

# Les progrès de la chirurgie orthopédique dans la prise en charge des pathologies ostéo-articulaires.

---

**Professeur Thierry THIRION**

Chirurgie de l'Appareil Locomoteur –  
Traumatologie

CHU de Liège

Le 12 décembre 2024

Le Forum des Savoirs – Conférence thématique



« La chirurgie orthopédique est en pleine évolution, les besoins augmentent et il faut être prêt à y faire face. »

## Table des matières

---

- Les arthroplasties :
  - Évolution des matériaux.
  - Nouveaux concepts.
  - Planification 2D, 3D et implants « sur mesure ».
  - Chirurgie robotique.
- Traumatologie.
- Ortho-gériatrie.
- Le patient « connecté ».
- Conclusion.



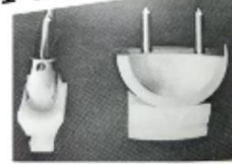


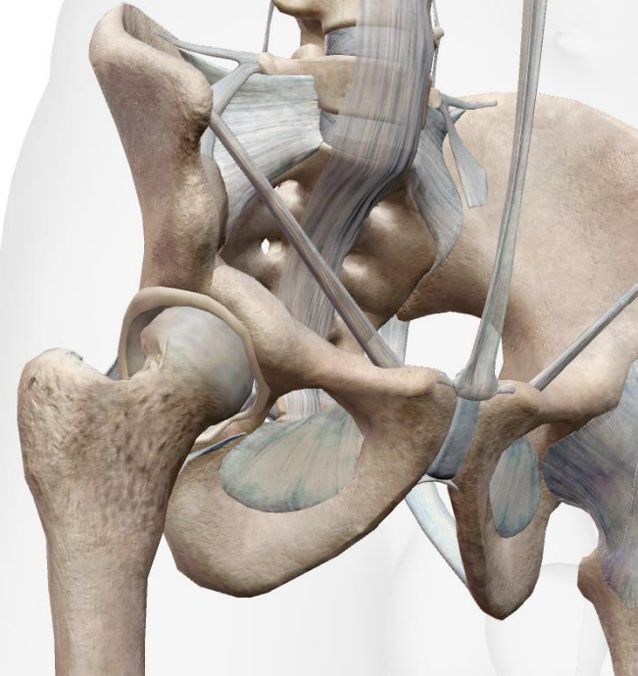
21 Juillet 1969

BRYAN PETERSON/Polycentric



1 size of TKA !!





## Contexte général : l'arthrose

Définitions proposées par : [Dictionnaires Le Robert](#) · [En savoir plus](#)

 **arthrose**

*nom féminin*

**MÉDECINE**

Affection chronique douloureuse des articulations due à la détérioration des cartilages.



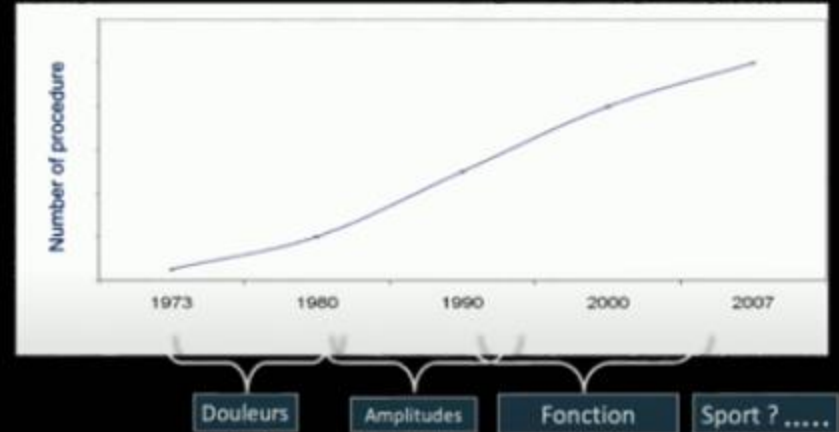
# Les arthroplasties

- Évolutions afin de lutter contre les risques d'usure :
  - Polyéthylène hautement réticulé, anti-oxydant.
  - Couple céramique/céramique pour les PTHs.
  - Respect de l'anatomie du patient.
  - Alignement pour les PTGs.
  - Expérience de l'opérateur.
  - Chirurgie robotique ???
- Pourquoi cette nécessité :
  - Patients de plus en plus jeunes.
  - Durée de vie augmente.
  - Attentes +++.



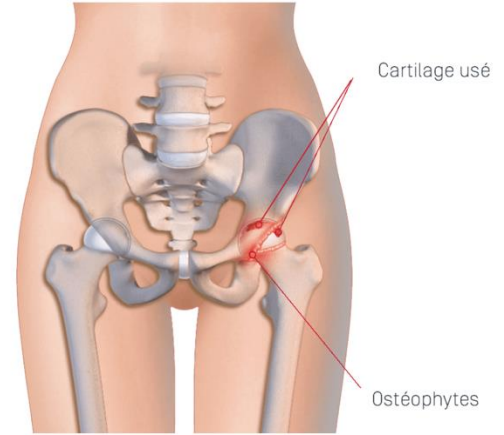
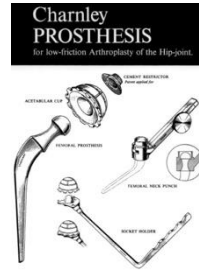
Total hip and knee arthroplasty projections 1996 to 2030. From Future Demand for Orthopedic Skills to Soar. AAOS Bull 1999; 47:14. (36)

Mancuzo C et al., JBJS AM 2001: Patients'Expectations of Knee Surgery



# Les arthroplasties

- Aujourd'hui :
  - Nombreuses prothèses aux caractéristiques variées.
  - Opération banale... mais modification de la demande et des attentes.
    - 30.000 PTHs par an en Belgique.
  - Réduction du traumatisme opératoire.
  - Diminution des durées de séjour hospitalier.
  - Rééducation dédramatisée et améliorée (RAAC).
    - Réduction des complications et durée d'hospitalisation.
  - Débat persistant (voie d'abord, implant rotulien, ...)



