

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UEF 3.2**  
**3eme LMD Biomedicale**

**ELÉMENTS DES**  
**SYSTÈMES ROBOTISÉS**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Dr. O. ASSAS**

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Plan du cours



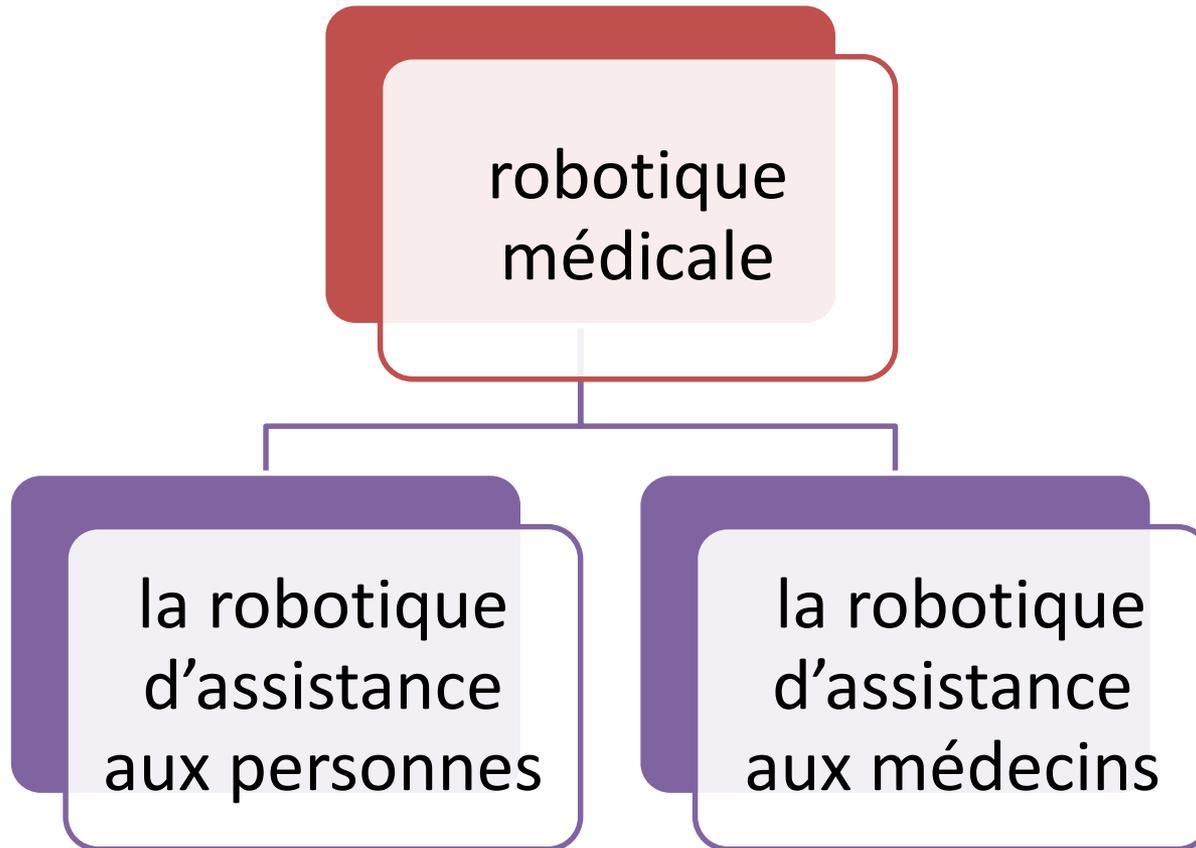
Introduction à la robotique médicale
Découverte de la chirurgie assistée par les robots et aux interventions assistées par ordinateurs
Robotique au service du patient.

Introduction à la robotique médicale

Découverte de la chirurgie assistée par les robots et aux interventions assistées par ordinateurs

Robotique au service du patient.

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine



# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

la robotique est utilisée pour améliorer le confort et l'assistance directe de certains gestes et les personnes souffrant d'un traitement orthopédique



bonnes: vise à soit via une réalisation de personnes handicapées dans le cadre de rééducation

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

La robotique d'assistance aux médecins : vise, quant à elle, à assister le médecin pour la



(a) Manipulateur maître du robot Zeus



(b) Manipulateur esclave du robot Zeus

d'imagerie médicale, etc.

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Comparaison Homme/Machine

### La Machine

- ++ Précision géométrique
- ++ Précision dans le contrôle des efforts
- ++ Capacité à travailler en environnement hostile
- ++ Répétabilité
- ++ Pas de fatigue Inconvénients
- Peu de capacités à décider, apprendre et s'adapter
- Modèles incomplets
- Fiabilité limitée

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Comparaison Homme/Machine

### L'homme

- ++ Capteurs naturels performants
- ++ Dextérité
- ++ Coordination
- ++ Capacité de raisonnement et de pensée
- ++ Adaptation des compétences
- Sujet à la fatigue
- Tremblements
- Imprécision
- Incapacité de voir au travers des tissus
- Sensible aux radiations

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Intérêt de la collaboration Homme-Machine

- ❖ Meilleure précision
- ❖ Sécurité accrue
- ❖ Traumatismes diminués
- ❖ Diminution du nombre d'interventions
- ❖ Temps d'hospitalisation réduit

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Particularités de l'application de la robotique au médicale

C'est un système complet :

structure mécanique,

Interface Homme-Machine (IHM),

des composants électroniques,

un contrôleur logiciel.

qui doit être **sécurisé a toutes les niveaux.**

Problematiques:

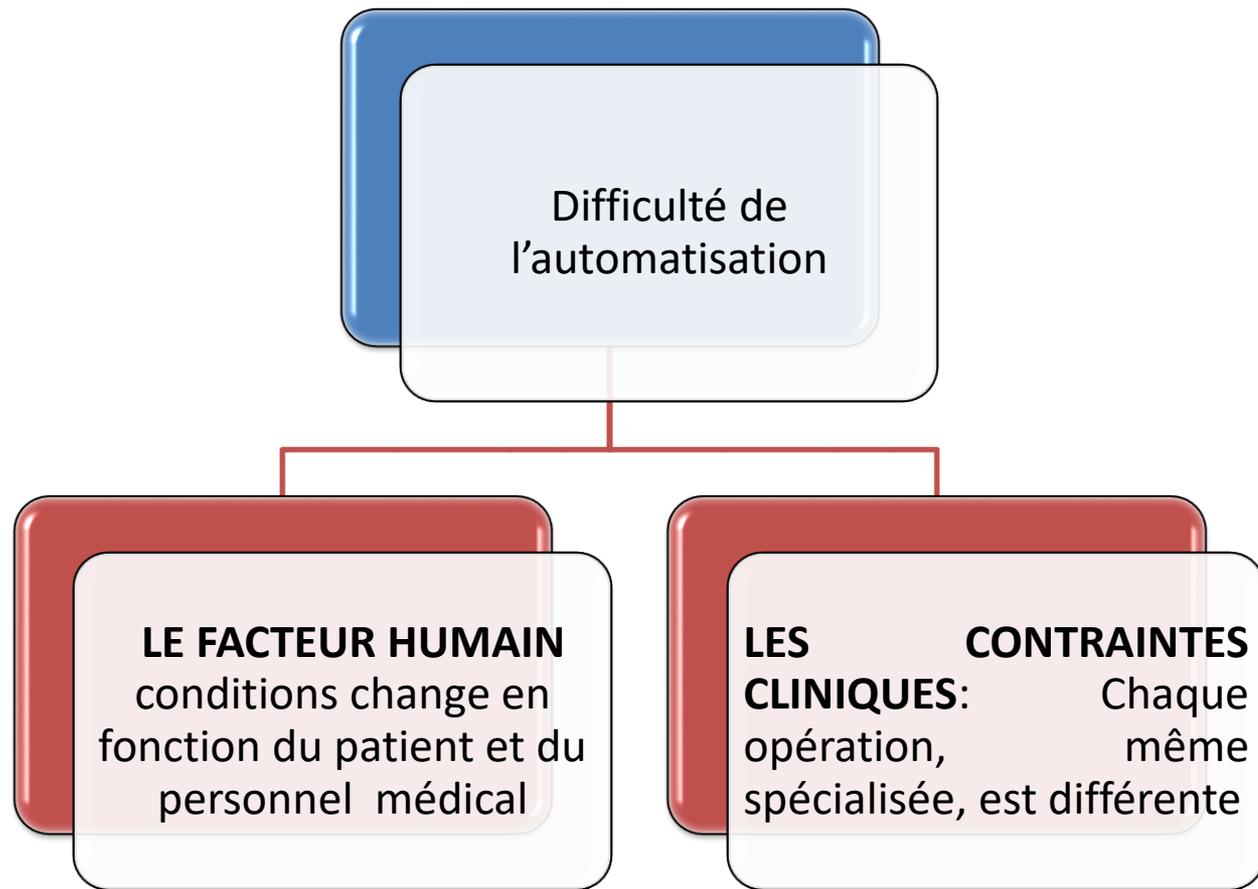
Interaction intime avec un environnement humain  
(comportement imprevisible patient/chirurgien)

