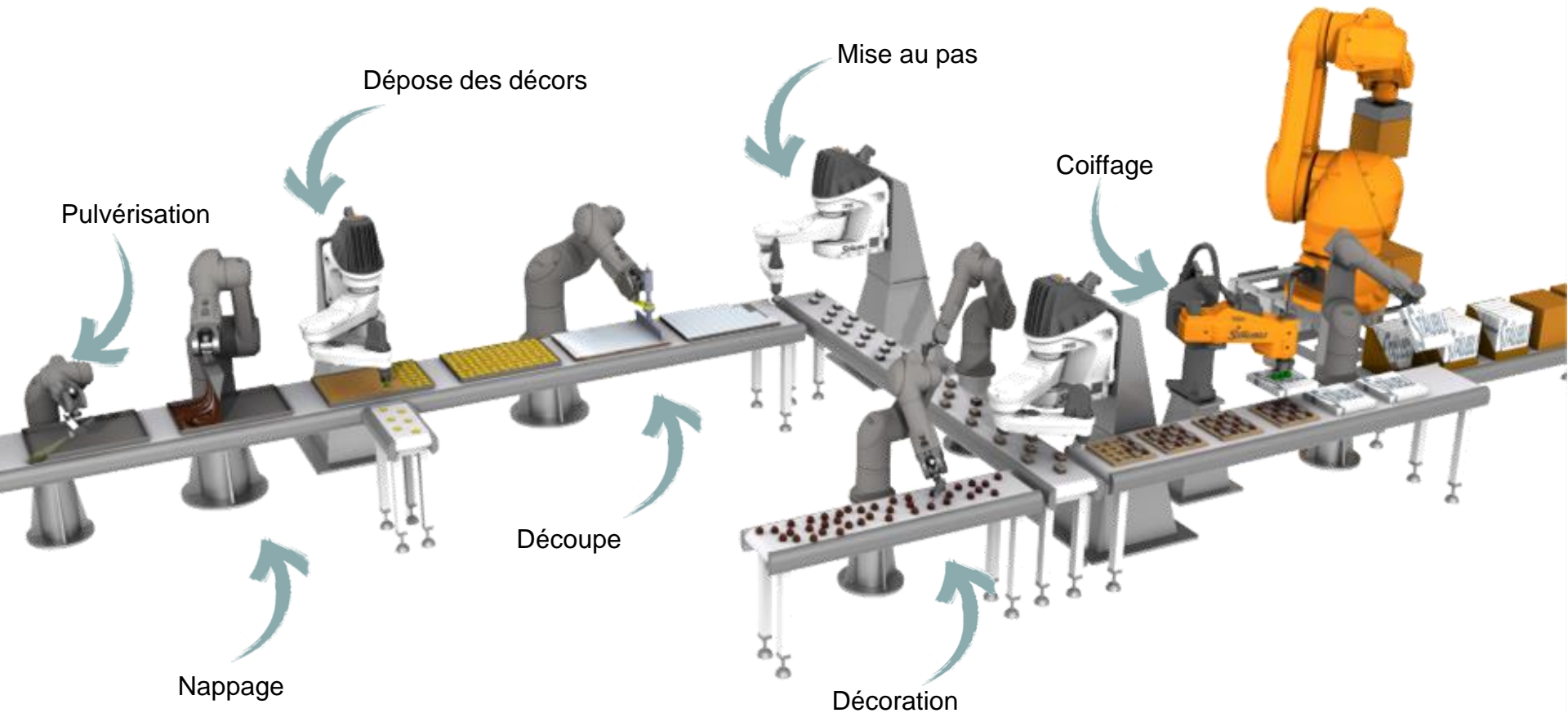
En conditions normales d'utilisation, les matériaux utilisés ne doivent pas céder aux aliments des constituants en quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine ou d'entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées avec, ou non, une altération des caractères organoleptiques de celles-ci.