**CUPULE**  
Métal ou polyéthylène  
Sans ciment ou cimentée



**INSERT**  
Céramique ou polyéthylène



**TÊTE**  
Céramique ou métal

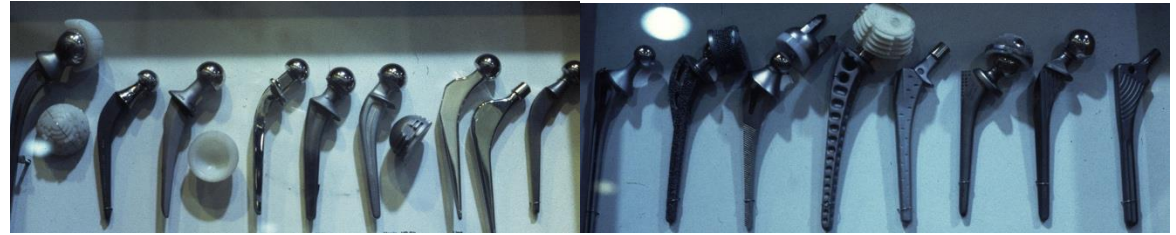


**TIGE FÉMORALE**  
Métal  
Sans ciment ou cimentée



# Les arthroplasties

- Les leçons du passé :
  - Expérience des plus anciens et honnêteté intellectuelle.
  - Littérature internationale.
  - Registres d'implants.
    - Depuis 2014 en Belgique.
  - « Les succès sont plus souvent publiés que les échecs ».



fr nl [Citoyens](#) - [Prestataires de soins](#) - [eHealth en pratique](#) Autres informations et services officiels: [www.belgium.be](http://www.belgium.be) **be**

ACCUEIL MY EHEALTH A PROPOS CALENDRIER LIENS FORUM SUPPORT CONTACT  Rechercher

Health

Vous n'êtes pas annoncé - [S'annoncer](#)

### Citoyens

Les services de la plate-forme eHealth s'adressent également aux citoyens. Certaines applications vous permettent d'interagir et de participer directement aux systèmes d'échanges de données relatives à votre santé. L'ensemble des informations réservées aux citoyens se trouve via cette section de notre site.

[Citoyens](#)

### Prestataires de soins, institutions et groupement de soins

A la recherche d'une application en ligne ? Besoin d'un manuel utilisateur ? L'ensemble des informations plus spécifiquement réservées aux prestataires de soins, groupements et institutions se trouvent via cette section de notre site.

[Prestataires de soins](#)

### eHealth en pratique

A la recherche d'informations ou de supports techniques ? Besoin d'un renseignement relatif aux standards, aux logiciels médicaux ou autres documents d'implémentation ? Cette section de notre site s'adresse plus particulièrement aux profils IT et de gestion d'applicatifs.

[eHealth en pratique](#)

# Les arthroplasties



- Évolution des matériaux :
  - Pourquoi ??? Les céramiques
    - Qualité des matériaux, conception des implants, ancrages, ...
    - Résultats décevants (fractures, descellements, ...).
    - Échecs indépendants de l'usure ...
      - Fragilité des composants, risque de métallose.

# Les arthroplasties

## Évolution des matériaux (céramique) :

– Augmenter la résistance à la rupture.

- Améliorer la qualité intrinsèque du matériel.
- Utilisation de matériaux composites.
- Optimiser la microstructure.
- Utilisation de stabilisants de la matière.

« Son utilisation requiert la maîtrise du positionnement de la cupule, de l'insertion sur/ou dans les cônes morse et de l'ajustement de la tension musculaire. »



## Matériaux

• **Céramique BioloX Delta (CeramTec)** - introduite en 2003 = matrice composite d'alumine (MCA).

– Alumine ( $Al_2O_3$ ) 82 % (matrice).

– Zircone ( $ZrO_2$ ) 17 % (renfort) réparti de manière homogène.

– Plaquettes d'oxyde de Strontium = barrière à la propagation de la fissure inter-granulaire.

– Elle possède une ténacité deux fois plus élevée que l'alumine pure.

• Résistance accrue à la propagation des fissures (taux de rupture de 0,25/1000).  
(DURETE et RESISTANCE)

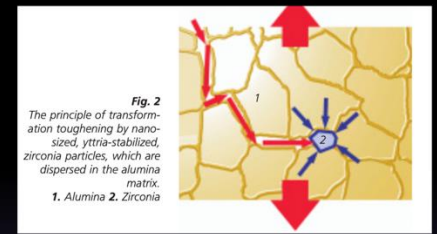


Fig. 2  
The principle of transformation toughening by nano-sized, yttria-stabilized, zirconia particles, which are dispersed in the alumina matrix.  
1. Alumina 2. Zirconia

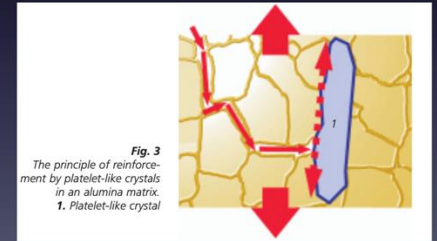


Fig. 3  
The principle of reinforcement by platelet-like crystals in an alumina matrix.  
1. Platelet-like crystal

Biostable – Biocompatible  
Extrême dureté  
Résistance à l'usure

« Usure, ostéolyse  
et survie à long terme. »

# Les arthroplasties

- Évolution des matériaux (polyéthylène hautement réticulé) :



vitamys

- Augmenter la résistance à l'usure.

- Qualité de la résine.
- Mode de fabrication.
- Exposition à l'oxydation (stérilisation)...
- Supprimer les éléments responsables de la cassure des chaînes de polymère.

PE  
conventionnel :

500 milliards de  
particules par  
an !

## Concept d'usure du polyéthylène

- Mécanisme d'usure.

- Usure par adhérence.

- Particules les plus petites et donc les plus dangereuses.

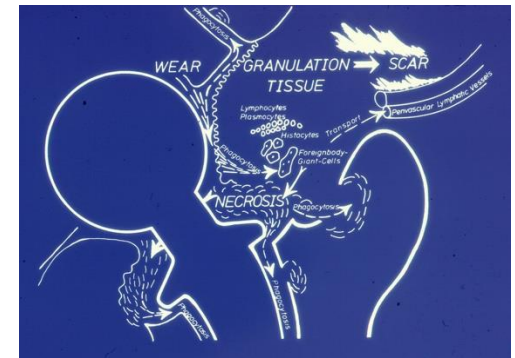
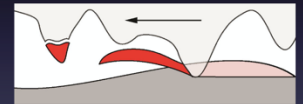
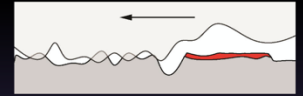
- Usure par abrasion.

- Forme la plus courante en orthopédie prothétique.

- L'usure à 3 composants est une forme d'usure par abrasion.

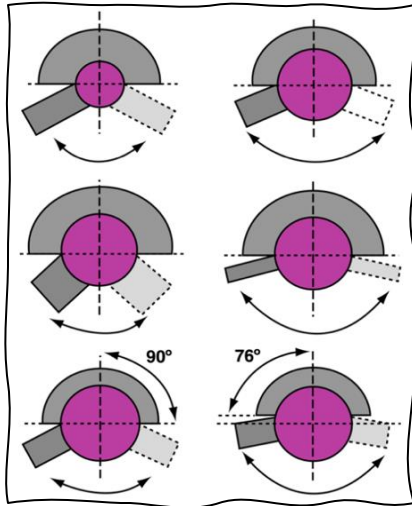
- Usure par fatigue.

- Résulte le plus souvent d'une déformation plastique, production de particules plus volumineuses.



