



**LES PROTHÈSES TOTALES DU GENOU À CONTRAINTES
AUGMENTÉES PROTHÈSES CONDYLIENNES
CONTRAINTES (CCK)
(A PROPOPS DE 35 CAS)**

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur TAZI Mohamed

Né le 22 /05 /1993 à AZROU IFRANE

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME NATIONAL DE SPECIALITE EN
MEDECINE**

OPTION : Chirurgie Traumatologie et Orthopedie

Sous la direction du Professeur : BOUTAYEB FAWZI

Session Juin 2024

PLAN

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	13
PATIENTS ET METHODES.....	16
RESULTATS	18
A. Étude épidémiologique	19
1- L'âge :.....	19
2- Le sexe :.....	19
3- IMC : Index de masse corporel :	20
4- Coté atteint :	21
5- Antécédent pathologique :.....	22
B. Étude préopératoire	24
1 / Étiologies de la mise en place d'une prothèse du genou à contraintes augmentées :.....	24
2/ Délai de consultation :.....	26
3/ Étude clinique :	26
3-1 La douleur :	27
A/ Localisation :	28
B /Caractère :	29
C/ Intensité de la douleur	29
3-2 Mobilité du genou.....	30
3-3 La marche :.....	32
3-4 La déviation axiale :	33

3-5 La laxité :.....	34
C. ETUDE RADIOLOGIQUE :	36
D. Étude d'opérabilité :	50
1- Étude clinique.....	50
2- Étude paraclinique :	51
E. Traitement	51
1. Information du malade :	51
2. Préparation du malade :.....	52
3. Type d'anesthésie :.....	52
4. Installation du patient :.....	53
5. Voie d'abord :.....	53
6. Type de prothèse : Prothèse à contraintes augmentées : CCK.....	54
7. Technique de pose :	56
8. Suites opératoires :.....	57
F / Complications :	60
1- Complications peropératoires :	60
2- Complications postopératoire précoces :.....	60
3- Complications postopératoire tardives :	61
G / Résultats thérapeutiques.....	61
1- Le recul post opératoire :	61
2- Évaluation Fonctionnelle :	61
3- Évaluation radiologique :	64

RAPPEL ANATOMIQUE.....	66
1- Anatomie descriptive du genou.....	67
2. PHYSIOLOGIE DU GENOU :	98
3. BIOMECANIQUE DE L'ARTICULATION DU GENOU :	103
LA PROTHESE DU GENOU A CONTRAINTES AUGMENTEES : CCK	111
1 /Histoire de la prothèse totale du Genou :.....	112
2/ Le but	125
3/ Les indications d'une prothèse primitive CCK	126
4/ Les indications de révision par une prothèse du genou à contraintes augmentées:.....	136
DISCUSSION	142
1- Étude épidémiologique :.....	143
2- Étude préopératoire	157
3-Traitement.....	163
4- Résultats fonctionnels	164
5- Complications :	166
CONCLUSION	170
RESUMES.....	172
BIBLIOGRAPHIE.....	178

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Image radiologique d'un genou post traumatique , avec une perte osseuse sévère réalisant une gonarthrose stade 5 sur genou Valgum.....	40
Figure 2:Radiographie face après la mise en place d'une prothèse CCK sur un genou post traumatique	41
Figure 3:Patiente de 55ans, suivie pour une polyarthrite rhumatoïde destructive réalisant une déformation du membre inférieur droit en genou valgum.	42
Figure 4:Image radiologique face et profil montrant une gonarthrose stade 4 sur genou valgum.....	43
Figure 5:Image radiologique d'une goniométrie face en charge chez la même patiente montrant la déviation en valgum avec un angle de 22°.....	44
Figure 6:Image radiologique face en charge du genou montrant une gonarthrose stade 5 avec déminéralisation osseuse avec amincissement de la corticale chez un patient qui présente un syndrome post poliomyélite	45
Figure 7:Image radiologique face et profil en charge après la mise en place d'une prothèse CCK sur un genou post poliomyélite	46
Figure 8:.....	47
Figure 9:.....	48
Figure 10:.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 11:Installation du patient.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 13:Image per opératoire de la voie para patellaire interne	Erreur ! Signet non défini.
Figure 14:Imane montrant les composants d'une prothèse CCK.....	55
Figure 15:Illustration montrant une prothèse condylienne contrainte	56

Figure 18:(a) Les trois plans de référence anatomique, (b) Les directions de description anatomique	68
Figure 19:Régions, os et articulations principales du membre inferieur, (a) vue de face, (b) vue de profil	69
Figure 20:Les trois compartiments de l'articulation du genou, en vue de face (à gauche) et de trois quarts (à droite).....	69
Figure 21:Vue en coupe de l'articulation du genou	70
Figure 22:Anatomie d'une patella gauche, vues antérieure et postérieure	72
Figure 23:Anatomie sommaire du tibia proximal droit	74
Figure 24: Ménisques et ligaments du genou ; Coupe transversale du genou (vue supérieure)	75
Figure 25:Image montrant les ménisques	75
Figure 26:Articulation du genou. Aspect schématique de la capsule (résection du condyle médial) ;1. condyle latéral 2. membrane fibreuse de la capsule articulaire 3. lig. croisé ant. 4. lig. croisé post. 5. fibula 6. bourse supra patellaire 7. patella 8. membrane synoviale 9. ménisque médial 10. tibia.....	78
Figure 27:Cavité articulaire médiale du genou (coupe sagittale) ; 1. Bourse supra patellaire 2. tendon du m. quadriceps fémoral 3. cavité synoviale 4. corps adipeux infra patellaire 5. bourse infra patellaire profonde 6. lig. patellaire 7. condyle médial du fémur 8. membrane fibreuse de la capsule articulaire ouverte 9. lig. croisé post. 10. lig. croise ant.....	79
Figure 28:Articulation du genou (vue médiale).....	82
Figure 29:Ligaments et ménisques du genou.....	83
Figure 30:Vue Antérieure du genou montrant Le ligament Croisé antérieur	84
Figure 31:Vue postérieure de l'articulation du genou montrant le ligament croisé postérieur	85

Figure 32:schéma montrant la capsule articulaire avec le liquide synoviale.....	86
Figure 33:Image montrant l'appareil extenseur.....	91
Figure 34:Vue postérieure des cercles artériels du genou.....	93
Figure 35:Vue antérieur des muscles de la jambe (Dissection superficielle)	94
Figure 36:Vue Postérieur des muscles de la jambe (Dissection profonde)	94
Figure 37:les rapports postérieurs du genou	97
Figure 38:glissement du fémur sur le tibia de l'extension à la flexion	100
Figure 39:Les axes de l'articulation du genou (Carret et al., 1991)	104
Figure 40:l'articulation fémoro-patellaire dans le plan frontal.....	106
Figure 41:la pente tibiale.....	107
Figure 42:les contraintes de l'articulation fémoropatellaire dans le plan horizontal	108
Figure 43:Cycle de marche	110
Figure 44:La résection articulaire crée une articulation mobile mais généralement instable	113
Figure 45:Gluck & al. 1890 – British Medical Journal	113
Figure 46: Les résultats sont décevants à long terme avec notamment des dislocations	114
Figure 47:La Prothèse Shiers® est une simple charnière métallique uniaxiale.....	115
Figure 48:Prothèse Guepar® : (1) démontée , de profil Radiographie Prothèse Guepar® : (1) de face (2) de face (2) de profil	116
Figure 49:Prothèse Spherocentric® A. Version standard B. Variante à tige longue	117
Figure 50:Prothèse TCP III® contrainte mais non liée.....	118
Figure 51:A ProthèseTotalCondylar®(TCP®) (B) Prothèse Total Condylar® (TCP®) postéro stabilisée.....	120

Figure 52 :Prothèse LCCK®	122
Figure 53 :PFC Sigma TC3® (DePuy) avec le plateau de révision à roulement mobile MBT	122
Figure 54:Prothèse à Charnière rotative S-ROM Noiles® (Depuy)	124
Figure 55:L'arthroplastie totale de genou est la rencontre d'un chirurgien, d'un patient et d'une prothèse manufacturée. Les choix du chirurgien, incluant la sélection de la prothèse, la prothèse elle-même et les spécificités du patient opéré ont un impact sur le succès de l'opération.....	125
Figure 56: Radio pré opératoire: antéropostérieur (AP) et une vue latéral	127
Figure 57:Radio du genou préopératoire : A -vue antéropostérieur : montrant un genou varum avec une perte osseuse sévère B- vue latéral du genou	128
Figure 58:Image radiologique antéropostérieur and latéral pré opératoire d'un Homme de 53ans- man qui montre une perte osseuse massive avec de larges ostéophytes avec une subluxation	129
Figure 59:Post-opératoire Image radiologique antéropostérieur après l'implantation d'une Prothèse CCK	129
Figure 60:Pré opératoire Image radiologique antéropostérieur d'une femme de 49ans avec des genoux Charcot en bilatéral , montrant une destruction massive , avec plusieurs ostéophytes periarticulaire + déformation	129
Figure 62:Classification d'Ahlbäck.....	159
Figure 63:Classification d'Iwano	160

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition des patients selon l'âge	19
Tableau 2: Degré de flexion du genou en préopératoire.....	30
Tableau 3: Répartition des patients selon la déviation axiale.....	34
Tableau 4: Classification d'AHLBACK	37
Tableau 5: Répartition des patients selon la classification d'AHLBACK.....	37
Tableau 6: Comparaison du degré de la flexion du genou en pré et post opératoire	63
Tableau 7: Tableau comparatif du IKS pré et postopératoire	64
Tableau 8: Montrant les différentes étiologies des genoux Charcot avec le type de prothèse utilisées, puis les complications de chacune.....	131
Tableau 9: Comparaison de l'âge moyen des patients pour les PTG primaires CCK	144
Tableau 10: Comparaison de l'âge moyen des patients pour les PTG de révision par CCK	144
Tableau 11: Comparaison des différentes indications d'une CCK primaire selon les études	150
Tableau 12: Le Tableau suivant est comparatif du score IKS en pré et post opératoire des différentes études.....	165

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1:Répartition des patients selon l'âge	19
Graphique 2:Répartition des patients en fonction du sexe	20
Graphique 3:Répartition des patients selon leur IMC.....	21
Graphique 4:Répartition des cas en fonction du coté atteint.....	22
Graphique 5:Répartition des cas selon l'étiologies	25
Graphique 6:Répartition des indications de CCK primitive.....	25
Graphique 7:Répartition des étiologies de la mise en place d'une prothèse CCK dans notre série	26
Graphique 8:Répartition du caractère de la douleur chez nos patients.....	29
Graphique 9:Étude de la douleur selon le score IKS en préopératoire	30
Graphique 10:Répartition des cas selon le degré de flexion préopératoire	31
Graphique 11:Répartition des patients en fonction de la marche	32
Graphique 12:Répartition des patients selon la déviation axiale	33
Graphique 13 prothèse à contraintes augmentées CCK primaire et de reprise	35
Graphique 14:Répartition des cas selon la classification d'Ahlback	38
Graphique 15:Répartition des cas selon la voie d'abord	54
Graphique 16:Comparaison de la douleur pré et post opératoire chez nos patients	63
Graphique 17:Répartition des cas selon le degré de flexion post opératoire	64
Graphique 18:Comparaison des études selon la prédominance du sexe féminin...	145

LISTES DES ABREVIATIONS

CRP : Protéine C réactive

VS : vitesse de sédimentation

ECBU : Examen cyto bactériologique des urines

PSO : Perte osseuse sévère

AG: Anesthésie Générale

ASA: American society of anesthesiology

IKS : international knee society

TVP : Thrombose veineuse profonde

EP : Embolie pulmonaire

CCK : Prothèse condyloaire contrainte

PS : Postéro stabilisée

INTRODUCTION

L'arthroplastie totale du genou, véritable révolution dans la prise en charge des pathologies articulaires dégénératives et inflammatoires. Son objectif principal est d'améliorer la qualité de vie du patient lui redonnant l'indolence, la mobilité, et la stabilité.

La prothèse totale du genou à contraintes augmentées, connu sous le nom de prothèse VVC (varus-valgus unlinked constrained) ou CCK (condylar constraint knee) est un implant à contrainte intermédiaire non lié. C'est une prothèse qui présente une came de postéro-stabilisation renforcée et plus haute que sur les prothèses postéro-stabilisées standard, avec un contact majoré entre la surface articulaire tibiale et la boîte inter condylienne fémorale.[1]

Les prothèses du genou condylaires contraintes (CCK) sont couramment utilisées pour la chirurgie de révision, mais elles peuvent également aider les chirurgiens à améliorer la stabilité de l'implant lors d'une arthroplastie primaire du genou.[2]

En effet, dans les cas d'arthrose sévère du genou avec une déformation importante associée à une instabilité significative, une articulation plus contrainte est nécessaire. Avec l'introduction des prothèses à contraintes augmentées CCK, et son utilisation comme prothèse primitive, le taux de complications a réellement diminué et de bons résultats en termes de survie et de scores fonctionnels sont observés.[3]

Le choix de contrainte prothétique est un des problèmes fondamentaux à anticiper avant une chirurgie prothétique du genou. Il est fondé sur un bilan préopératoire complet avec un bon interrogatoire, examen clinique et un bilan radiologique, permettant d'évaluer ainsi la laxité ligamentaire en flexion et en extension, les mobilités, l'alignement fémoro-tibiale et la perte de substance osseuse.

L'ensemble de ces données permet de prévoir de manière assez fiable le niveau de contrainte nécessaire lors du choix d'implants : postéro-stabilisé, CCK ou charnière rotatoire.[1]

Néanmoins, une part d'incertitude demeure et une adaptation du niveau de contrainte doit parfois se faire en peropératoire. C'est pourquoi il est primordial de prévoir le niveau de contrainte approprié, et en cas de doute, avoir à disposition des implants plus contraints.[4]

L'objectif de notre étude est de définir de manière précise les critères de sélection pour l'utilisation d'une prothèse condyloire à contraintes augmentées dans les cas primaires ainsi que dans les cas de révision, en examinant les techniques chirurgicales et en évaluant les résultats cliniques et radiologiques.

PATIENTS ET METHODES

I. Patients :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 35 cas, ayant reçu une prothèse à contraintes augmentées du genou primitive ou de reprise, menée au service de chirurgie orthopédique et traumatologique(A) du centre hospitalier universitaire de FES, durant une période s'étalant entre janvier 2018 et décembre 2023

II. Méthodes :

Le recueil des données a nécessité la réalisation d'une fiche d'exploitation (annexe1), comportant les données épidémiologiques, cliniques et radiologiques préopératoires, ainsi que le suivi des patients pour l'évaluation des résultats cliniques et radiologiques après la mise en place de la prothèse.

III. Critères d'inclusion :

Tous les patients ayant bénéficié d'une prothèse condylienne contrainte (CCK), au sein du service de traumatologie au centre hospitalier universitaire de FES entre janvier 2018 et décembre 2023.

Seuls les dossiers exploitables ont pu être retenus.

IV. Critères d'exclusion :

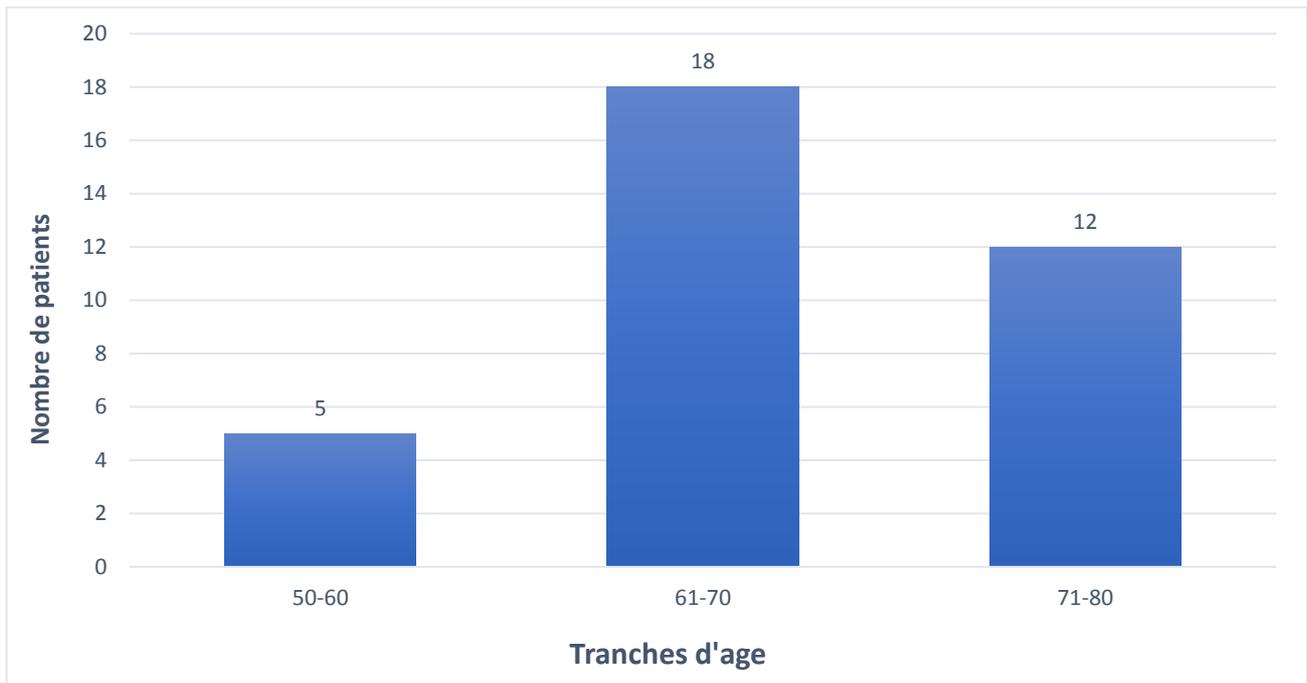
Dossiers incomplets.

RESULTATS

A. Étude épidémiologique

1- L'âge :

L'âge de nos patients s'étendait de 52 à 80 ans, affichant une moyenne de 68 années.



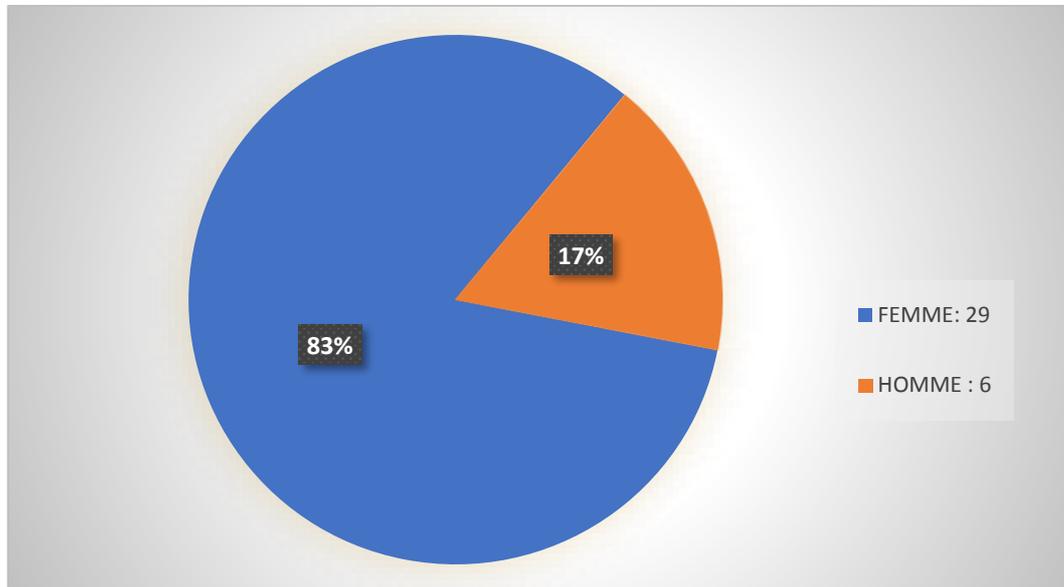
Graphique 1: Répartition des patients selon l'âge

Tableau 1: Répartition des patients selon l'âge

Tranches d'âge	50-60	61-70	71-80	Total
Nombre de patients	5	18	12	35
Pourcentage	14.2	51.4	34.2	100%

2- Le sexe :

Dans notre série, la prépondérance des cas se manifestait par une nette majorité du sexe féminin, totalisant 29 femmes par rapport à 6 hommes. Cela se traduit par un pourcentage de 17,1% pour les hommes et de 82,8% pour les femmes.



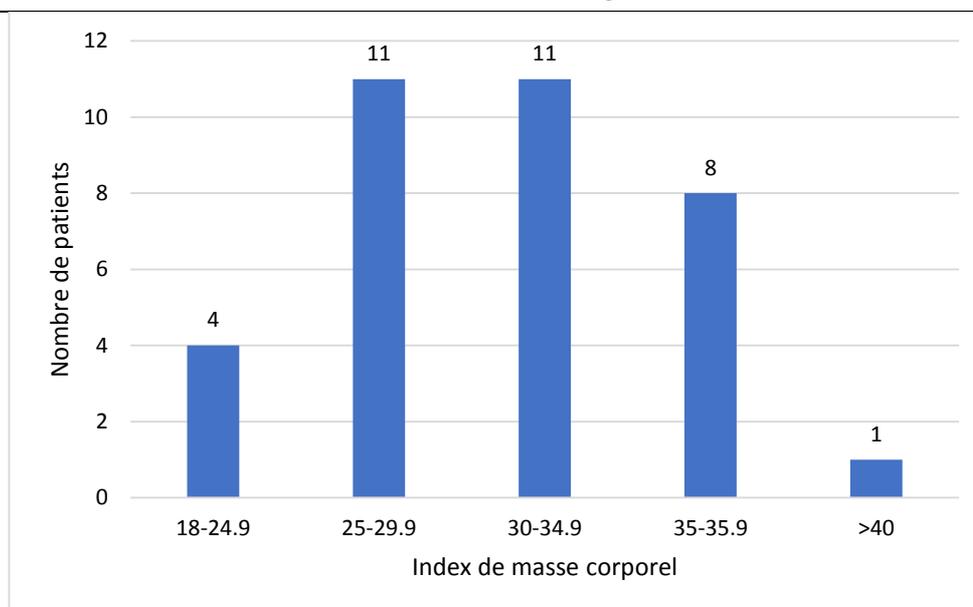
Graphique 2: Répartition des patients en fonction du sexe

3- IMC : Index de masse corporel :

Dans notre série, nous avons constaté :

- 4 patients avec un IMC dans les normes soit 11.4%
- 11 patients avec un surpoids soit 31.4%
- 11 patients avec une obésité classe I soit 31.4%
- 8 patients avec une obésité sévère classe II soit 22.8%
- 1 patient avec une obésité massive classe III soit 2.8%

Au total 88.5% des patients avaient un IMC > 25kg/m²

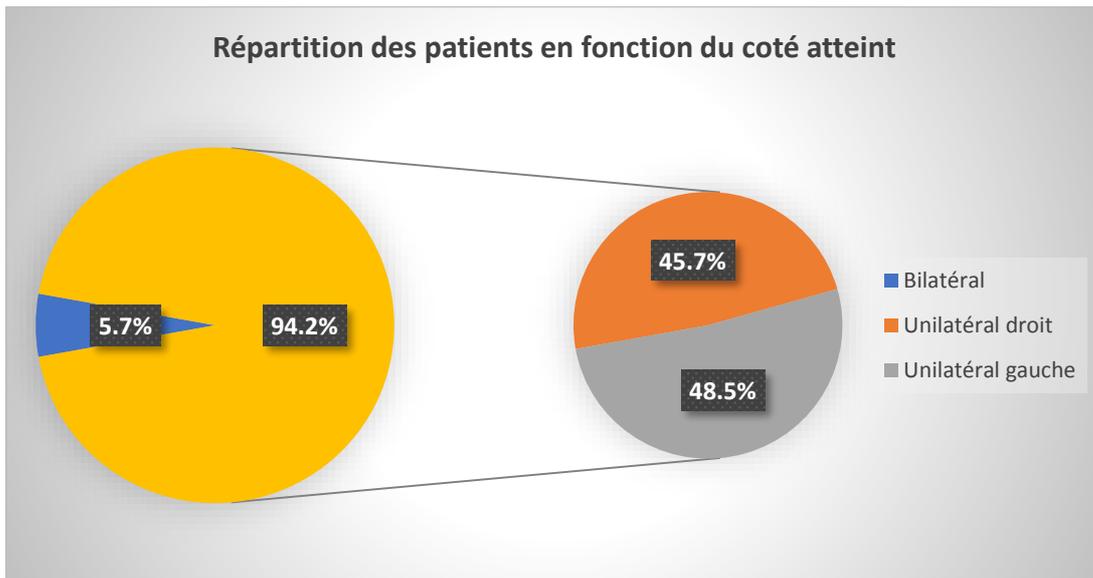


Graphique 3: Répartition des patients selon leur IMC

4- Coté atteint :

Au sein de notre série, nous avons observé ce qui suit :

- Une patiente a subi une intervention pour la mise en place de prothèses CCK bilatérales, totalisant ainsi deux prothèses du genou à contraintes augmentées, ce qui représente 5,7% des cas.
- 33 prothèses totales du genou à contraintes augmentées unilatérales, ce qui équivaut à 94,2%, réparties comme suit :
 - 16 du côté droit, soit 45,7%.
 - 17 du côté gauche, représentant 48,5%.



Graphique 4: Répartition des cas en fonction du coté atteint

5- Antécédent pathologique :

Au sein de notre étude, parmi notre cohorte de patients, 30 d'entre eux présentent au moins un antécédent médical ou chirurgical, ce qui équivaut à une proportion de 88.2%. De plus, il est à noter que quatre patients ne manifestent aucun antécédent avec une proportion de 11.7%.

5-1 Antécédents chirurgicaux orthopédiques :

Il existe parmi nos patients :

✓ 8 patients avaient bénéficié d'une arthroplastie totale du genou type postéro-stabilisées dans le coté controlatéral.

✓ 12 patients avaient bénéficié d'une arthroplastie totale du genou type postéro-stabilisées dans le même coté.

✓ 4 patients rapportent une notion de traumatisme négligée du genou.

- ✓ 1 patient opéré pour un syndrome du canal carpien en bilatéral.

5-2 Antécédents chirurgicaux :

Nous retrouvant :

- ✓ 3 patients opérés pour des pathologies bilio-digestives.
- ✓ 2 patients opérés pour des pathologies urologiques.
- ✓ 1 patiente opérée pour pathologie gynécologique.

5-3 Antécédents médicaux :

On note :

- ✓ 10 cas d'hypertension artérielle (HTA)
- ✓ 8 cas de diabète
- ✓ 9 cas de cardiopathie
- ✓ 5 cas de polyarthrite rhumatoïde (PR)
- ✓ 1 cas d'infection à la poliomyélite
- ✓ 9 cas suivie pour gonarthrose

B. Étude préopératoire

1 / Étiologies de la mise en place d'une prothèse du genou à

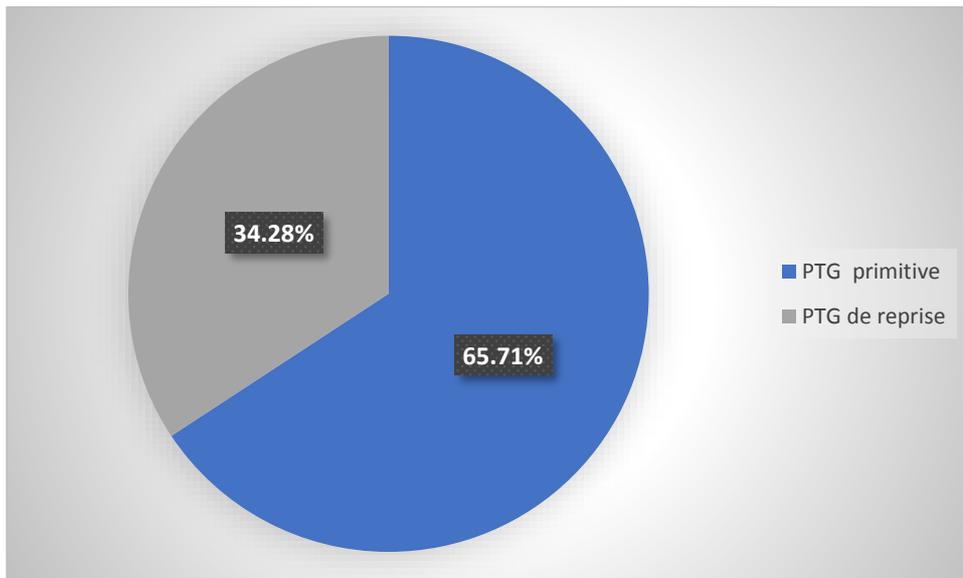
contraintes augmentées :

Au sein de notre étude portant sur un échantillon de 35 cas, il est pertinent de noter que 12 cas étaient une reprise, dont l'étiologie était un descellement aseptique dans 66,6%% des cas, 25% ont été repris suite à une instabilité, tandis qu'un seul patient avait comme étiologie l'usure du Polyéthylène avec un pourcentage à 8,3%.

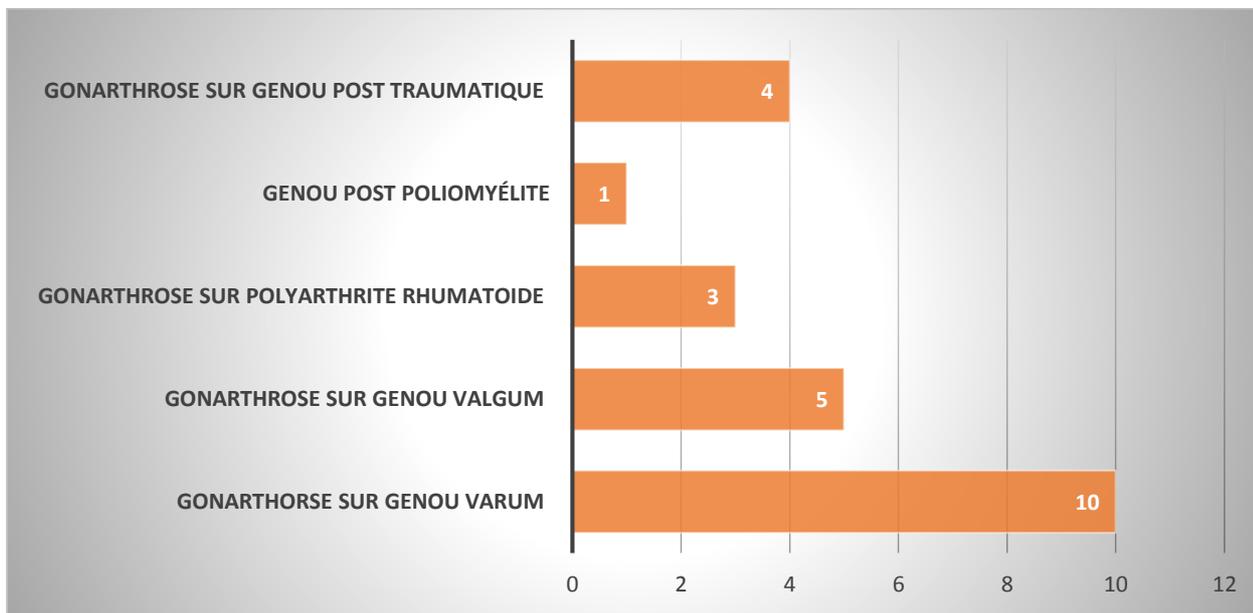
23 cas (65,7%) ont impliqué la mise en place d'une prothèse en première intention.

Les indications de la mise en place d'une prothèse CCK en 1^{er} intention sont :

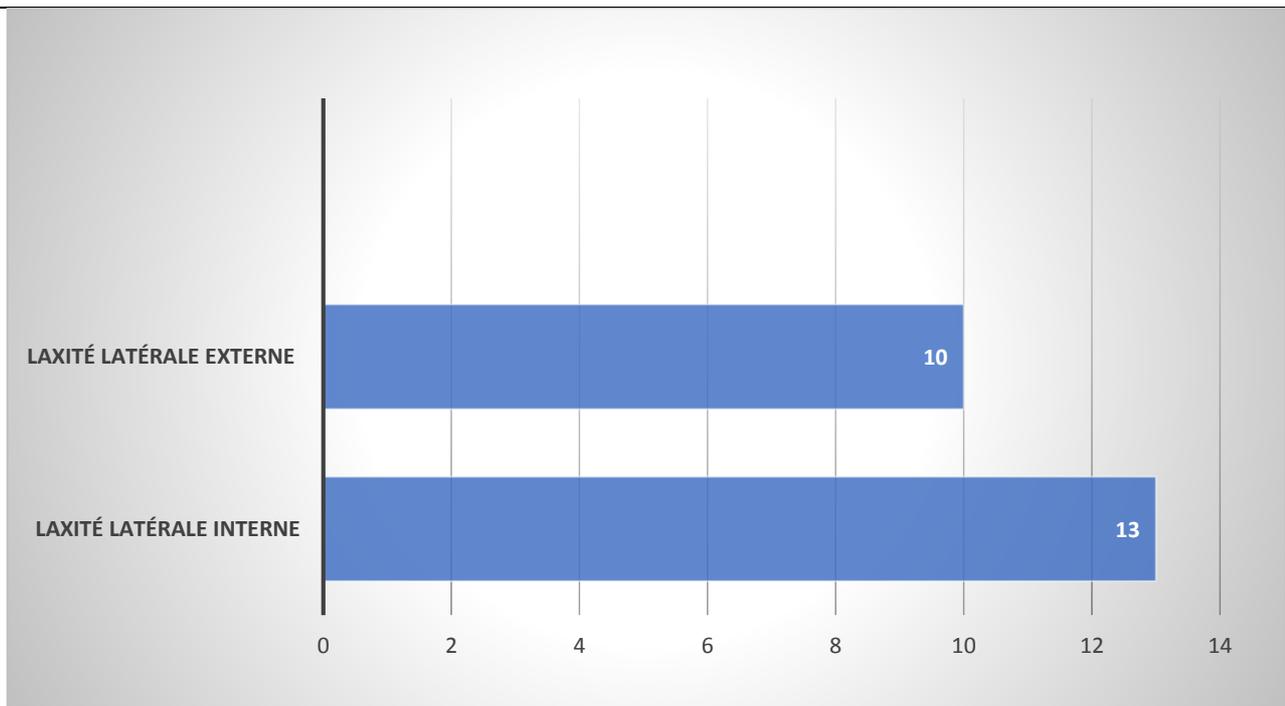
- 4 cas de gonarthrose post traumatique avec perte osseuse importante
- 1 cas de genou post poliomyélite
- 3 gonarthroses sur polyarthrite rhumatoïde réalisant une déviation majeure.
- 5 cas de gonarthrose sur genou valgus avec une déformation importante.
- 10 cas de gonarthrose sur genou varus réalisant une déformation importante.