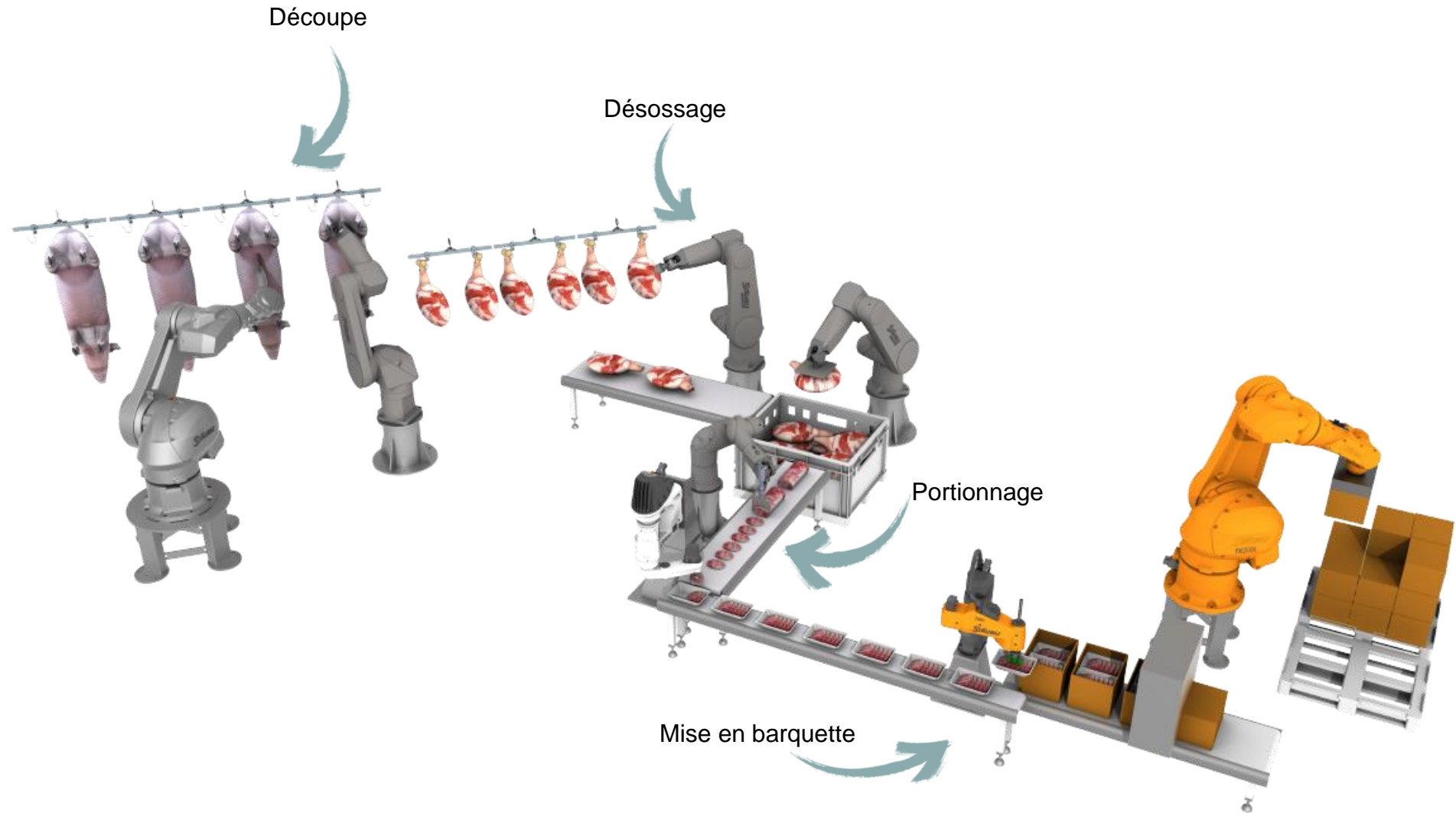
# Exemples d'applications : marché de la fromagerie



# Exemples d'applications : marché du chocolat



# Exemples d'applications : marché des viandes





# 5- Sécurité et robotique

- a. Nouvelle génération de robots
- b. Les normes
- c. Exemple de la fonction « safety » de Stäubli