# Les arthroplasties

- Nouveaux concepts pour faire face à l'instabilité :

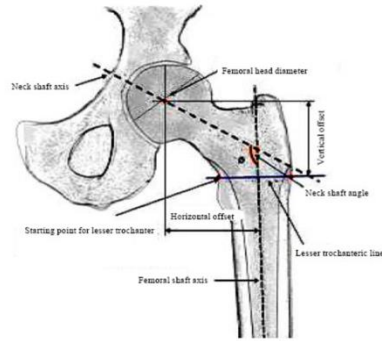
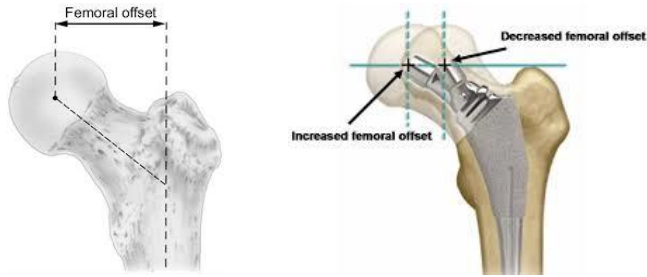


## Éviter l'instabilité à tout prix...

- La dislocation affecte l'ego du chirurgien.
- Le patient est plus exigeant.
- Aucune limitation...
- La grosse tête est donc un moyen simple de contourner ces problèmes...

Y-a-t-il d'autres moyens pour éviter l'instabilité et satisfaire le patient ?

- Réduire les exigences de nos patients ? 😂
- Modifier notre technique chirurgicale (voies antérieure vs postérieure).



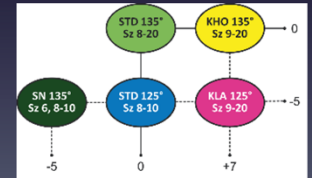
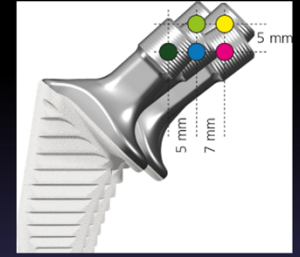
# Les arthroplasties

## BILAN DE L'INSTABILITE

### • Facteurs de risque :

#### – Facteurs en corrélation avec la chirurgie :

- Voie d'abord.
- Orientation des implants.
- Diamètre de la tête prothétique.
- Restauration de l'offset et de la longueur du membre inférieur.
- Effets came.
- Altération des tissus mous.



### • Nouveaux concepts :

– L'instabilité est avec l'infection la complication la plus susceptible de remettre en cause le résultat d'une PTH.

- Quelques chiffres : > 5500 cas par an en France, > 2000 luxations récidivantes, 33 % de récidence.

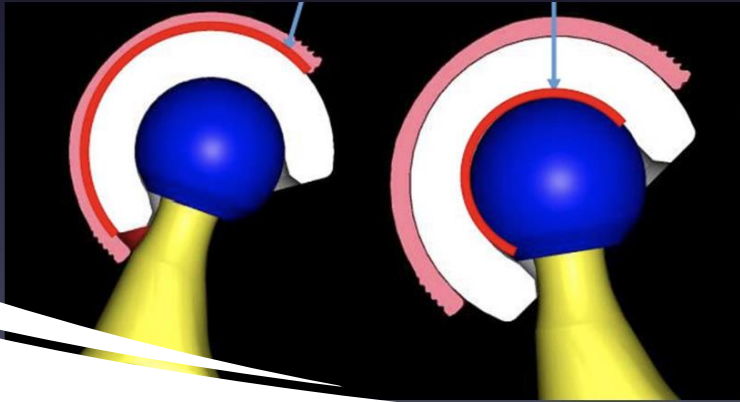
# Les arthroplasties

- Nouveaux concepts :
  - Têtes de grand diamètre.
    - Diminution du risque de luxation mais...
  - Resurfaçage.



– Double Mobilité (*Gilles Bousquet*).

- La tête prothétique est mobile dans PE rétentif.
- Le PE reste libre dans une cupule métallique fixée dans l'acétabulum.
- Le PE se mobilise au niveau de deux interfaces : PE/cupule et PE/tête prothétique.



# Les arthroplasties

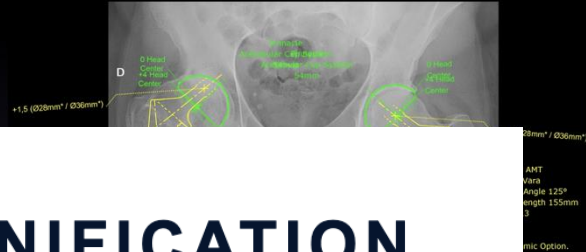
- Nouveaux concepts :
  - Double mobilité (Bousquet 1977).

# Les arthroplasties



## Planification 2D

- Bille radio opaque permettant la calibration, dans le même plan antéro-postérieur



# L'INTÉRÊT DE LA PLANIFICATION PRÉOPÉRATOIRE D'UNE PROTHÈSE TOTALE DE HANCHE

THIRION T (1), GEORIS P (1), GILLET PH (1)

réalisée bilatéralement

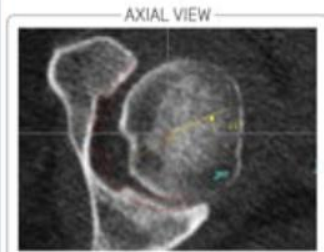
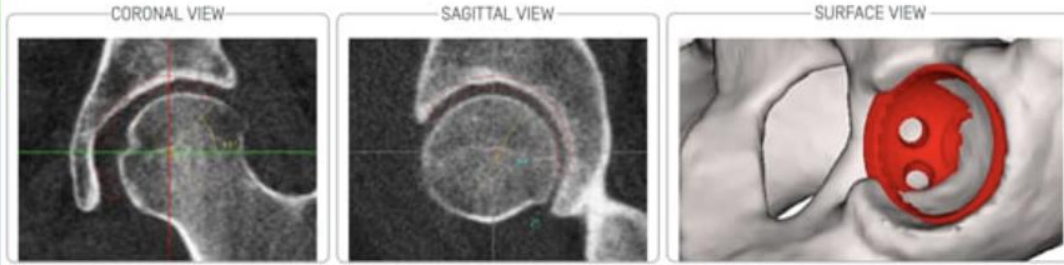
(pieds en légère RI et rotule au Zénith).

Rotation externe

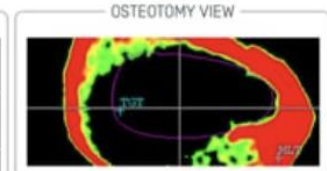
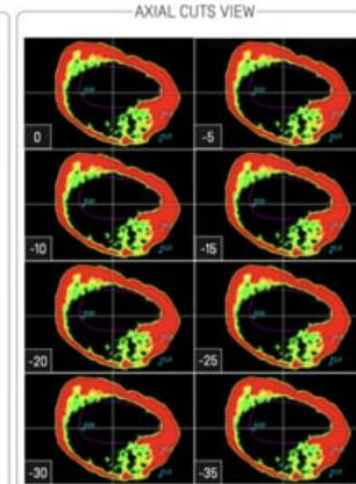
- Tête sphérique
- Grand trochanter superpose le col
- Petit trochanter trop visible

# Les arthroplasties

## Planification 3D



CUP PLANNING	
APRIL® Ceramic	
	54
INCLINATION	45°
VERSION	16°



STEM PLANNING	
SPS® Evolution	
	D
	LEFT
	CEMENTLESS
VERSION	16°

- Plus de précision :
  - Taille.
  - Orientation.
  - Contrôle du risque de débord.
  - Anticipation de la stabilité de la tige.