Graphique 5: Répartition des cas selon l'étiologies



Graphique 6: Répartition des indications de CCK primitive



Graphique 7: Répartition des étiologies de la mise en place d'une prothèse CCK dans notre série

2/ Délai de consultation :

Le délai de consultation variait entre 5 jours et 5 ans avec une moyenne de 2 ans.

3/ Étude clinique :

L'évaluation clinique des patients était réalisée chez tous les patients en se basant sur le score d'ASA appelé aussi « Physical status score ». Il a été mis au point par la société américaine d'anesthésie en 1941, pour exprimer l'état de santé préopératoire d'un patient.[5]

Il permet d'évaluer le risque anesthésique et d'obtenir des paramètres prédictifs de mortalité et morbidité péri et postopératoire. Son utilisation offre également la

possibilité d'étudier et de déterminer les facteurs interférant dans l'infection postopératoire (IPO) et les principes de prévention.

Dans notre série, tous nos patients présentaient un score à 2

SCORE ASA :

- 1 : Patient normal
- 2 : Patient avec anomalie systémique modérée
- 3 : Patient avec anomalie systémique sévère
- 4 : Patient avec anomalie systémique sévère représentant une menace vitale constante
- 5 : Patient moribond dont la survie est improbable sans l'intervention
- 6 : Patient déclaré en état de mort cérébrale dont on préserve les organes pour greffe.

3-1 La douleur :

Tous nos patients ont bénéficié d'un examen clinique des deux genoux et une évaluation fonctionnelle a été réalisée selon le score de l'International Knee Society (IKS) [6] [7] qui comporte :

➤ **un score genou, coté sur 100 points :**

- Douleur sur 50points
- Mobilité sur 25points
- Stabilités antéropostérieure et médio-latérale sur 25points

L'existence d'un flessum, d'un déficit d'extension active ou d'un défaut d'alignement entraîne des points négatifs.

➤ **un score fonction, également coté sur 100 :**

- Performances de marche sur 50points

- o Déambulation dans les escaliers sur 50points

L'existence d'une aide à la marche entraine des points négatifs

Ce bilan clinique a permis :

- ✓De préciser l'étiologie.
- ✓D'étudier l'état du genou, et celui controlatéral

Annexe 2 : Cotation de l'international Knee society (sur 200 points):

Évaluation du genou (sur 1 00 points):		Évaluation de la fonction globale (sur 100 points):	
• Douleur:		• Périmètre de marche:	
- Aucune	50 points	- Illimité	50 points
- Légère ou occasionnelle	45 points	- 1 000 m	40 points
- Uniquement dans les Escaliers	40 points	- Entre 500 et 1000m	30 points
- A la marche dans les Escaliers	30 points	- < 500m	20 points
- Modérées, Occasionnelles	20 points	- Intérieur seulement	10 points
- Modérées, permanentes	10 points	- Incapacité	0 point
- Sévères	0 point	• Escaliers	
• Flexion		- Montée et descente normale	50 points
- > 125°	25 points	- Montée normale, descente avec la rampe	40 points
- Tous les 5° en moins, diminution de 1 point		- Montée et descente avec la rampe	30 points
• Flessum:		- Montée avec la rampe, descente impossible	15 points
- Entre 5 et 10°	-2 points	- Incapacité	0 points
- Entre 11 et 15°	-5 points	• Cannes	
- Entre 16 et 20°	-10 points	Pas de canne	0 point
- > 20°	-15 points	1 canne	- 5 points
• Stabilité antéropostérieure:		2cannes	-10 points
- <5 mm	10 points	Canne anglaises ou Déambulateur	- 20 points
- Entre 5 et 10mm	5 points	Les résultats pour le genou et la fonction globale sont ensuite classés comme suit :	
- >10mm	0 point	- Excellent	85 à 100 points
• Stabilité frontale:		- Bon	70 à 84 points
= 5°	15 points	- Moyen	60 à 69 points
Entre 6 et 9°	10 points	- Mauvais	20 points
Entre 10 et 14°	5 points		
= 10°	0 point		

A/ Localisation :

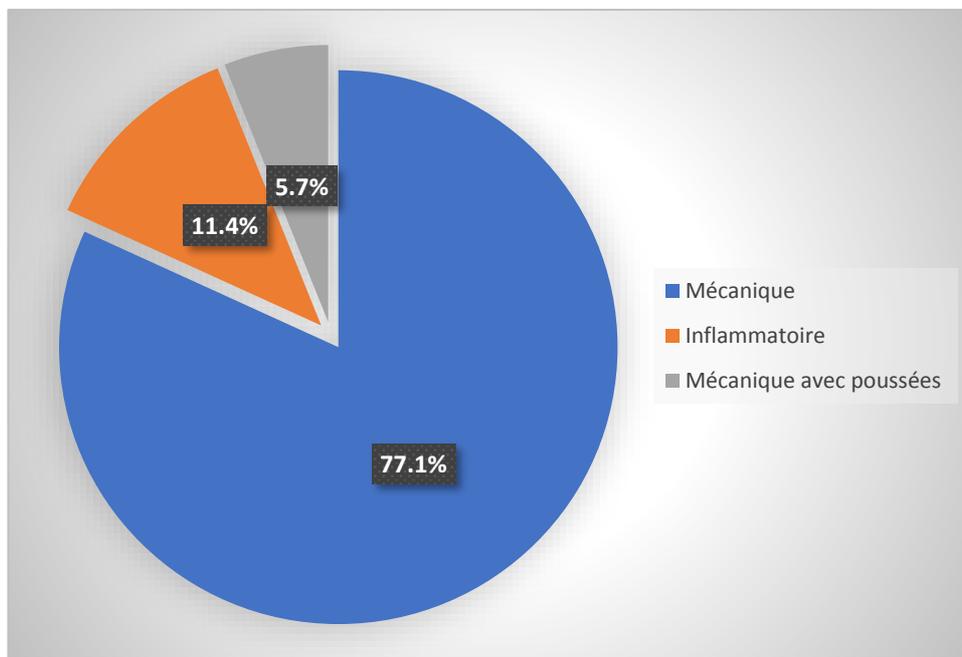
Les gonalgies étaient bilatérales chez 15 patients soit 42.8%, unilatérales chez 20 patients soit 57.1%, 12 cas de gonalgies droites et 8 à gauches.

•Elles étaient diffuses chez 26 patients soit 74.2%, et localisées au niveau de la partie antéro-interne chez 9 patients, soit 25.7%.

B /Caractère :

Dans notre série,

- ✓La douleur avait un caractère mécanique pur dans 27 cas, soit 77.1%
- ✓ Elle était de type inflammatoire dans 4 cas, soit 11.4 %.
- ✓ Elle était de type mécanique avec des poussées inflammatoires épisodiques dans 2 cas, soit 5.7%.



Graphique 8: Répartition du caractère de la douleur chez nos patients

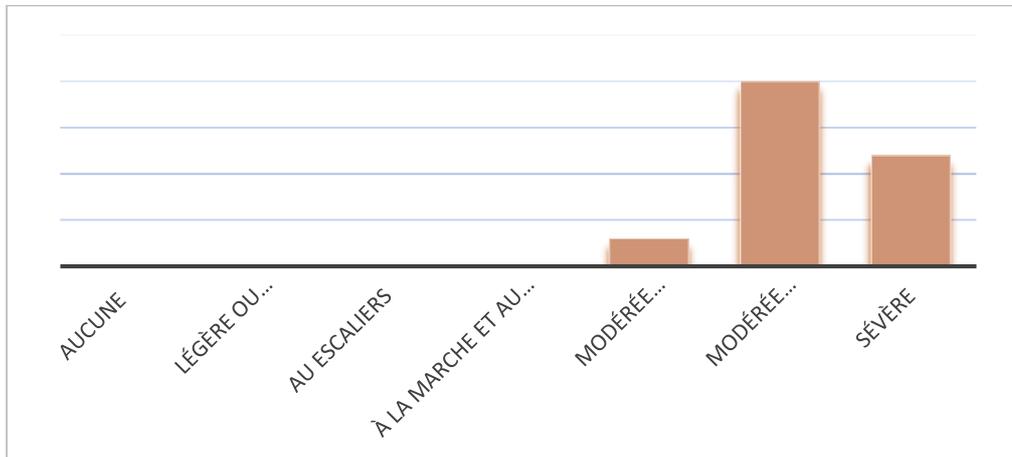
C/ Intensité de la douleur

Dans notre étude on avait :

- 3 cas avec une douleur modérée occasionnelle, équivaut 8,6%
- 20 cas avec une douleur modérée permanentes, équivaut 57.1%

- 12 cas qui présentaient une douleur sévère, soit 34,3%

Nous avons classé les genoux selon le score IKS (international knee society).

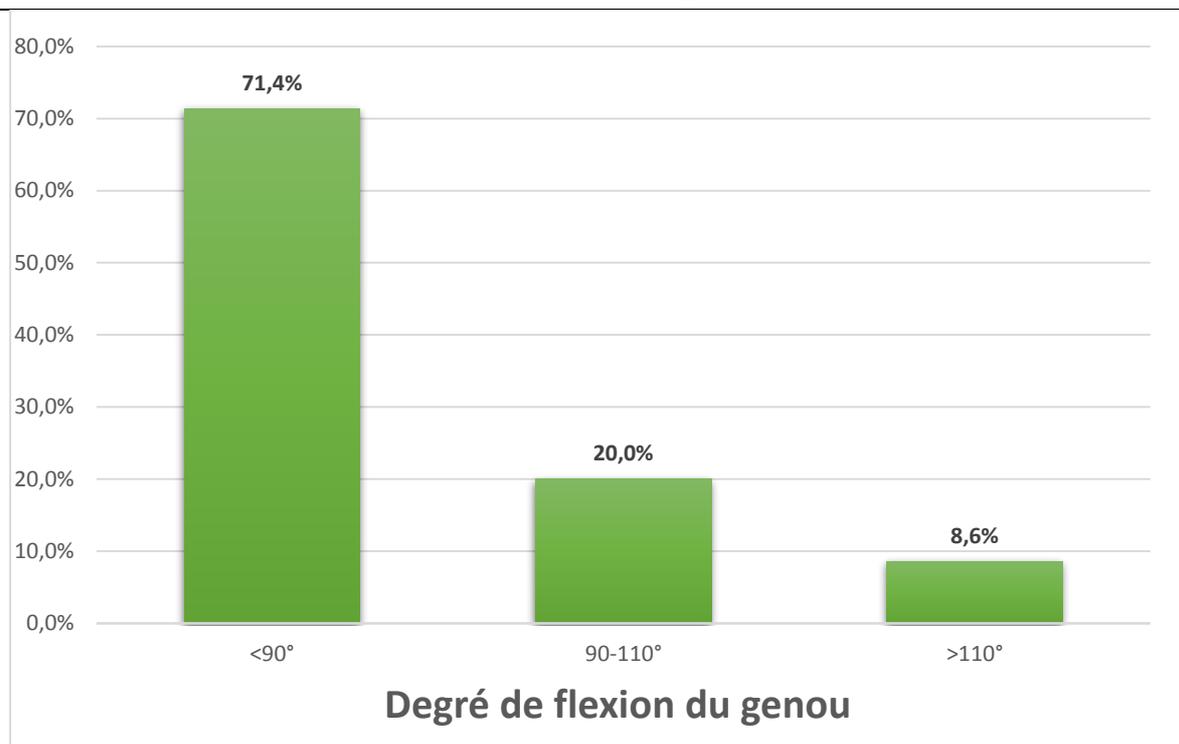


Graphique 9: Étude de la douleur selon le score IKS en préopératoire

3-2 Mobilité du genou

Tableau 2: Degré de flexion du genou en préopératoire

<u>Degré de la flexion</u>	>110°	90-110°	<90°
<u>Nombre de cas</u>	3	7	25
	8,6%	20%	71,4%



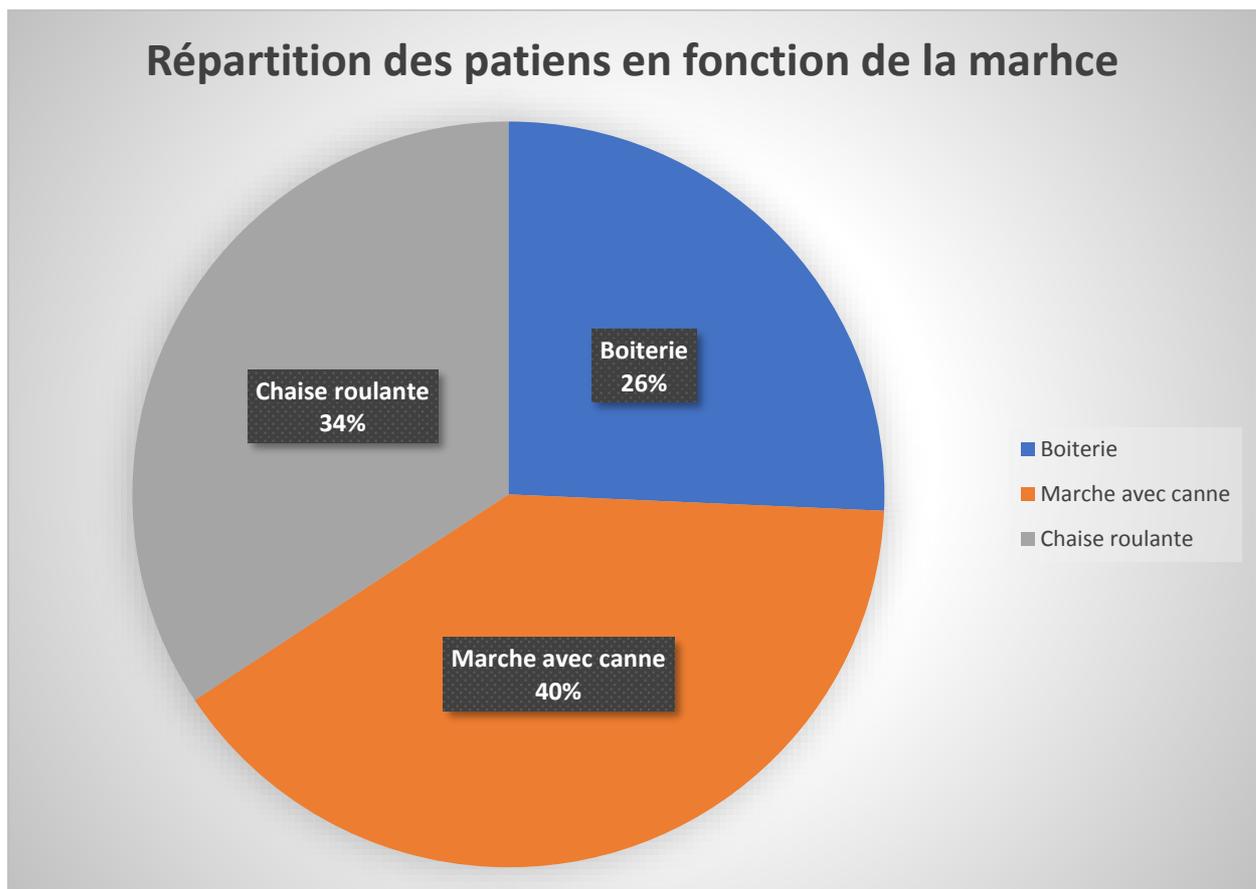
Graphique 10: Répartition des cas selon le degré de flexion préopératoire

3-3 La marche :

Les difficultés de la marche étaient présente dans notre série chez la quasi-totalité des patients, à type de :

- ⇒ Boiterie chez 9 patients avec un pourcentage a 25,7%
- ⇒ Marche à l'aide d'une canne était retrouvée chez 14patients avec un pourcentage a 40 %
- ⇒ 12 patients étaient sur une chaise roulante ce qui équivaut 34,2 %

La Réduction du périmètre de la marche à moins de 500 mètres été retrouvée chez la quasi-totalité.



Graphique 11: Répartition des patients en fonction de la marche

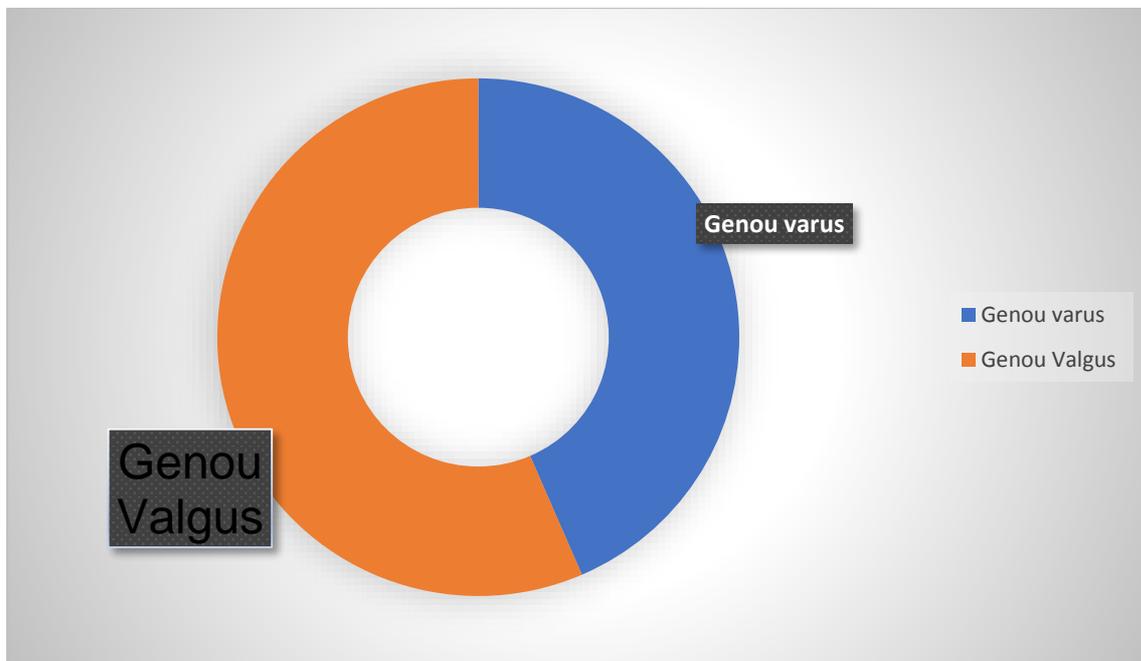
3-4 La déviation axiale :

Dans notre étude, on note :

- Un genou varus est retrouvé chez 10 patients soit 43,5%
- Un genou valgus est retrouvé chez 13 patients soit 56,5%

Parmi nos 23 cas, qui ont bénéficié d'une prothèse CCK , nous observons :

- Un flessum surajouté chez 11 patients
- 1 recurvatum avec flexion impossible



Graphique 12: Répartition des patients selon la déviation axiale

Tableau 3: Répartition des patients selon la déviation axiale

Type de déformation	<u>Genou Valgum</u>	<u>Genou Varum</u>	<u>Flessum</u>	<u>Recurvatum</u>
Nombre de patients	13 (56.5%)	10 (43,5%)	11	1

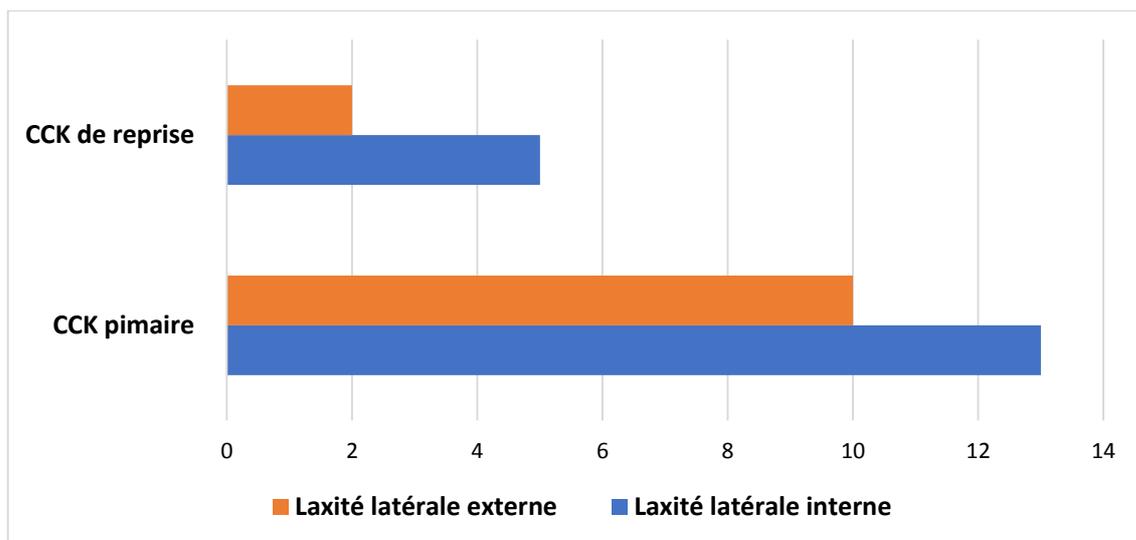
3-5 La laxité :

On parle de laxité antéro-postérieur ou sagittal, et de laxité latérale ou frontale chez les patients ayant bénéficié d'une CCK primaire

- Laxité du ligament latéral interne : 13 cas (56,5%)
- Laxité du ligament latéral externe : 10 cas (43,5%)
- Laxité antérieure du ligament croisé antérieur : 3 genoux
- Laxité du ligament croisé postérieur : 0 patients

Chez les patients ayant bénéficié d'une CCK de reprise qui représentent 34% de nos patients, nous avons retrouvé 7 patients qui présentent une laxité répartie comme suit :

- 5 cas de laxité latérale interne
- 2 cas de laxité latérale externe



Graphique 13 prothèse à contraintes augmentées CCK primaire et de reprise



Figure 1: Photo clinique montrant une laxité du ligament latéral externe

Au total

En préopératoire, le score global IKS genou moyen était de 49/100 et le score global IKS fonction moyen de 41/100

Le score global IKS moyen en préopératoire était de 90/200

C. ETUDE RADIOLOGIQUE :

Tous nos patients ont bénéficié de :

- Une radiographie des genoux de face et de profil en charge

- Une radiographie en schuss de face à 45° de flexion en charge
- Une goniométrie du membre inférieur en charge et des clichés dynamiques en charge

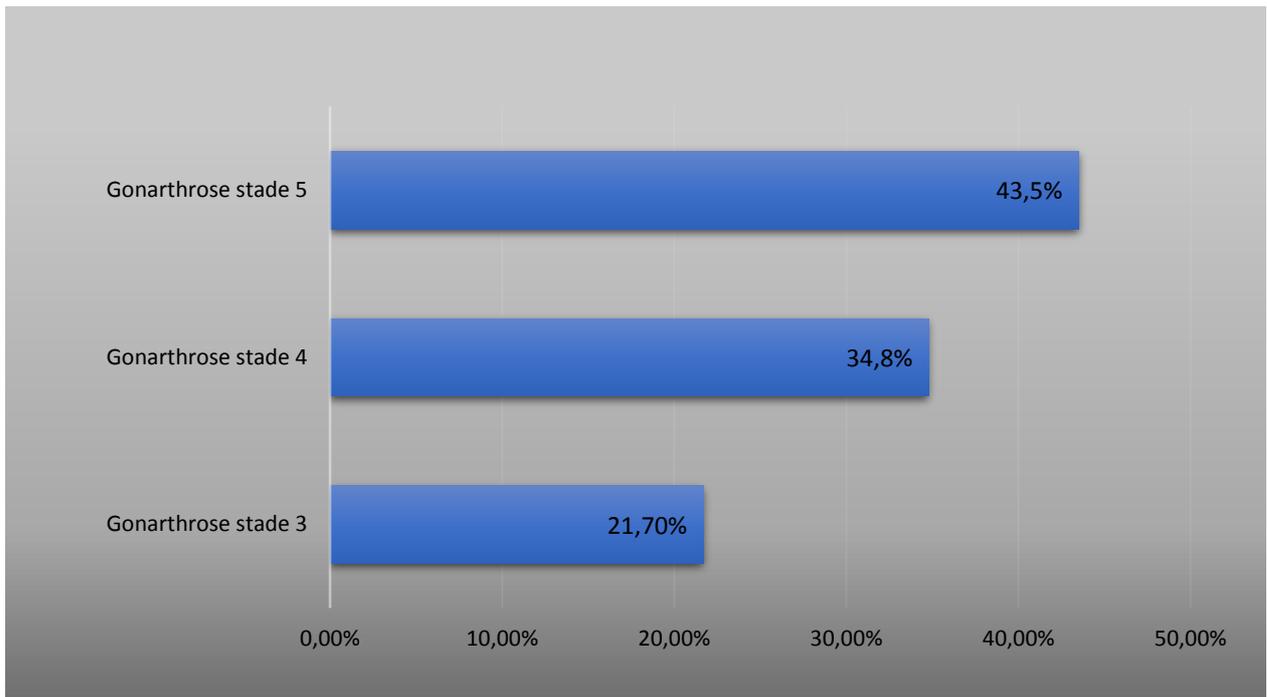
On a classé les cas de gonarthrose selon la classification d'ÅHLBACK.

Tableau 4:Classification d'ÅHLBACK

STADE 1	Pincement articulaire (hauteur inf. à 3mm)
STADE 2	Pincement complet
STADE 3	Usure osseuse modérée (0-5mm)
STADE 4	Usure osseuse moyenne (5-10mm)
STADE 5	Usure osseuse majeure (sup à 10mm)

Tableau 5:Répartition des patients selon la classification d'ÅHLBACK

STADE	Nombre de cas
STADE 1	Aucun
STADE 2	Aucun
STADE 3	5 Cas
STADE 4	8 Cas
STADE 5	10 Cas



Graphique 14: Répartition des cas selon la classification d'Ahlback

⇒ 4 Cas parmi ces patients sont des gonarthroses avec perte osseuse importante suite à un traumatisme négligé du genou, réalisant 3 gonarthroses sur genou valgum avec des angles allant respectivement 13°, 16°, 20°. En addition des **déformations valgus** importante, on note une seule **déformation varus** avec un angle de 14°.

⇒ Trois patients dans notre série ont des genoux présentant une déformation sévère due à une polyarthrite rhumatoïde destructive. Les radiographies révèlent une gonarthrose avec une **déviatiion varus**, mesurée à 13 degrés, ainsi que **deux cas de genou valgum**, avec des angles de déviation de 16 et 18 degrés respectivement.

⇒ 1 Cas est une destruction cartilagineuse sur un Syndrome post polio réalisant un aspect de gonarthrose stade 4.

⇒ 5 cas de gonarthrose sur un genou valgum avec un angle de déviation compris entre 12° et 22°

⇒ 10 cas de gonarthrose sur genou varus, réalisant sur le plan radiologique des angles de déviation arrivant à 16°.

⇒ Dans notre série, 12 patients ont bénéficié d'une CCK de reprise soit 34,3%.

⇒ Le bilan radiologique a confirmé le diagnostic de descellement aseptique chez 66,6% des reprises, tandis que devant une radiographie douteuse chez 8,3% des cas, le scanner a permis de poser le diagnostic de l'usure du polyéthylène. Tandis que pour les cas restants présentant une instabilité clinique, le bilan radiologique a objectivé une déformation en varus chez 2 cas et en valgus chez 1 cas

⇒ Dans notre série les 8 patients présentant un descellement à la radiographie ,44,4% des patients présente un liseré tibial, 22,2% présente un liseré bipolaire tibial et fémoral, alors que 33,3% présente un liseré unipolaire fémoral.

CAS 1



Figure 1:Image radiologique d'un genou post traumatique , avec une perte osseuse sévère réalisant une gonarthrose stade 5 sur genou Valgum



Figure 2:Radiographie face après la mise en place d'une prothèse CCK sur un genou post traumatique

CAS 2



Figure 3:Patiente de 55ans, suivie pour une polyarthrite rhumatoïde destructive réalisant une déformation du membre inférieur droit en genou valgum.



Figure 4:Image radiologique face et profil montrant une gonarthrose stade 4 sur genou valgum

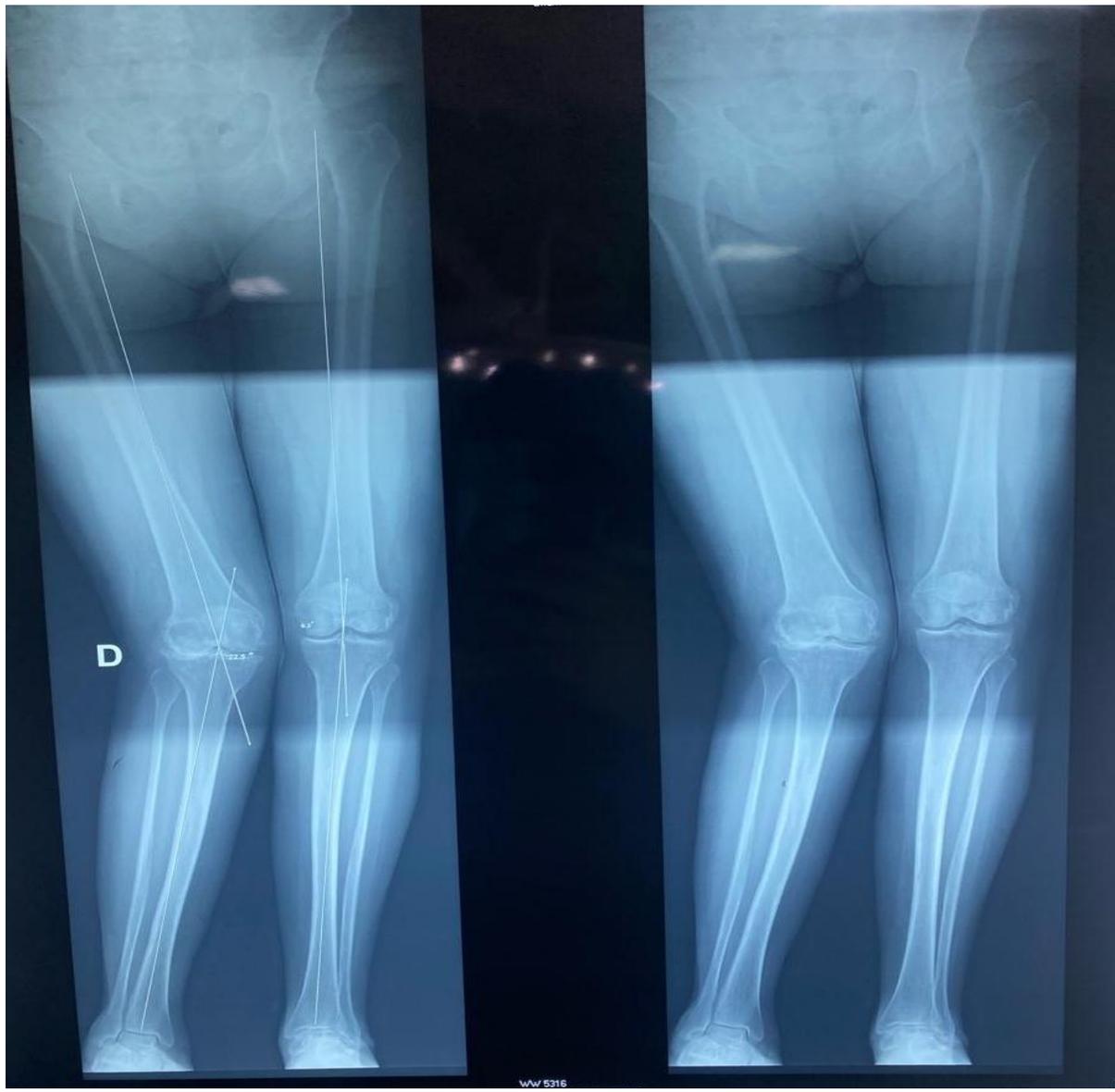


Figure 5:Image radiologique d'une goniométrie face en charge chez la même patiente montrant la déviation en valgum avec un angle de 22°

**Cas 3: Genou post polio réalisant un aspect recurvatum suite à une paralysie du
Quadriceps**



**Figure 6:Image radiologique face en charge du genou montrant une gonarthrose
stade 4 avec déminéralisation osseuse avec amincissement de la corticale chez un
patient qui présente un syndrome post poliomyélite**



Figure 7:Image radiologique face et profil après la mise en place d'une prothèse CCK sur un genou post poliomyélite

CAS 4 : Patiente de 70ans, opéré initialement pour gonarthrose ayant bénéficié initialement d'une prothèse postéro stabilisée



Figure 8: Image radiologique montrant un liseré periprothétique tibial supérieur à 2mm

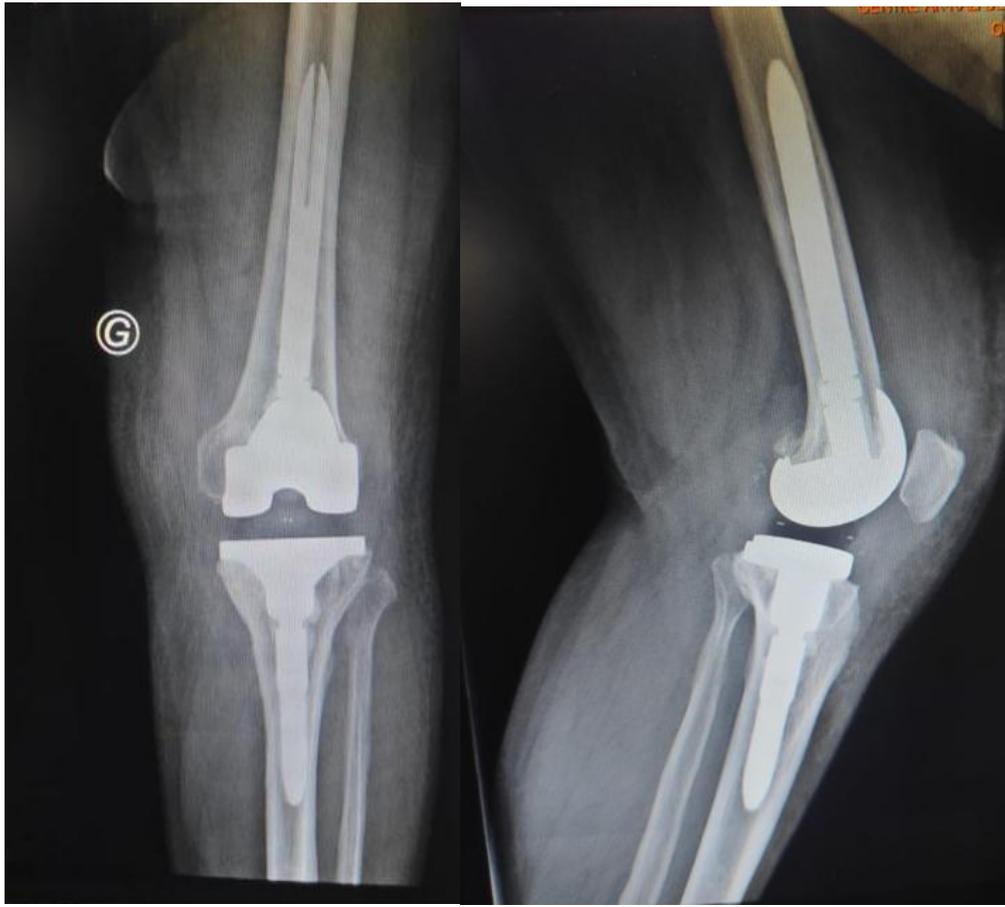


Figure 9: image radiologique face et profil après la mise en place d'une prothèse CCK de révision

Cas 5 : Patiente de 68ans, ayant bénéficié initialement d'une prothèse PS, qui présente après plusieurs années une instabilité en extension, asymétrique en varus



Figure 10: image radiologique montrant une instabilité en extension



Figure 11:Image radiologique face et profil après la mise en place d'une prothèse CCK de révision.