Collisions,

Espace de travail limité.

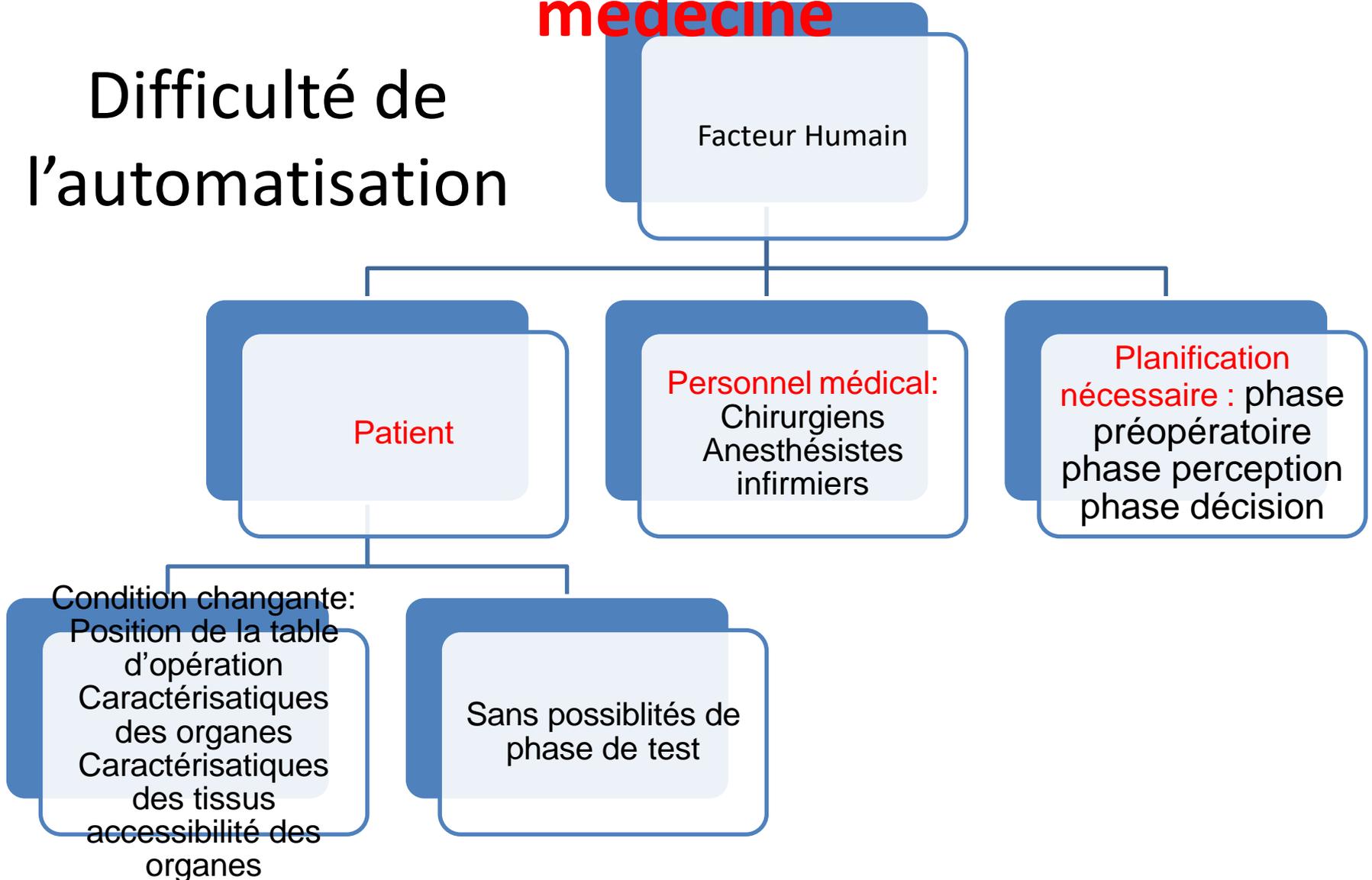
# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Différence entre robot industriel et robotique médicale 1/4



# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

Difficulté de l'automatisation



# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Les contraintes cliniques

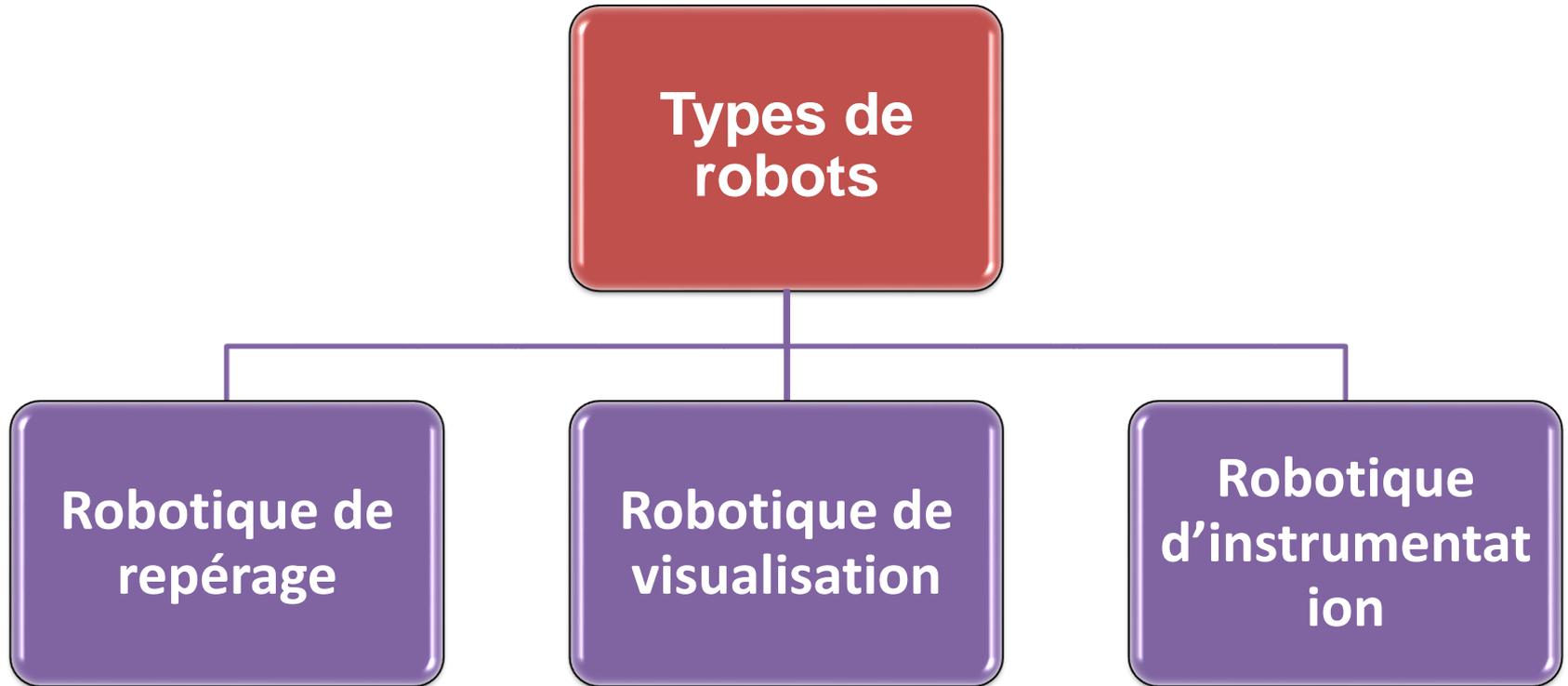
- Utilisation pour des actes médicaux spécifiques (neurochirurgie, arthroplastie,...)
- Champ stérile (autoclave, drap stérile)
- Espace de travail encombré par des appareils médicaux (radiologie, anesthésie, chirurgie, etc ...)
  - Contrainte de positionnement (peut-être différent entre deux opérations de même nature)
    - Prendre en compte les obstacles
    - Repositionner du robot (transportable, enlevé en cas de complication)

# Chapitre 2: Utilisation des robots en médecine

## Exemple de robots

- [Drake 91], PUMA 200, résection des tumeurs du cerveau
- [Kazanzides 92], IBM SCARA 7576 modifié, arthroplastie sur la hanche
- [Kienzle 95], PUMA 560, Placement des prothèses de genou
- [Knappe 02], PA10 de Mitsubishi Heavy Industry, études de faisabilité en chirurgie orthopédique
- [Michelin 02], PA10 de Mitsubishi Heavy Industry, chirurgie endoscopique
- .....ajouter des robots recents avec photos

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : types de robots



# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : types de robots

**Robotique de repérage** : La robotique de repérage essentiellement utilisée par les orthopédistes « pour la mise en place de broches guides dans la chirurgie de la hanche à partir d'images radiologiques » et les neurochi-rurgiens pour « le repérage précis de structures anatomiques ou de tumeurs à partir d'images scanner ou IRM »

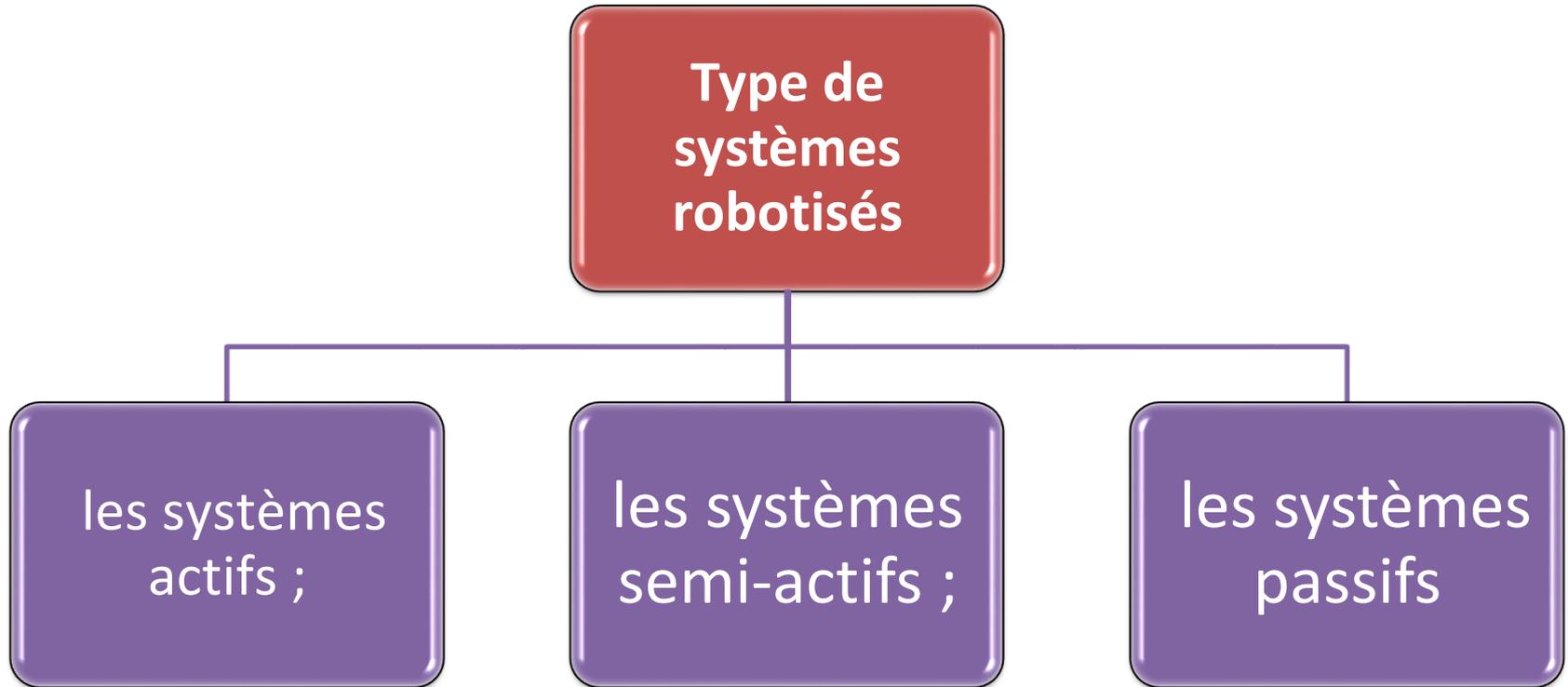
# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : types de robots

**Robotique de visualisation** : La robotique de visualisation développée par les chirurgiens digestifs pour les interventions lapa-roscopiques au cours desquelles le robot est passif et répond aux ordres du chirurgien (le robot n'est pas une machine programmée par un autre intervenant ou à distance).

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : types de robots

**Robotique d'instrumentation** : La robotique d'instrumentation qui concerne la télémanipulation (réalisation d'une intervention chirurgicale à distance) d'une part, les robots opérateurs (robots actifs, utilisés par les orthopédistes et qui savent conduire et effectuer seuls et sans aide un geste selon une planification établie d'après les données préopératoires) d'autre part.