# Les arthroplasties

Implants “sur mesure”



- Implants adaptés à la morphologie de l'os.
- Nécessité d'une planification en 3D.
- Recours à l'utilisation d'un matériel adapté.



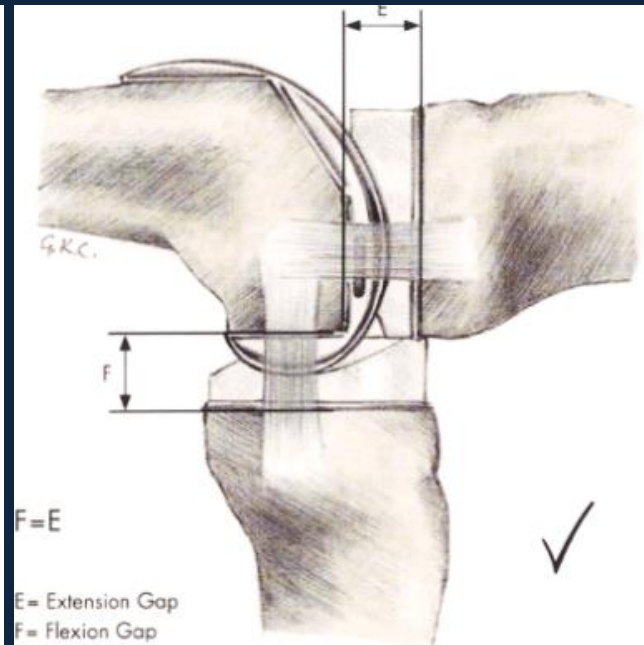
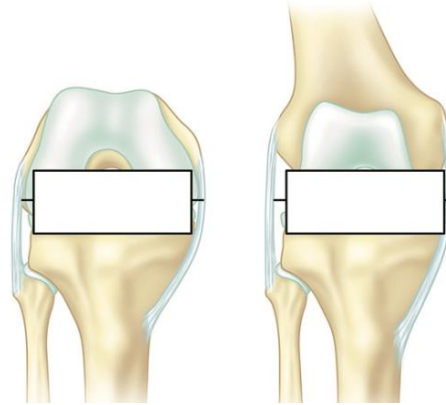
# Prothèse Totale de Genou (PTG)

- La PTG est une avancée majeure en chirurgie orthopédique.
- Traitement commun de la gonarthrose sévère et des pathologies d'origine inflammatoire.
  - Échec du traitement conservateur.
- Objectif d'une PTG : genou indolore, mobile et stable :
  - Modification des attentes des patients.
  - Opérés plus jeunes.



# Technique opératoire et défis

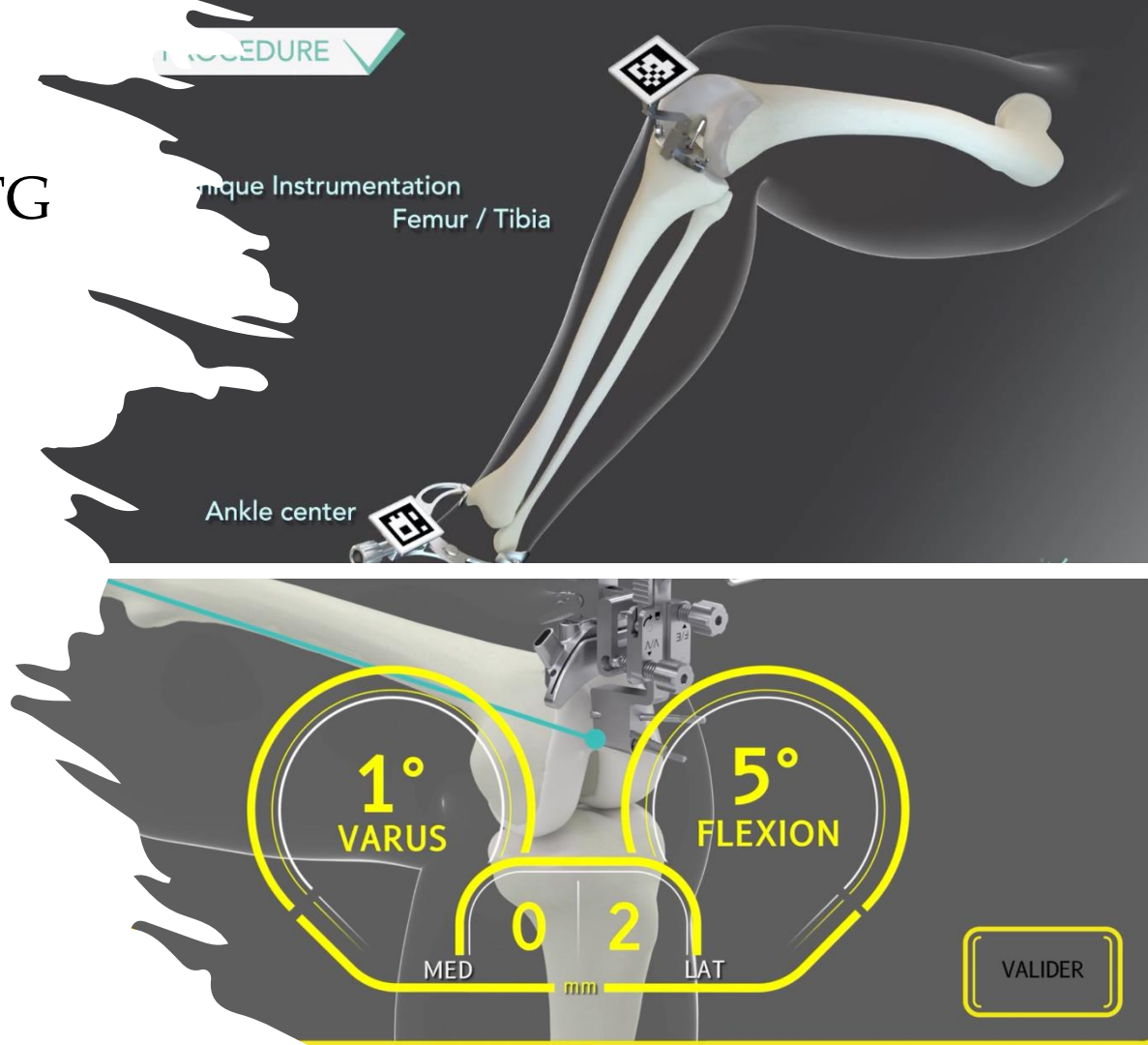
- 10 à 20 % des patients restent insatisfaits.
  - 60.000 cas en 2030 (France).
- Causes multiples :
  - Douleurs persistantes.
  - Mauvais positionnement des implants.
  - Échec fonctionnel.
- Défis :
  - Amélioration de la sélection des patients.
  - Rigueur de la planification.
  - Prothèses de dernière génération.
    - Biomécanique plus proche du genou natif.
  - Améliorer la durée de vie des implants.