D. Étude d'opérabilité :

1- Étude clinique

Tous les patients ont bénéficié avant l'acte chirurgicale d'un examen clinique complet à la recherche d'une pathologie sous-jacente ou de l'utilisation de traitement médicale pouvant contre indiquer l'intervention ou l'anesthésie.

Une recherche de foyer infectieux a été systématique avec une consultation ORL.

Une consultation dentaire et traitement de toute sinusite ou carie dentaire avant l'opération.

Une consultation d'avis cardiologie était demandée systématiquement chez les patients âgés, les patients ayant des antécédents de pathologie cardiovasculaire.

2- Étude paraclinique :

Tous nos patients ont bénéficié systématiquement d'un bilan biologique et radiologique préopératoire comportant :

- Numération formule sanguine.
- Groupage sanguin.
- Ionogramme sanguin.
- Bilan d'hémostase.
- Bilan infectieux complet (CRP, ECBU)
- Radiographie pulmonaire de face
- Électrocardiogramme (ECG)

D'autre consultation spécialisée et examens para cliniques spécifiques ont été réalisés selon la nécessité (échographie Trans-thoracique, IRM genou...)

E. Traitement

1. Information du malade :

L'information du patient représente une étape essentielle, relevant de la responsabilité du chirurgien orthopédiste en sa qualité de professionnel de la santé. Ce devoir s'étend également aux anesthésistes et à tout autre prestataire impliqué

dans le processus de soins. Elle se doit d'être transparente, avec un contenu exhaustif ajusté à la capacité de compréhension du patient.

2. Préparation du malade :

Tous nos patients ont bénéficié d'une préparation locale qui consistait en un rasage du membre inférieur et une désinfection cutanée par une douche de Bétadine dermique la veille de l'intervention. L'intervention s'est déroulée dans une salle réservée exclusivement à la chirurgie aseptique.

3. Type d'anesthésie :

Tous nos patients ont bénéficié d'une anesthésie générale avec administration d'antibioprophylaxie, à base de céphalosporines de 1ère génération, avec acide tranexamique.

4. Installation du patient :

Tous nos patients ont été installés en décubitus dorsal avec une cale latérale en dehors de la cuisse, une cale où le talon va pouvoir se bloquer avec un genou fléchi à 90° et une cale bloquant le genou à 120°. Le membre doit être libre et mobilisable jusqu'à la racine de la cuisse.

Un garrot pneumatique à la racine de la cuisse était mis chez tous les patients

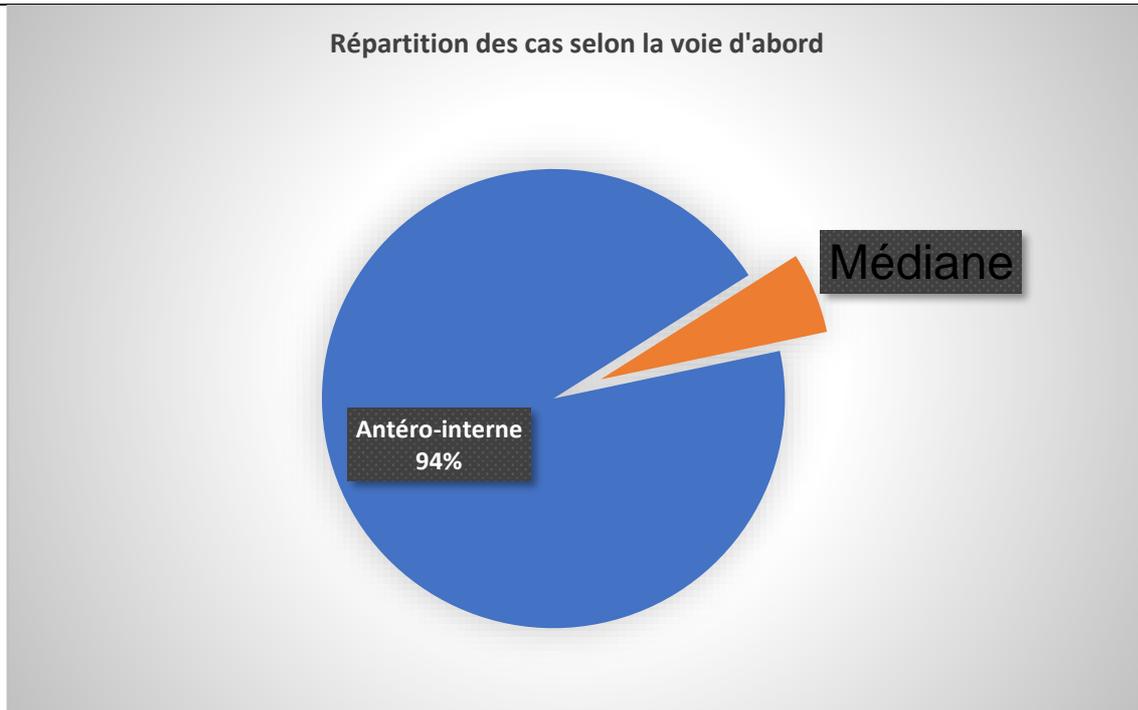
Tout le membre inférieur est préparé et badigeonné par la Bétadine iodée et recouvert par du jersey stérile.

5. Voie d'abord :

Dans notre série, La voie d'abord classique était para patellaire antéro-interne. Une incision cutanée rectiligne, passant par le bord médial de la rotule remontant sur la cuisse de 6– 8cm jusqu'à la face interne de la tubérosité tibiale antérieure en bas, était réalisé chez 94.3% des patients

Une incision antéro médiane, passant par la ligne médiane de la patella était réalisée chez 2 patients (5.7%).

La durée opératoire moyenne est estimée à 1h 30 min.



Graphique 15: Répartition des cas selon la voie d'abord

6. Type de prothèse : Prothèse à contraintes augmentées : CCK

Connu sous le nom de prothèse VVC (*varus-valgus unlinked constrained*) ou CCK (*condylar constraint knee*).

Il s'agit d'un implant à contraintes augmentées mais non lié. La contrainte est augmentée par une came tibiale centrale plus haute et plus large venant se loger dans la cage fémorale inter condylienne elle aussi plus large et plus haute.[8]

Ce dessin vise à assurer par le dessin de l'implant une postérostabilisation et une compensation d'une insuffisance partielle d'un ligament collatéral.

De nombreuses études montrent d'excellents résultats des prothèses CCK aussi bien en primo intention que dans la révision, avec des survies allant de 70 à 96 % à

10 ans, si bien que le risque théoriquement accru de descellement n'est pas clairement établi.[9]

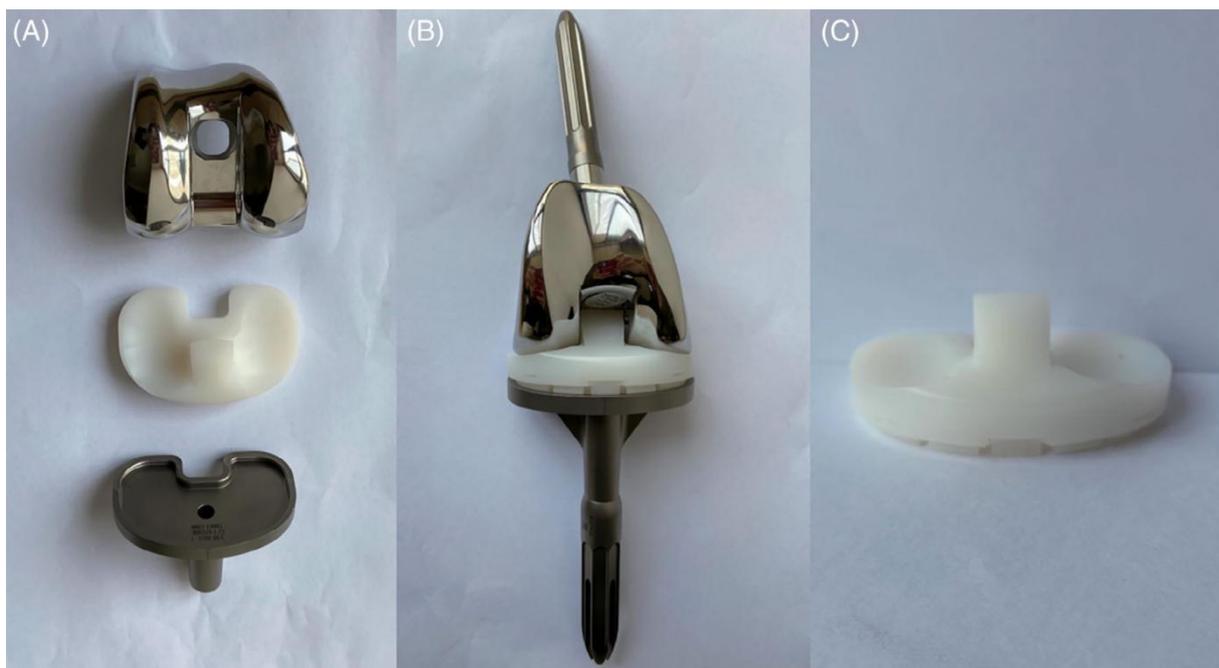


Figure 10:Imane montrant les composants d'une prothèse CCK

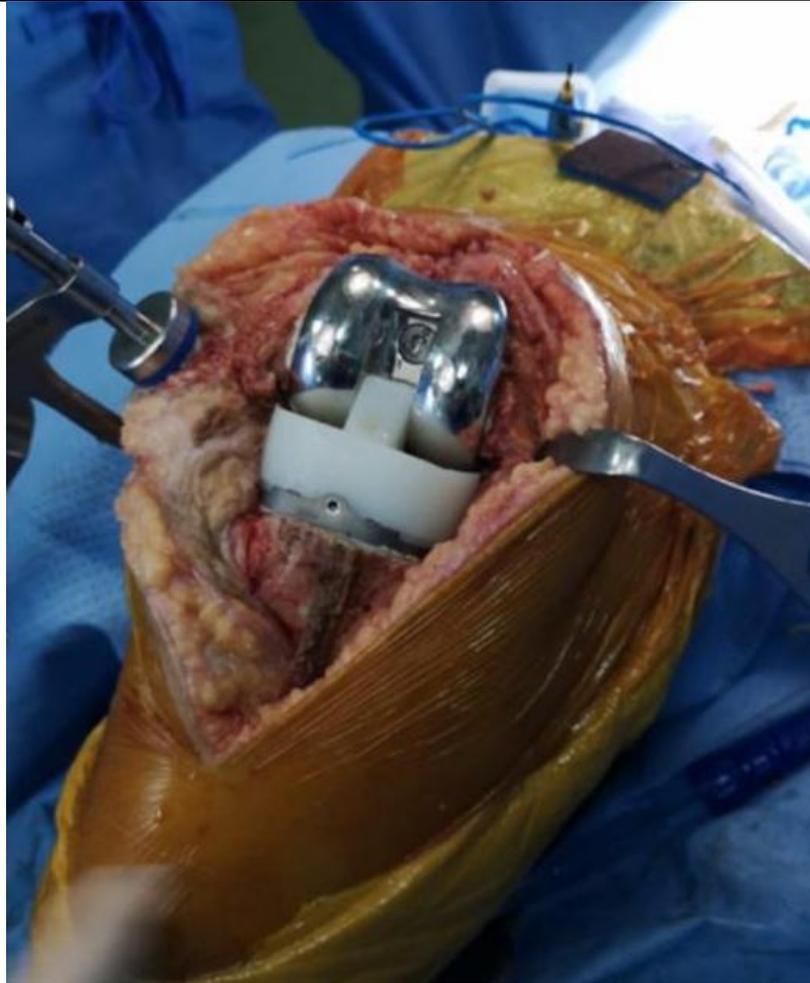


Figure 11: Image per opératoire d'une prothèse CCK montée

7. Technique de pose :

Sous anesthésie générale

En décubitus dorsal et vérification des points d'appui

Garrot à la racine de la cuisse

Par voie d'abord para patellaire interne sur le genou

Arthrotomie para patellaire médiale transquadricepsale

La patella est basculée en dehors avec éversion de l'appareil extenseur

Émondage des ostéophytes et dénervation de la rotule

Nettoyage de l'échancrure

TEMPS FEMORAL :

mise en place d'un guide intra médullaire

alésage progressif

Réalisation de la coupe DISTAL du fémur

Temps tibial :

mise en place d'un guide centromédullaire.

alésage progressif

Réalisation de la coupe tibial

suite temps fémoral.

Réalisation des coupes antérieur et postérieur

Réalisation d 'essaye par implant d essaie

Lavage au Sérum salé

Mise en place d implant définitif

Testing de stabilité et la balance ligamentaire satisfaisant en extension et en flexion.

Vérification de l'hémostase

Reconstruction de l'appareil extenseur et fermeture de l'arthrotomie.

Drain de Redon articulaire en aspiration

Lavage abondant

Fermeture plan par plan

Pansement sec

Pouls perçus en fin d'intervention.

Fermeture plane par plan, sur Redon aspiratif.

8. Suites opératoires :

7.1 / Traitement médical :

- Tous nos patients ont reçu une antibioprophylaxie pendant 48H à base de céphalosporines de 2ème génération ou de l'Amoxicilline protégée.
- Les anti-inflammatoires à base d'AINS ont été administrés systématiquement chez les patients n'ayant pas de contre-indications.
- Les antalgiques administrés par voie intraveineuse (palier II) ont été utilisés pendant 48h avec relai par voie orale.
- La morphine a été administrée au besoin.
- Les anticoagulants à base d'héparine de bas poids moléculaire (HBPM) à dose préventive, ont été administrés chez tous nos patients, pendant 3 semaines.

7.2/ Rééducation :

Étape capitale pour une meilleure qualité de marche.

Tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation en post opératoire, démarrée au sein du service à J1 du post opératoire.

J1 post opératoire :

- Surélévation de la jambe tendue au lit,
- Mouvements activo-passifs de 0° à 45° ou plus selon la tolérance du patient ; on peut se servir d'un arthromoteur.
- Travail statique du quadriceps en isométrie.
- Travail dynamique du membre inférieur.
- Position assise.
- Marche avec cadre de marche avec ou sans appui de contact.

J2 post opératoire :

- Même travail intensifié du membre et du genou.
- Renforcement du quadriceps en isométrie par débordement d'énergie.
- Travail de l'équilibre sans poussée.

Dans les jours qui suivent : (durant le séjour hospitalier) :

- Travail toujours statique du quadriceps.
- Jambe tendue ; auto rééducation du verrouillage en extension, avec orthèse armée du genou ; enlever l'attelle dès le verrouillage obtenu.
- Mouvements de flexion active douce de 0° à 90° si indolores.
- Apprentissage de la montée et descente des escaliers.
- Apprentissage de la marche avec 2 béquilles, ensuite 1 béquille selon la tolérance.
- Flexion à 100°, 110° et même 120° au fur et à mesure.

Phase de réadaptation à l'effort (au centre de rééducation):

- Travail statique du quadriceps.
- Éviter la pouliothérapie.
- Flexion active du genou.
- Tapis roulant ; hydrothérapie ; marche dans la piscine.
- Travail de l'équilibre : effectuer des poussées dans tous les sens durant les pas.
- Harmonisation du membre ; exercices visant l'entrée en action des différentes articulations.

A la fin :

- Consultation chirurgicale, abandon des béquilles (en pratique, on conseille une béquille controlatérale pour les longs trajets avec surveillance du poids et du risque infectieux, et éviction du port de charge lourde, des piétinements, et des talons hauts).
- Éviter les activités déstabilisantes.

7-3 Séjour hospitalier :

La durée d'hospitalisation moyenne était 15 jours avec des extrêmes de 5 à 40 jours.

F / Complications :

1- Complications peropératoires :

Pas de complication peropératoire.

2- Complications postopératoire précoces :

1 cas de fracture péri prothétique au niveau du tibia, suite à une chute de son lit.

Ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque DCP .

1 cas d'infection par l'acinetobacter bomanii, ayant bénéficié d'un traitement médical et chirurgical à base de Colimycine associées à plusieurs parages. Suite à la persistance de l'infection, on a réalisé une dépose de la prothèse, avec mise en place d'un ciment chirurgical aux antibiotiques principalement la Gentamycine.

L'évolution : décès par choc septique

3- Complications postopératoire tardives :

1 seul cas de raideur, compliquée par des escarres, puis décédée suite à un traumatisme crânien.

G / Résultats thérapeutiques

1- Le recul post opératoire :

Tous nos patients ont été régulièrement suivis en consultation. Le recul moyen était de 24 mois.

2- Évaluation Fonctionnelle :

Nous avons évalué les résultats fonctionnels des genoux opérés, selon la classification internationale de la Knee Society (IKS) (tableau I).

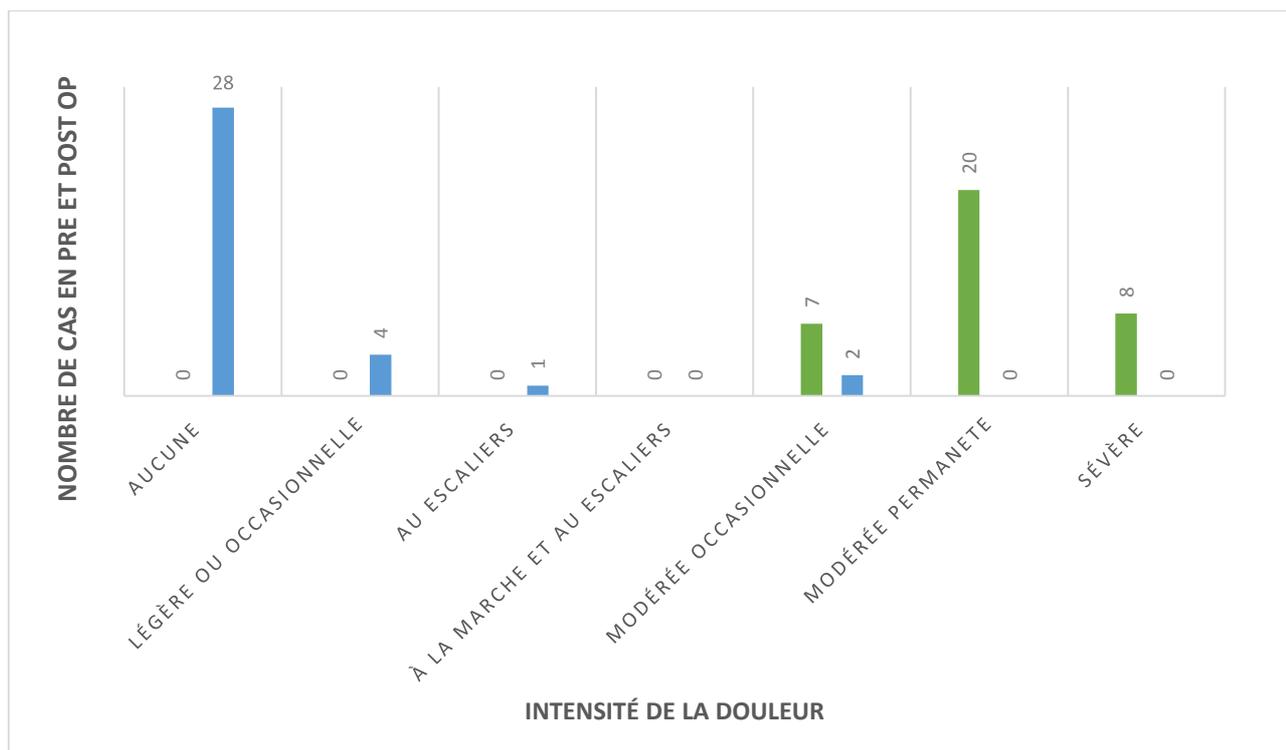
2-1 Appréciation de la douleur

Représente le critère de satisfaction le plus important.

Nous avons évalué la douleur en se référant à l'échelle visuelle analogique de la douleur EVA qui comprend une cotation de 0 à 10 en fonction de l'intensité de la douleur.

Nous avons noté on post opératoire :

- Aucune douleur sévère chez 28 patients soit 80%
- Légère ou occasionnelle chez 4 patients soit 11.4%
- Douleur aux escaliers chez 1 patient soit 2.8%
- Modérée, occasionnelles chez 2 un patient soit 5.7%



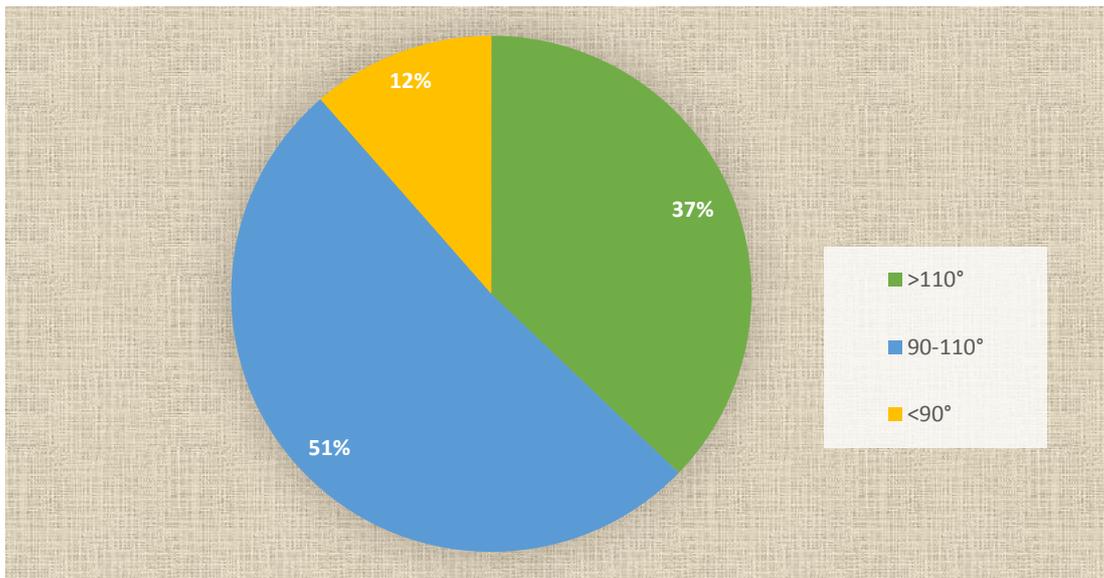
Graphique 16: Comparaison de la douleur pré et post opératoire chez nos patients

2-2 Appréciation de la mobilité

Elle a été évaluée sur l'amélioration de la flexion du genou.

Tableau 6: Comparaison du degré de la flexion du genou en pré et post opératoire

Degré de la flexion	>110°	90-110°	<90°
Préopératoire	5 cas	6 cas	24 cas
Post opératoire	13 cas	18 cas	4 cas



Graphique 17: Répartition des cas selon le degré de flexion post opératoire

➔ Au total :

En postopératoire, le score global IKS genou moyen est de **85/100** au lieu de **49/100** et

Le score global IKS fonction moyen est de **80/100** au lieu de **41/100**.

Le score global IKS moyen en postopératoire est de **165/200** au lieu de **105/200** en préopératoire.

Tableau 7: Tableau comparatif du IKS pré et postopératoire

	Préopératoire	Postopératoire
<i>IKS Genou Moyen</i>	49/100	85/100
<i>IKS fonction Moyen</i>	41/100	80/100

3- Évaluation radiologique :

Des radiographies du genou face et profil étaient demandées systématiquement chez tous les patients en postopératoire, et ont objectivé un bon positionnement des implants tibiaux et fémoraux.

Le pangonogramme en postopératoire est demandé systématiquement chez tous nos patients à la première consultation. Il permet de mesurer l'axe postopératoire des membres inférieurs, la hauteur de l'interligne articulaire, l'angle HKA, leurs positions, et le centrage de la rotule.

RAPPEL ANATOMIQUE

1 – Anatomie descriptive du genou

1.1 Le référentiel anatomique

La description de la position, orientation et géométrie des structures anatomiques est réalisée à partir de la position anatomique de référence, sujet debout et de face, à laquelle est associé un système de trois plans anatomiques orthogonaux deux à deux :

- Le **plan frontal** divise le corps en une partie antérieure et une partie postérieure, la direction normale à ce plan est appelée **axe antéro–postérieur**.
- Le **plan sagittal** divise le corps en une partie gauche et une partie droite, l'axe perpendiculaire à ce plan est appelé **axe médio–latéral**. Une structure sera qualifiée de médiale, si elle est proche de ce plan médian, et de latérale, si elle en est éloignée. Un plan parallèle à ce plan est qualifié de para sagittal.
- Le **plan Axial** divise le corps en une partie supérieure et une partie inférieure et permet de définir l'**axe supérieur–inférieur**. Les plans qui lui sont parallèles sont appelés plans transverses.

En plus de ces trois plans et de ces trois axes, les termes, **proximal** et **distal**, permettent de positionner les structures relativement au tronc. La partie proximale d'une structure est celle qui est la plus proche du tronc et la partie distale est la plus distante. [10]. Figure (1)

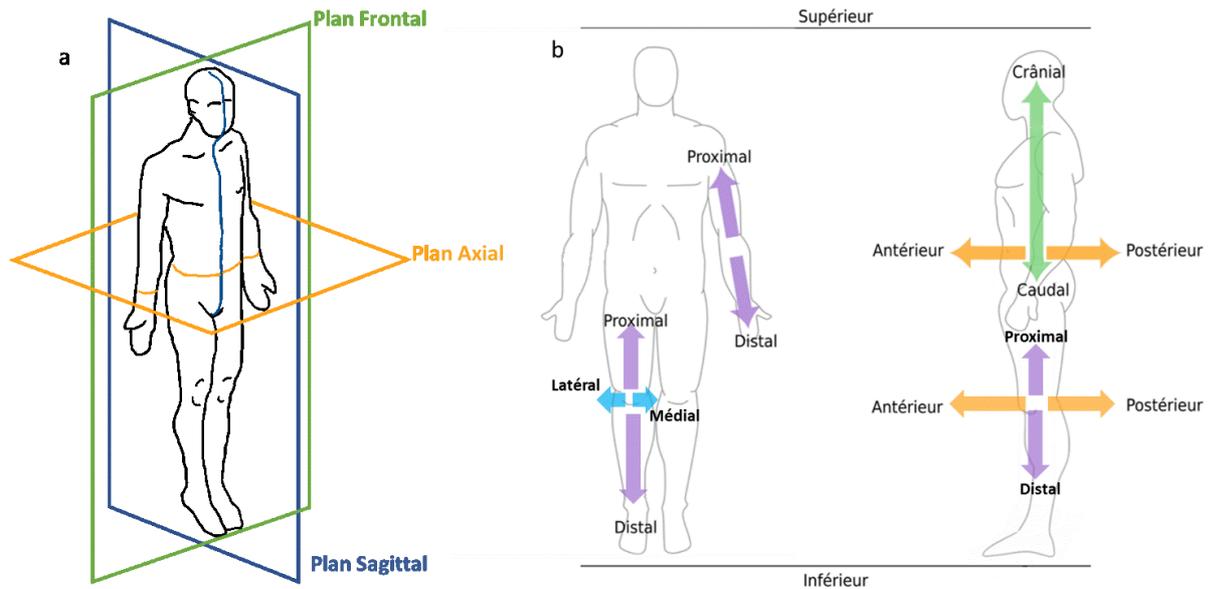


Figure 12:(a) Les trois plans de référence anatomique, (b) Les directions de description anatomique

1.2. L'articulation du genou

L'articulation du genou unit le fémur, le tibia et la patella. C'est une articulation synoviale composée de deux articulations :

- ❖ L'articulation fémoro-tibiale qui est une bicondyalaire
- ❖ L'articulation fémoro-patellaire qui est un ginglyme.

Elle doit allier une parfaite stabilité et une grande mobilité[10].

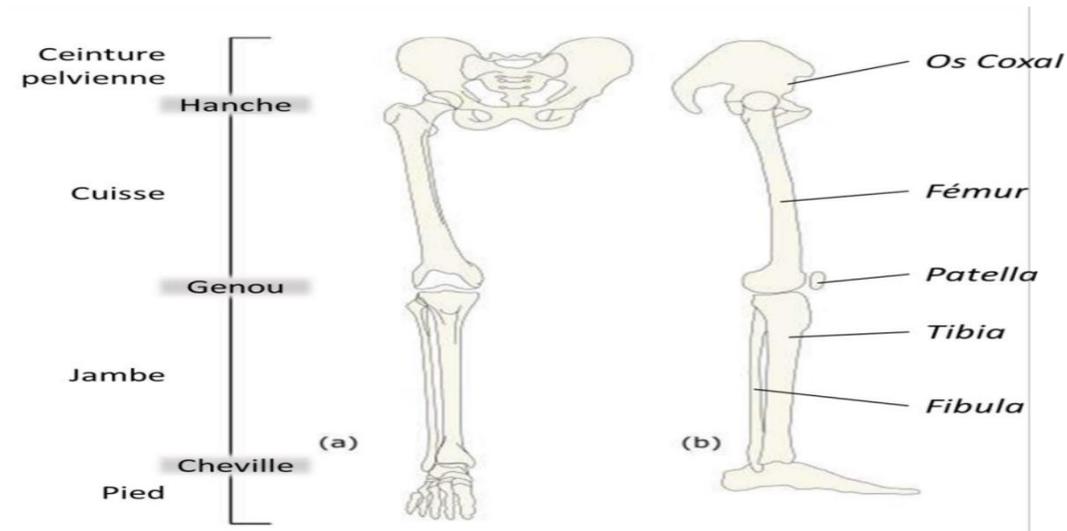


Figure 13: Régions, os et articulations principales du membre inférieur, (a) vue de face, (b) vue de profil

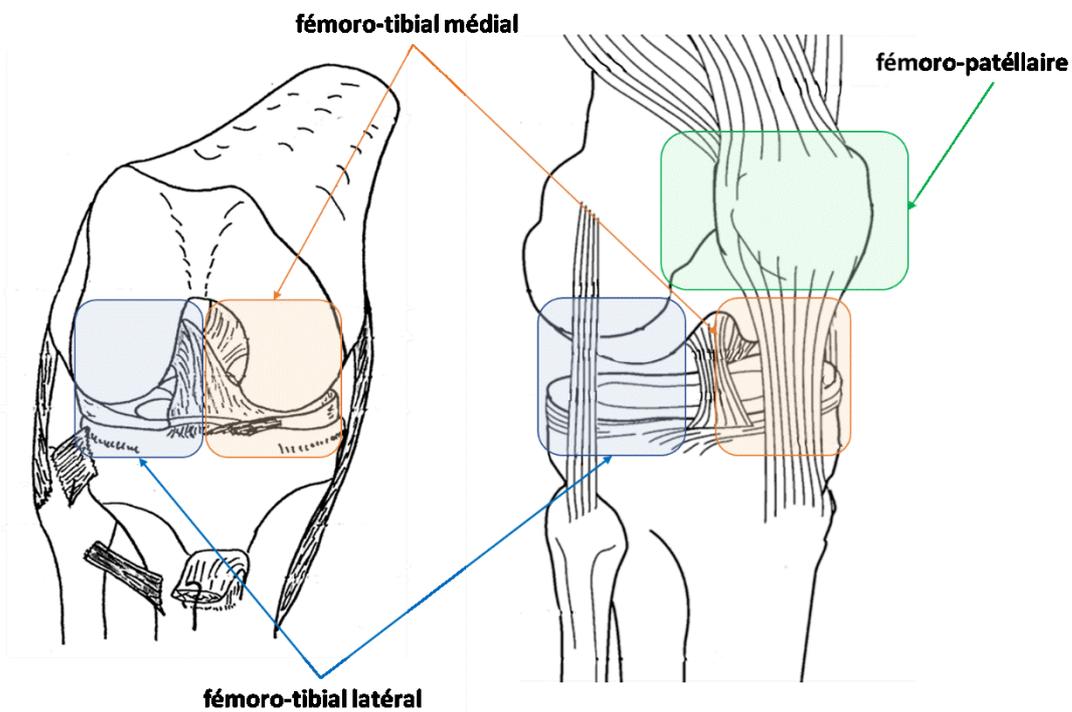


Figure 14: Les trois compartiments de l'articulation du genou, en vue de face (à gauche) et de trois quarts (à droite).

Le genou est une articulation synoviale constituée de structures qui permettent, facilitent et contraignent la mobilité relative des os. Les contacts entre les os se font par l'intermédiaire des surfaces articulaires et des ménisques.

L'articulation est délimitée par la capsule articulaire, qui présente sur sa face intérieure une membrane synoviale. Cette membrane permet de générer le liquide synovial qui lubrifie le cartilage hyalin composant les surfaces articulaires[10].