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : Type de systèmes robotisés



# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Type de systèmes robotisés

### Systemes actifs

Le robot exécute la tâche planifiée de façon autonome. « Ces systèmes réalisent de manière automatique une partie de la stratégie opératoire. Le chirurgien intervient dans ce cas en tant qu'acteur de la planification préopératoire et superviseur » (4). Les robots actifs seraient utilisés surtout en chirurgie orthopédique (1). Ainsi par exemple, « après avoir effectué une reconstruction 3D de la zone à traiter à partir d'une imagerie préopératoire par scanner, ces robots sont capables de réaliser seuls et de manière automatique une coupe osseuse sur un patient selon un schéma préopératoire déterminé par le chirurgien » (1).

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Type de systèmes robotisés

### Systèmes semi-actifs

« Ces systèmes matérialisent la stratégie planifiée dans le champ opératoire au moyen de guides mécaniques, mais le geste reste exécuté par le chirurgien », selon l'ANAES (4). Les robots semi-actifs sont utilisés notamment en neurochirurgie et en orthopédie.

En neurochirurgie par exemple, « le chirurgien programme le robot à partir d'images préopératoires pour aider et assurer le guidage des instruments » (1). D'autres robots permettent « d'assister le chirurgien pour réaliser notamment des biopsies » ou « certaines interventions crâniennes sur les nourrissons » (1).

En chirurgie orthopédique, il existe un modèle de robot qui « limite les mouvements du chirurgien grâce à un capteur d'effort à son extrémité, permettant d'éviter les zones à risques en fonction de pressions déterminées » (1).

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Type de systèmes robotisés

### Systemes passifs

Selon l'ANAES, « ces systèmes fournissent au chirurgien des données qui lui permettent de comparer la tâche courante à la tâche planifiée (à réaliser). Le chirurgien reste complètement en charge de l'exécution de cette tâche et de la correction d'une éventuelle différence entre stratégie réelle et stratégie planifiée ». Les robots passifs comprennent les robots porte-endoscope et les robots télémanipulateurs d'aide à la coelioscopie .

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale : Cholécystectomie sous coeli

Voir video  
Cholécystecto  
mie sous  
coelioscopie

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO)

## Définition:

Ensemble des systèmes aidant le praticien dans la réalisation de ses gestes diagnostiques et thérapeutiques

## Objectifs:

- Rendre plus précis et plus efficaces les gestes du chirurgien
- Rester le moins invasif possible

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO): Bloc opératoire

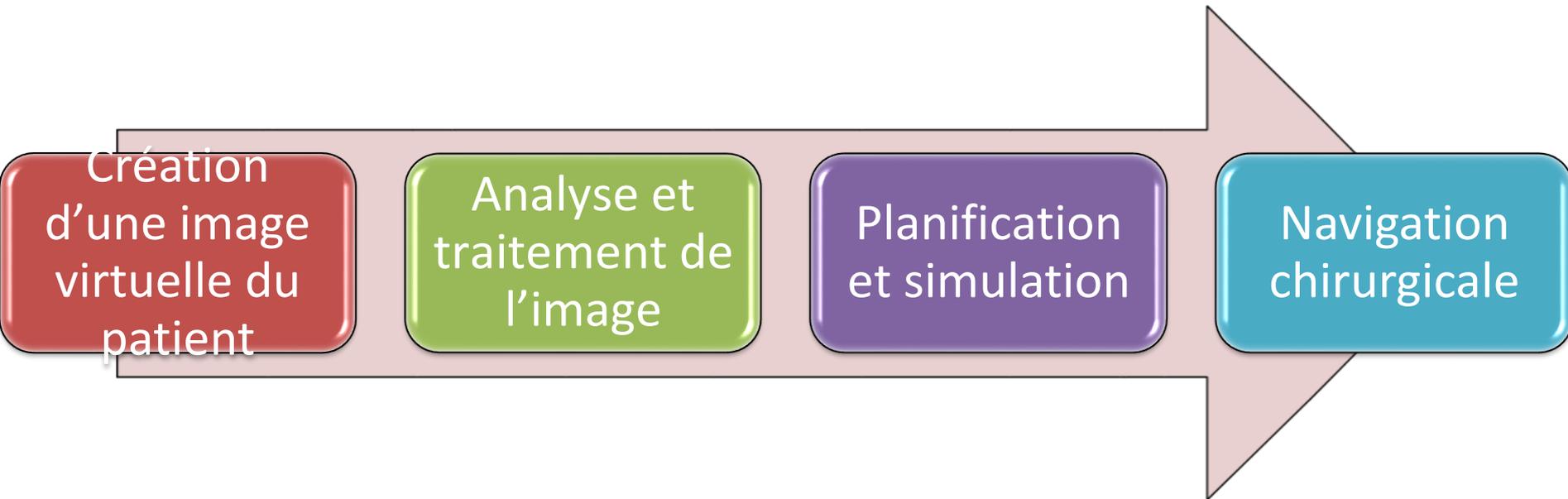


# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO): Bloc opératoire



Sans assistance

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Principes généraux



# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Principes généraux

Création  
d'une image  
virtuelle du  
patient

Scanner: Reconstruction des images 2D ou 3D des structures anatomiques

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Rayons X

Ultrasons : Obtention d'une coupe de l'organe étudiée

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Principes généraux

Analyse et traitement de l'image

Manipulation du modèle des patients 3D pour extraire l'information appropriée à partir des données

Utilisation de niveaux différents de contraste des tissus (squelette, système artériel, exploration des vaisseaux...)

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Principes généraux

Planification  
et simulation

Meilleure évaluation du cas et établissement d'un diagnostic plus précis

Projection et simulation de la chirurgie

Programmation des actions préplanifiées pendant l'intervention chirurgicale réelle