# La nouvelle génération de robots

- La technologie en robotique industrielle est en évolution permanente, car le monde industriel est en mouvement permanent.
- Un grand nombre de petites et moyennes entreprises doivent être, aujourd'hui, capables de concevoir et fabriquer de nouveaux produits très rapidement, pour pouvoir faire le poids contre de gros industriels. Cela implique une capacité de réorganisation dynamique des process industriels. C'est pourquoi les roboticiens ont d'abord travaillé sur la capacité des robots à réaliser des tâches variées facilement reprogrammables.
- Alors que jusqu'à présent les robots travaillaient de manière autonome, le besoin de réaliser des tâches variées et changeantes implique un travail coopératif et coordonné entre les robots et les humains. Aujourd'hui, les roboticiens se concentrent donc sur la notion de **sécurité** en développant des robots capables de travailler côte à côte avec les humains.
- Il existe des normes de sécurité qui impliquent la présence d'enceintes de sécurité autour des robots. Le développement de plus de sécurité permet de s'affranchir de ces enceintes, ou du moins, de réduire la distance entre le robot et l'enceinte de sécurité. Par conséquent, cela permet :
  - De limiter les coûts d'une cellule robotisée
  - D'éviter les arrêts de production si un humain a besoin de s'approcher du robot
  - Un gain de place





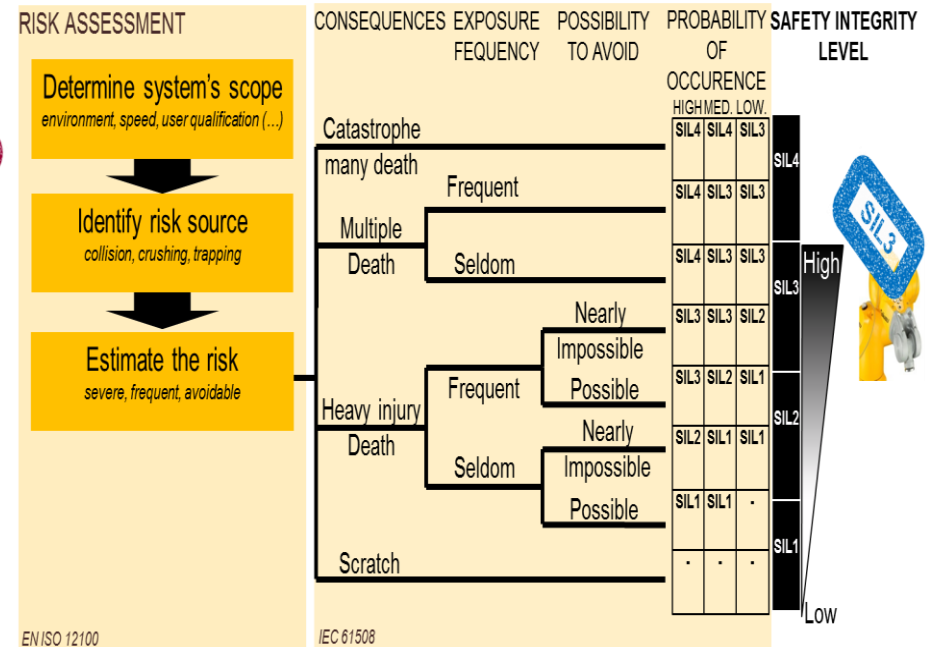
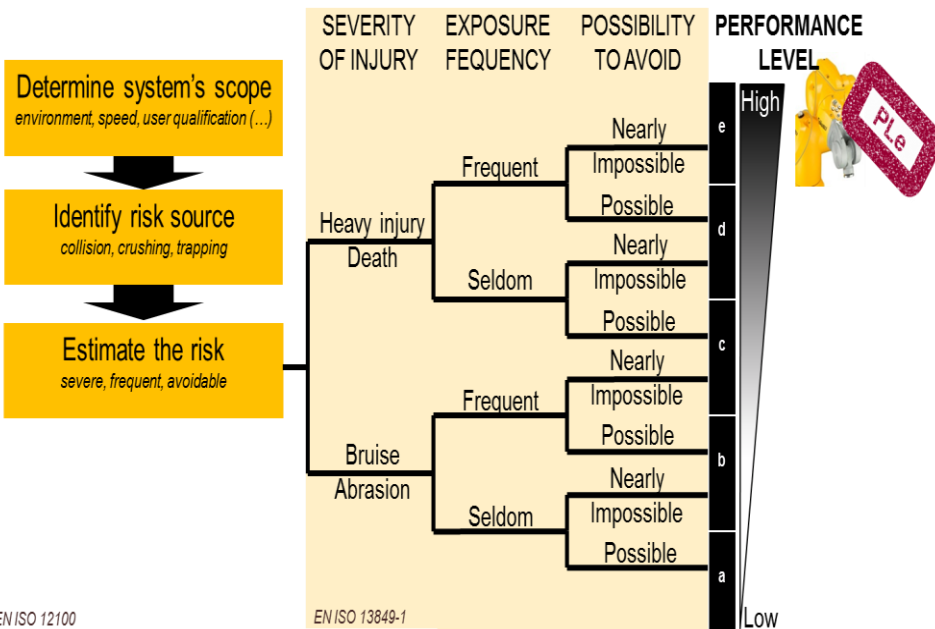
## 5- Sécurité et robotique