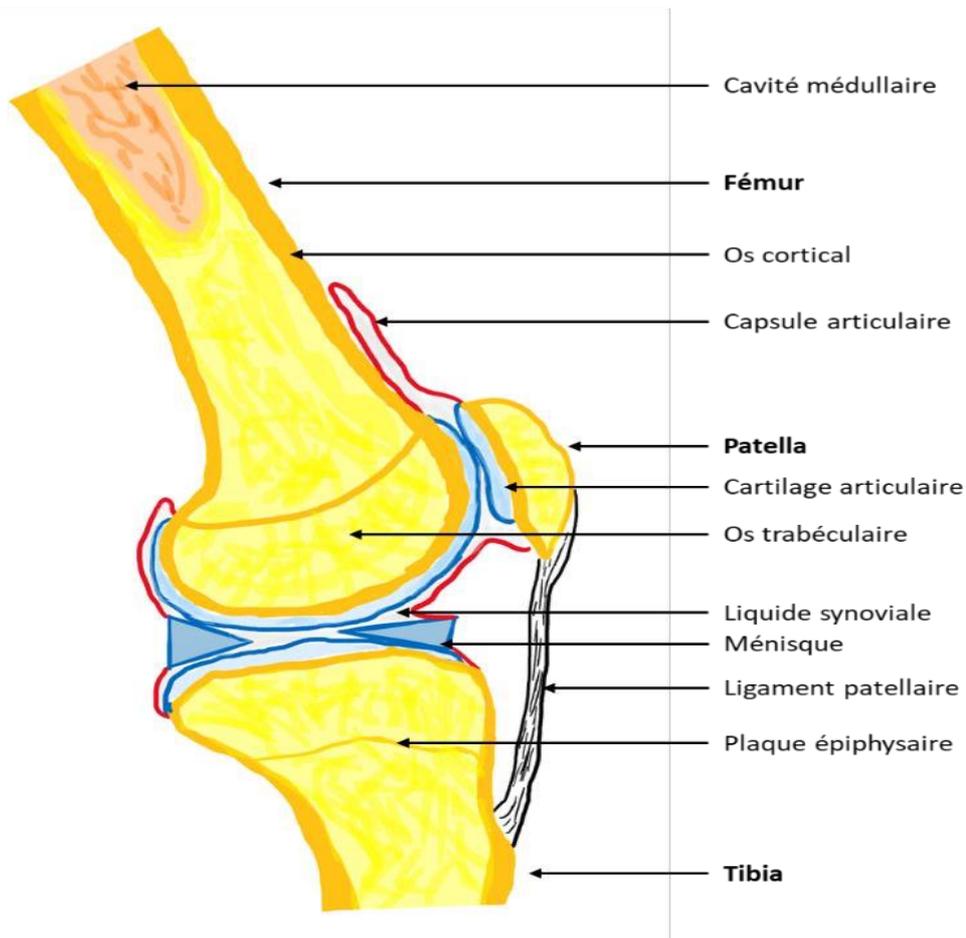


Figure 15: Vue en coupe de l'articulation du genou [10]

1.3. Les surfaces articulaires du genou

A -Extrémité inférieur du fémur :

La surface articulaire fémorale est constituée par :

- La surface patellaire (trochlée), qui s'articule avec la rotule : Elle est constituée par une gorge et deux joues latérales, convexes de haut en bas, elle est surmontée en avant par une large fossette se prolongeant de chaque côté par deux fosses supra condylaires.

- Deux segments de sphères latéraux : les condyles fémoraux qui s'articulent avec les cavités glénoïdes du tibia par le biais des ménisques. :

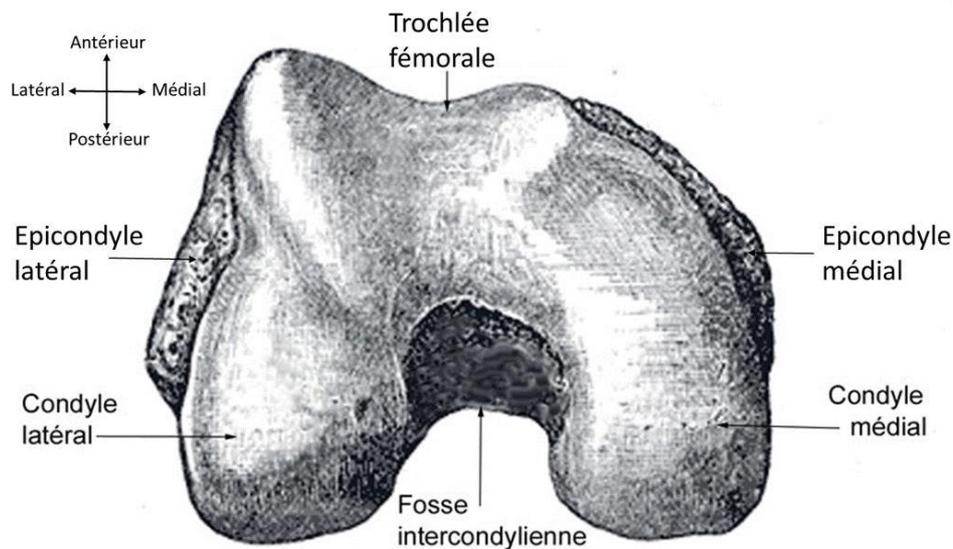


Figure 19 : Anatomie de l'extrémité inférieur du fémur

- Surface articulaire patellaire : Face postérieure de la patella dans ses $\frac{3}{4}$ supérieurs

Elle est divisée en deux facettes par une crête verticale :

Facette latérale, plus large et facette médiale, plus médiane répondant à la joue médiane de la surface patellaire du fémur.

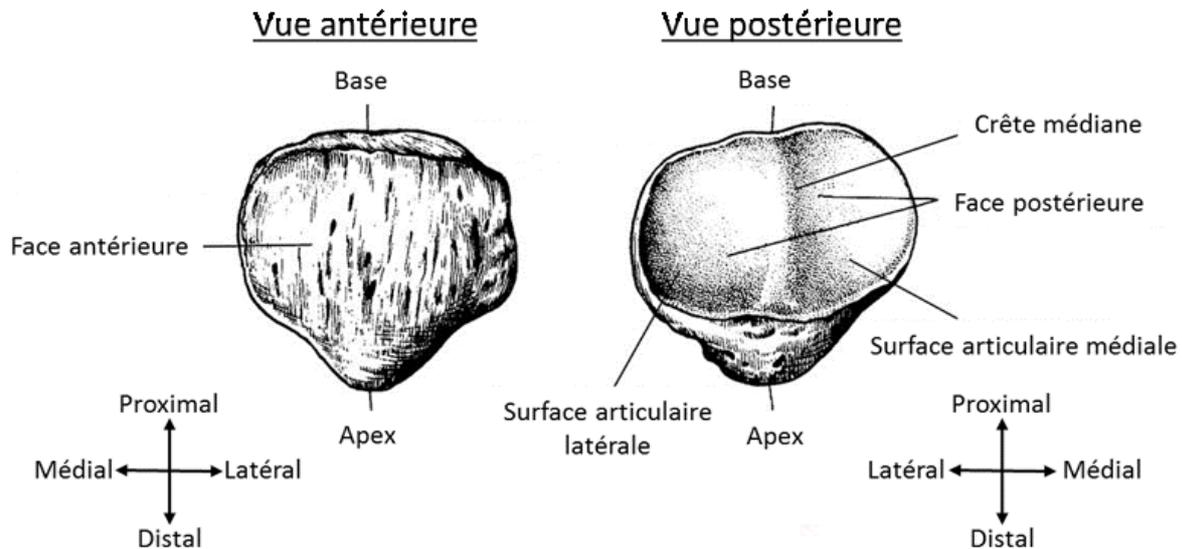


Figure 16: Anatomie d'une patella gauche, vues antérieure et postérieure

▪ L'extrémité supérieure du tibia :

Au nombre de deux, médiale et latérale, elles sont situées sur la face supérieure des condyles tibiaux. Elles sont séparées par l'éminence et les aires inter condylaires.

La surface articulaire médiale est légèrement concave. Ovale, elle se relève sur le tubercule inter condyloire médiale.

La surface articulaire latérale est plane ou légèrement convexe d'avant en arrière. Large et arrondie, elle se relève sur le tubercule inter condyloire latéral.

La congruence de l'articulation fémoro-tibiale est assurée par 2 fibrocartilages intra articulaires qui sont adhérents à la capsule articulaire à leur périphérie. : Les Ménisques

- **Les ménisques :**

- *Le ménisque latéral :*

Il a la forme d'un C presque fermé. Ses cornes antérieure et postérieure s'attachent sur les aires inter condylaires correspondantes, près de l'éminence inter condylaire, près de la corne postérieure, se détachent deux faisceaux, les ligaments ménisco-fémoraux antérieur et postérieur. Ils longent en avant et en arrière le ligament croisé postérieur pour se fixer sur la face axiale du condyle médial du fémur. Les ligaments méniscofémoraux représentent souvent la seule attache de la corne postérieure .[20]

- **Le ménisque médial :**

Il a la forme d'un C très ouvert. La corne antérieure s'insère sur la partie antéro médiale de l'aire intercondylaire antérieure. La corne postérieure s'insère sur l'aire intercondylaire postérieure, près de l'éminence intercondylaire.

Les ménisques sont unis en avant par le ligament transverse du genou

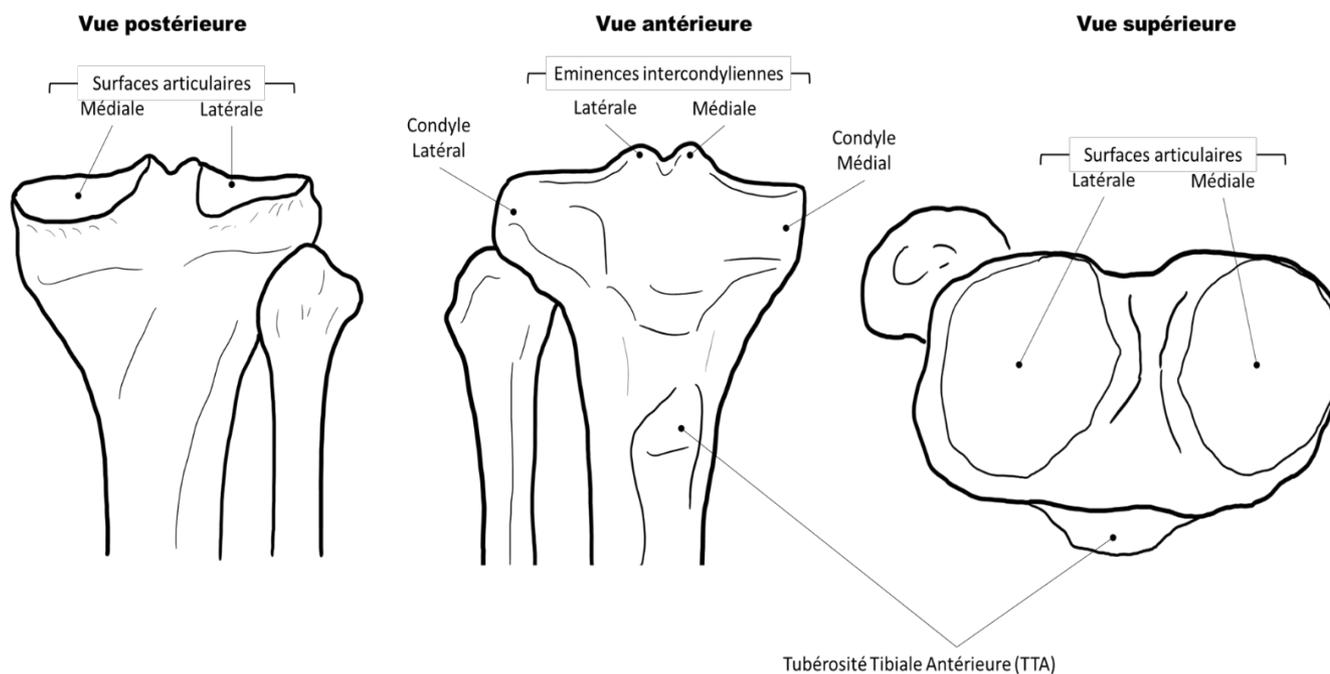


Figure 17: Anatomie sommaire du tibia proximal droit

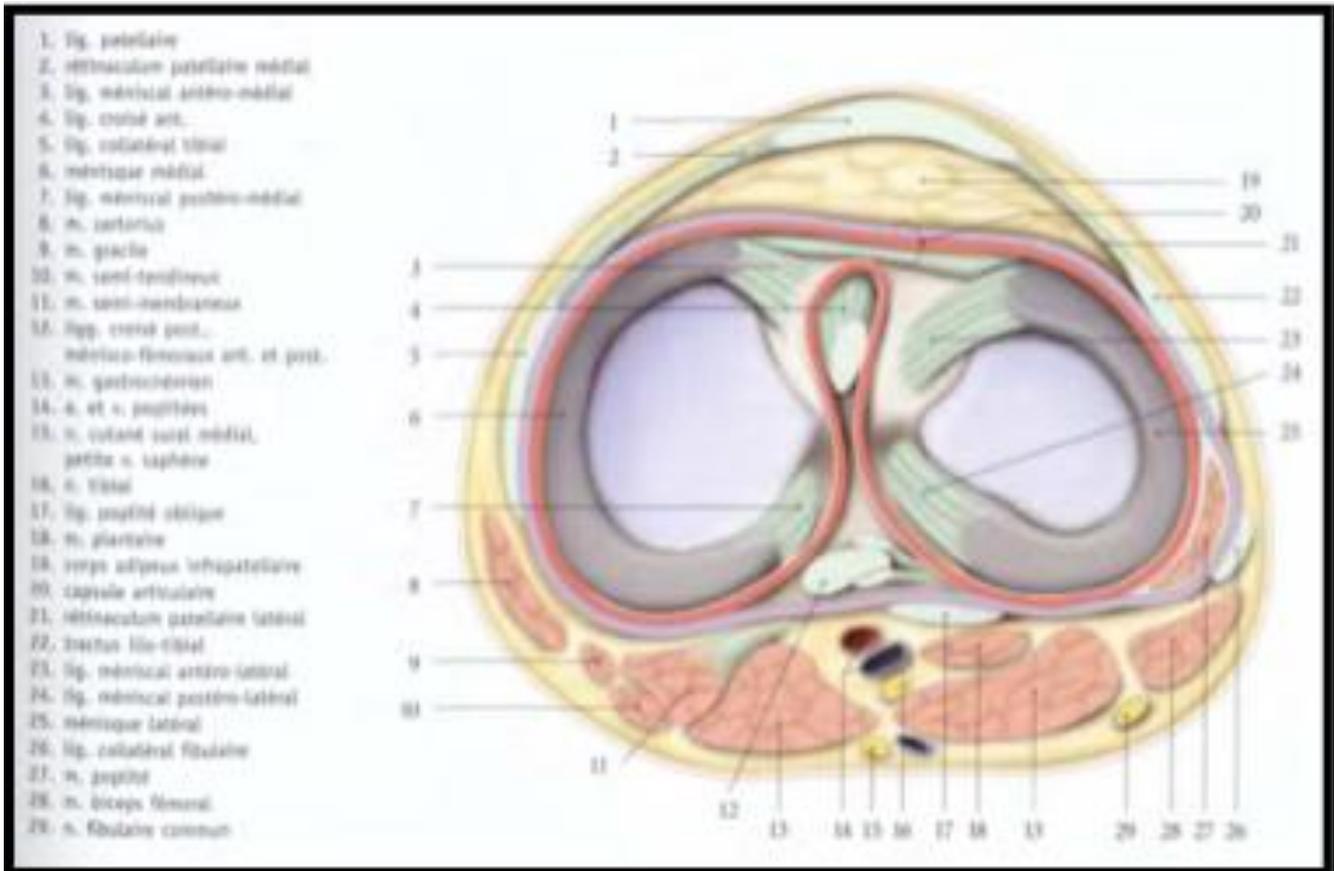


Figure 18: Ménisques et ligaments du genou ; Coupe transversale du genou (vue supérieure)

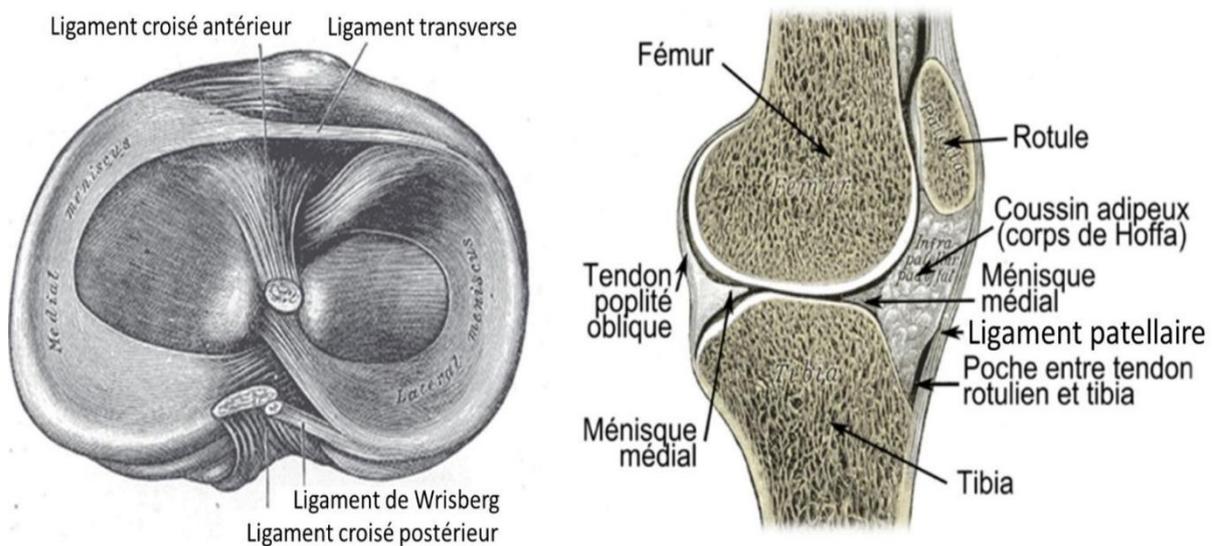


Figure 19: Image montrant les ménisques

Deux autres structures importantes au niveau du tibia proximal sont ; la tubérosité tibiale antérieure (TTA), un bourrelet osseux saillant sur lequel s'insère le ligament patellaire, et l'articulation avec la fibula sur la face latérale postérieure du plateau latéral. [13]

1.4 Le cartilage hyalin

Le cartilage hyalin est présent dans toutes les articulations synoviales, son rôle est d'amortir et transmettre les efforts transitant par l'articulation à l'os sous-chondral. De plus, il présente des propriétés tribologiques permettant un glissement efficace des surfaces articulaires.[13]

1.5 L'os sous chondral

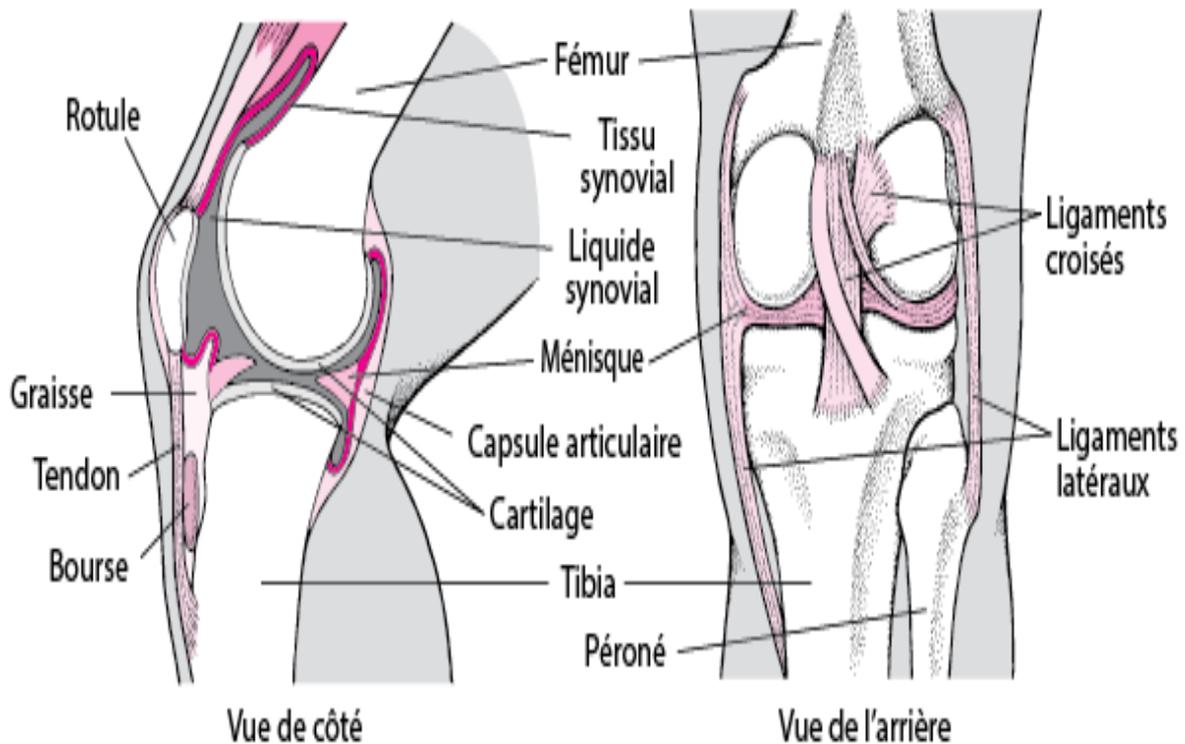
L'os sous-chondral est l'os situé sous le cartilage articulaire. Il sert d'ancrage rigide au cartilage plus souple et transmet les efforts du cartilage à l'os. Une partie des nutriments nécessaires à l'homéostasie du cartilage proviennent de l'os sous chondral, et de nombreux auteurs considèrent le complexe {Cartilage + Os sous-chondral} comme une unité fonctionnelle .[14]

1.6 La stabilité du genou :

La stabilité du genou est assurée par une combinaison complexe de structures ligamentaires, musculaires et osseuses.

A/ Moyens d'union : passif :

- Capsule articulaire et membrane synoviale :
- Ligaments du genou
- Ménisques



La capsule articulaire :

a) Membrane fibreuse :

Sur le fémur, elle s'insère à 15 mm environ au-dessus de la surface patellaire. L'insertion se rapproche du cartilage sur les côtés, puis s'éloigne pour passer à 10 mm au-dessus des condyles, avant de se perdre dans la fosse intercondyloïde sur les ligaments croisés.

Sur le tibia, elle s'insère à 5 mm environ des bords des surfaces cartilagineuses. Sur la patella, elle se fixe au contact du cartilage, sauf à la base où elle est éloignée de 1 mm environ. Elle est épaisse et résistante, surtout en arrière des condyles fémoraux, formant les «coques condyloïdes».

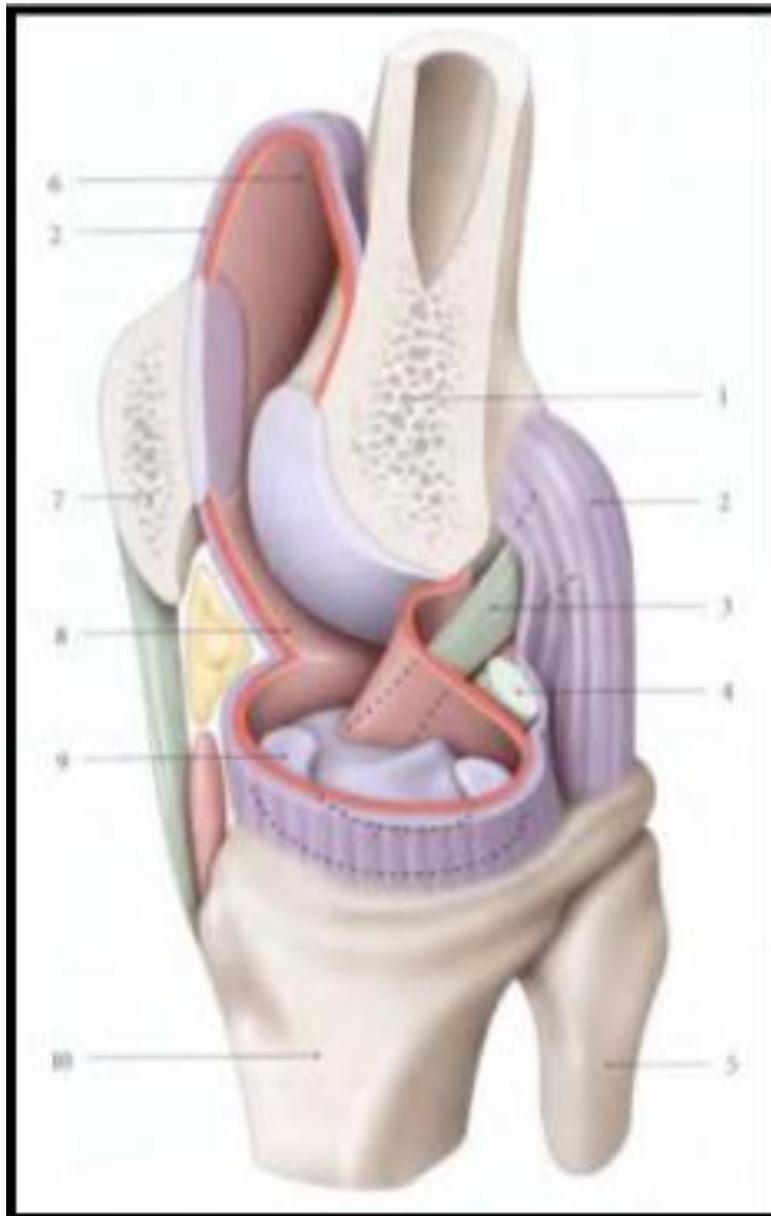


Figure 20:Articulation du genou. Aspect schématique de la capsule (résection du condyle médial) ;1. condyle latéral 2. membrane fibreuse de la capsule articulaire 3. lig. croisé ant. 4. lig. croisé post. 5. fibula 6. bourse supra patellaire 7. patella 8. membrane synoviale 9. ménisque médial 10. tibia

b) Membrane synoviale :

Étendue et complexe, elle tapisse les surfaces osseuses intra-articulaires, le corps adipeux infra patellaire formant le pli synovial infra patellaire et les plis alaires. Elle présente à sa partie supérieure un profond cul-de sac, la bourse supra patellaire.

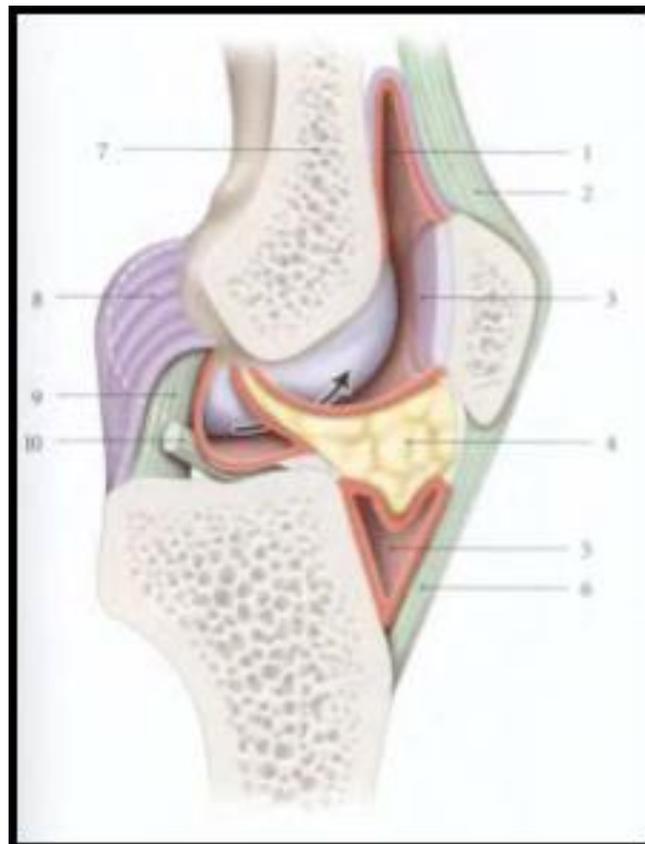


Figure 21:Cavité articulaire médiale du genou (coupe sagittale) ; 1. Bourse supra patellaire 2. tendon du m. quadriceps fémoral 3. cavité synoviale 4. corps adipeux infra patellaire 5. bourse infra patellaire profonde 6. lig. patellaire 7. condyle médial du fémur 8. membrane fibreuse de la capsule articulaire ouverte 9. lig. croisé post. 10. lig. croisé ant.

Ligaments du genou :

Les ligaments sont des stabilisateurs passifs du genou, ils se présentent sous la forme de bandes de tissu conjonctif fibreux. Ils ont un comportement anisotrope visco-hyper-élastique, et une bonne résistance mécanique. [15]

Ils permettent de contraindre la rotation interne-externe du fémur sur le tibia [14], et reprennent les moments valgus et varus.

Leur rigidité et résistance permettent de contraindre les mouvements relatifs des structures articulaires du genou.

a) Le Ligament patellaire

C'est une lame résistante, épaisse de 5 à 6 mm. Il naît de l'apex de la patella. Il se dirige obliquement en bas et latéralement, formant avec l'axe fémoral un angle à sinus latéral. Il se termine sur la tubérosité du tibia. Il est renforcé en avant, par des fibres superficielles du tendon du quadriceps.

Des bords de ce tendon et de la patella se détachent deux expansions, les rétinaculum patellaires latéral et médial. Ils renforcent la capsule articulaire et sont formés chacun de trois faisceaux :

- un faisceau horizontal qui se fixe sur l'épicondyle latéral ou médial du fémur;
- un faisceau oblique qui se perd sur la capsule articulaire du genou;
- un faisceau vertical qui s'insère sur la tubérosité du tibia.

b) le Ligament collatéral tibial :

C'est une longue bandelette fibreuse de 9 à 10 cm. Il naît de l'épicondyle médial. Il se porte obliquement en bas et légèrement en avant, et se fixe sur la partie proximale de la face médiale du tibia. Son bord postérieur se confond avec la capsule.

c) Ligament collatéral fibulaire :

C'est un cordon épais, long de 5 à 6 cm. Il naît de l'épicondyle latéral, se porte obliquement en bas et en arrière, et se termine sur le versant antérolatéral de la tête fibulaire, séparé du tendon du muscle biceps fémoral par une bourse synoviale

d) Ligament poplité arqué :

le faisceau vertical s'insère sur la coque condylo-latérale, la fabella, et la fosse intercondylo-latérale;

le faisceau arciforme se fixe sur le tibia, en formant une arcade au-dessus du muscle poplité

Il naît de l'apex de la tête fibulaire. Il se dirige en haut et se divise en deux faisceaux, vertical et arciforme :

e) Ligament poplité oblique:

Il se détache du bord latéral du tendon du muscle semi-membraneux, se dirige obliquement en haut et latéralement en s'étalant et se termine sur la coque condylo-latérale, la fabella et la face postérieure voisine du fémur

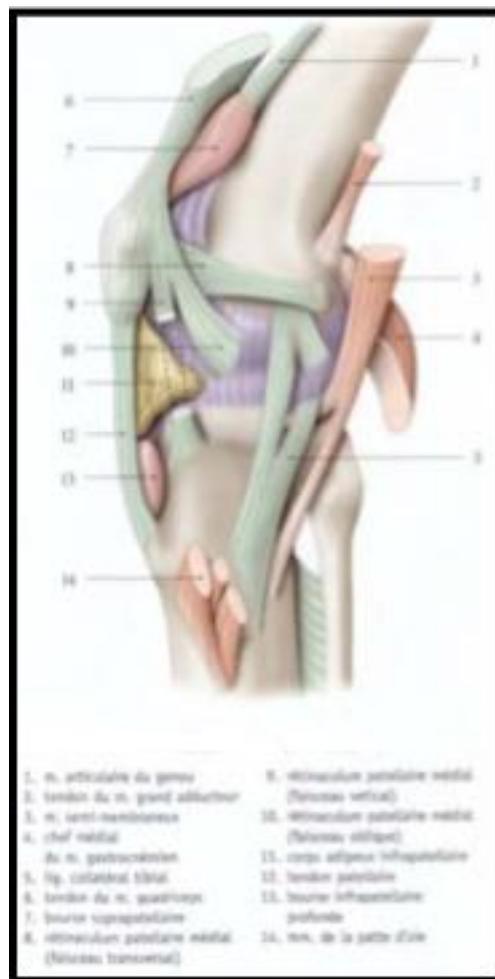


Figure 22:Articulation du genou (vue médiale)

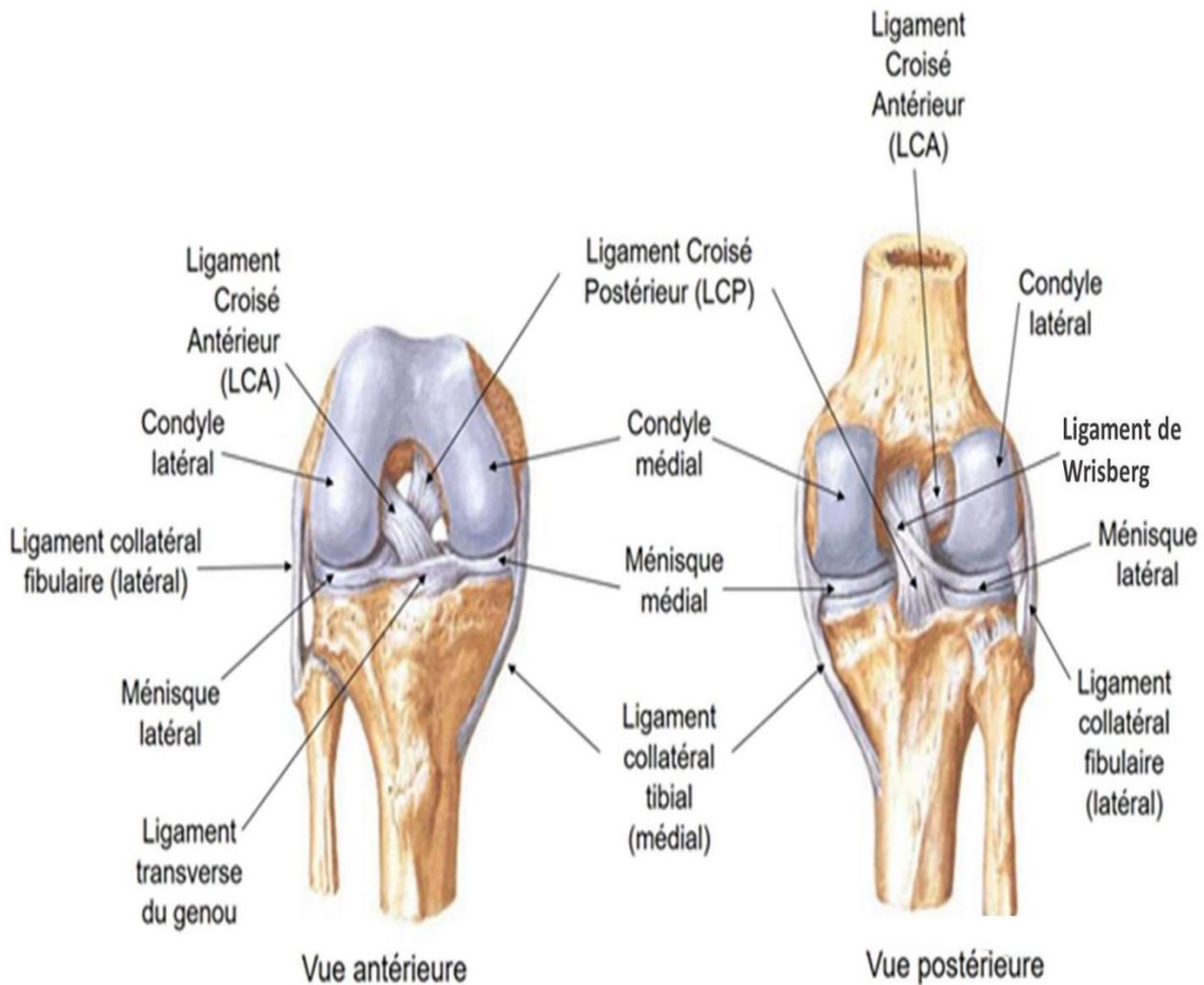


Figure 23: Ligaments et ménisques du genou

f/ Ligaments croisés antérieur et postérieur :

Ce sont des ligaments de la région intercondyloire du genou. Ils sont croisés entre eux dans les plans frontal et sagittal. Ils sont extrasynoviaux, mais intracapsulaires.