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Principes généraux

## Navigation chirurgicale

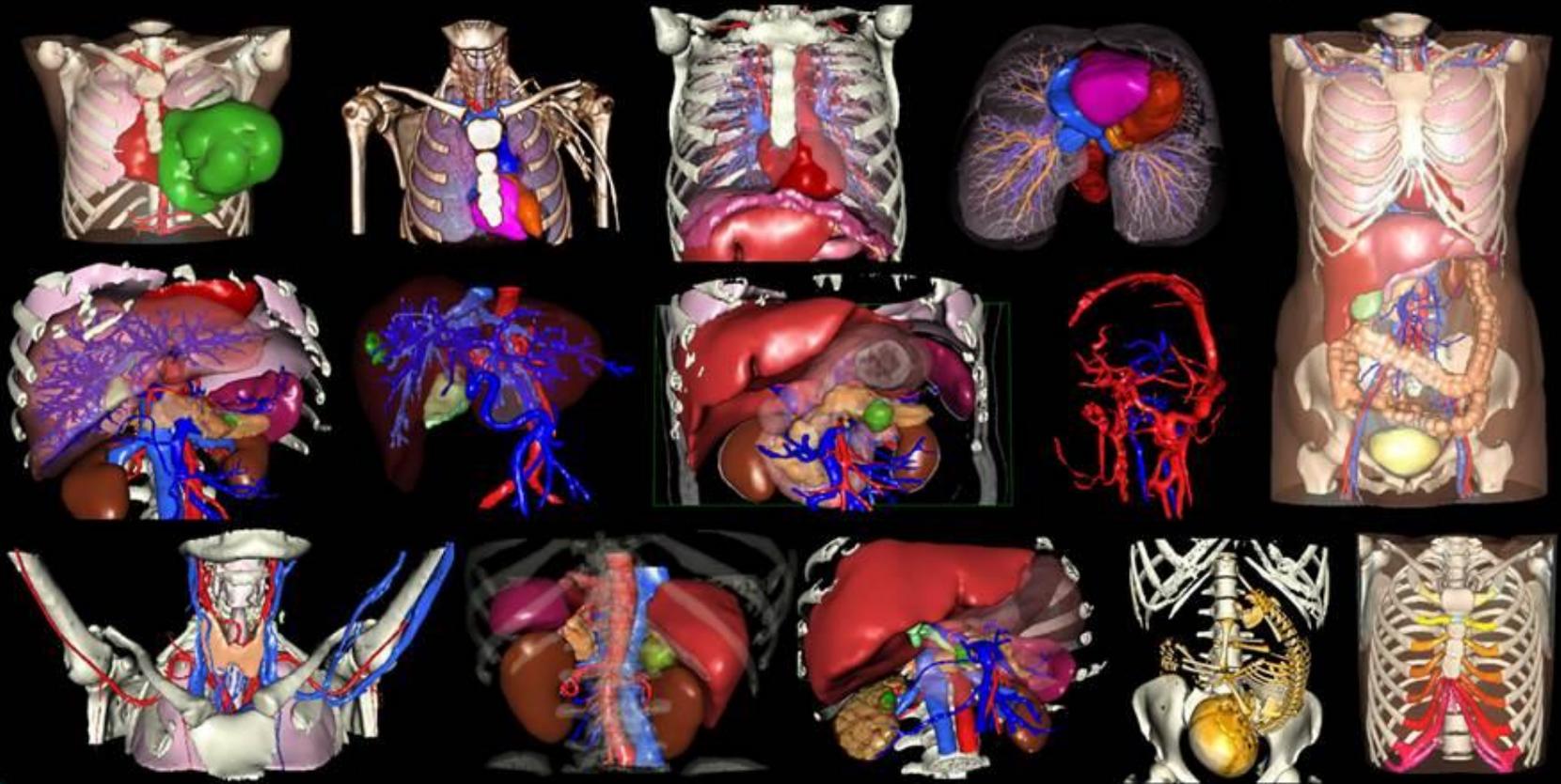
Robots autonomes: exécution seulement par le robot qui effectuera les actions préprogrammées

Robots semi actifs (chirurgie à distance): exige du chirurgien de manoeuvrer les bras robotiques pendant le procédé

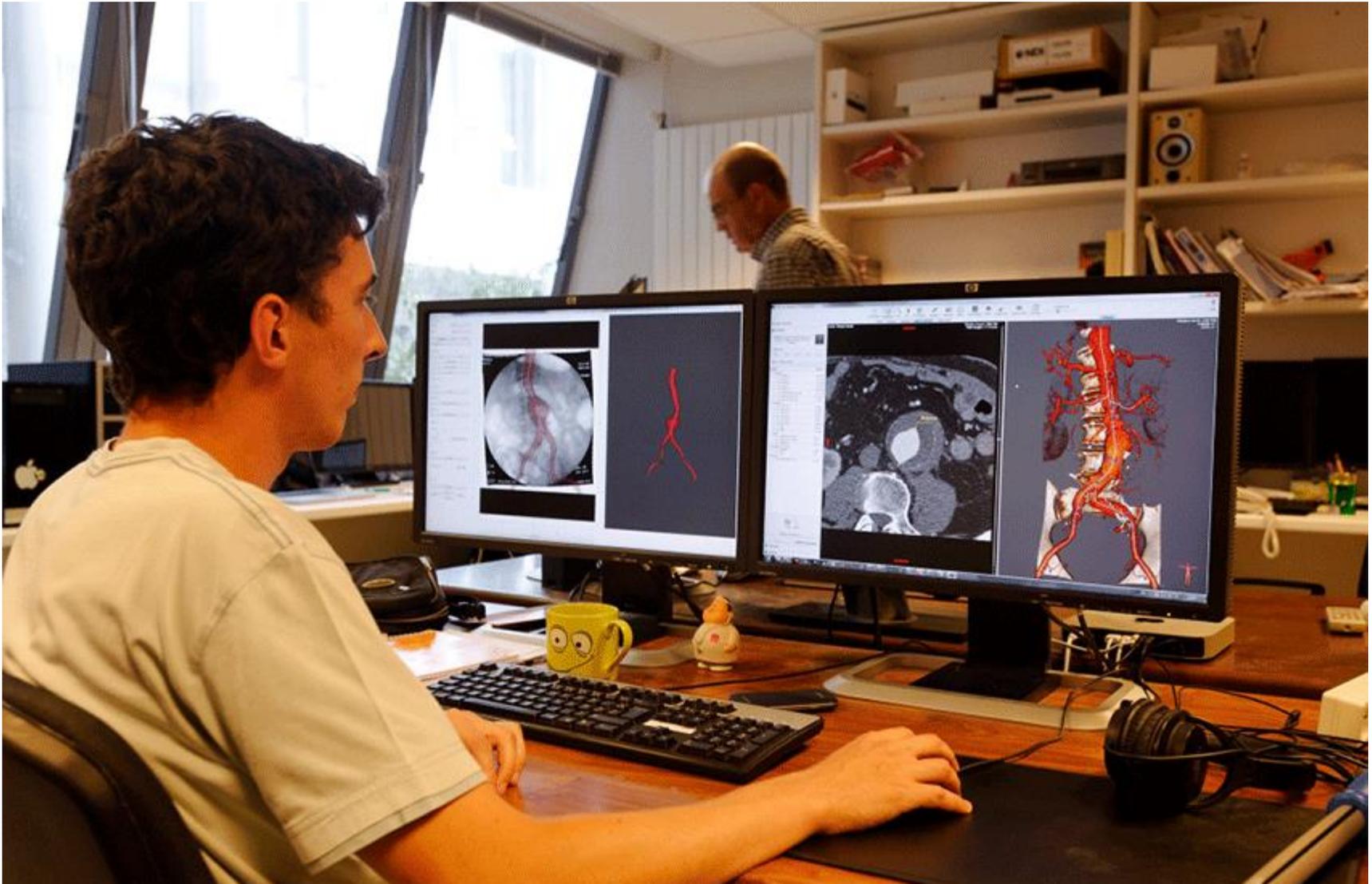
Système de navigation passive: contrainte des mouvements du chirurgien par le robot pour éviter les problèmes rencontrés en phase pré opératoire

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Modélisation des organes d'un patient en 3D