- a. Nouvelle génération de robots
- b. Les normes
- c. Exemple de la fonction « safety » de Stäubli

# Les normes de sécurité

**PL (Performance Level)** est la méthode la plus commune pour définir un niveau de risque

**SIL (Safety Integrity Level)** est une solution alternative pour définir un niveau de sécurité





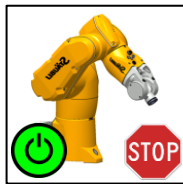
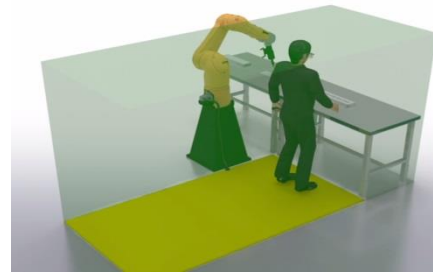
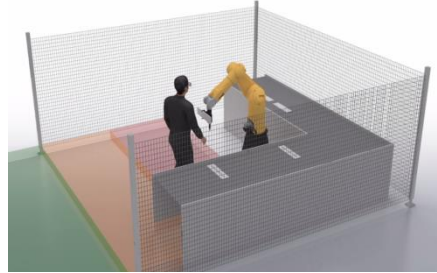


## 5- Sécurité et robotique

- a. Nouvelle génération de robots
- b. Les normes
- c. Exemple de la fonction  
« safety » de Stäubli

# La fonction « safety » de Stäubli

- Grâce à ses quatre nouvelles fonctions, la gamme de robots Stäubli TX2 atteint le plus haut niveau de sécurité (norme EN ISO 12100, EN ISO 13849-1)
  - SIL 3 (Safety Integrity Level)
  - PL e (Performance Level)



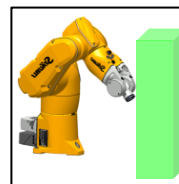
La fonction **Safe STOP** permet de mettre le bras en arrêt « safe », sans couper la

puissance du bras.  
Protection du personnel et réduction maximum du temps d'arrêt ; pas de reprise de cycle nécessaire



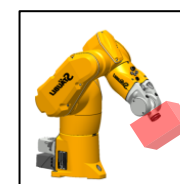
La fonction **SAFE SPEED** permet d'ajuster en toute sécurité et dynamiquement

la vitesse du bras via un capteur externe



La fonction **SAFE ZONE** permet de définir des limites articulaires et cartésiennes pour

créer des zones d'interdiction pour le bras.  
Protection du personnel, du matériel, en éliminant les risques de collision, et réduction des coûts par une réduction de l'espace nécessaire à l'installation.



La fonction **SAFE TOOL** permet de créer une zone de protection virtuelle autour du

préhenseur et de la pièce transportée, pour éviter que l'ensemble ne franchisse une zone interdite.  
Protection du personnel, du matériel et des pièces transportées.