○ **Le ligament croisé antérieur :**

❖ Il naît sur le versant antérieur de l'aire intercondyloire antérieure. Presque horizontal, il se dirige obliquement en haut, en arrière et latéralement.

❖ Il se termine sur la partie postérieure de la face axiale du condyle latéral du fémur. Il est croisé avec le ligament collatéral fibulaire, dans le plan sagittal.

○ **Le ligament croisé postérieur :**

❖ Il naît sur la partie postérieure de l'aire intercondyloire postérieure.

❖ Presque vertical, il se dirige obliquement en haut, en avant et médialement.

❖ Il se termine sur la partie antérieure de la face axiale du condyle médial du fémur.

❖ Il est accompagné par les ligaments ménisco-fémoraux. Il est croisé avec le ligament collatéral tibial, dans le plan sagittal.

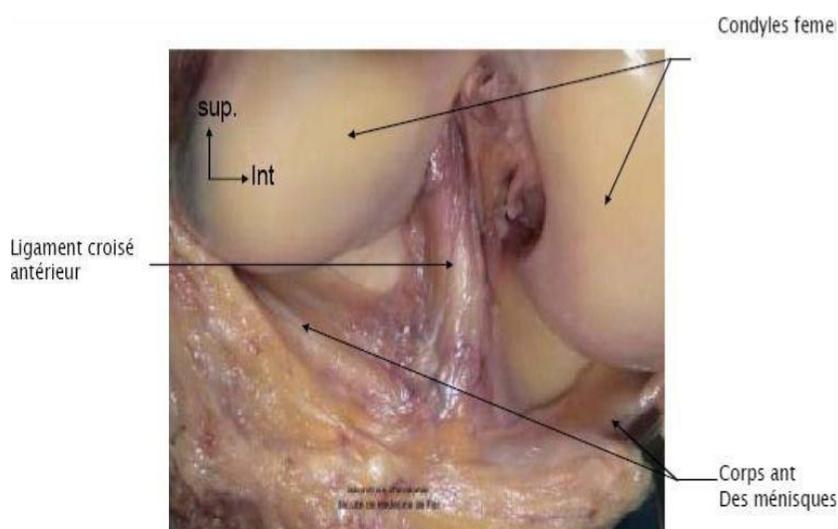


Figure 24:Vue Antérieure du genou montrant Le ligament Croisé antérieur

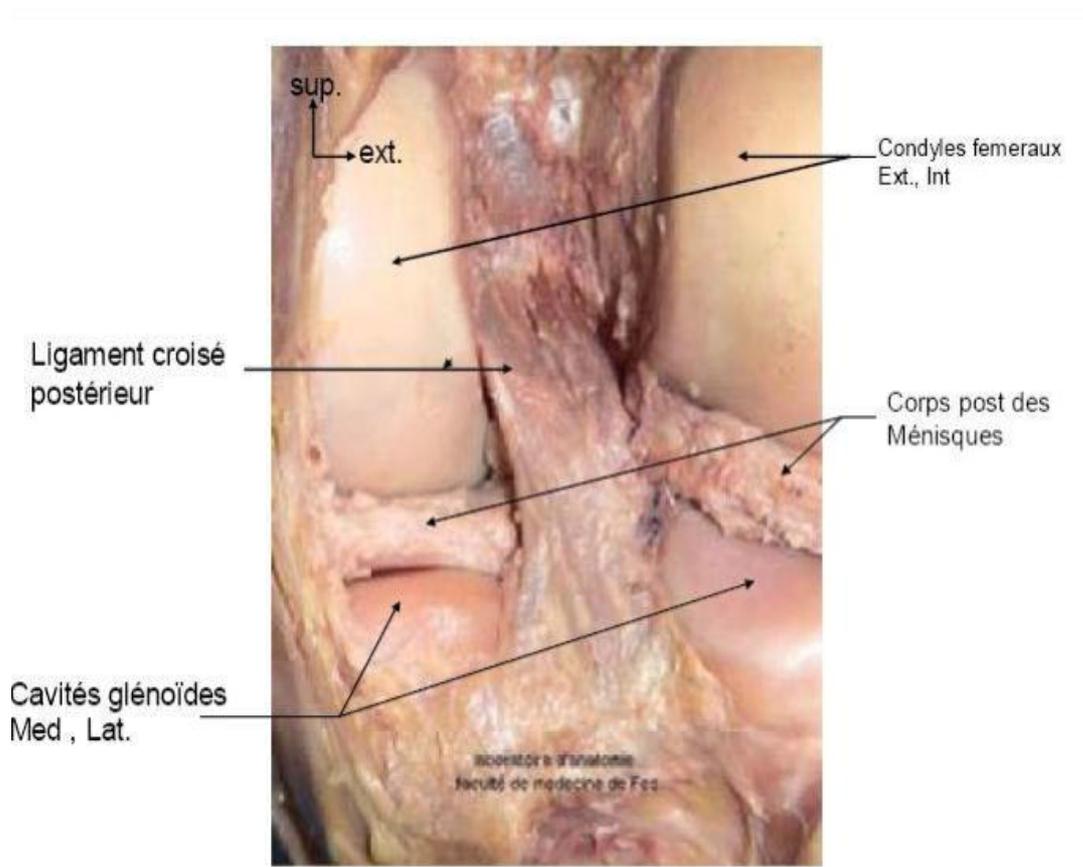


Figure 25:Vue postérieure de l'articulation du genou montrant le ligament croisé postérieur

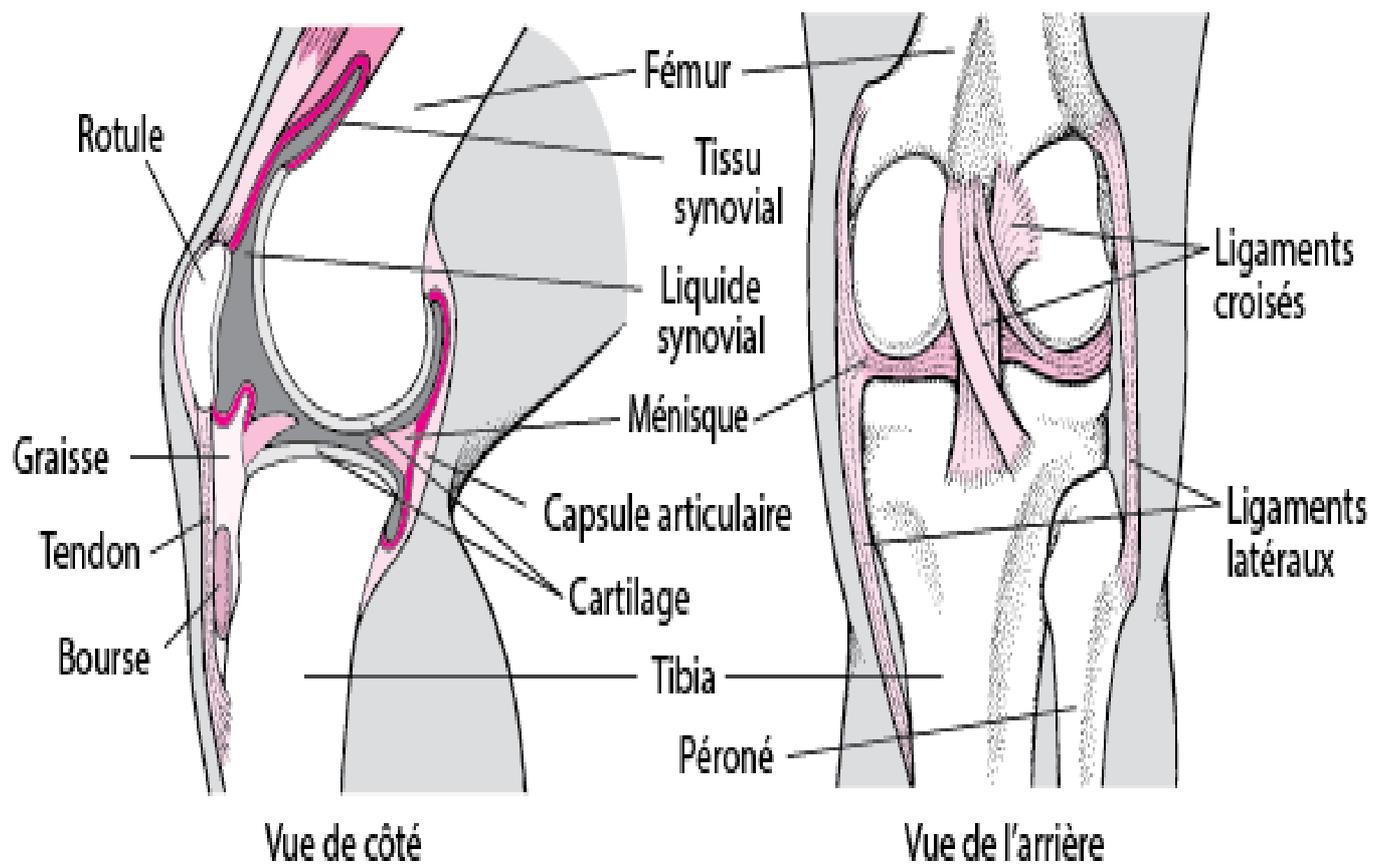


Figure 26:schéma montrant la capsule articulaire avec le liquide synoviale

a) Le Ligament patellaire

C'est une lame résistante, épaisse de 5 à 6 mm. Il naît de l'apex de la patella. Il se dirige obliquement en bas et latéralement, formant avec l'axe fémoral un angle à sinus latéral. Il se termine sur la tubérosité du tibia. Il est renforcé en avant, par des fibres superficielles du tendon du quadriceps.

Des bords de ce tendon et de la patella se détachent deux expansions, les rétinaculum patellaires latéral et médial. Ils renforcent la capsule articulaire et sont formés chacun de trois faisceaux :

- un faisceau horizontal qui se fixe sur l'épicondyle latéral ou médial du fémur;
- un faisceau oblique qui se perd sur la capsule articulaire du genou;
- un faisceau vertical qui s'insère sur la tubérosité du tibia.

b) Le Ligament collatéral tibial :

C'est une longue bandelette fibreuse de 9 à 10 cm. Il naît de l'épicondyle médial. Il se porte obliquement en bas et légèrement en avant, et se fixe sur la partie proximale de la face médiale du tibia. Son bord postérieur se confond avec la capsule.

c) Ligament collatéral fibulaire :

C'est un cordon épais, long de 5 à 6 cm. Il naît de l'épicondyle latéral, se porte obliquement en bas et en arrière, et se termine sur le versant antérolatéral de la tête fibulaire, séparé du tendon du muscle biceps fémoral par une bourse synoviale

d) Ligament poplité arqué :

le faisceau vertical s'insère sur la coque condylo-latérale, la fabella, et la fosse intercondylo-latérale;

le faisceau arciforme se fixe sur le tibia, en formant une arcade au-dessus du muscle poplité

Il naît de l'apex de la tête fibulaire. Il se dirige en haut et se divise en deux faisceaux, vertical et arciforme :

e) Ligament poplité oblique:

Il se détache du bord latéral du tendon du muscle semi-membraneux, se dirige obliquement en haut et latéralement en s'étalant et se termine sur la coque condylo-latérale, la fabella et la face postérieure voisine du fémur

B/Moyens d'unions actifs

On peut les diviser en muscles fléchisseurs et extenseurs

Les extenseurs.

Le quadriceps fémoral est constitué par le droit antérieur, vaste interne, vaste intermédiaire et vaste externe. Tous convergent sur le puissant tendon du quadriceps, qui s'insère dans le pôle supérieur de la rotule, se prolonge au-dessus de la rotule et devient le tendon rotulien. Sa mission c'est l'extension du genou. La bandelette iléo-tibiale ou fascia lata couvre le muscle latéralement et s'insère dans le tubercule de Gerdy, proéminence osseuse du tibia, entre la tubérosité tibiale et la tête du péroné. Elle produit des forces de flexion ou extension en fonction de la position du genou.[21]ht

Les fléchisseurs :

Ce sont des muscles de la région postérieure du genou : semi tendineux, semi membraneux qui joue un rôle dans la rotation interne de la jambe, une fois qu'elle a été fléchie. Le biceps fémoral par sa position latérale, réalise une rotation externe après la flexion. La patte d'oie est l'insertion tendineuse commune des muscles semi tendineux, gracile et sartorius. Le muscle gastrocnémien, s'insère aussi dans la face postérieure du fémur et descend jusqu'au talon, s'insérant sur le calcanéum grâce au tendon d'Achille. Le poplité, depuis le condyle externe, dans la partie postérieure du tibia fléchit le genou et l'oriente vers une rotation externe.

C/ Appareil extenseur :

L'appareil extenseur du genou comprend cinq éléments : le muscle quadriceps, le tendon quadricipital, la rotule, le tendon ou ligament rotulien et la tubérosité tibiale antérieure. L'appareil extenseur du genou participe au maintien du corps en position érigée et a une action antigravitaire.[22]

Muscle quadriceps

Le muscle quadriceps, situé à l'avant de la cuisse, est l'un des muscles les plus puissants et les plus importants du corps humain

Lorsque le quadriceps se contracte, il provoque l'extension du genou, c'est-à-dire le mouvement de redressement de la jambe.

Ligament patellaire

La patella est reliée en distal au tibia par le ligament patellaire. Elle est stabilisée latéralement par le ligament fémoro-patellaire médial, et les retinaculam patellaires qui relient les bords latéral et médial de la patella aux faces latérale et médiale des condyles.

Le ligament patellaire s'insère sur le tibia au niveau de la tubérosité tibial antérieure (TTA), il est large et épais afin de résister aux efforts appliqués par le quadriceps fémoral, groupe musculaire le plus volumineux du corps humain, par l'intermédiaire de la patella. [23]

Patella

La rotule joue un rôle crucial dans l'appareil extenseur du genou en agissant comme un point d'ancrage pour le tendon du quadriceps et en améliorant l'efficacité de l'extension du genou.

Tendon quadriceps

C'est le tendon qui relie les muscles quadriceps à la rotule. Il est essentiel pour la transmission efficace de la force des quadriceps à la rotule.

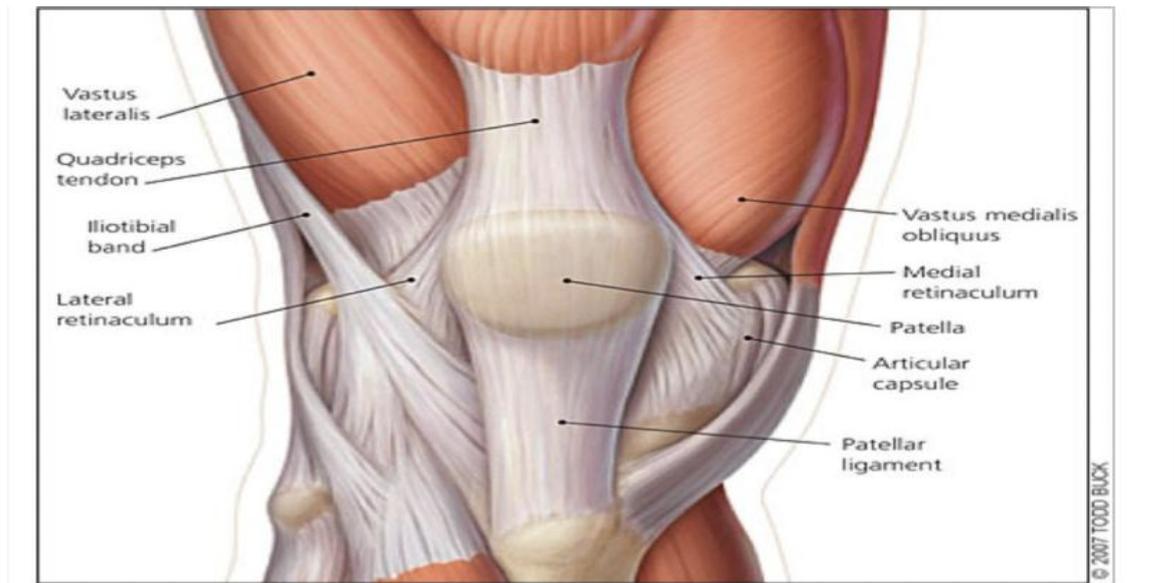


Figure 27:Image montrant l'appareil extenseur

1.7 Vascularisation et innervation :

A -Les artères :

❖La vascularisation du genou ainsi que des muscles adjacents est assurée par l'artère poplitée ; qui fait suite à l'artère fémorale au-dessus de l'épicondyle interne du fémur.

❖Elle descend suivant une ligne médiane dans le creux poplitée. Elle se termine en un point de division situé sur l'arcade du muscle soléaire.

❖Les deux branches de division sont destinées à la jambe. Il s'agit des artères tibiales antérieure et postérieure.

❖La veine poplitée et le nerf tibial longent le bord externe de l'artère poplitée.

Les branches collatérales de l'artère poplitée sont destinées à vascularisé le genou, on distingue :

- L'artère supéro-externe du genou
- L'artère supéro-interne du genou
- L'artère moyenne du genou.
- L'artère inféro-externe du genou
- L'artère inféro-interne du genou.
- Les artères jumelles ou artères surales destinées aux deux muscles jumeaux.
- Des rameaux artériels destinés aux téguments de la région du genou.
- Les artères musculaires destinées aux muscles demi-tendineux, demi-membraneux et poplitée

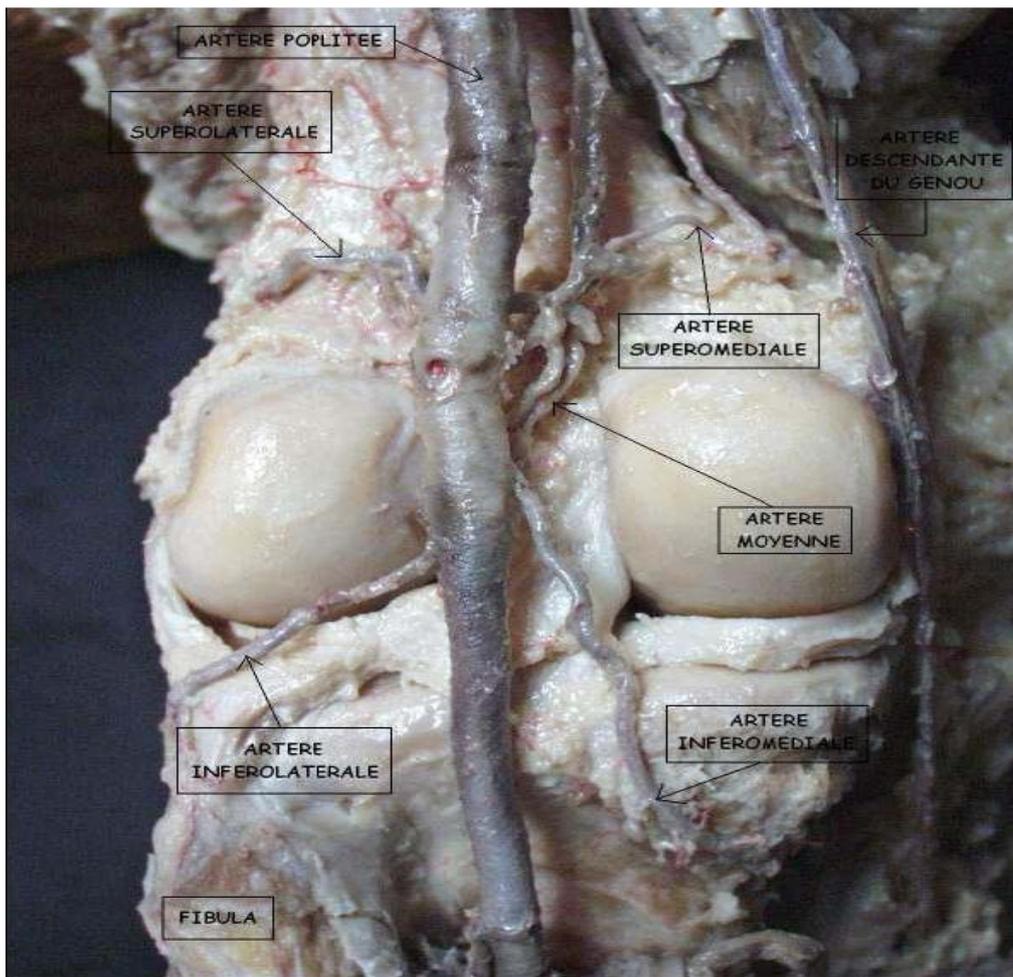


Figure 28:Vue postérieure des cercles artériels du genou

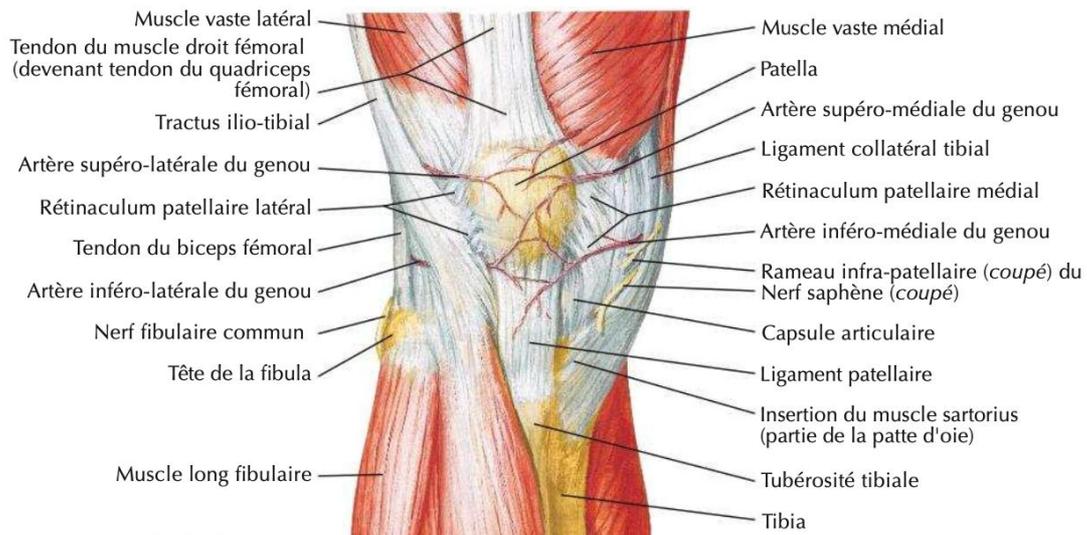


Figure 29:Vue antérieur des muscles de la jambe (Dissection superficielle)

Jambe droite

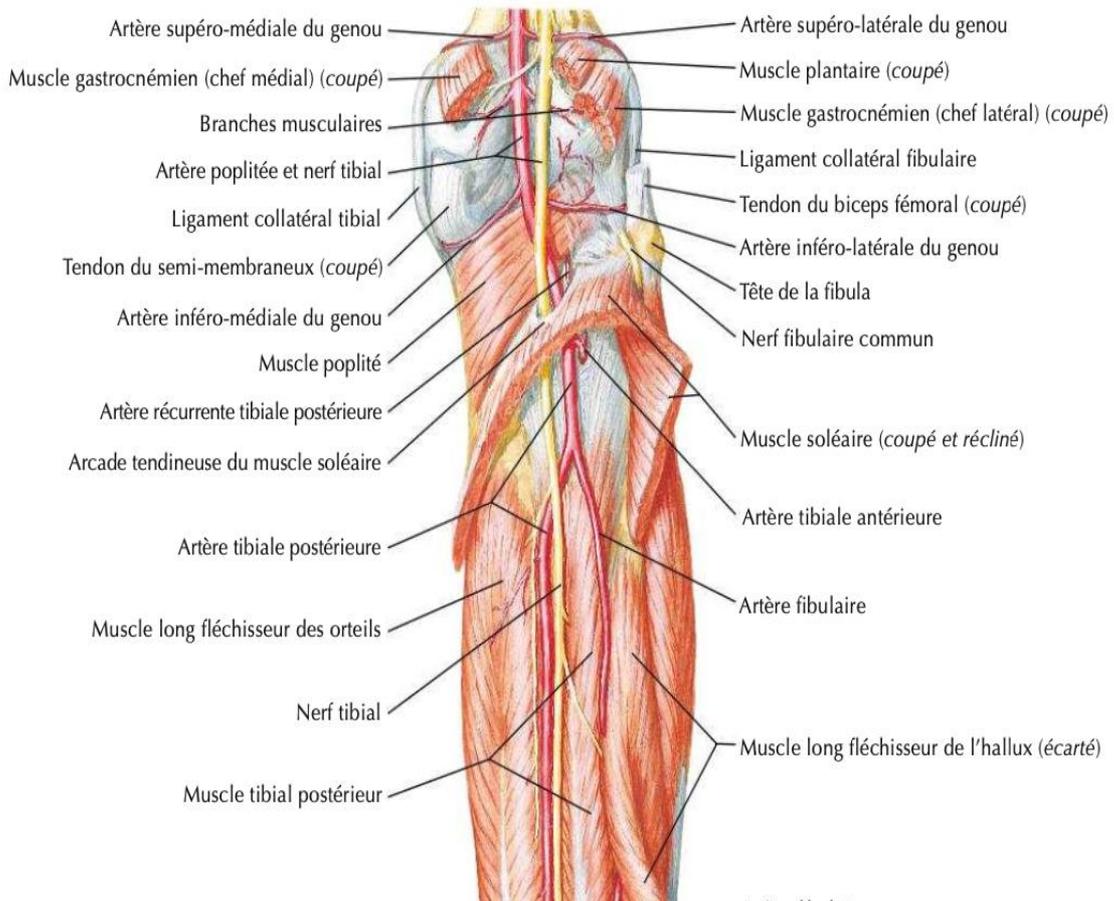


Figure 30:Vue Postérieur des muscles de la jambe (Dissection profonde)

B- Les nerfs :

Les nerfs articulaires issus de plusieurs sources sont destinés aux différentes faces du genou :

- **Face antérieure** : la branche rotulienne de la saphène interne (crurale),
- **Face interne** : le nerf du vaste interne (crural) et la branche superficielle de L'obturateur
- **Face externe** : les nerfs du court biceps (grand sciatique) et le nerf articulaire D'Arnold (sciatique poplité externe),
- **Face postérieur** : les 3 rameaux du sciatique poplité interne et la branche profonde de l'obturateur.[24]

1-8 les rapports de l'articulation du genou :

Flanquée en dehors par l'articulation tibio-péronière supérieure, l'articulation du genou est superficielle en avant et sur les cotés, profonde en arrière, ou elle est masquée par la région poplitée.

- **En avant** : La rotule se mobilise facilement sur le genou en extension. De chaque côté de la rotule se creusent deux gouttières latéro- rotuliennes, qui se prolongent de part et d'autre du tendon rotulien (région rotulienne).
- **Latéralement** : L'articulation est encore plus superficielle et peut être facilement abordée :

• **En dehors** : l'examen en demi-flexion montre l'interligne articulaire, avec, en arrière le cordon tendu du ligament latéral externe, et, plus bas, la saillie de la tête du péroné, sur laquelle se termine le tendon du biceps. ·

• **En dedans** : l'interligne articulaire est également facile à sentir Seul le bord antérieur du ligament latéral interne peut être perçu, avec, en bas, les tendons de la « la patte d'oie ».

• **Au niveau de la partie postérieure**, le tubercule du 3e adducteur est un repère important en chirurgie vasculaire. L'articulation est difficile d'accès, car elle est recouverte par les parties molles du creux poplité qui entourent, à l'intérieur d'un losange musculo-tendineux, les vaisseaux poplités et les nerfs sciatiques poplités.[25]

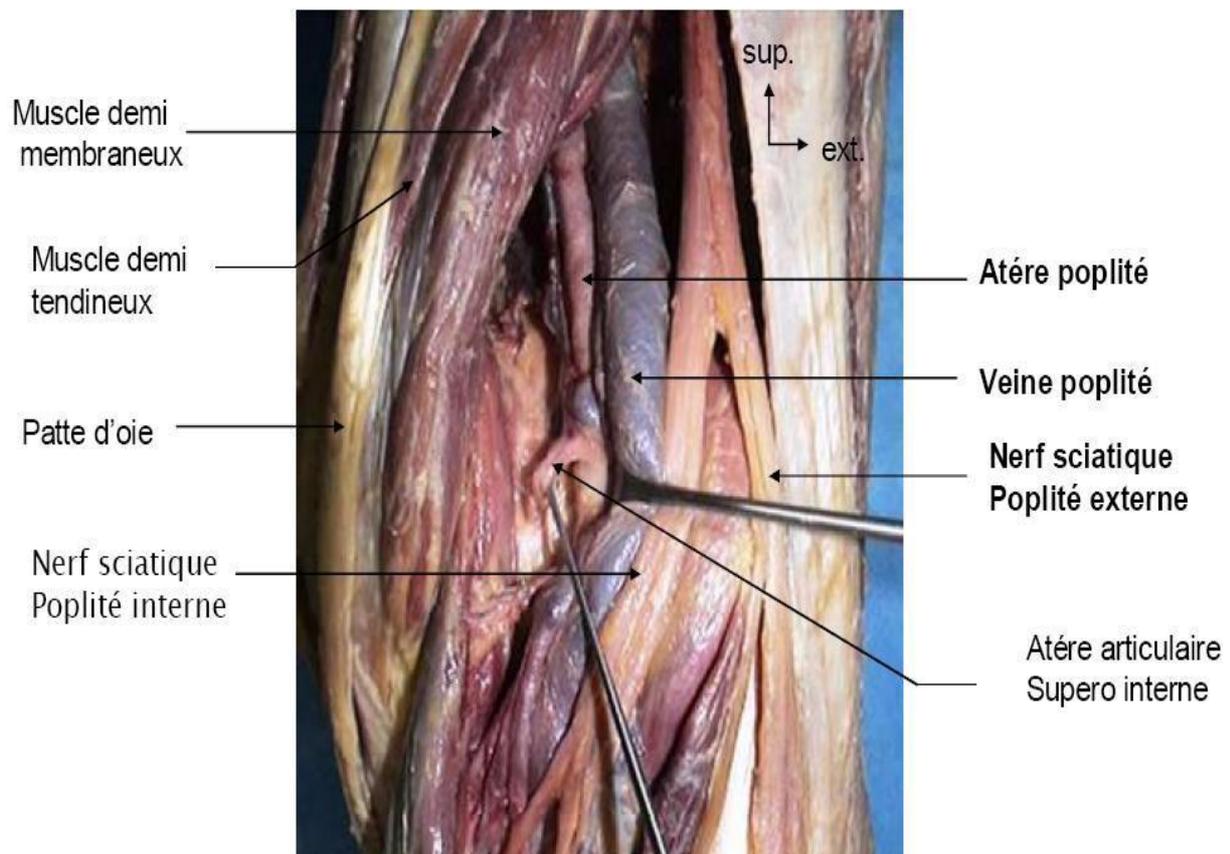


Figure 31:les rapports postérieurs du genou[26]

2. PHYSIOLOGIE DU GENOU :

1. Flexion extension :

❖•A partir de l'extension (position de référence), la flexion active est de 130°, la flexion passive de 150°.

❖•Du fait de la différence de courbure des condyles, la flexion s'accompagne d'une rotation médiale du tibia, l'extension d'une rotation latérale:

Dans la flexion :

Ω Les condyles fémoraux roulent d'avant en arrière et glissent d'arrière en avant.

Ω Les ménisques se déplacent d'avant en arrière.

Ω Le ligament latéral interne se relâche moins que le latéral externe.

Ω Les ligaments croisés se relâchent dans la demi-flexion et se tendent dans la flexion complète : ils ont rôle majeur dans la stabilité antéro-postérieure;

Dans l'extension :

Ω les mouvements des diverses structures ostéo-ligamentaires sont inversés .[24]

a) Les amplitudes de la flexion-extension :

La flexion-extension est le mouvement principal du genou. La position de référence est constituée lorsque la jambe est dans l'axe de la cuisse. L'extension éloigne la face postérieure de la cuisse de la face postérieure de la jambe. Elle est

normalement de 0°. Un recurvatum est possible, surtout passivement, de 5 à 10°. La flexion rapproche la face postérieure de la cuisse de la face postérieure de la jambe.

La flexion active atteint 140° si la hanche est fléchie, 120° si la hanche est étendue (diminution d'efficacité des ischiojambiers). La flexion passive atteint 160° et permet au talon d'entrer en contact avec la fesse. [10]

b) Profil des condyles et des glènes :

Les condyles sont divergents d'avant en arrière, le condyle interne divergeant plus que l'externe. Le rayon de courbure des condyles croît progressivement d'arrière en avant jusqu'à un point T puis décroît progressivement jusqu'en avant. Ainsi sont constituées 2 spirales, l'une postérieure, l'autre antérieure, dont les centres de rayon de courbure sont eux-mêmes disposés selon deux spirales adossées l'une à l'autre. La courbe des condyles est donc une spirale de spirale. En arrière du point T, le condyle prend part à l'articulation fémorotibiale, en avant du point T, le condyle et la trochlée prennent part à l'articulation fémoropatellaire. La glène interne est concave vers le haut. La glène externe est convexe vers le haut. Ainsi, la glène interne est concave dans les 2 sens, l'externe est concave transversalement, convexe sagittalement. L'articulation du genou est le type même des articulations non concordantes. Le rétablissement de la concordance est dévolu aux ménisques.

c) Mouvements des condyles sur les glènes :

Si les condyles ne faisaient que rouler sur les glènes, il y aurait luxation car le développement du condyle est 2 fois plus important que la longueur de la glène.