# Solution de réalité augmentée pour la PTG

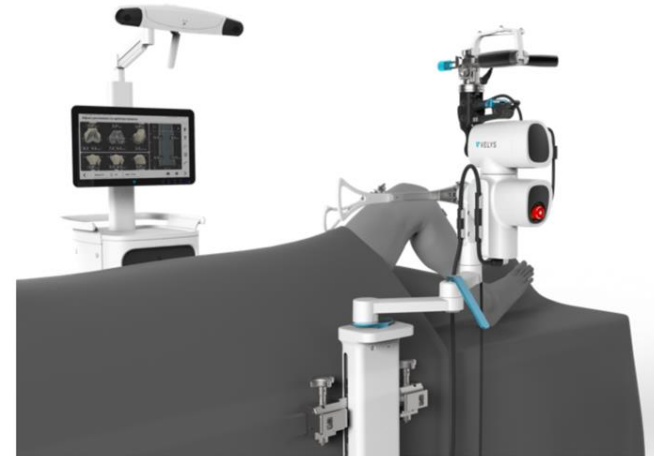


- Améliorer théoriquement la précision et l'efficacité des opérations chirurgicales.
- Le niveau accru de données peut fournir plus de précision et conduire à de meilleurs résultats pour les patients.



# Les arthroplasties :

Chirurgie robotique –  
spécificités propres...

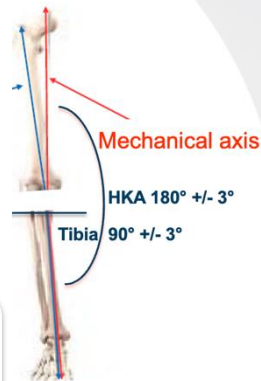


# Apport de la robotique dans les PTGs

- Optimisation de l'alignement et du positionnement des implants.

- Standardisation de la procédure et réduction du risque d'erreurs.

- Possibilité d'un équilibre prédictif des tissus mous.



- Aseptic loosening
- Implant malalignment
- Implant malposition
- Mechanical complications
- Mechanical failure
- Revision total knee arthroplasty

Review > [Expert Rev Med Devices](#). 2023 Jul-Dec;20(12):1105-1117.

doi: 10.1080/17434440.2023.2282744. Epub 2023 Nov 24.

## Mechanical complications after total knee arthroplasty

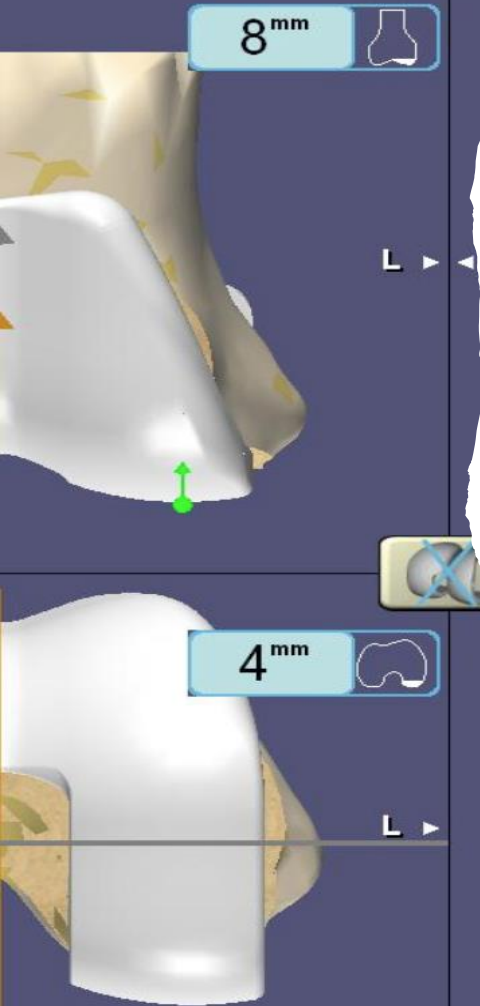
Patrick Connolly <sup>1</sup>, Stefan Coombs <sup>1</sup>, Ran Schwarzkopf <sup>1</sup>

# Évolution de la robotique en chirurgie du genou

- Premiers robots en orthopédie : années 1980 (ACROBOT).
- MAKO® (2000) :
  - Premier robot dédié à la chirurgie du genou.
  - Nécessité d'un scanner.
- Intégration de l'IA pour les dernières générations :
  - Planification dynamique.
  - Ajustement en temps réel des paramètres.

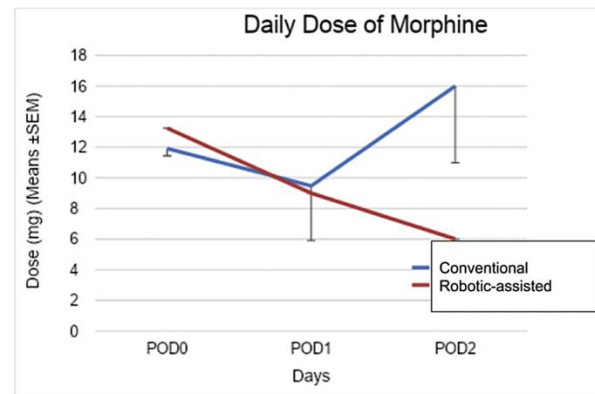
# Comment justifier cette évolution technologique ?

- Méthodes traditionnelles :
  - Taux d'insatisfaction.
  - Expérience du chirurgien.
    - Équilibre entre contraintes, stabilité et mobilité.
  - **Pas de retour en temps réel :**
    - Précision des coupes.
    - Alignement.
    - Moins de lésions des tissus mous.
  - Douleur fémoro-patellaire et instabilité rotulienne fréquentes.



# Avantages de la robotique

- Amélioration de la précision du positionnement des implants :
  - Résultats cliniques, diminution du temps d'hospitalisation.
  - Taux de survie des implants.
- Réduction des complications post-opératoires (douleur, saignements).
- Meilleure récupération fonctionnelle et réduction du temps d'hospitalisation.
- Pas de complication spécifique lors de l'utilisation d'un robot.



Review > *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021 Nov;29(11):3585-3598.

doi: 10.1007/s00167-020-06283-z. Epub 2020 Sep 25.