Visible Patient extracts the 3D models of patient

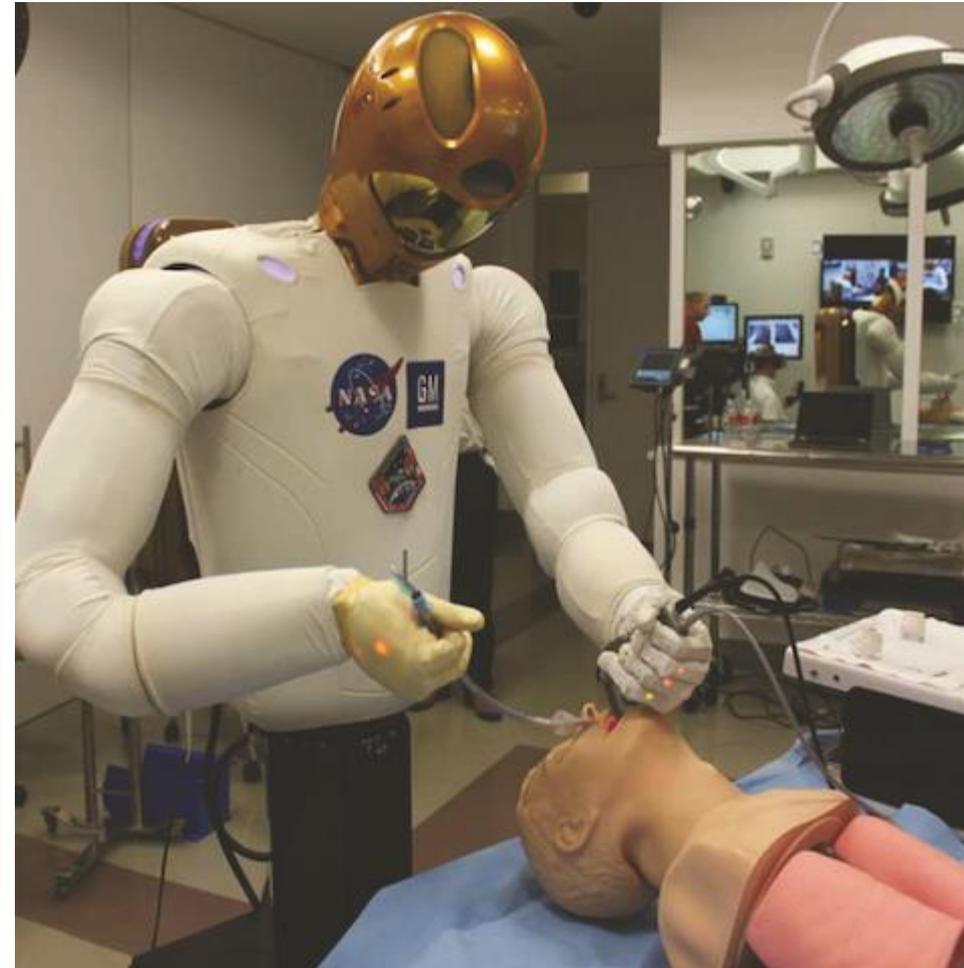


# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Logiciel de simulation



# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : APPRENTISSAGE

**NASA training robot to perform medical procedures in space**

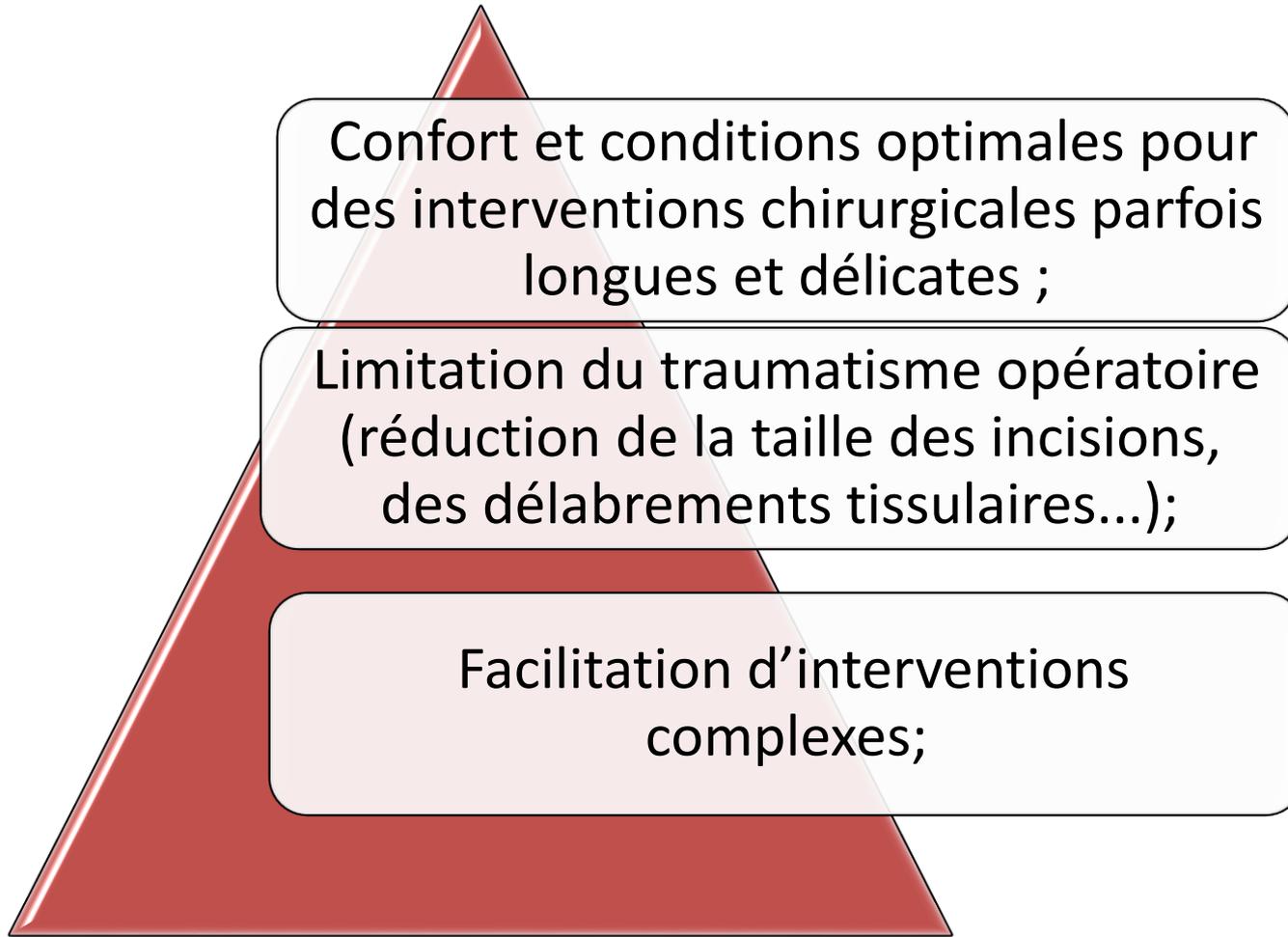


# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Avantages

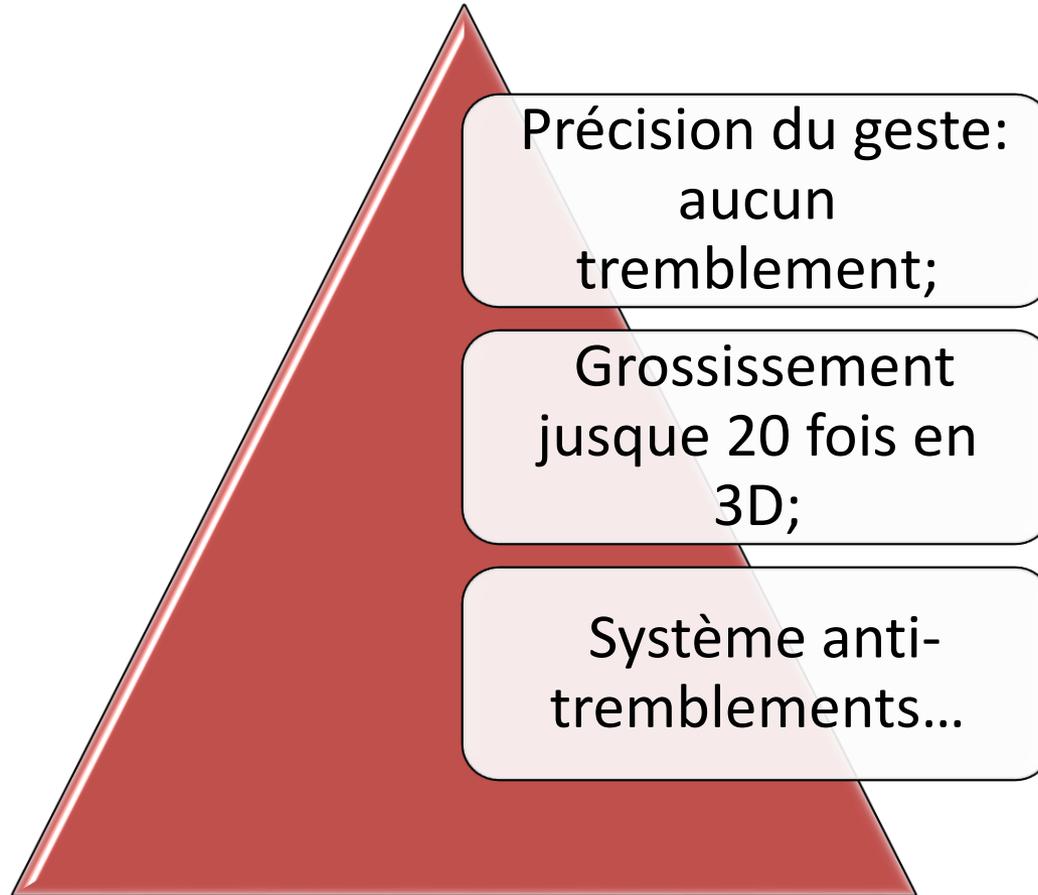
Réduction des complications opératoires et postopératoires: Réduction des infections et des douleurs ;-Diminution des besoins en transfusions sanguines ;- Réduction de la durée d'hospitalisation ;

Renforcement de la qualité des soins;

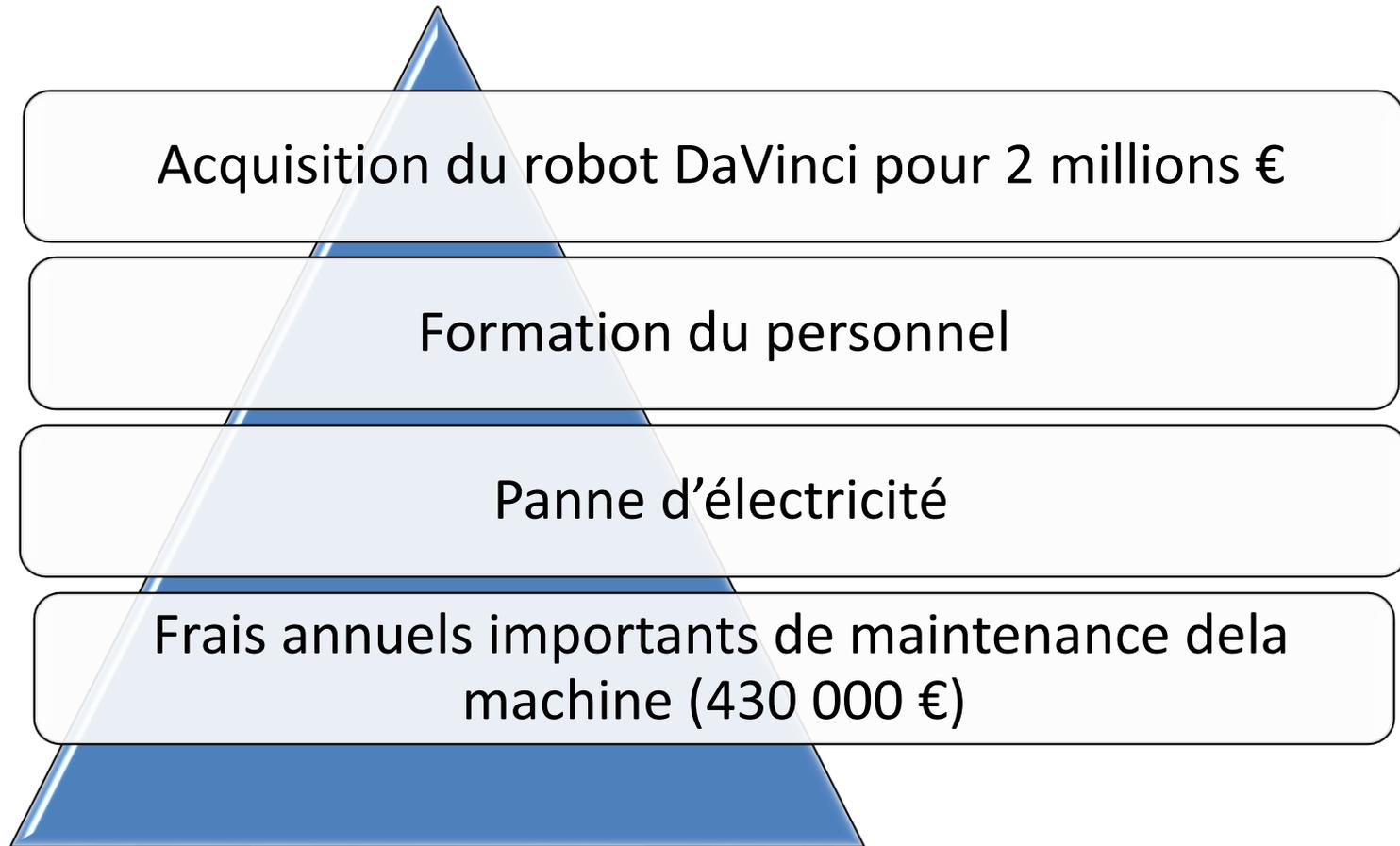
# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Avantages



# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Avantages



# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Inconvénients



# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Concepts

Concepts de Chirurgie Assistée par Ordinateur	Niveau de participation au geste chirurgical		
Robots chirurgicaux autonomes	Autonome	7	
Téléopération	Assistance au geste	6	
Chirurgie Guidée		5	
Chirurgie Assistée par l'Image / Navigation / Réalité Augmentée		4	
Aide à la fabrication de prothèses (planification)	Pas de participation	3	
Simulation (planification)		2	
Téléassistance chirurgicale		1	
Imagerie médicale (diagnostic et planification)		0	

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Historique

- En 1985 un robot, le PUMA 560, a été utilisé Pour placer une aiguille pour une biopsie de cerveau en utilisant un scanner. PUMA 560
- En 1988, le PROBOT, développé à Université impériale Londres, a été employé pour exécuter la chirurgie de la prostate.
- En 1992, le ROBODOC des systèmes chirurgicaux intégrés a été présenté pour réaliser une prothèse de hanche.

# Chapitre 1: Chirurgie assistée par ordinateurs(CAO) : Historique

- En 1997, une reconnexion de l'opération de trompes utérines a été effectuée avec succès à Cleveland en utilisant ZEUS.
- En mai 1998, le robot chirurgical Da Vinci a exécuté le premier pontage coronarien en Allemagne.
- En octobre 1999, la première opération robotique chirurgicale du monde à coeur ouvert: la greffe d'artère coronaire a été effectuée au Canada à l'aide du robot chirurgical de ZEUS.
- La première chirurgie robotique non-pilotée a eu lieu en mai 2006 en Italie pour une intervention cardiaque.