Si les condyles ne faisaient que glisser sur les glènes, la flexion serait prématurément limitée par la butée du rebord postérieur de la glène. Le mouvement

ne peut donc se faire qu'en associant le roulement et le glissement. Le condyle commence par rouler sans glisser pendant 10 à 15° de flexion pour le condyle interne et 20° pour le condyle externe puis remplacé par le glissement qui devient progressivement prédominant jusqu'à la fin de la flexion. D'autre part, ces 15 à 20° de roulement initial correspondent à l'amplitude habituelle de flexion-extension lors de la marche normale. [27]

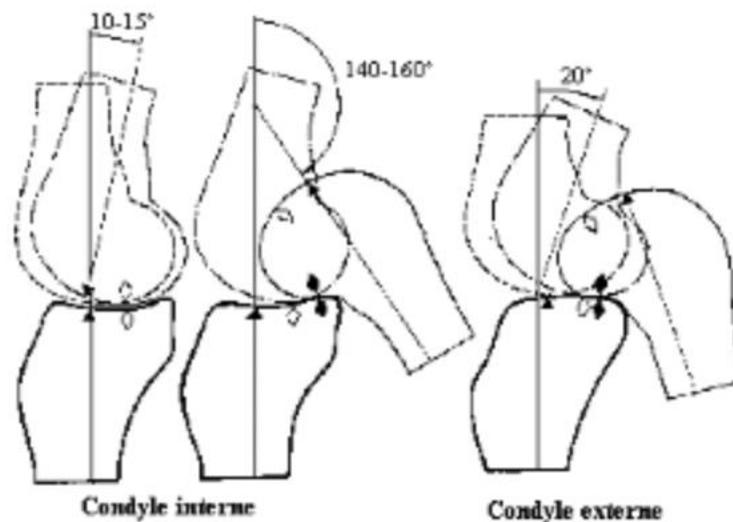


Figure 32:glissement du fémur sur le tibia de l'extension à la flexion

d) Déplacements de la rotule sur le fémur :

L'appareil extenseur du genou se déplace sur l'extrémité inférieure du fémur comme une corde dans une poulie. Lors de la flexion, la rotule se déplace de 2 fois sa longueur selon une translation circonférentielle. Ce mouvement de la rotule est possible grâce à la profondeur des culs-de-sac sous-quadriceps et latéro-rotuliens. En pathologie traumatique ou infectieuse, l'accolement de ces feuillets est responsable d'une rétraction capsulaire et donc d'une raideur du genou en extension. [27]

Lors de l'extension, le cul-de-sac sous-quadriceps est tendu par le muscle sous-crural pour éviter que ce cul-de-sac ne se coince entre la rotule et la trochlée .

e) Déplacement de la rotule sur le tibia :

Lors de la flexion, la rotule se déplace et recule selon un arc de cercle dont le centre est situé sur la tubérosité tibiale antérieure. Sa face articulaire regarde progressivement en arrière et en bas. Elle subit un mouvement de translation circonférentielle.

f) L'appareil extenseur du genou :

Le quadriceps crural est le muscle extenseur du genou. Il est extrêmement puissant (42 kg), 3 fois plus puissant que les fléchisseurs. Le quadriceps doit lutter contre la pesanteur dès que commence la moindre flexion. La rotule, os sésamoïde, accroît l'efficacité du quadriceps en reportant vers l'avant sa force de traction. Le tracé des vecteurs de la force Q du quadriceps avec et sans rotule permet de comprendre ce rôle.

La contraction équilibrée des 2 vastes, associée à celle du crural et du droit antérieur, engendre une force dirigée dans l'axe de la cuisse. En pathologie si la contraction d'un vaste prédomine sur l'autre, la rotule peut être attirée latéralement en position anormale. La rotule est fortement appliquée dans sa rainure par le quadriceps et ce, d'autant plus que la flexion est plus accentuée. En fin d'extension, cette force de coaptation diminue et en hyper-extension, elle a même tendance à s'inverser c'est à-dire à décoller la rotule de la trochlée. A ce moment, la rotule a tendance à se subluser en dehors en raison de l'angle obtus ouvert en dehors que forme la direction de la force du quadriceps et le ligament rotulien. Cette sublusion est évitée grâce à une joue externe nettement plus saillante que l'interne. Une

hypoplasie du versant externe de la trochlée peut expliquer la luxation récidivante de la rotule. [25]

g) Les muscles fléchisseurs du genou :

❖ Muscles ischiojambiers : biceps crural, demi-tendineux, demi membraneux.

❖ Muscles de la patte d'oie : droit interne, couturier, demi-tendineux.

❖ Les jumeaux ne sont pratiquement pas fléchisseurs.

Tous ces muscles sont bi-articulaires sauf le court biceps et le poplité.[24]

2. Rotation axiale :

Elle n'est possible que sur genou fléchi.

✓La rotation active s'accompagne de flexion ou d'extension; elle est toujours inférieure à 15°

✓La rotation passive peut atteindre 40° et est maximale dans la demi-flexion :relâchement maximal des ligaments croisés.

3. Inclinaison latérale :

Elle n'existe que dans la demi-flexion du genou.

Elle est de faible amplitude et uniquement passive. [10]

3. BIOMECANIQUE DE L'ARTICULATION DU GENOU :

1. Stabilité et statique du genou :

De nombreux auteurs se sont intéressés à la biomécanique du genou, les travaux de Pauwels, Blaimont et Maquet en particulier, ont étudié la décomposition des forces qui exercent au niveau du genou, aussi bien dans le plan frontal que dans le plan sagittal. Maquet a montré qu'en position debout, en appui monopodal, il y'avait une distribution égale de la pression sur les surfaces portantes articulaires. En ce qui concerne la stabilité statique du genou, il est intéressant de l'étudier dans les trois plans d'espace : frontal, sagittal et horizontal. [6]

1.1 Plan frontal :

a) Articulation Fémoro-tibiale :

Différents auteurs ont tenté d'établir les normes des axes mécaniques et anatomiques du membre inférieur séparant ainsi de grandes familles : normo axés, genou varum, genou valgum et définissant des facteurs explicatifs de l'arthrose.

Cette notion d'axe est fondamentale car elle permet le calcul des forces qui s'exercent sur l'articulation, une prévision lors de la réalisation d'une ostéotomie et un positionnement des prothèses unicompartmentales. A partir de ces différents axes ainsi tracés, on peut calculer l'angle fémoral mécanique, l'angle tibial mécanique, l'écart varisant intrinsèque, l'écart varisant extrinsèque et l'écart varisant global. [24]

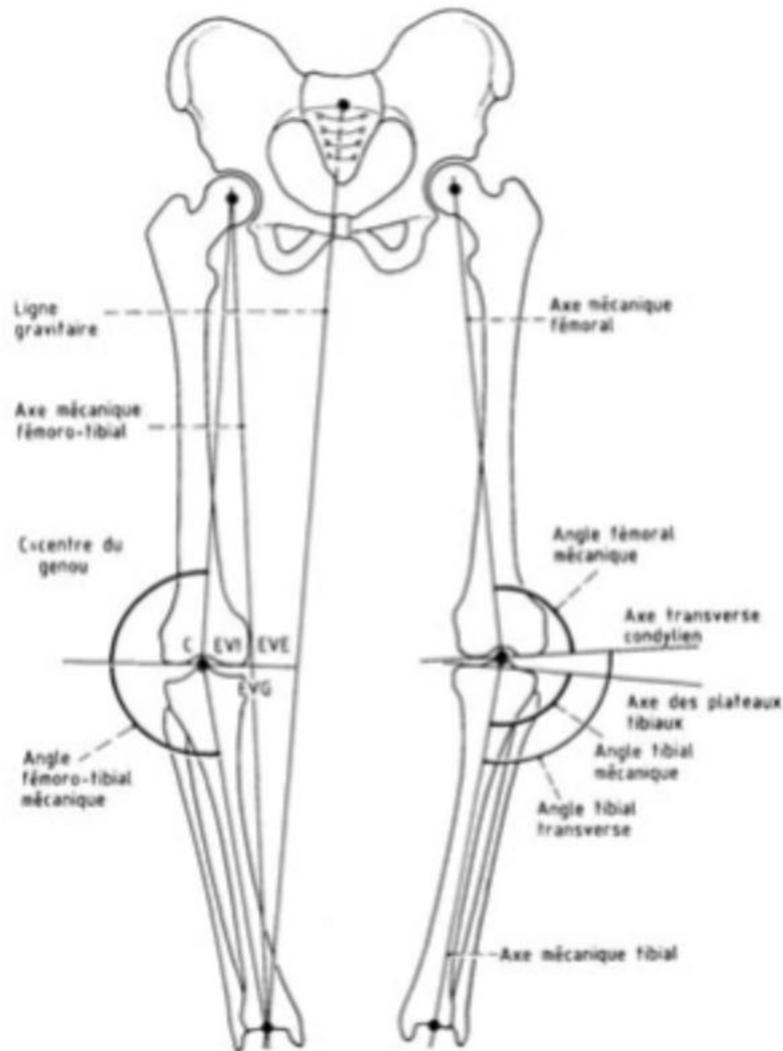


Figure 33: Les axes de l'articulation du genou (Carret et al., 1991)

b) L'articulation fémoro-patellaire :

La résultante du poids du corps passe en dedans du centre articulaire du genou du membre inférieur en appui. Au niveau du quadriceps, du fait e l'existence de l'angle (Q) entre tendon quadricipital et tendon rotulien, la décomposition des forces se fait de la manière suivante :

La résultante (FQ) du quadriceps se décompose en une force d'extension verticale et une force de subluxation rotulienne externe (FR). Au niveau du ligament rotulien, la résultante (FT) se décompose en une force (FCE) coaptatrice du

compartiment Fémoro-tibiale externe et une composante horizontale (RIT) de direction interne.

La force (FR) qui comprime la rotule contre la facette externe de la trochlée est compensée par les éléments musculo-capsulo-ligamentaires internes.

Cette force augmente lorsqu'il existe un valgus, et augmente lorsque la tubérosité antérieure du tibia est déplacée en dehors.[28]

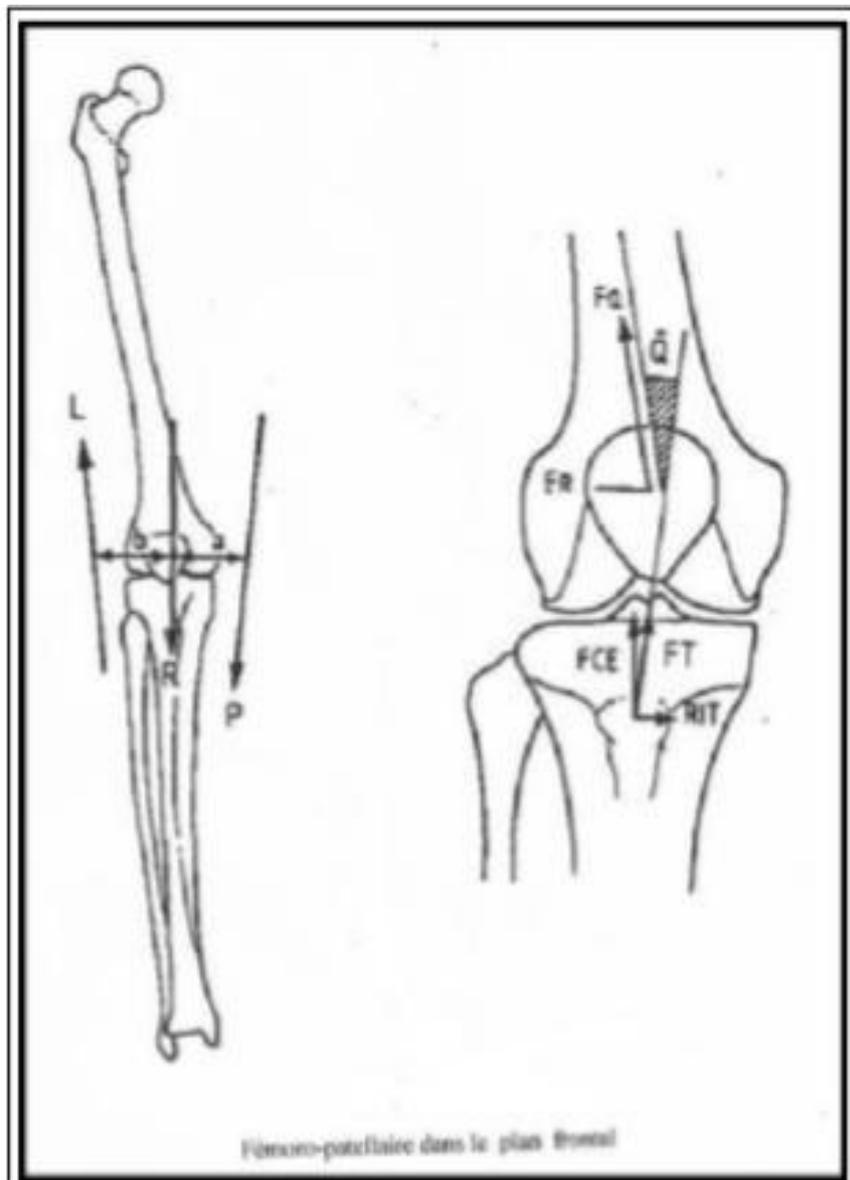


Figure 34:l'articulation fémoro-patellaire dans le plan frontal

1.2 Plan Sagittal :

Il paraît intéressant dans ce plan d'insister sur trois éléments :

✓La pente tibiale : c'est une inclinaison postérieure des plateaux tibiaux (figure 50)

✓Le contrôle de la subluxation du tibia après lésions ligamentaires.

✓Les obstacles à la translation tibiale antérieure et postérieure qui assure la stabilité antéro-postérieure.

✓Les contraintes Fémoro-Patellaires.

La résultante R5 qui plaque la rotule contre le Fémur est résultante de la force de traction du quadriceps sur la rotule (FQ) et de la force exercée par le ligament rotulien sur le tibia (FR). Cette résultante tend à plaquer la rotule sur la trochlée avec une pression d'autant plus importante que flexion augmente. Elle doit être orientée perpendiculairement aux surfaces articulaires portantes et passer par le centre courbure de ces surfaces articulaires. [24]

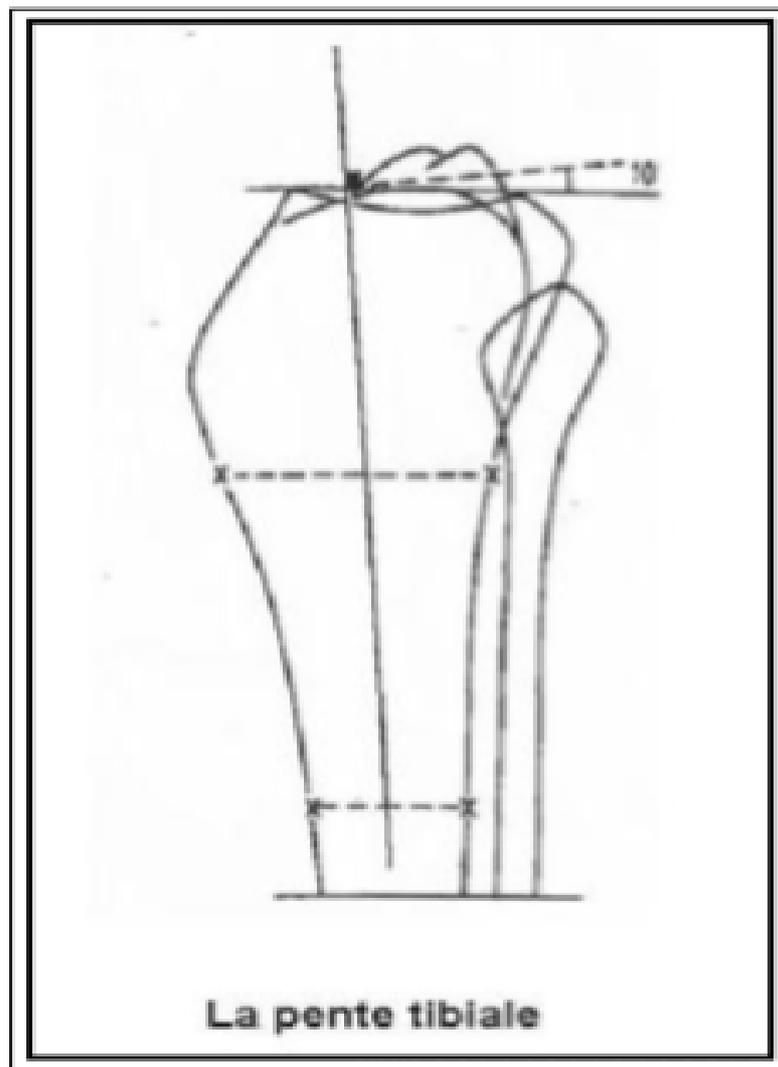


Figure 35:la pente tibiale

1.2 Plan horizontal :

a) Au niveau fémoro-tibial :

D'après les études faites dans la littérature, la rotation interne est freinée par le pivot central alors que ce sont les formations périphériques (PAPI-PAPE) qui freinent la rotation externe.

b) Au niveau fémoro-patellaire :

Au niveau de l'articulation fémoro-patellaire, il existe une résultante des forces à tendance à plaquer la rotule contre la trochlée. Du fait de l'angle Q, la force quadricipital peut se décomposer en deux :

- La force RIT qui provoque une rotation interne tibiale ;
- La force FR qui plaque le versant externe de la rotule contre la berge externe de la trochlée, force subluxante externe de la rotule. FR et RIT sont de sens opposé.[27]

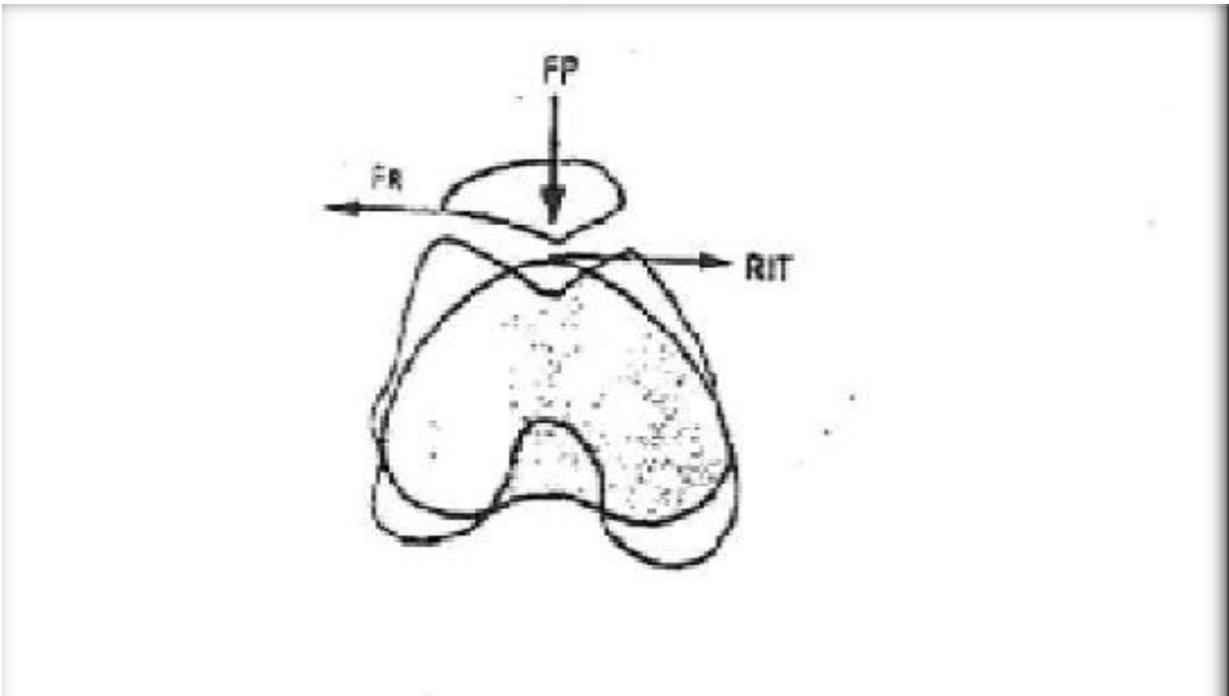


Figure 36:les contraintes de l'articulation fémoropatellaire dans le plan horizontal
[27]

PHYSIOLOGIE DU GENOU LORS DE LA MARCHÉ :

La marche est une activité périodique, une période correspondant à un pas. La période débute à l'instant du contact entre le talon du membre considéré et le sol. Cette période est appelée cycle de marche. La chronologie d'un cycle de marche est décrite en termes de pourcentage de la période. Pour un membre donné, on sépare généralement le cycle en deux phases, la phase d'appui (Stance), qui occupe 60 % du cycle, et la phase oscillante (Swing), durant laquelle le pied est en l'air [29]

La phase d'appui commence par le contact du talon (Heel Strike à ~0 %), au moment du contact le genou est en extension complète à 0° de flexion. Puis le contact s'établit sur l'intégralité du pied (Flat Foot à ~10 %) alors que le genou fléchit jusqu'à atteindre un pic de flexion à 20°. Ce pic correspond au décollement du pied de la jambe controlatérale (Controlateral Toe Off à ~15 %). À ce moment, toute la charge est transférée au membre considéré.[30]

Le pied toujours à plat, le genou s'étend progressivement tandis que la jambe controlatérale passe devant la jambe portante. Lorsque le genou est presque totalement en extension, le talon se sépare du sol (Heel Off à 45%). La charge est progressivement transférée sur l'avant-pied, puis le talon controlatéral touche le sol et commence à récupérer une partie de la charge (Controlateral Heel Strike à ~50%). Le contact entre le sol et le membre est rompu, au moment où les orteils décollent (Toe Off à ~60%), et la phase oscillante commence

Au cours de la phase oscillante, la flexion du genou est assez importante, elle atteint un pic autour de 60°. Cette flexion est nécessaire afin que le pied ne touche pas le sol au moment où la jambe oscillante passe devant la jambe portante.[31]

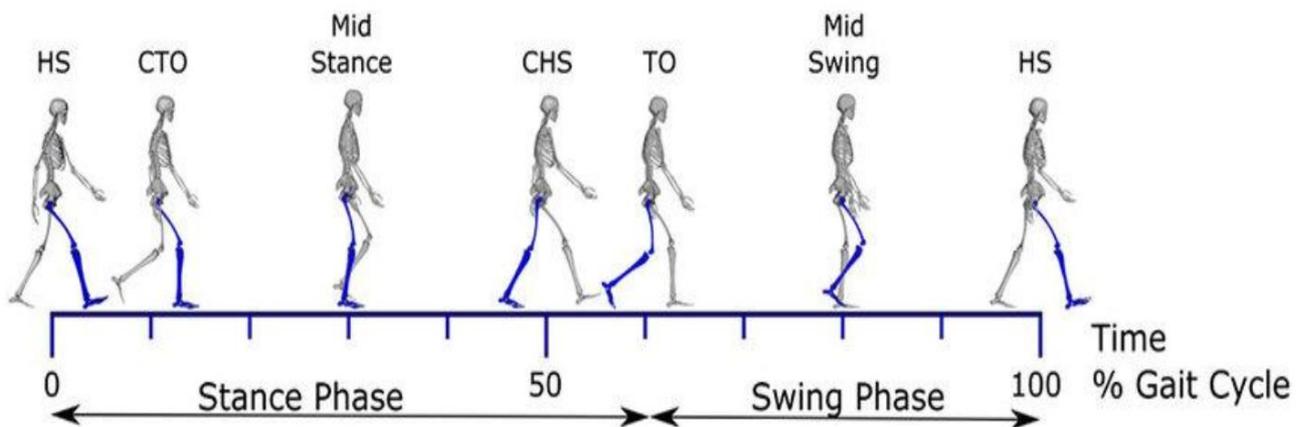


Figure 37: Cycle de marche

LA PROTHESE DU GENOU A
CONTRAINTEES
AUGMENTEES : CCK

1 / Histoire de la prothèse totale du Genou :

Il y a environ 50 ans débute l'Histoire Moderne de l'arthroplastie totale de genou. Connaître l'évolution des prothèses n'a pas qu'un seul intérêt historique. Elle permet de s'apercevoir que les modes ont tendance à se répéter au cours du temps. Un concept qui apparaissait désuet un temps, pouvait devenir révolutionnaire dans un autre.[32]

A. Prothèses d'interposition et de resurfaçage

L'Histoire des prothèses du genou commence avec les interpositions articulaires.

Dans les années 1860, Verneuil A , chirurgien français, suggère l'interposition de tissus mous pour reconstruire la surface articulaire. Parmi les matériaux utilisés : vessie de porc, nylon, cellophane... Beaucoup de tentatives et que des échecs avec des infections catastrophiques.

A la même époque, Ferguson W², chirurgien écossais, réalise une résection articulaire pour traiter l'arthrite tuberculeuse du genou. Cependant, si elle est trop importante, elle entraîne une instabilité ; si elle est minime, elle aboutit à une fusion articulaire spontanée. [33]

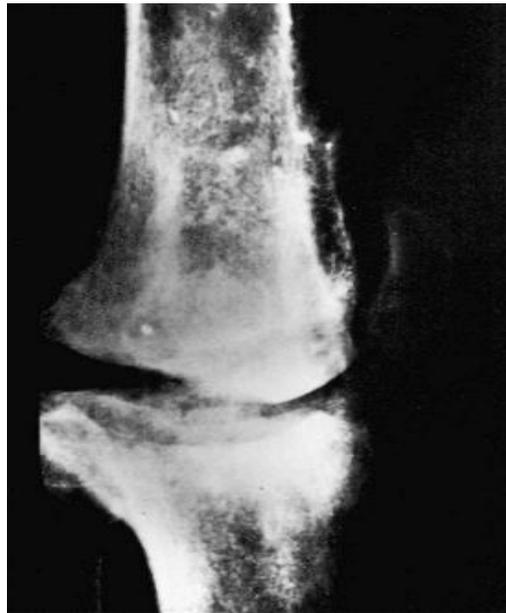


Figure 38:La résection articulaire crée une articulation mobile mais généralement instable [32]

Glück, chirurgien d'origine moldave, est le premier à véritablement tenter une interposition prothétique. En 1890, à Berlin, il implante une prothèse intercondylienne en ivoire fixée par du ciment « plâtre - pierre ponce » pour traiter des tumeurs blanches tuberculeuses. Cependant, l'échec à court terme est inéluctable avec la progression de l'infection. [32]

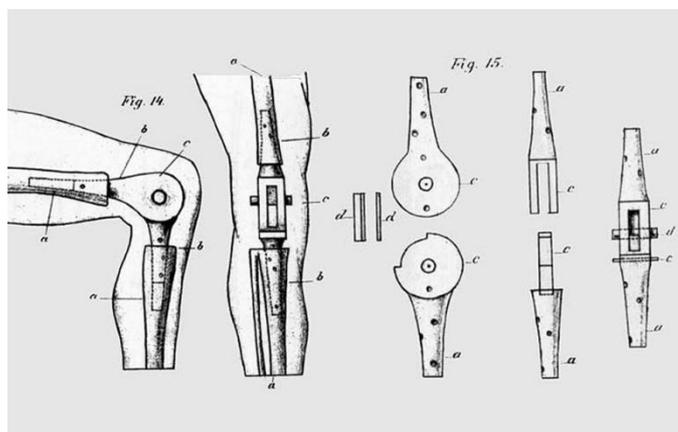


Figure 39:Gluck & al. 1890 – British Medical Journal

Par la suite, de nombreux chirurgiens (Murphy – 1913, Putti – 1920, Albee – 1928...) tentent un resurfaçage par interposition de tissu autologue (fascia lata, bourse pré-patellaire, lambeaux musculaires...). [34]

En 1938, Boyle, bientôt suivi en 1940 par Campbell³, effectue les premiers remplacements condyliens par des implants métalliques. Il interpose une prothèse en Vitallium (= alliage Chrome – Cobalt – Molybdène). Les résultats publiés quelques années plus tard (Speed & Trout⁴, 1949 et Miller & Friedman⁵, 1952) ne sont pas très bons et ce type d'arthroplastie du genou n'a jamais été largement reconnu. [34]

En 1958, MacIntosh décrit une hémiarthroplastie : il propose des plateaux tibiaux unicompartimentaux en acrylique frottant directement sur le condyle fémoral , pour corriger les déformations frontales, rétablir la stabilité et soulager la douleur .

McKeever en propose une version métallique. Son modèle présente beaucoup plus de succès et est largement utilisé, en particulier chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde. Mais très vite, les résultats sont décevants et ces hémiarthroplasties sont rapidement abandonnées. [35]



Figure 40: Les résultats sont décevants à long terme avec notamment des dislocations [32]

B. Prothèses Charnières

Parallèlement aux modèles d'interposition et de resurfaçage, s'est produit une deuxième ligne de développement dans l'arthroplastie du genou.

En 1951, Walldius puis Shiers mettent au point les premières prothèses de genou à charnière d'abord en acrylique puis métalliques, bientôt suivi en France par Merle d'Aubigné. Ces prothèses ont un attrait considérable . En effet, elles sont techniquement faciles à utiliser car leurs tiges intramédullaires permettent à la prothèse de s'auto-aligner . De plus, les ligaments et autres contraintes des tissus mous peuvent être sacrifiées car la prothèse s'auto- stabilise. L'étendue des dommages au genou est donc sans conséquence, et même les déformations les plus extrêmes peuvent être corrigées en sectionnant les tissus mous et en réséquant suffisamment d'os. [36]



Figure 41:La Prothèse Shiers® est une simple charnière métallique uniaxiale [34]

Les premiers modèles à charnière articulée n'étaient pas cimentés bien que des développements ultérieurs tels que la Guepar[®] ont été conçus dès le départ pour être utilisés avec du ciment au méthylméthacrylate.

Le groupe Guepar conçoit en 1967 la Guepar I[®], puis en 1977 la Guepar II[®]. [32]

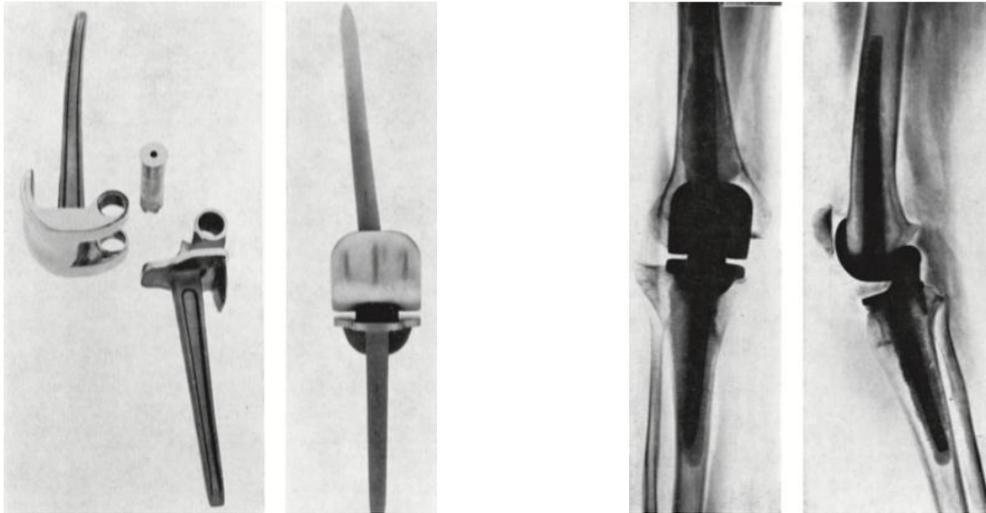


Figure 42:Prothèse Guepar[®] : (1) démontée , de profil Radiographie Prothèse Guepar[®] : (1) de face (2) de face (2) de profil

En raison des limites inhérentes à une charnière simple, dont une amplitude articulaire limitée et une transmission des contraintes trop importante à l'interface prothèse-ciment, ces premières prothèses ont été supplantées par des dispositifs de charnière rotative qui contraignent la prothèse dans les plans coronal et sagittal, mais permettent une rotation dans le plan axial.

Les premières conceptions comprenaient la prothèse Spherocentric[®]. Les modèles actuels sont la RHK[®] (Rotating Hinge Knee[®]) de Zimmer ou encore la SRM- Noiles[®] de DePuy. [36]

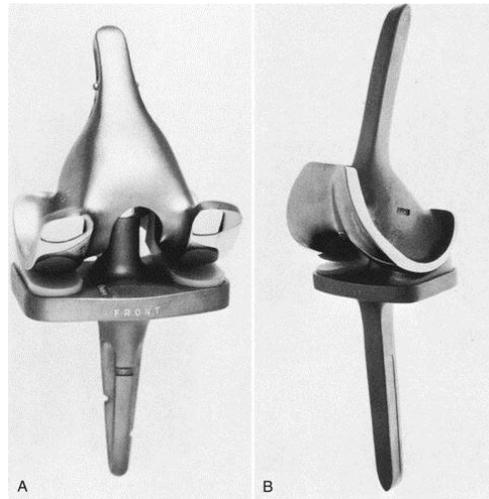


Figure 43:Prothèse Spherocentric® A. Version standard B. Variante à tige longue

Dans les cas où une contrainte maximale n'est pas requise, des modèles non liés mais contraints ont été largement utilisés pour les révisions ou dans le cadre de grandes déformations. Les modèles historiques comprennent la Total Condylar Prosthesis III® (TCP III®) et la Constrained Condylar Knee® (CCK®).[36]

Leurs homologues modernes incluent la PFC Sigma TC3® de DePuy et la Legacy Constrained Condylar Knee® (LCCK®) de Zimmer.

La principale caractéristique de ces modèles est un mécanisme à came et à plot, similaire à celui que l'on trouve dans une prothèse postéro-stabilisée (PS), mais plus épais et plus haut. Ainsi ils offrent une résistance non seulement à la translation postérieure, mais également au stress en varus et en valgus.