## MAKO CT-based robotic arm-assisted system is a reliable procedure for total knee arthroplasty: a systematic review

Cécile Batailler<sup>1 2</sup>, Andrea Fernandez<sup>3</sup>, John Swan<sup>3</sup>, Elvire Servien<sup>3 4</sup>, Fares S Haddad<sup>5 6</sup>, Fabio Catani<sup>7</sup>, Sébastien Lustig<sup>3 8</sup>

# Les différentes solutions robotiques en chirurgie orthopédique

Options, spécificités et capacités technologiques



# Types de robots en chirurgie



- Systèmes passifs : Navigation avec placement manuel.



- Systèmes semi-actifs : Interaction robot-chirurgien avec feedback en temps réel.

*Mako, Velys*



- Systèmes actifs : Réalisation autonome des coupes chirurgicales.

*Flexibilité limitée durant l'intervention*

# Robots MAKO<sup>®</sup> et VELYS<sup>®</sup>

- MAKO (Stryker) :
  - Planification 3D avec CT-scanner, assistance d'un technicien.
  - Volumineux.
- VELYS (DePuy-Synthes) :
  - Contrôle direct, bilan radiographique standard.
  - Données en temps réel, équilibrage ligamentaire dynamique.
  - Transportable.

stryker<sup>®</sup>

2004  
MAKO<sup>®</sup> RIO



 DePuy Synthes  
THE ORTHOPAEDICS COMPANY OF  Johnson & Johnson

# Systèmes robotiques intelligents

- Robots de 4<sup>ème</sup> génération :
  - Systèmes augmentés par l'IA.
  - Objectif : apporter aux systèmes semi-actifs une capacité d'adaptation en fonction des circonstances opératoires.
- Robots téléportés et hybrides : Réduction du caractère invasif et précision accrue.



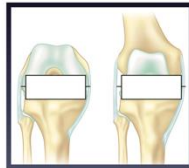
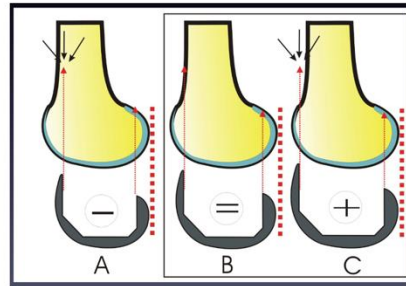
# La prothèse totale du genou répond-elle aux attentes des patients?

Pr DIDIER HANNOUCHE\*, Drs DIOGO VIEIRA CARDOSO\*, HERMES MIOZZARI\* et ANNE LÜBBKE\*

Rev Med Suisse 2017; 13: 2169-72

## Planification

Importance de la planification préopératoire pour minimiser les complications.



Exigences

- Ré-axer le membre inférieur.
- Conserver l'interligne en situation anatomique.
- Obtenir un genou stable tant en extension qu'en flexion.

Épaisseur et orientation des coupes

## Suivi postopératoire

- Taux de survie excellent – résultats fonctionnel.
- Récupération rapide grâce à des protocoles spécifiques après la chirurgie du genou.

# Dès lors...

- Les robots chirurgicaux sont un atout majeur dans la planification et l'exécution des interventions.
- Les avancées futures se concentrent sur l'intégration de l'IA et la réduction des complications.
- Protocoles de récupération rapide après chirurgie (RAAC).
- Peut-on espérer proposer « des genoux oubliés » ?



**EXERCICES  
CHIRURGIE DU GENOU  
UN GUIDE PRATIQUE  
DE LA RÉCUPÉRATION**

# Impact de la robotique sur la pratique et sur l'équipe chirurgicale

---

- Réorganisation du bloc opératoire.
  - Pour le chirurgien.
  - Pour le personnel infirmier.
  - Pour le patient.
- 
- **La robotique transforme la pratique chirurgicale en améliorant la précision et en réduisant les complications.**



# Bénéfices de la robotique pour le chirurgien

- Précision améliorée et réduction des erreurs humaines :
  - Confiance accrue et bénéfices pour la performance dans les chirurgies prolongées.
  - Alignements personnalisés : risque de cumul des erreurs.
- Simulation préopératoire pour une meilleure planification.
- Retour d'informations en temps réel durant l'opération :
  - Amélioration de l'efficacité opératoire.
- Big DATA et intégration de l'IA.



# Avantages pour le patient

---

- Diminution du temps de récupération et meilleure gestion de la douleur.
- Placement optimal des implants, moins de révisions chirurgicales.
- Satisfaction accrue grâce à une approche plus précise :
  - Amélioration des scores fonctionnels.



	TOTAL
<i>Nombre moyen d'interventions par an</i>	22.718
Age médian (ans)	68
Age moyen (ans)	67,74

## Réorganisation et collaboration

- Nécessité de réorganiser les rôles au sein de l'équipe :
  - Collaboration, communication et délégation, mais...
- Intégration des techniciens spécialisés en robotique.
- Collaboration plus étroite entre le chirurgien et le personnel soignant.

Les petites phrases de Churchill...

*Que la stratégie soit belle  
est un fait.*

*Mais n'oubliez pas de regarder  
le résultat !...*



# Implications éthiques et réglementaires de la robotique

La chirurgie robotique soulève des questions éthiques et réglementaires majeures.

Une approche éthique et conforme aux normes est essentielle pour garantir des soins de qualité.

# Considérations éthiques



## Principe de bienfaisance :

- Le robot améliore la précision et réduit la fatigue : profitable au patient.

## Principe de non malfaisance :

- La formation continue est cruciale pour ne pas nuire au patient.

## Principe d'autonomie :

- Le patient doit être bien informé et donner son consentement éclairé. Il doit disposer "de lui-même".

## Principe de Justice :

- Équitabilité pour tout un chacun selon les besoins socialement et médicalement reconnus.

# Principe de justice et d'équité



- Il peut être nécessaire de déterminer les patients qui bénéficieront le plus des avantages d'une chirurgie robot-assistée versus manuelle.



- Le coût doit être pris en compte pour une distribution équitable des ressources.