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Présentation du robot chirurgical

Un robot chirurgical peut être défini comme un dispositif électrique doté de capteurs de sensations qui peut être programmé ou contrôlé à distance par un chirurgien, en sorte de positionner et manipuler des instruments pour accomplir des tâches chirurgicales .

# Chapitre 1: Introduction à la robotique médicale

## Avantages

renforcer la sécurité, l'efficacité et la précision du geste chirurgical, faciliter l'exécution du geste à travers une approche mini-invasive ». Les bénéfices de la chirurgie robotique sont d'effectuer sans effort des mouvements précis et répétitifs afin de bouger, placer et tenir des instruments et la réactivité immédiate aux commandes.

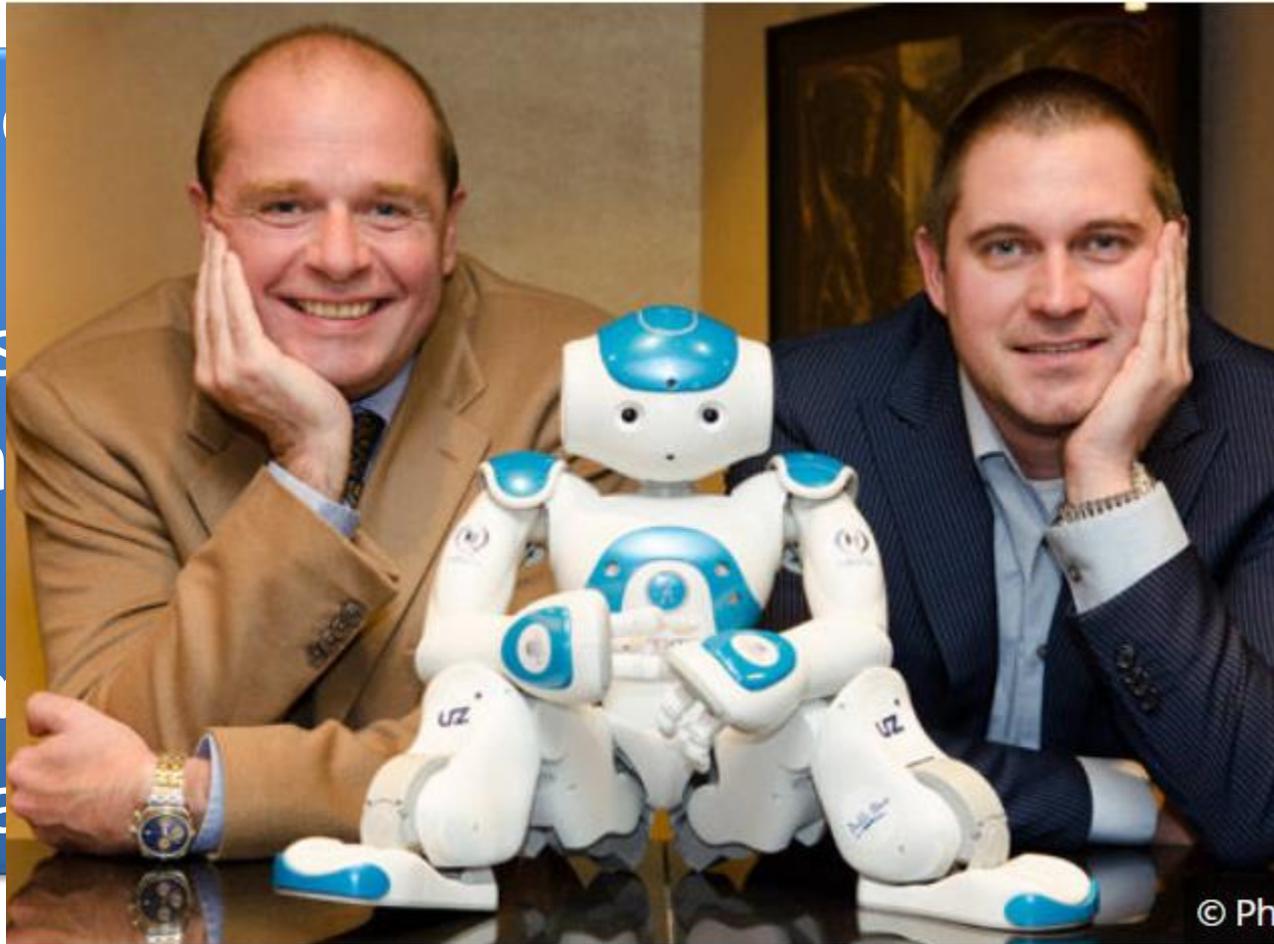
Les robots sont conçus pour assister plutôt que pour remplacer le chirurgien, qui garde le contrôle en permanence .

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

la robotique supporte les taches logistiques et matérielles : préparation et livraison des repas, distribution nominative des médicaments, gestion des stocks en temps réel mais aussi administratives : envoi standardisé de courriers, accueil, orientation et enregistrement des patients par le biais de bornes aux questions pré-enregistrées, télé-consultation, chirurgie, rééducation assisté, ...etc.

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

Un r  
Il fai  
et es  
hum  
enfa  
pren  
trava



7 kg  
robot  
t des  
st le  
pour

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

## Le robot comme outil de téléprésence

depuis 2013, la présence du robot **RP-VITA** en hôpital. RP-VITA (Remote Presence Virtual + Independent Telemedicine Assistant), est un robot d'une taille de 1m65 équipé d'un iPad. Pouvant être utilisé comme une plateforme mobile de visioconférence, avec un écran qui projette l'image du médecin, et des micros et haut-parleurs pour pouvoir interagir avec lui. Il est utilisé dans plus de vingt hôpitaux californiens.

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

Voir video  
RP-VITA- New  
Robot from iRobot  
and InTouch  
Health

# Chapitre 1: Robotique au service du patient



# Chapitre 1: Robotique au service du patient

Le robot devient thérapeutique pour les malades

d'Al

Dév

d'ab

Etat

FDA

part

d'un

soci

en thérapie non médicamenteuse pour les

personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.



out

aux

tion

la

elle

bot

n et

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

## Robot qui délivre les médicaments aux patients ...

Des robots pharmaciens Le but, avec ces robots de sécuriser le circuit du médicament et soulage le travail des infirmières. Leur particularités est de découpe lui-même l'emballage du médicament au moyen d'une lame à ultrason, pour pouvoir les mettre dans des sachets qui vont être identifiés au nom du médicament. Ils seront stockés dans le système de stockage du robot. Dès qu'il aura une prescription du médecin, le robot va distribuer des médicaments au patient. Le robot tient compte tout de suite, dans les trois minutes, de la modification de traitement du médecin.

# Chapitre 1: Robotique au service du patient

L'objectif n'est pas de remplacer le personnel humain dans la rééducation, mais de trouver une solution adaptée à l'accomplissement de tâches répétitives, chronophages et pour lesquelles la compétence d'un médecin n'est pas nécessaire. Celui-ci peut en retour se focaliser sur les patients ayant besoin d'une aide psychologique ou de son expertise médicale.

**« Une source de motivation et une compagnie aux patients »**

# Chapitre 1: Robotique au service du patient



Toyota développe des robots qui assistent efficacement les patients dans la rééducation de leurs jambes

# **Chapitre 1:** Robotique au service du patient

Voir video

La robotique au service  
des personnes âgées

**Merci pour  
votre attention  
Questions ????**