À l'heure actuelle, l'utilisation de tiges cimentées ou non cimentées est basée sur la préférence du chirurgien. [36]

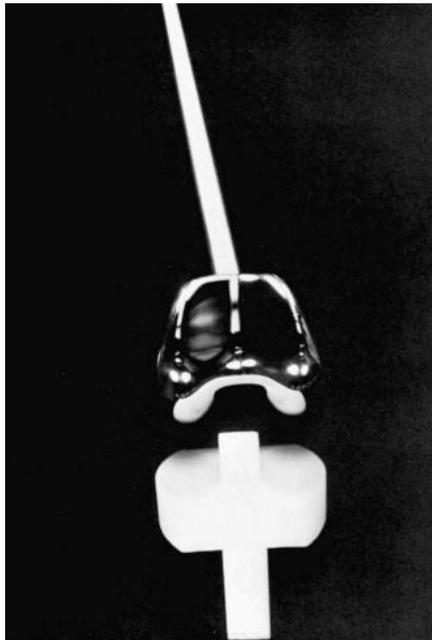


Figure 44:Prothèse TCP III® contrainte mais non liée

C. Prothèse Total Condylar® (TCP®)²¹

En 1973, Insall et Walker mettent au point la prothèse Total Condylar® (TCP®), innovatrice et inspiratrice des prothèses à glissement actuelles. C'est la première prothèse à introduire le concept de remplacement prothétique rotulien avec un composant fémoral qui présentait une trochlée guidant la rotule prothésée. Cette prothèse nécessitait de sacrifier les 2 ligaments croisés. [35]

Les principales caractéristiques de cette prothèse :

- **Composant fémoral :**

Fabriqué en alliage de chrome-cobalt, il est formé d'un barre antérieure qui se sépare postérieurement en deux condyles symétriques de courbure convexe

- **Composant tibial :**

Il est constitué d'une seule pièce en polyéthylène haute densité, avec deux plateaux tibiaux biconcaves séparés, qui s'articulent avec précision avec les condyles fémoraux en extension, ne permettant ainsi aucune rotation dans cette position. En flexion, l'ajustement n'est plus exact et des mouvements de rotation et de glissement sont possibles.

Les plateaux tibiaux symétriques sont séparés par une éminence intercondylienne conçue pour empêcher la translocation ou les mouvements de glissement latéral. La surface inférieure du composant était constituée d'une tige centrale de 35 mm de longueur et 12,5 mm de largeur. Le rebord antérieur de la tige est vertical mais le rebord postérieur est oblique, afin d'épouser la forme postérieure du tibia proximal.

[37]

- **Composant rotulien :**

Fabriqué en polyéthylène haute densité, le composant rotulien, en forme de dôme sur sa surface articulaire, se conforme étroitement à la trochlée fémorale. La surface osseuse de la prothèse avait un plot de fixation centrale rectangulaire.

Insall, ainsi que Freeman, ont été les premiers à souligner l'importance du rétablissement de la tension physiologique des ligaments latéraux (la balance ligamentaire) et du valgus physiologique du genou.

En 1978, Insall modifie la prothèse Total Condylar[®]. Il incorpore une came sur le composant fémoral et opte pour un plateau tibial muni d'un plot central empêchant la subluxation postérieure du composant tibial. Ce mécanisme a pour but de substituer la fonction du LCP et produire un recul fémoral pendant la flexion. Cette prothèse « postéro stabilisée » a l'avantage d'améliorer la mobilité en flexion par

Le concept de postéro-stabilisation est posé. [38]

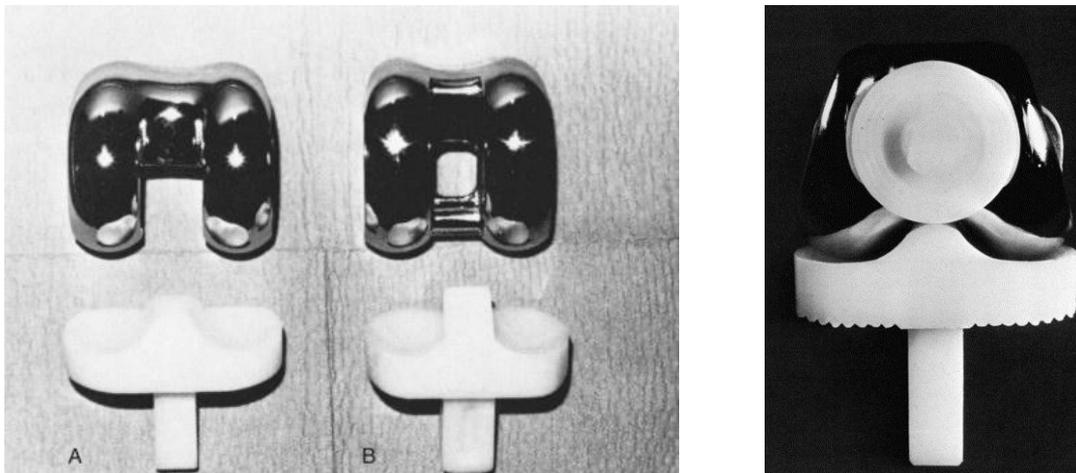


Figure 45:A Prothèse Total Condylar® (TCP®) (B) Prothèse Total Condylar® (TCP®) postéro stabilisée

2/ Prothèses Contraintes

1. Prothèses

contraintes (prothèses contraintes non liées)

Les prothèses contraintes mais non liées sont principalement destinées à être utilisées dans les cas où les contraintes médiales et latérales réalisées par les tissus mous autour du genou ont été compromises.

L'original TCP III[®] a évolué vers les prothèses CCK[®], qui à leur tour, sont devenues la prothèse LCCK[®] (Zimmer). Les améliorations apportées à la LCCK[®] comprenaient les mêmes caractéristiques que celles présentes sur les prothèses PS de troisième génération :

- un composant fémoral avec une trochlée anatomique permettant d'accueillir une rotule prothésée,

- un insert en polyéthylène modulaire,
- et un mécanisme de came et de plot optimisé. [37]

De plus, une gamme complète de cales fémorales et tibiales ainsi que d'extensions de tige (décalées ou non) a été ajoutée pour une utilisation optimale dans les cas de révision mais aussi dans les cas primaires complexes. Les composants métalliques LCCK[®] peuvent être utilisés avec un insert tibial en polyéthylène contraint ou un insert tibial en polyéthylène PS standard. Ainsi, lors d'une arthroplastie difficile du genou, si les composants métalliques LCCK[®] sont insérés, une décision peropératoire peut être prise concernant le degré de contrainte nécessaire. [38]

Les prothèses contraintes non liées offrent une stabilité postérieure et une stabilité médio- latérale au moyen d'un plot élargi qui s'articule étroitement avec une came fémorale. À la différence d'une prothèse PS, le mécanisme came-plot augmenté des prothèses contraintes limitent également la rotation. Les avantages théoriques des prothèses contraintes comprennent une stabilité améliorée, mais cela s'accompagne d'un risque accru d'usure du polyéthylène et de descellement en raison d'une plus grande transmission des contraintes à l'interface prothèse- ciment-os. [38]



Figure 46 :Prothèse LCCK®

Dans une étude, Donaldson n'a retrouvé aucun descellement dans 15 cas primaires de TCP III® cimentée, suivis pendant plus de 2 ans.

La CCK® a d'abord été utilisée principalement pour les cas de révision, mais sur la base de cette bonne expérience avec la TCP III® dans les genoux primaires, ces modèles contraints se sont avérés efficaces pour gérer les genoux primaires difficiles avec des déformations principalement en valgus chez des patients à faible demande.[39]



**Figure 47 :PFC Sigma TC3® (DePuy) avec le plateau de révision à roulement mobile
MBT**

2. Prothèses contraintes à charnière rotative

Les premiers résultats avec les dispositifs à charnière n'étaient pas encourageants, avec des taux élevés d'infection, de descellement et de rupture de composants. Cependant, dans certaines parties de l'Europe, en particulier en Allemagne, l'utilisation de dispositifs à charnières est restée populaire, même dans les cas primaires.

Bohm et Holy ont rapporté d'excellents résultats sur 20 ans avec la prothèse à charnière Blauth[®].

Avec une survie dépassant 85% à 20 ans, les résultats étaient comparables à ceux des prothèses à glissement de la même époque.

Les prothèses à charnière rotative contemporaines comprennent la S-ROM Noiles[®] (DePuy) et la Limb Preservation System Rotating Hinges[®] (DePuy), la NexGen Rotating Hinge Knee[®] (RHK[®]) (Zimmer), MOST Option System and Segmental System[®] (Zimmer), la Orthopedic Salvage System[®] (OSS[®]) (Biomet) et la Global Modular Replacement System[®] (GMRS[®]) (Stryker).

Beaucoup de ces systèmes intègrent des caractéristiques de conception qui présentent des avantages théoriques par rapport aux anciennes prothèses à charnière. Par exemple, la géométrie du composant fémoral est maintenant plus similaire aux prothèses à glissement contemporaines : la trochlée a été optimisée pour accueillir à la fois les rotules natives et resurfacées.

Certaines études ont montré que, bien que possédant des avantages théoriques, la prothèse à charnière rotative cinématique, n'a pas donné de meilleurs

résultats que les anciennes charnières non rotatives concernant le taux d'infection, de descellement ou de défaillance mécanique.[40]

En Amérique du Nord, les prothèses à charnière ont été relégués pour n'être utilisés que dans les pires cas de perte osseuse ou d'incompétence ligamentaire, souvent dans le cadre d'une reconstruction oncologique ou dans les révisions multiples.



Figure 48:Prothèse à Charnière rotative S-ROM Noiles® (Depuy) [32]

2/ Le but

La prothèse doit être conçue pour participer à la réalisation des deux objectifs :

. Le soulagement de la douleur et le rétablissement de la mobilité et la stabilité du genou.

. Obtenir un genou normo axé influence la durabilité et fiabilité de la PTG .[41]

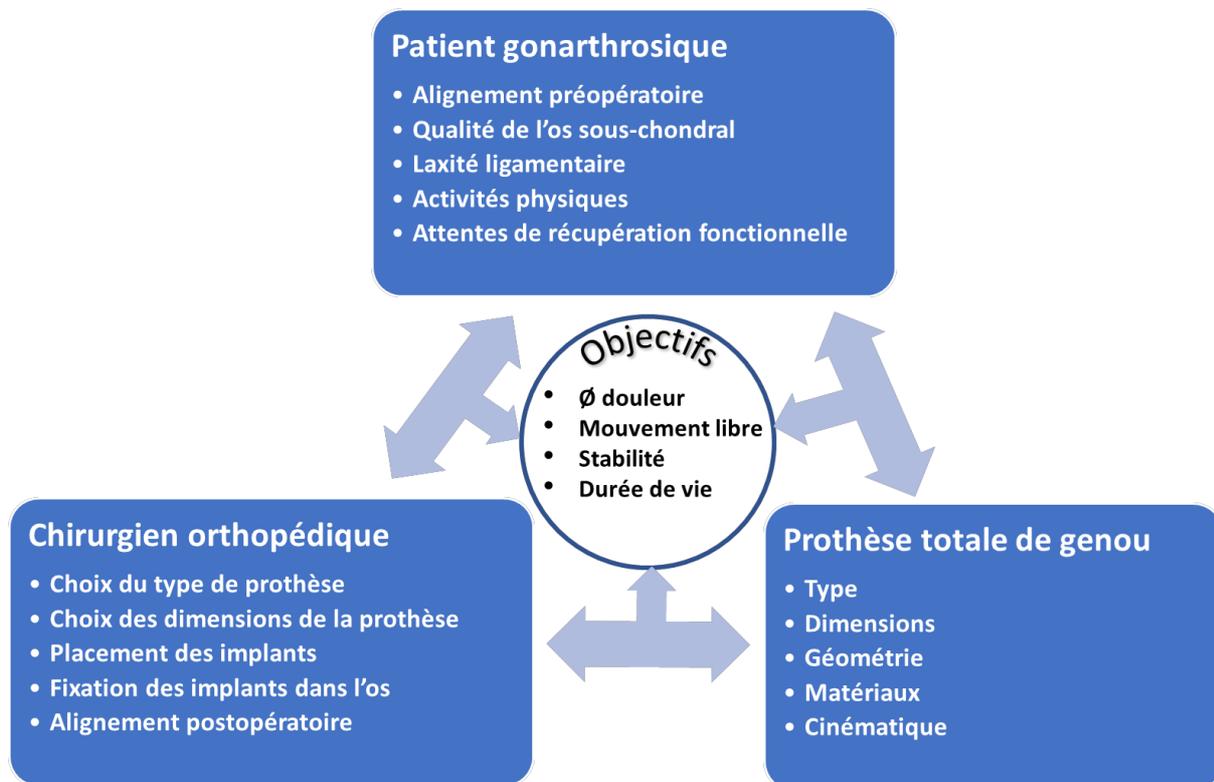


Figure 49:L'arthroplastie totale de genou est la rencontre d'un chirurgien, d'un patient et d'une prothèse manufacturée. Les choix du chirurgien, incluant la sélection de la prothèse, la prothèse elle-même et les spécificités du patient opéré ont un impact sur le succès de l'opération.[41]

Les prothèses de genou condyliennes contraintes (CCK) historiquement sont couramment utilisées pour les chirurgies de révision, mais elles peuvent également aider les chirurgiens à améliorer la stabilité de l'implant dans l'arthroplastie primaire du genou.

3/ Les indications d'une prothèse primitive CCK

Il existe relativement peu d'études décrivant les résultats des prothèses de genou condyliennes contraintes (CCK) pour l'arthroplastie totale primaire du genou (TKA). La plupart des études incluent deux générations ou différents types de prothèses condyliennes contraintes [42]

Les indications pour recourir aux composants condyliens contraints primaire sont :

A /Des déformations axiales sévères : Valgus-Varus

L'angle de déformation pour poser l'indications de pose de CCK en 1^{er} intention diffère d'une étude à une autre :

Selon l'auteur principal NGS, en se fondant sur son expertise en matière de satisfaction des patients et sur les révisions réalisées pour des genoux, l'indication pour recourir à la prothèse CCK était une laxité en varus ou en valgus dépassant les 5 mm à n'importe quel point de l'amplitude du mouvement du genou, particulièrement dans les cas où le genou ne pouvait pas atteindre un équilibre ligamentaire approprié[42]

Pour éviter une libération difficile de libération des tissus mous et un risque d'instabilité résiduelle chez les sujets âgés , dans une autre étude ,une prothèse CCK était réalisée chez des patients dépassant 75ans, avec des déformations de genou a 15° en Valgus , et 10° en varus , avec ou sans défaillance ligamentaire des ligaments collatéraux.[2]



Figure 50: Radio pré opératoire: antéropostérieur (AP) et une vue latéral [2]

B /Perte osseuse sévère :

Lors d'une perte osseuse sévère quel que soit l'étiologie , une Prothèse PS ne peut pas facilement résoudre le problème .

En effet , la perte osseuse fait partie des situations qui font appels a une prothèse a tige qui va fournir plus de stabilité . Mais qui sont également limitées et sont associés à des taux de complications trop élevés et à de mauvais résultats.[2]

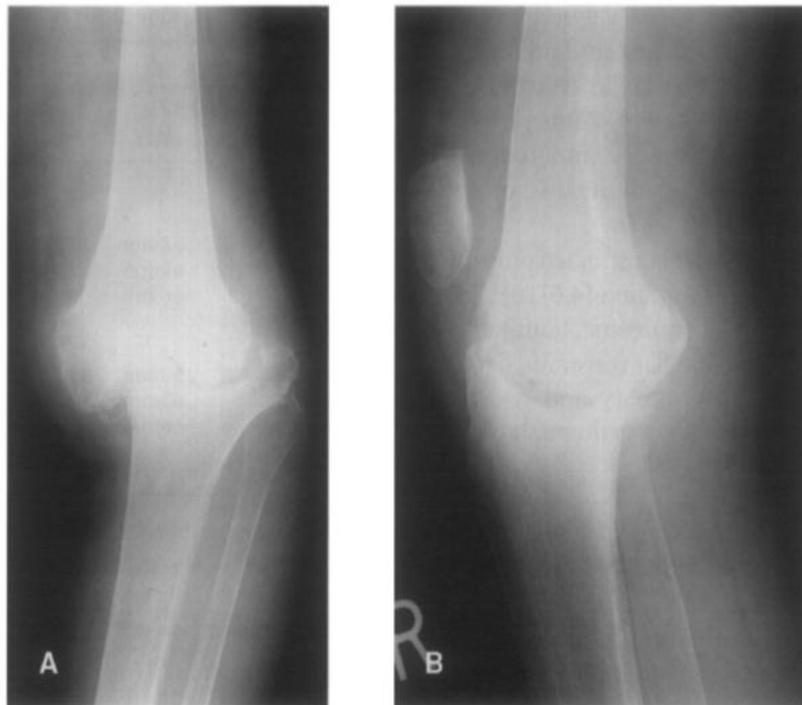


Figure 51:Radio du genou préopératoire : A -vue antéropostérieur : montrant un genou varum avec une perte osseuse sévère B- vue latéral du genou [2]

C /Arthropathie neurologique :

♣ Arthropathie de Charcot

La neuropathie arthropathique, ou l'arthropathie type Charcot, se caractérise par une destruction et une instabilité significative de l'articulation.

Les principales causes de l'arthropathie de Charcot au niveau des genoux sont le diabète sucré et la neurosyphilis.[43]



Figure 52:Image radiologique antéropostérieur and latéral pré opératoire d'un Homme de 53ans- man qui montre une perte osseuse massive avec de larges ostéophytes avec une subluxation

[44]



Figure 54:Pré opératoire Image radiologique antéropostérieur d'une femme de 49ans avec des genoux Charcot en bilatéral , montrant une destruction massive , avec plusieurs ostéophytes periarticulaire + déformation



Figure 53:Post-opératoire Image radiologique antéropostérieur après l'implantation d'une Prothèse CCK

[44]

Le choix de la prothèse reste controversé ; des prothèses non contraignantes, à condyle contraignant, à charnière , ont été utilisées dans divers cas rapportés [45] .

Cependant, la plupart des auteurs estiment que les composants non contraignants ou fortement contraignants sont inappropriés pour les genoux de Charcot.[43]

Certains auteurs ont conclu que les implants à condyle contraignant sont optimaux pour les genoux de Charcot et que les composants à charnière sont inappropriés chez ces patients en raison du risque élevé de fractures péri prothétiques et de descellement aseptique[46]

Cependant, d'autres auteurs ont utilisé et recommandé des prothèses à charnière rotative, affirmant qu'elles assurent la stabilité intrinsèque de l'implant, surtout chez les sujets ayant des articulations très instables .

Une forte contrainte est susceptible d'augmenter le stress à l'interface implant-os, entraînant un risque élevé de défaillance.

Nous considérons donc que l'arthroplastie optimale garantit une bonne stabilité avec le moins de contraintes possible.

Selon une autre étude , il est préférable d'utiliser des prothèses contraignantes chez des sujets qui ne présentent pas des lésions osseuses importante et préservent les tissus mous massives selon un examen préopératoires. [47]

Et des prothèses à charnière rotative dans les cas de déficience osseuse sévère et de déséquilibre des tissus mous, tandis que dans les cas de changements pathologiques relativement légers, nous avons constaté que les prothèses condyliennes contraignantes assuraient une stabilité initiale.

Comme recommandé dans plusieurs rapports antérieurs ,une tige longue est nécessaire pour disperser le stress osseux accru rencontré lors de l'utilisation d'un composant contraignant. [48]

Tableau 8:Montrant les différentes étiologies des genoux Charcot avec le type de prothèse utilisées, puis les complications de chacune.[43]

Table 1 Perioperative characteristics of published cases who underwent total knee arthroplasty for Charcot knees

References	Years	Knees	Underlying cause	Treatment of bone defects	Prosthesis selection	Complications (n): treatment (n)
Soudry [20]	1986	9	Unknown	Unknown	Posterior stabilized condylar (2) Custom prosthesis (7)	Superficial vein thrombosis (4): no specific treatment (4) Deep vein thrombosis (1): Warfarin for 6 weeks (1)
Yoshino [24]	1993	5	Tabes dorsalis (5)	Unknown	Yoshino prosthesis (5)	Periprosthetic fracture (1): Revision with a long stem (1)
Fullerton [7]	1997	1	Diabetes mellitus	Unknown	Highly constrained rotating hinge (1)	Nil
Kim [10]	2002	19	Neurosyphilis (19)	Autograft (11)	Condylar constrained (17) Semi-constrained (1) Hinged (1)	Dislocation (4): Release (1), Cylinder brace (3) Periprosthetic fracture (3): Await arthrodesis (2), Internal fixation (1)
Parvizi [18]	2003	40	Sensorimotor deficit (16) Diabetes mellitus (7) Neurosyphilis (4) Lacunar infarct (1) Syringomyelia (1) Idiopathic (11)	Allograft (2) Autograft(17) Metal augment (10)	Long stem (27) Rotating hinge (5) Cruciate condylar (8)	Aseptic loosening (2): Revision (2) Instability (1): Hinge prosthesis revision (1) Periprosthetic fracture (2): Arthrodesis (1), Hinge prosthesis revision (1) Infection (1): Two-stage revision (1)
Vince [22]	2005	1	Neurosyphilis	Unknown	Constrained	Dislocation and infection (1): Prosthesis removed (1)
Troyer [21]	2009	1	Diabetes mellitus	Tantalum cone	Long stem condylar constrained	Nil
Bae [2]	2009	11	Neurosyphilis	Allograft (2) Autograft (2)	Rotating hinge	Dislocation (2): Component replacement (2) Infection (1): Two-stage revision (1)
Kucera [12]	2011	1	Diabetes mellitus	Autograft	Cruciate-retaining condylar	Nil
Yasin [23]	2011	1	Unknown	Unknown	Constrained	Tibial loosening (1): Custom revision (1)
Nakajima [17]	2013	1	Amyloidotic polyneuropathy	Unknown	Posterior stabilized	Condylar fracture and infection (1): Revision with rotating hinge (1)
Liu [14]	2014	2	Neurosyphilis	Unknown	Rotating hinge	Nil

♣ **La polyarthrite post-poliomyélite (SPP) :**

Le Syndrome Post-Polio est un désordre neurologique défini par un ensemble de symptômes survenant des dizaines d'années (en moyenne 35 ans) après qu'un patient ait récupéré d'une infection initiale par le poliovirus. L'apparition d'une nouvelle faiblesse musculaire en est l'élément clé.[49]

Sur le plan physiopathologique, le mécanisme du SPP n'est pas complètement élucidé. On trouve dans la littérature diverses théories qui nous permettent d'évoquer une combinaison impliquant des phénomènes de dégénérescence distale d'unités motrices hypertrophiées causée par une demande métabolique accrue, associée au processus de vieillissement normal, avec une implication probable de mécanismes dysimmunologiques.[49]

Le bilan orthopédique du SPP, permet d'évaluer les amplitudes articulaires, la stabilité des articulations. Il recherche une dégénérescence arthrosique des articulations des membres affectés par la maladie, une différence de longueur des membres, des déformations articulaires, des rétractions musculo-tendineuses et les compensations mises en place.[50]

Le handicap causé par les déformations peut s'avérer plus gênant que les paralysies elles-mêmes. Le risque est d'autant plus important que la maladie survient dans le jeune âge.[51]

Sur le plan thérapeutique, la prise en charge du syndrome post-poliomyélitique reste peu codifiée et il n'existe actuellement pas de prise en charge consensuelle de ce syndrome. Le principe de gestion du SPP repose sur l'imbrication d'axes thérapeutiques médicamenteux et rééducatifs, associant programmes de rééducation et confection d'orthèses et/ou d'aides techniques.[52]

La décision d'une prise en charge chirurgicale des patients poliomyélitiques nécessite des précautions particulières . Notamment une évaluation de la fonction respiratoire afin de dépister un éventuel syndrome restrictif pouvant entraîner des difficultés post-opératoires au sevrage du respirateur. [53] Il faut réaliser un bilan préopératoire très fin de l'équilibre mécanique et fonctionnel du patient, prendre en compte les Cofacteurs, et prévoir impérativement une rééducation post-opératoire.[54]

En outre, Le traitement des arthropathie neurologique comprend une thérapie conservatrice, une arthrodèse et une arthroplastie [55] La chirurgie ne devrait être envisagée qu'après l'échec de la thérapie conservatrice[56]

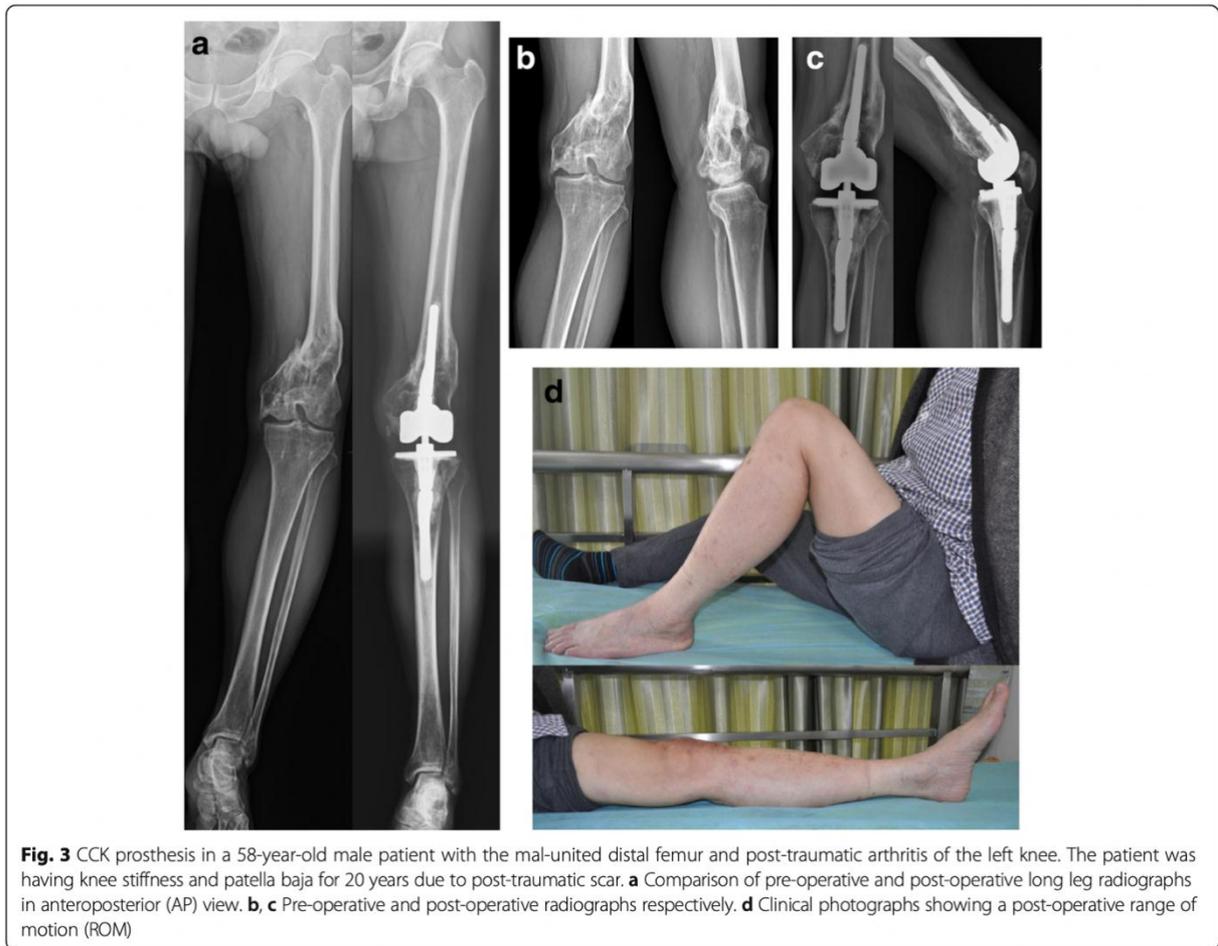
D/ L'arthrose post-traumatique :

Les lésions intra articulaires ou péri-articulaires sont fréquentes chez les individus jeunes et actifs, conduisant souvent à une arthrose post-traumatique de l'articulation concernée [57].

La prévalence de l'arthrose post-traumatique du genou à la suite de blessures varie de 21 à 44% ,[58] et est généralement associée à une perte osseuse et/ou des lésions ligamentaires sévères entraînant une instabilité significative, une raideur et une déformation sévère de l'articulation du genou .[59]

Dans l'arthrose post-traumatique, il existe toujours des complexités techniques en raison des cicatrices antérieures, du risque d'infection, de la malalignement, de la raideur du genou, de l'insuffisance ligamentaire et d'une perte osseuse significative. De telles déformations justifient l'utilisation de prothèses de genou condyliennes contraignantes (CCK) avec leur variété de tiges et d'augmentations disponibles [60]. Afin d'obtenir un alignement optimal, un équilibre adéquat et une correction des déformations [61].

En effet la majorité des études ont conclus que l'arthroplastie totale du genou primaire avec prothèse CCK corrige avec succès, les déformations sévères avec perte osseuse importante, la raideur et l'instabilité de l'articulation des genoux post traumatiques. Avec un taux de survie des prothèses arrivant à 94,7%, rétablissant un excellent résultat clinique et une récupération fonctionnelle.[62]



[62]

E/ Polyarthrite rhumatoïde sévère :

La polyarthrite rhumatoïde est une maladie inflammatoire systémique auto-immune de nature chronique et évolutive. C'est la forme la plus courante d'arthrite inflammatoire et elle affecte 1% des hommes et 3% des femmes. Les critères diagnostiques définis par l'American Rheumatoid Association sont : la raideur matinale, les enflures, les nodules, la positivité des tests biologiques et les signes radiologiques [63].

L'évolution de la polyarthrite rhumatoïde varie beaucoup entre une maladie modérée voire spontanément évolutive et une variante sévère destructrice qui évolue rapidement[64]. Elle peut toucher toute articulation synoviale mais ce sont les petites articulations des mains et des pieds qui sont touchées en premier. Lors d'une forme ancienne, un genou ou le plus souvent les deux sont touchés [65]. Une prothèse totale du genou est devenue la référence dans le traitement d'un genou détruit par la polyarthrite rhumatoïde, même s'il s'agit d'une forme juvénile [66] .

Il est important à noter que la qualité des os chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, en particulier autour des articulations touchées, et les tissus mous environnants sont souvent assez médiocres en raison du processus synovial et de l'atrophie de désutilisation [67] . Donc se présentent fréquemment avec des genoux ayant une déformation sévère en valgus/varus, une instabilité ligamentaire et/ou une perte osseuse, qui nécessitent une prothèse de genou condyloire contrainte (CCK) en raison de l'insuffisance de stabilité par une arthroplastie standard[68]

Plusieurs études ont démontré les évaluations réussies à moyen et long terme des prothèses primaires et de révision LCCK, comme en témoigne un taux de survie de plus de 90 % .Une récente grande étude rétrospective de cohorte a également

montré que la prothèse CCK entraînait des taux plus élevés de ré intervention et de révision que l'arthroplastie du genou standard en raison de complications de plaie, d'ostéolyse et d'usure, de raideur, d'infection et de fracture .[69]

Table 1. Indications to VVC implants in primary TKA.

ROM: range of motion; MCL: medial collateral ligament Indications to VVC in primary TKA

Valgus deformity with incompetent MCL.

Bone defects.

Severe flexion contracture with inability to balance the knee .

Varus-valgus laxity > 5mm throughout the whole ROM .

Extra-articular deformity .

Incontrollable flexion-extension imbalance .

Rheumatoid arthritis (which usually leads to valgus deformity with an incompetent MCL)

Sequelae of poliomyelitis. Neuropathic arthropathy

4/ Les indications de révision par une prothèse du genou à contraintes augmentées:

Lors d'une révision, l'utilisation d'un implant avec une contrainte doit être discutée, mais ne doit pas être considérée comme systématique.

Les révisions des arthroplasties totales du genou sont certainement plus complexes que les procédures primaires, avec des résultats moins favorables et un taux plus élevé de complications.[70]

Outre les infections, les principales causes d'échec d'une arthroplastie de révision sont : l'usure, le desserrage aseptique et l'instabilité due au choix inapproprié de la contrainte de l'implant de révision. En fait, l'un des plus grands défis lors de la révision de la PTG est la gestion de l'instabilité ligamentaire affectant à la fois la fonction et la survie finale de la reconstruction de l'articulation du genou.[71]

En effet, le choix de contrainte dépend de l'état des ligaments collatéraux et d'autres stabilisateurs périphériques du genou, ainsi que de la gravité de la perte osseuse. Les conceptions primaires postéro-stabilisées (PS) peuvent être utilisées si les ligaments sont intacts et les défauts osseux minimes, tandis que des prothèses articulées sont nécessaires en cas d'absence/rupture des ligaments avec une perte osseuse modérée à sévère. [72]

Les prothèses de genou contraintes condylières (CCK) sont des implants à contraintes augmentée non articulés, qui représentent une excellente alternative aux prothèses articulées. Les systèmes CCK ont été introduits plus récemment, étant plus adaptés dans les cas de gravité intermédiaire avec insuffisance, mais non absence, des ligaments et perte osseuse modérée. [72]

On se demande donc dans quelles situations est-il approprié d'utiliser une prothèse CCK ?

1. Prothèse postéro-stabilisée

Il s'agit du degré de contrainte le moins élevé, n'ont pas leur place en révision, sauf exception.

- **Les conditions pour envisager un implant PS lors d'une révision sont :**

- Des implants de première intention à réviser (PS, CS, Médial Pivot® ou à conservation des ligaments croisés)

- L'intégrité de l'enveloppe capsuloligamentaire (pas de laxité clinique ou radiologique sévère). Au-delà de 5° de laxité, ou d'un *inlay gap* supérieur à 5 mm, non lié à une cause osseuse (pseudo-laxité), il faut prévoir un implant à contrainte augmentée type CCK[73].

■ Absence de perte osseuse significative (insertions des ligaments collatéraux conservées). [73]

• **Les contre-indications sont les suivantes :**

- Un recurvatum significatif ($\geq 10^\circ$) ;
- Une désaxation fémoro-tibiale sévère de cause intra articulaire ($\geq 10^\circ$) ;
- Certaines causes de révision : instabilité et infection chronique.

Lors d'une révision pour instabilité, il est préférable d'envisager directement des implants à contraintes augmentées type CCK du fait de la distension des tissus mous secondaire à la laxité chronique.

De même, pour l'infection chronique, l'enveloppe capsuloligamentaire est dégradée et une synovectomie étendue est nécessaire, d'où l'intérêt d'une prothèse à contraintes augmentées i

2. Prothèse CCK

La contrainte est augmentée par une came tibiale centrale plus haute et plus large venant se loger dans la cage fémorale intercondylienne elle aussi plus large et plus haute. Bien que la limitation de la translation médiolatérale, de l'angulation frontale et de la rotation entre les deux pièces diffère selon les modèles de prothèse [23], ce dessin vise à assurer par le dessin de l'implant une postérostabilisation et une compensation d'une insuffisance partielle d'un ligament collatéral.