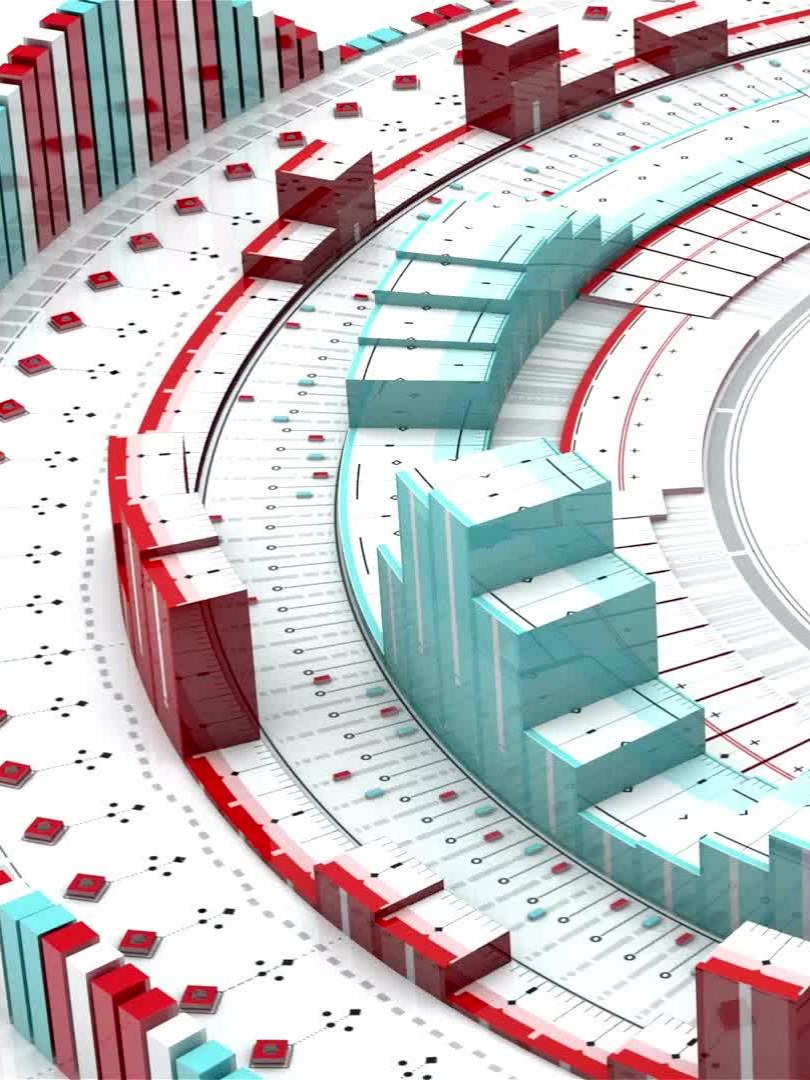


- Le conflit d'intérêts entre industriels, hôpitaux et équipes médicales peut affecter la qualité des soins.

# Perspectives de la robotique

---





---

## Perspectives d'avenir

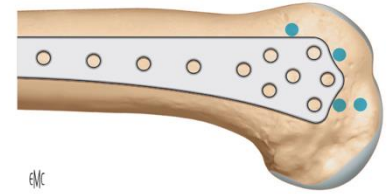
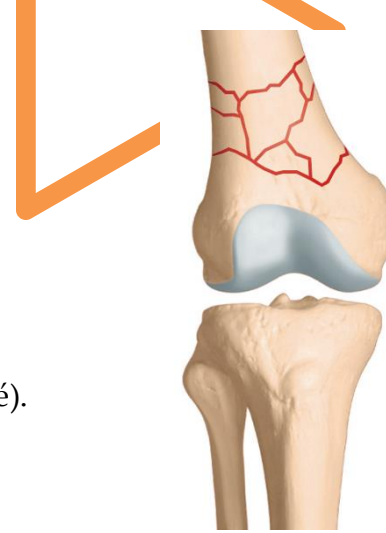
- Intégration de l'intelligence artificielle pour affiner les systèmes robotiques.
  - Possibilité de chirurgie prédictive.
- Ajustements automatiques pour une précision accrue.
- Expansions futures dans les différents domaines chirurgicaux.
- Notion de cobotique : développement de la personnalisation des actes par une amélioration de la relation entre le robot et le chirurgien.

# Coûts et accessibilité

- Investissement initial conséquent pour les systèmes robotiques.
- Limitation de l'accessibilité à certains hôpitaux ou patients :
  - Problème éthique.
- Importance du volume d'interventions pour équilibrer les coûts
  - Risque de pousser les indications opératoires

# Traumatologie

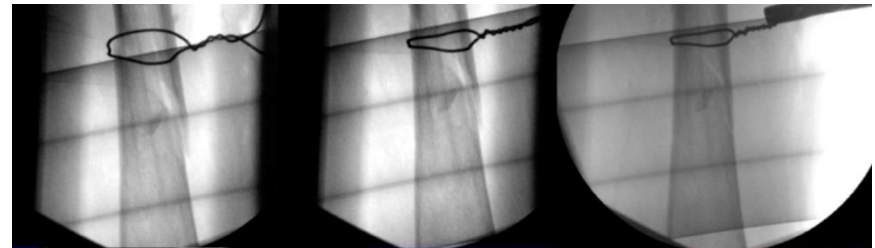
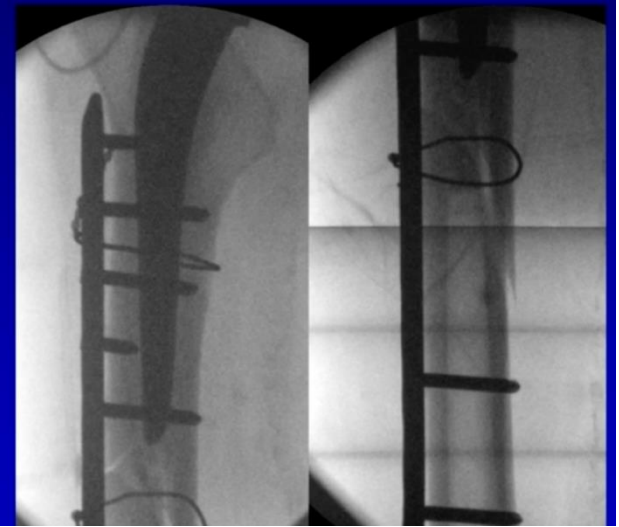
- Ostéosynthèse mini-invasive par plaque verrouillée : en pratique...
  - Objectif unique :
    - Obtention d'une stabilité primaire.
    - Fixation indépendante de la qualité osseuse (patient âgé).
  - Avantages de la plaque verrouillée :
    - Montage monobloc.
    - Stabilité axiale et angulaire.
    - Plaque anatomique.





# Traumatologie

- Ostéosynthèse mini-invasive par plaque verrouillée au membre inférieur : en pratique...
  - Technique élégante.
  - Mais exigeante :
    - Relativement difficile.
    - Respect des indications.
    - Connaître les trucs et astuces...
  - Le but est de restituer l'axe osseux.
  - Le chirurgien est son plus grand ennemi...
    - Connaître ses limites et convertir en méthode conventionnelle si nécessaire.