# Annexes

- a. Lexique
- b. Exercice de compréhension
- c. Solutions



# Lexique

- **Bus de terrain** : un bus de terrain est un système de communication numérique dédié.
- **Capteur** : un capteur permet de percevoir un signal physique. Il s'agit pour un robot de détecter son environnement ou pour le contrôleur principal du robot d'obtenir des informations sur le fonctionnement interne.
- **Cobotique** : contraction de « robotique » et de « collaboration », la robotique collaborative entre dans l'industrie et dans nos foyers, les robots collaborent avec les humains pour les aider dans certaines tâches.
- **Mécatronique** : la mécatronique est la combinaison synergique et systémique de la mécanique, de l'électronique et de l'informatique temps réel.
- **Préhenseur** : un préhenseur est un dispositif mécanique terminal servant à la saisie et à la manipulation.
- **Process** : un process est l'ensemble des étapes ou transformations nécessaires à la fabrication d'un produit.
- **Processeur ou CPU** : composant qui exécute les programmes informatiques.
- **Robocaliser** : contraction de « robot » et de « localisation » qui tend à démontrer qu'intégrer des robots dans les entreprises permet de ne pas délocaliser la production.
- **Valeurs articulaires**: coordonnées d'un point exprimées dans un repère  $x, y, z$  par des valeurs  $x, y, z, r_x, r_y, r_z$ .
- **Valeurs cartésiennes** : transformation des coordonnées cartésiennes en valeurs d'axes: angles du robot (aucune contrainte géométrique).



**Exercice de compréhension**

# Exercice

- 1- Quelle est la différence entre un automate et un robot ?
- 2- De quelle origine vient le mot «robot» ?
- 3- Qu'est ce qu'un robot industriel ?
- 4- Quelles sont les trois principales qualités d'un robot en environnement industriel ?
- 5- Implanter un robot dans une entreprise signifie-t-il licencier du personnel ?
- 6- Que signifie TMS ?
- 7- Quels sont les éléments qui composent un robot ?
- 8- Qu'est ce qu'un contrôleur ?
- 9- Quelles sont les deux types de programmation existantes pour un robot ?
- 10- Citer trois avantages (facteurs) à la robotisation.
- 11- Quels sont les 4 acteurs impliqués dans la démarche robotique ?
- 12- Quelles sont les 5 caractéristiques à prendre en compte pour un projet robotique ?
- 13- En Europe, quel est le pays comptant le plus de robots industriels ?
- 14- Citer un métier chez un fabricant de robots, un métier chez un utilisateur final et un métier chez un intégrateur.
- 15- Qu'est ce qu'un domaine d'application générale ?
- 16- Qu'est ce qu'un domaine d'application spécifique ?
- 17- Donner un exemple d'application robotique spécifique.
- 18- Que va permettre la nouvelle génération de robots ?
- 19- Comment s'appellent les 2 normes de sécurité en robotique ?
- 20- Que signifie robocaliser ?

# Réponses

1- Un automate obéit à un programme préétabli alors qu'un robot capte et réagit aux informations de l'environnement dans lequel il évolue.

2- Du tchèque qui signifiait «travail forcé»,

3- Un contrôle automatique, reprogrammable, polyvalent manipulateur programmable dans trois ou plusieurs axes.

4- Fiabilité, dextérité, précision,

5- Non, au contraire, l'arrivée d'un robot implique l'embauche et/ou la formation de personnel pour la gestion et la maintenance de ce dernier.

6- Troubles musculo-squelettiques.

7- Le bras, le contrôleur, le teach pendant, la programmation, l'outil ou préhenseur.

8- C'est le cerveau du robot ; il permet de contrôler les mouvements du robot.

9- Programmation hors-ligne et programmation manuelle.

10- Facteurs humains, facteurs économiques et facteurs environnementaux.

11- Le client final, l'intégrateur, le constructeur de robots et le partenaire robotique.

12- L'environnement, le nombre d'axes nécessaires, charge/inertie, la cadence ainsi que le rayon d'action utile.

13- L'Allemagne.

14- Voir les exemples possibles slide 36.

15- Domaine dans lequel l'utilisation d'un robot industriel standard est suffisante.

16- Domaine dans lequel l'utilisation d'un robot spécifique, répondant à des normes est nécessaire.

17- Ex : peinture, sciences de la vie, agroalimentaire.

18- La nouvelle génération de robots permet de travailler côte à côte avec les humains.

19- PLE et SIL.

20- Contraction de « robot » et de « localisation » qui tend à démontrer qu'intégrer des robots dans les entreprises permet de ne pas délocaliser la production.