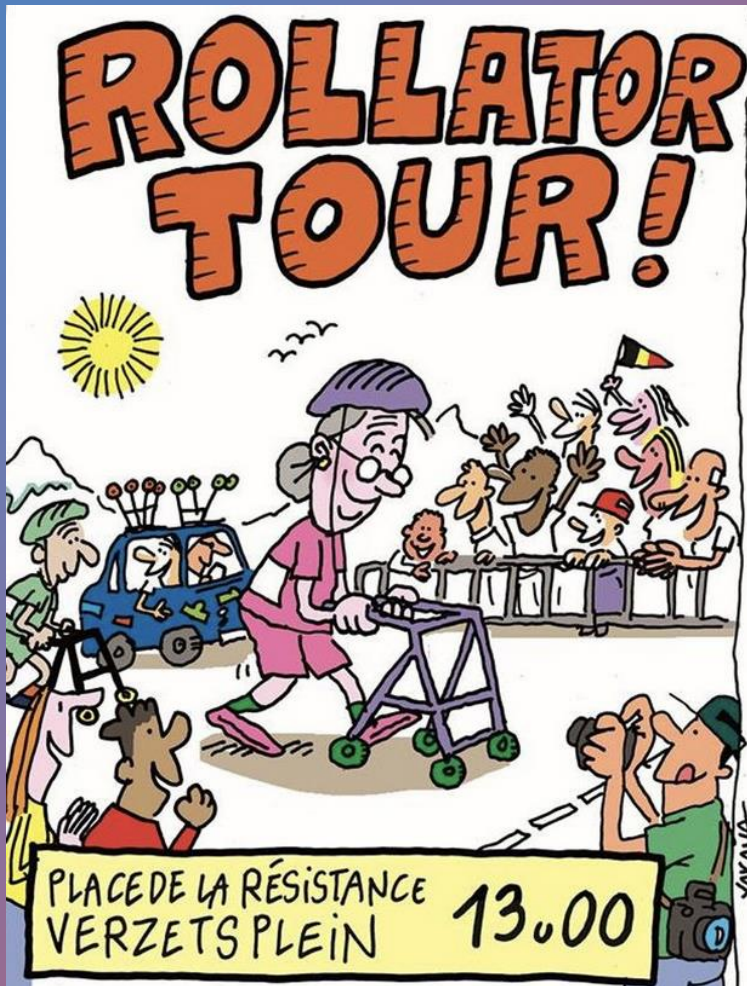
# L'ORTHO-GÉRIATRIE

## au service des personnes âgées

### Le point de vue du chirurgien

- Le chirurgien et les patients > 85 ans...
  - Techniques adaptées (plaque verrouillée, MIS, prothèse anti-luxation).
  - Appui et mobilisation immédiates.
  - Artifices (ciment).
  - Mais :
    - Contre-indications hémostatiques et anesthésiques.
    - Complications péri-opératoires.
    - Information à la famille : frustrations (chirurgien / famille).

# Ortho-gériatrie



- Chirurgien expert gériatre :
  - Diagnostic lésionnel.
    - Qualité osseuse, stabilité, aptitude à consolider...
  - Traitement chirurgical.
    - Adapté (peau, durée opératoire, balance risque/bénéfice).
  - Suivi hospitalier.
    - Contrôle (drain de redon, cicatrice, hématome...).
    - Rééducation précoce.
- Développement d'unités de soin gériatrique au sein du service de chirurgie orthopédique.
  - Concentrer les intervenants (soignants, kinés, assistant(e) social(e), psychologues).
  - Équipements spécifiques.
  - Formation des assistants (chirurgiens et anesthésistes).
- Objectifs :
  - Traumatologie du sujet âgé fragile.
  - Chirurgie électorale (PTH, PTG, ...).
    - Consultation gériatrique préopératoire.
  - Hospitalisation systématique dans une unité spécialisée.



## CONNECTER ?

UNIR DES CHOSES EN LES METTANT  
EN **RELATION** ENTRE ELLES



ÉTABLIR DES **LIAISONS**  
CONDUCTRICES ENTRE **DIFFÉRENTS**  
DISPOSITIFS CONDUCTEURS

Le patient connecté



UN PATIENT CONNECTÉ EST UN **PATIENT HUMANISÉ**

UN PATIENT CONNECTÉ EST UN PATIENT **MIEUX INFORMÉ ET MIEUX ÉDUQUÉ**

UN PATIENT CONNECTÉ EST UN PATIENT **ENGAGÉ DANS SON PARCOURS**

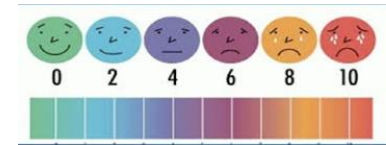
UN PATIENT CONNECTÉ EST UN PATIENT **FIDÉLISÉ**

## Le patient connecté

- 60 % des patients se renseignent sur le WEB à propos de leur santé.
- Plus de 70 % des plus de 50 ans ont un ordinateur et un smartphone (données françaises).
- Principales utilisations en orthopédie :
  - Téléconsultations (19.000.000 en 2020 en France).
  - Logiciels de suivi péri-opératoire :
    - Nécessite une adhésion du patient (SMS, e-mail, plateforme...)
  - Objets connectés :
    - Montres, orthèses, semelles orthopédiques, ....

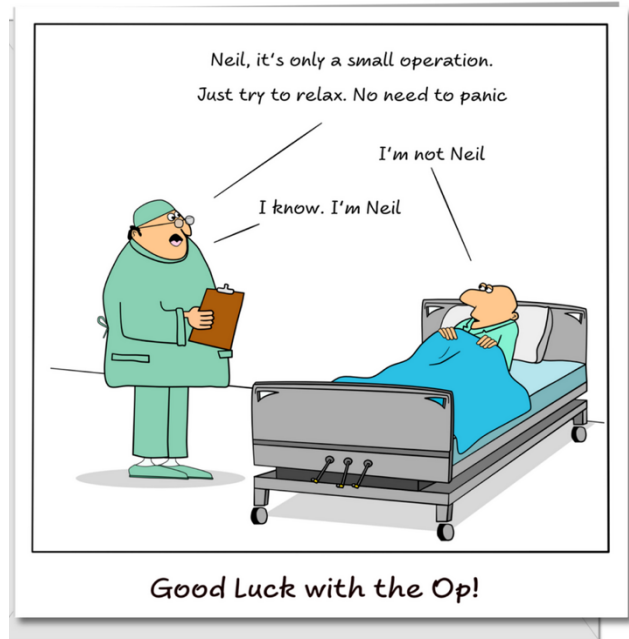
# Le patient connecté

- Suivi digital : objectifs.
  - Source d'information pour le patient.
  - Confiance du patient – sentiment d'accompagnement.
  - Aide à la rééducation postopératoire.
    - Mise en place d'alertes.
  - Recueil de données cliniques.
    - Évaluation de la reprise des activités et de la satisfaction du patient.
    - Comparaison des données inter-patients et inter-chirurgiens.
    - Complète... mais ne se substitue pas au suivi classique.



# Conclusion : les avancées en chirurgie orthopédique

- Amélioration de la qualité de vie des patients.
  - Techniques moins invasives favorisant une récupération rapide.
  - Réduction de la douleur post-opératoire grâce à des approches modernes et qualitatives.
- Progrès technologiques et innovations.
  - Utilisation croissante de la robotique et de la navigation assistée.
  - Implants personnalisés et impression 3D.
- Défis et perspectives.
  - Accessibilité aux technologies avancées.
  - Formation continue des professionnels de la santé.
  - Développement durable et innovation à moindre coût.



# Merci

« Vers une  
orthopédie de  
précision, innovante  
et centrée sur le  
patient »