Ces implants ne sont pas adaptés en cas d'incompétence complète d'un ligament collatéral et ne permettent pas de compenser une instabilité en recurvatum.

Selon Barrack *et al.* [26] :

- **Les critères à respecter pour envisager une prothèse CCK dans une révision :[74]**
 - Une différence d'espace entre la flexion et l'extension inférieure à 10 mm
 - Une correction de la hauteur d'interligne de moins de 10 mm (par rapport à l'interligne du genou natif)
 - Une perte osseuse non segmentaire
 - Des ligaments collatéraux partiellement compétents mais non absents (laxité $< 10^\circ$).

Si un critère n'est pas rempli, il faut s'orienter vers un implant plus contraint de type charnière rotatoire

- **Les situations suivantes sont également « à risque », c'est-à-dire qu'il faut prévoir en per opératoire une prothèse plus contrainte**
 - un recurvatum sévère ($\geq 10^\circ$) malgré un espace en extension équilibré ;
 - une désaxation fémoro-tibiale sévère en varus ou en valgus d'origine intra articulaire ($\geq 15-20^\circ$)
 - une coupe tibiale supérieure à 14 mm d'épaisseur de l'interligne ;
 - une fragilisation des épicondyles fémoraux
 - une raideur majeure (flexion $\leq 70^\circ$, flessum $\geq 30^\circ$) ;
 - une reconstruction complexe ou itérative de l'appareil extenseur par allogreffe.[74]

3. Prothèse à charnière rotatoire

Il s'agit du plus haut niveau de contrainte prothétique. Les forces en valgus-varus et antéropostérieures sont entièrement transmises entre le tibia et le fémur par une charnière liant les deux pièces et substituant totalement les ligaments croisés et collatéraux qui ne jouent plus aucun rôle.

Les charnières fixes, n'offrant qu'un seul degré de liberté en flexion-extension, sont aujourd'hui très rarement utilisées en raison du taux très élevé de complications mécaniques, à type de descellement, rupture, faillite de la charnière, instabilité fémoro-patellaire et raideur. Les prothèses à charnière rotatoire, offrant un deuxième degré de liberté en rotation axiale, neutralisent les forces de rotation qui ne sont plus transmises à l'interface prothèse-os et améliorent la mobilité et la survie globale des implants [75].

- **Dans le cadre des révisions, l'utilisation d'une prothèse charnière rotatoire doit être envisagée dans les situations qui ne peuvent pas être résolues par un implant Condylaire contraint (CCK)**
 - Incompétence totale d'au moins un des deux ligaments collatéraux (laxité > 10°)
 - PSO segmentaire ou massive sacrifiant l'insertion fémorale ou tibiale d'au moins un des deux ligaments collatéraux [29] ;
 - Instabilité sévère en flexion non compensée par la restauration de l'*offset* postérieur (espace en flexion plus haut que l'espace en extension de plus de 10 mm) ;
 - Déformation fémoro-tibiale sévère en varus ou en valgus d'origine intra-articulaire ($\geq 15-20^\circ$) ;
 - Raideur majeure (flexion $\leq 70^\circ$, flessum $\geq 30^\circ$) ;

- Recurvatum sévère ($\geq 10^\circ$) avec distension capsulaire postérieure malgré un espace en extension équilibré ;
- Reconstruction complexe ou itérative de l'appareil extenseur par allogreffe ou technique de Hanssen (utilisant un ligament synthétique) ;
- Instabilité sur maladies neuromusculaires (poliomyélite, maladie de Charcot...).[76]

DISCUSSION

1 – Étude épidémiologique :

▪ Age :

PTG primaire CCK

Dans une étude de Johnson et al , l'âge moyen était 54ans avec une fourchette allant de 39 à 59 .[77]

Selon Mancino et al , l'âge moyen est de 72ans , s'étalant entre 43 ans et 86 ans .[78]

D'après Camera et al., dans le groupe de CCK primaire, l'âge moyen était de 69 ans (43–82).[79]

D'après une étude rétrospective portant sur les résultats des prothèses CCK en chirurgie primaire et de reprise, l'âge moyen des patients ayant subi une CCK primaire était de 66 ans, avec une fourchette allant de 21 à 88 ans.[80]

Dans notre série, l'âge de nos patients s'étendait de 52 à 80 ans, affichant une moyenne de 68 années. La distribution était comme suit : 23 cas avaient bénéficié d'une CCK primaire avec une moyenne d'âge de 68ans (52–80ans).

PTG CCK de révision :

D'après Camera et al dans le groupe de CCK de révision, la moyenne d'âge est à 72 ans (56–85).[79]

Dans une étude rétrospective portant sur les résultats des prothèses CCK en chirurgie primaire et de reprise, l'âge moyen des patients ayant subi une CCK de révision était 66 ans, avec des variations entre 44 et 84 ans.[80]

Dans l'étude de **Kim et al**, la moyenne d'âge était de **65ans**. [74]

Selon **Theil et al**, la moyenne d'âge était **67ans**. [81]

Dans notre série, 12 patients parmi notre série avaient bénéficié d'une prothèse de reprise avec une moyenne d'âge 68ans s'étalant de 60 à 77 ans.

Tableau 9: Comparaison de l'âge moyen des patients pour les PTG primaires CCK

Auteurs	Age moyen
Johnson et al [77]	54ans
Mancino et al [78]	72ans
Camera et al [79]	69ans
Urbain et al [80]	66ans
Notre série	68ans

Tableau 10: Comparaison de l'âge moyen des patients pour les PTG de révision par CCK

Auteurs	Age moyen
Camera et al	72ans
Urbain et al	66ans
Kim et al	65ans
Theil et al	67ans
Notre Série	68ans

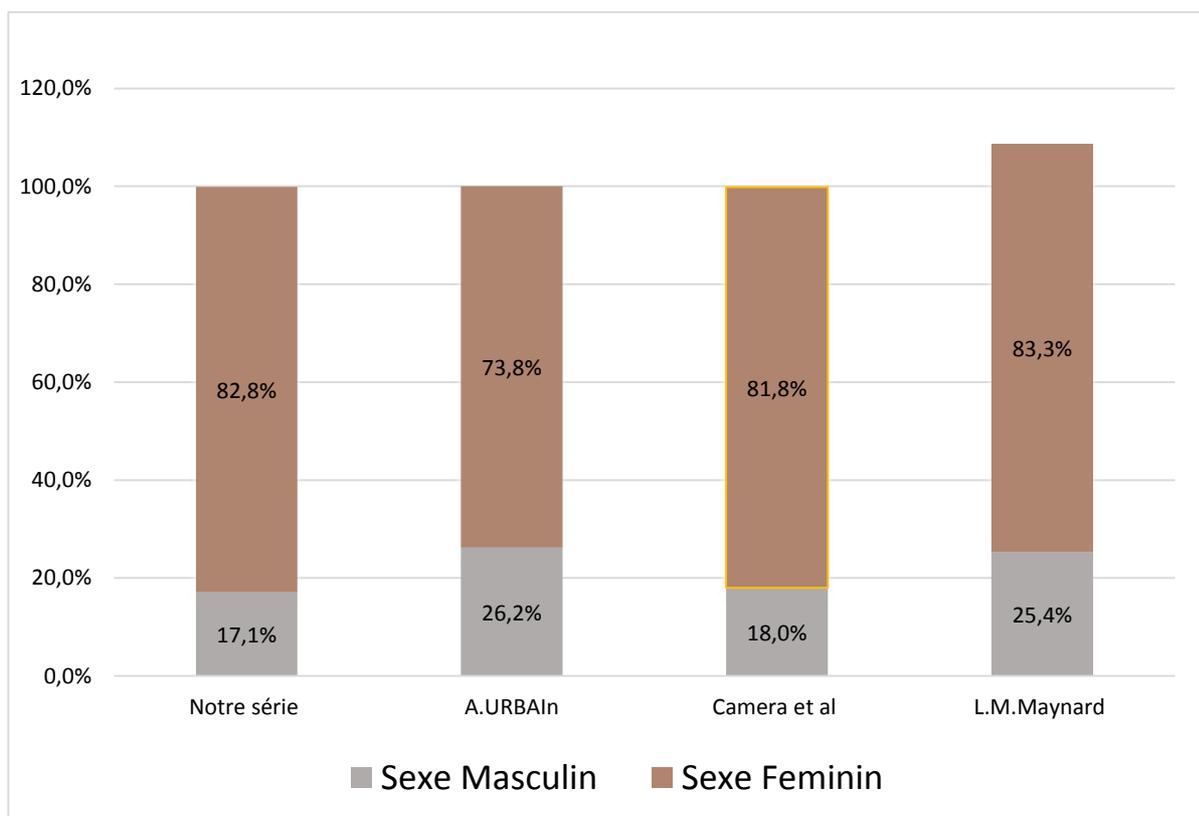
▪ Sexe :

Dans notre série, la prépondérance des cas se manifeste par une nette majorité du sexe féminin, totalisant 29 femmes par rapport à 6 hommes. Cela se traduit par un pourcentage de 17,1% pour les hommes et de 82,8% pour les femmes

Selon l'étude fait par **A. Urbain, S. Putman, H. Migaud et al** ,[82] qui a regroupé 134 patients 73.8% étaient des Femmes , alors que 26% des cas étaient des hommes

D'après l'étude de **Camera et al.** , qui a incorporé 44 patients dont seulement 8 étaient des hommes et 36 des femmes , avec pourcentage de 18% et 81.8% .[79]

L'étude de **L.M. Maynard et al.**, comportait 114 patients dont 95 étaient des femmes , et 29 hommes [42]



Graphique 18: Comparaison des études selon la prédominance du sexe féminin

Dans pratiquement toutes les études sur les sites, y compris la nôtre, on observe une nette majorité de participantes du sexe féminin.

▪ IMC

Une augmentation du poids corporel devrait, intuitivement, entraîner une dégradation des résultats après un remplacement articulaire en raison des forces biomécaniques générées plus importantes. Il est connu qu'un IMC élevé augmente les contraintes à l'interface ciment-os, entraînant ainsi potentiellement un relâchement mécanique.[83]

En cas d'obésité sévère (IMC > 35), le risque d'infection est multiplié par 6,7 pour les prothèses totales de genou (PTG) .[84]

Selon **Iorio R et al .**, L'obésité morbide est une contre-indication à l'arthroplastie [85].

L'**American Association of Hip and Knee Surgeons** recommande, en cas d'obésité morbide (IMC > 40), de retarder l'arthroplastie, notamment en cas de comorbidités associées, et d'attendre une perte de poids significative.[86]

Selon l'étude [87] , l'obésité présente un risque de descellement multiplié par 6,3 et un risque de fracture multiplié par 1,7 si IMC > 30 .

Par contre, **De la Torre et al.** rapportaient que l'obésité a une influence moindre sur le risque de révision.[88]

Selon [1] , les divergences entre les auteurs s'expliquent par l'association variable de l'obésité aux autres comorbidités (maladies cardiovasculaires, diabète, etc.). Bien que le rôle de l'obésité soit débattu, son influence n'en est pas moins majeure.

Dans notre étude, 88.5% des patients avaient un IMC > 25kg/m².

▪ Antécédent de prothèse de genou :

Ces antécédents sont importants à étudier essentiellement les antécédents chirurgicaux et traumatiques, vu qu'ils influencent les indications de l'arthroplastie, le choix de la technique et le planning opératoire.

Dans notre étude 34,2% des patients étaient porteurs d'une prothèse postéro-stabilisée, et 11,4% de nos patients présentaient des antécédents de traumatisme du genou.

▪ Les étiologies

Au sein de notre étude portant sur un échantillon de 35 cas, il est pertinent de noter que 12 cas étaient une reprise, dont l'étiologie était un descellement aseptique, et 23 cas ont impliqué la mise en place d'une prothèse en première intention.

1- CCK primaire :

Dans notre série, la décision de la mise en place d'une prothèse condylienne était prise en pré opératoire devant les pathologies suivantes qui sont distribuées : en 15 cas (65.2%) avec une gonarthrose primitive conduisant à de déformations sévères (10 varum, 5 valgum) avec des angles de déviation dépassant 10 ° avec défaillance des ligaments collatéraux .Quatre cas d'arthrose post traumatique avec perte osseuse sévère (17.4%), 3 genoux de polyarthrite rhumatoïde avec déformations sévères 13% , 1 genou post poliomyélite 4.3% .

Dans l'étude de Sabatini, tous les patients ayant bénéficié d'une prothèse condylienne primaire avaient plus de 75ans , avec une gonarthrose dur genou varus

avec des angles de déformations $>10^\circ$ et gonarthrose sur genou valgus avec des angles de déviation $>15^\circ$, avec ou sans défaillance des ligaments collatéraux, [2]

Selon l'étude de **P. Cholewenski**, qui étudiait les résultats à long terme d'une prothèse CCK primaire. Les pathologies conduisant à l'indication d'une CCK étaient la **gonarthrose** dans 34 genoux (79.1 %), la **polyarthrite rhumatoïde** dans 4 genoux (9.3%), l'**arthrose post-traumatique** dans 4 genoux (9.3 %), Ostéonécrose avec un pourcentage à 2.3%.[89] La décision de la CCK était prise en préopératoire (64,4%) en fonction des laxités et déformations cliniques et radiographique $>10^\circ$. En peropératoire, l'indication dans (41,4%) portait sur l'impossibilité d'obtenir un équilibre ligamentaire satisfaisant, à savoir une laxité frontale de moins de 5° en extension et une différence de moins de 3 mm entre les espaces en flexion et en extension.[89]

Camera et al, [79] ayant réalisé une étude, qui regroupe 19 cas ayant bénéficié d'une prothèse CCK primaire, dont les principales indications étaient le relâchement ligamentaire, la déformation varus/valgus sévère, sur les pathologies suivantes : 58% arthrose primitive, Arthrose post traumatique 11%, Arthrose ligamentaire 16%, Ostéonécrose :5%, polyarthrite rhumatoïde 11%.

Les diagnostics qui ont conduit de la mise en place d'une prothèse CCK primaire, selon l'étude de **Mancino F**, [90] étaient l'arthrose primitive avec un pourcentage de 76%, arthrose post traumatique chez 15% des cas, et la polyarthrite rhumatoïde avec un pourcentage ne dépassant pas 9% des genoux.

La décision d'utiliser un implant CCK a été prise de manière préopératoire dans le cas d'une déformation en valgus $\geq 20^\circ$ ou d'une déformation en varus ≥ 20 avec ou

sans défaillance du ligament collatéral. Pour le reste des genoux, la décision a été prise de manière peropératoire après avoir tenté d'équilibrer les genoux avec une prothèse Postéro stabilisée.

Tableau 11: Comparaison des différentes indications d'une CCK primaire selon les études

Étiologies	Auteurs : <u>A. Urbain[82]</u>	<u>P. Cholewenski</u>	<u>Camera</u>	<u>Mancino F</u>	<u>Notre série</u>
Arthrose primitive	65.7%	79%	58%	76%	65.2 %
Arthrose post traumatique	10%	9.3%	11%	15%	17.4%
Polyarthrite rhumatoïde	10.7%	9.3%	11%	9%	13%
Arthrose ligamentaire	5%	-	16%	-	-
Ostéonécrose	5%	2.3%	5%	-	-
Arthrose post polio	-	-		-	4.3%
Rhumatisme psoriasique	1.4%	-		-	-
Arthropathie hémophilique	0.7%	-		-	-
Chondrocalcinose	0.7%	-		-	-

Dans la majorité des études, l'arthrose primitive du genou reste la principale indication pour la chirurgie de remplacement par prothèse totale du genou (CCK), suivie de près par l'arthrose post-traumatique et la polyarthrite rhumatoïde, en troisième position selon Mancino, ce qui est cohérent avec notre série. Cependant, dans l'étude d'Urbain, la fréquence de l'arthrose post-traumatique est surpassée par celle de la polyarthrite rhumatoïde. Dans l'étude de Cholowenski, la polyarthrite rhumatoïde et l'arthrose post-traumatique présentent des pourcentages similaires. Quant à l'étude de Camara, elle révèle un nombre plus élevé d'arthroses ligamentaires que d'arthroses post-traumatiques et de polyarthrites rhumatoïdes.

2- CCK de reprise :

Les étiologies de reprise d'une prothèse :

➔ *Descellement septique* :

L'infection sur PTG est une complication possible pendant toute la durée de vie de la prothèse. Elle doit toujours être suspecter car elle demande une prise en charge spécifique et rapide, voire urgente. Elle engage le pronostic de l'articulation prothétique, voire le pronostic général et conduit quasi systématiquement à une intervention.

Le diagnostic est posé le plus souvent dans les suites précoces d'une PTG devant une triade évocatrice douleur rougeur chaleur ou un écoulement qui perdure. Dans d'autres cas, il s'agit d'une prothèse qui reste douloureuse depuis l'intervention, avec souvent une raideur qui gêne la récupération de la mobilité et/ou de la fonction.

Le point de départ peut être local ou à distance du site opératoire (infection hématogène parfois très à distance de la mise en place de la prothèse).

Dans tous les cas, un diagnostic précoce permet de déterminer une stratégie qui doit conduire à une guérison bactériologique .[91]

Bilan biologique

Les biomarqueurs sériques de l'inflammation sont augmentés mais ils ne sont pas spécifiques : CRP, vitesse de sédimentation (VS), nombre de polynucléaires neutrophiles. Par contre, leur négativité a une bonne valeur prédictive.[92]

Imagerie

Les radiographies standard recherchent un liseré ou l'apparition de remaniements osseux (appositions périostées), voire un descellement.

Dans les infections aiguës, les autres imageries (IRM et scintigraphie) n'ont pas de place et ne doivent pas retarder une ponction qui fait le diagnostic et guide la prise en charge en fonction du délai diagnostique, du germe et du terrain.

L'échographie est utile pour repérer et ponctionner un épanchement et guider une biopsie synoviale si elle paraît nécessaire.[1]

➔ *Usure du polyéthylène et ostéolyse :*

L'usure du polyéthylène tibial est un phénomène diversement apprécié dans les différentes séries publiées et largement multifactoriel. Il dépend du polyéthylène lui-même : qualité intrinsèque, mode de stérilisation, durée de conditionnement avant implantation, de la qualité de la pose, du dessin de l'implant qui conditionne sa cinématique.

L'usure du polyéthylène est inéluctable avec le temps. Elle se produit à la face supérieure du polyéthylène (interligne fémoro-tibial) mais aussi sur sa face inférieure

.L'usure entraîne une libération de particules de polyéthylène dans l'articulation qui s'accumulent dans la synoviale et qui migrent progressivement à la jonction os/ciment ou os/prothèse pour les prothèses non scellées et le long d'éventuelles vis tibiales. Ces particules génèrent une réaction à corps étrangers suscitant un afflux de facteurs ostéolytiques entraînant des zones d'ostéolyse faisant le lit du descellement.

Dans la majorité des cas, le diagnostic se pose au stade de descellement et le traitement repose alors sur un changement de la prothèse.

→ ***Descellement aseptique :***

Le descellement aseptique est la principale cause d'échec de PTG, survenant après plusieurs années [17,18]. Il s'agit d'une défaillance de l'ancrage des pièces, touchant avant tout le tibia et conduisant à un changement de prothèse.

Il s'agit d'une absence ou perte de fixation d'un (des) composant(s) prothétique(s) au tissu osseux. Il survient le plus souvent après plusieurs années. Il est caractérisé par l'apparition de douleurs mécaniques, d'un fréquent épanchement, et parfois d'une désaxation progressive et/ou d'une laxité. Il s'aggrave au fil du temps, engendrant une perte de substance osseuse (PSO) plus ou moins importante et limite rapidement la fonction.[93]

Les radiographies, qu'il est essentiel de comparer aux radiographies antérieures, peuvent révéler un liseré soit important (> 1 mm, voire 2 mm), soit évolutif sur les clichés successifs, une migration prothétique et parfois une nouvelle désaxation. Cependant des fois, il n'y a pas d'anomalie évidente. C'est le cas notamment des prothèses sans ciment non ostéo-intégrées. Dans ces cas difficiles, la TDM et la scintigraphie peuvent avoir un intérêt.

Une TDM confirme le descellement et précise surtout les dégâts osseux, notamment métaphysaires, pouvant nécessiter le recours à des techniques particulières.[94]

→ **Raideur**

La raideur est diversement supportée par les patients selon leur niveau d'activité, les patients les plus actifs ou ayant des activités nécessitant une grande mobilité étant les plus gênés.[95]

La raideur est définie par Nelson *et al.* par un arc de flexion-extension $< 70^\circ$. Elle peut se faire aux dépens de la flexion ($< 75^\circ$), de l'extension (flessum de 15°) ou des deux.[96]

Le traitement dépend du délai entre la PTG index et le diagnostic : une raideur vue à un stade précoce (< 3 mois) peut relever d'une mobilisation sous anesthésie qui est plus efficace pour récupérer de la flexion que de l'extension. Passé ce délai, une arthrolyse arthroscopique ou à ciel ouvert doit être proposée en l'absence d'erreur technique manifeste. Dans le cas contraire (excès d'encombrement prothétique, erreur de rotation...), une révision se discute.[97]

→ **Instabilité fémoro-tibiale :**

L'instabilité fémoro-tibiale est l'expression d'une laxité fémoro-tibiale incontrôlable mal supportée par le patient.

Une laxité évidente sur le plan clinique se présente par: bascule à la marche en varus, valgus ou recurvatum, accidents d'instabilités à répétition, voire luxation fémoro-tibiale. Cliniquement, la laxité peut être mise en évidence facilement par une

bascule à la marche et une laxité en extension complète, généralement asymétrique en varus valgus.[98]

L'imagerie ne montre pas de descellement, mais volontiers une anomalie de positionnement des composants prothétiques soit de face (mauvaise direction de la coupe fémorale distale ou tibiale), soit de profil (avec un composant fémoral qui paraît trop petit et une pente tibiale qui est trop marquée).[1]

La ponction est stérile. Les clichés de face en varus et valgus forcés mettent en évidence un bâillement unilatéral de 5° au moins en médial et de 7° au moins en latéral, et/ou les clichés de profil à 90° de flexion montrent un tiroir de plus de 1 cm.[99]

Le choix de la contrainte prothétique est un des problèmes fondamentaux à anticiper avant une révision.

Il est fondé sur un bilan préopératoire permettant d'évaluer la laxité ligamentaire en flexion et en extension, les mobilités, l'alignement fémoro-tibiale, les PSO.

Néanmoins, une part d'incertitude demeure et une adaptation du niveau de contrainte doit parfois se faire au cours de la révision. C'est pourquoi il est primordial de prévoir le niveau de contrainte approprié et en cas de doute d'avoir à disposition des implants plus contraints.[1]

Dans l'étude menée par **JANELLI.E**, portant sur 85 patients ayant subi une révision de prothèse type CCK, les résultats ont montré que dans 29.5% des cas, la cause de la révision était un descellement aseptique, dans 28% des cas, c'était un problème de mal positionnement, dans 20% des cas, il s'agissait d'une infection, dans

9% des cas, c'était une instabilité, et dans 7% des cas, c'était une fracture péri prothétique.[100]

Selon l'étude menée par **A. Urbain**, les principales raisons de reprise étaient le descellement aseptique, la raideur et la laxité prothétique, représentant respectivement 59.8%, 13.8% et 13.8%. Ensuite, on observe la malposition des implants prothétiques à hauteur de 4.6%, l'usure prothétique à 2.3% et les fractures péri prothétiques à 1.1%.[80]

Dans l'étude de **Camera et al.**, le diagnostic préopératoire de révision indiquait que 54% des cas présentaient un descellement aseptique de la prothèse totale du genou (PTG), 27% un descellement aseptique de la prothèse unicompartmentale du genou, et 19% étaient des PTG infectées. Tous ces genoux étaient caractérisés par une perte osseuse sévère ou une mauvaise qualité osseuse.[79]

Lorsqu'on analyse les raisons de l'échec selon **P. Adravanti**, on constate que le descellement aseptique représente 31,2%, suivi de l'instabilité (18,7%), de l'infection (16,2%), de l'usure du polyéthylène (10,0%), de l'arthrofibrose (6,9%), et du malalignement (6,6%).[101]

Dans notre série, 12 genoux ont bénéficié d'une prothèse CCK de reprise, l'indication principale était le descellement chez 66,6% des patients , suivie par l'instabilité remarqué chez 25% des patients , tandis que l'usure du polyéthylène a été diagnostiqué chez 8,3% des cas.

Toutes les études ont conclu que le descellement aseptique est la raison la plus fréquente de révision, ce qui est conforme à nos résultats.

Auteurs	Janelli	Urbain	Camera	ADrevanti	Notre serie
Étiologies					
Descellement septique	20%				
Descellement aseptique	29,5%	60%	54%	31,2%	66,6%
L'instabilité	9%	13,8%			25%
Fracture péri prothétique	7%	2,3			
Usure du polyéthylène		2,3%			8,3%
Mal positionnement	28%				
Raideur		13,8%			

2- Étude préopératoire

2-1 - Étude clinique

Plusieurs cotations ont été utilisées pour évaluer la fonction du genou, et objectiver les Indications opératoires et les résultats.[102]

Les variables les plus couramment utilisées sont : la douleur, la mobilité, le périmètre de marche, l'utilisation de cannes ou de béquilles, la montée des escaliers, l'existence d'instabilité et la capacité au travail.

Nos patients ont été évalués selon le score de l'international Knee Society, Il comporte 2 scores. Le premier, le score du genou (sur 100 points), évalue l'articulation elle-même en rapportant les résultats concernant la douleur, la mobilité et la stabilité du genou. Le second, le score fonctionnel (sur 100 points), évalue la fonction globale en étudiant les capacités du patient à la marche et dans les escaliers.

Pour évaluer les résultats fonctionnels nous avons opté pour le score IKS, le score de l'International Knee Society qui est largement utilisé à travers le monde, et qui mesure les paramètres classiques entourant la pathologie dégénérative du genou: la douleur, la fonction et la mobilité articulaire.

2-2 Étude radiologique :

Le bilan radiographique réalisé était le suivant :

- Une radiographie des genoux de face et de profil en charge
- Une radiographie en schuss de face à 45° de flexion en charge
- Une goniométrie du membre inférieur en charge et des clichés dynamiques en charge
- Un défilé fémoro-patellaire à 30° de flexion

1. Radiographie de face et en Schuss

On évaluait sur ces clichés le stade de l'arthrose fémoro-tibiale, selon la classification d'Ahlbäck.

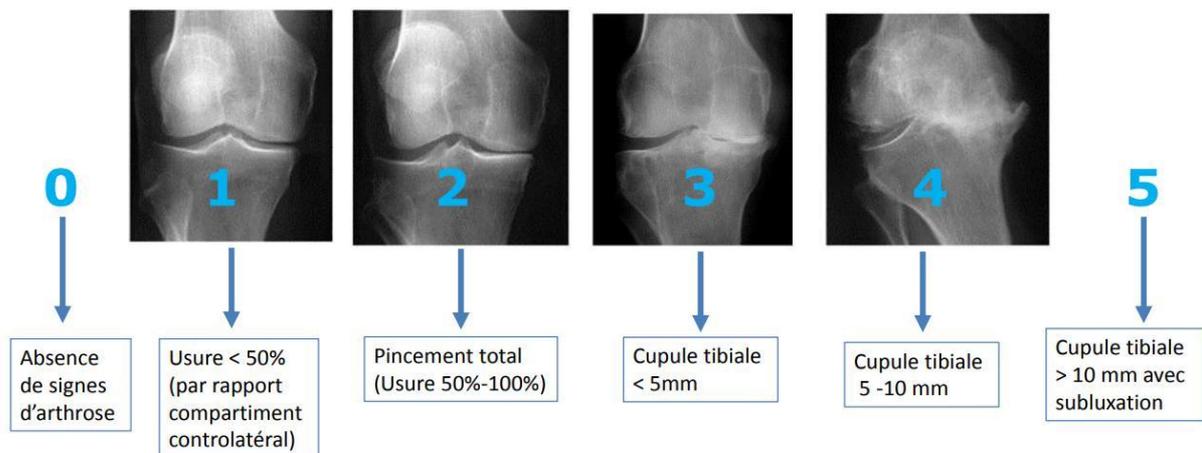


Figure 55:Classification d'Ahlbäck

2. Radiographie de profil à 45° de flexion

Sur ce cliché, il était évalué :

- La **pente tibiale postérieure** : angle entre la tangente au plateau tibial médial (ou l'embase tibiale) et la tangente à la corticale postérieure du tibia (selon Hernigou et Goutallier) [53]
- La **hauteur patellaire native ou prothétique** : mesurée par l'indice de Blackburne et Peel [54] dont la valeur normale est comprise entre 0,5 et 1.

3. Défilé fémoro-patellaire à 45° de flexion

On évaluait sur ce cliché :

- Le centrage patellaire en 3 stades : centré, subluxé, luxé
- L'arthrose fémoro-patellaire selon la classification d'Iwano.[103]

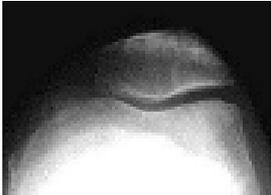
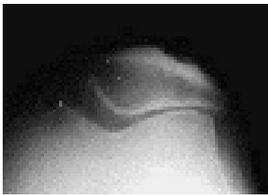
Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV
Remodelage des surfaces osseuses sous-chondrales sans pincement significatif	Interligne pincé mais épaisseur supérieure à 3 mm	Interligne pincé avec épaisseur inférieure à 3 mm	Surfaces osseuses en contact sur l'ensemble de la facette
			

Figure 56: Classification d'Iwano

4. Goniométrie en charge :

Ce cliché permettait de mesurer :

- L'angle **HKA** : axe mécanique du membre inférieur ($180^\circ \pm 2^\circ$)
- L'angle **AFm** : angle entre l'axe mécanique fémoral et la tangente aux condyles fémoraux (mesuré en dedans)
- L'angle **ATm** : angle entre l'axe mécanique tibial et la tangente aux plateaux tibiaux (mesuré en dedans)

Le membre est dit normo- axé lorsque l'angle HKA est de 180° . En dessous de 180° , le genou est en varus et au-dessus, il est en valgus. Soit une valeur moyenne de $180^\circ \pm 3^\circ$.

Cet angle est d'autant plus ouvert que le bassin est plus large, comme c'est le cas chez la femme. Cela explique aussi pourquoi le valgus physiologique du genou est plus marqué chez la femme que chez l'homme.[104]

5. Liserés radiologiques, ostéo-intégration et descellement

L'analyse des liserés radiologiques a été réalisée sur les différentes incidences radiographiques grâce au système d'évaluation de la Knee Society permettant une évaluation pour les prothèses standard sans quilles d'extension et donc utilisé dans cette étude pour les radiographies pré-opératoires des RPTG.[105]

En ce qui concerne l'évaluation du scellement des implants au dernier recul, il a été utilisé le système d'évaluation de la Knee Society modifié pour les arthroplasties avec quilles d'extension.[4]

- Dans notre série, il existait une répartition homogène entre les patients présentant une déformation préopératoire en varus ou en valgus avec des

pourcentage respectivement à 43,5% et 56,5%. Avec des déformations variantes entre 10° et 16° dans les genoux Varus et entre 12 et 22 degrés pour les genoux Valgus.

- Dans l'étude de Mancino F. Le bilan radiologique pré opératoire montre l'alignement fémoro-tibiale en position debout était en varus dans 22 genoux (46,8 %) avec une plage de 5 à 30°. Une déformation en valgus était présente dans 20 genoux (42,6 %) avec plage de 5 à 25°.[78]

- Les déformations importantes préopératoires dans notre étude et celles de la littérature nécessitaient l'utilisation d'une prothèse CCK, et concordaient avec les différents facteurs radiographiques connus motivant l'augmentation de la contrainte prothétique évoquées dans l'étude d'Urbain [80] et celle de Girard et al.[106]

Les prothèses CCK de reprise qui présente 34,2% de nos patients. Le descellement aseptique est l'étiologie la plus fréquente qui se manifeste par un liseré péri prothétique a la radiographie, ce liseré qui était présent chez 8 de nos patients, tandis qu'un patient ne présentait aucun signe de descellement à la radiographie standard, c'est la TDM qui nous a permis de diagnostiquer le descellement suite à l'usure du polyéthylène.

Dans notre série les 8 patients présentant un descellement à la radiographie, 44,4% des patients présente un liseré tibial, 22,2% présente un liseré bipolaire tibial et fémoral, alors que 33,3% présente un liseré unipolaire fémoral.

Ce chiffre est concordant à celui d'autres études où il existait de 11 à 47 % de liserés sur le tibia et 4 à 36 % sur le fémur.[42][89][107]

2-3 – Bilan d'opérabilité

Un bilan préopératoire complet sera obligatoire, réalisé en concertation avec le médecin réanimateur anesthésiste pour évaluer l'opérabilité des patients, avec un

examen complet et minutieux, en évaluant la fonction cardiaque et respiratoire et en cherchant à dépister et traiter tout foyer infectieux, également en estimant le risque thrombotique et hémorragique pour prévoir une stratégie transfusionnelle.

Au terme de ce bilan, un protocole optimal d'anesthésie et d'analgésie postopératoire est élaboré, permettant ainsi d'améliorer le confort du patient .

3-Traitement

3-1- Type d'anesthésie :

Selon l'étude de A.Urbain , qui s'est concentrée sur les résultats à long terme de la prothèse de genou Legacy Constrained Condylar Knee (LCCK®) en chirurgie primaire et de reprise .L es interventions étaient réalisées sous Anesthésie générale pour 195 prothèses donnant un pourcentage de 85,9 % . Cependant 14,1 % étaient réalisées sous rachianesthésie.

Par contre, dans notre série, tous nos patients ont bénéficié d'une Anesthésie générale, après évaluation selon le score d'ASA .

3-2- Voie d'abord

La voie d'abord chirurgicale du genou doit permettre un accès facile au fémur distal, au tibia proximal et à toutes les structures intra articulaires et périarticulaires.

Il existe 3 types d'incision : Para patellaire externe de keblish , para patellaire interne (médiale) , ou médiane passant par la ligne médiane de la patella . La décision de la voie d'abord est prise par l'opérateur. A noter qu'en cas de cicatrices multiples, la cicatrice la plus latérale doit être reprise.[108]

Dans l'étude de Maynard, toutes les interventions ont été effectuées en utilisant une incision para patellaire médiale.[42]

Dans l'étude de Camera et al., toutes les voies d'abord étaient para patellaire médiale.[79]

Ce qui concorde avec notre série, où dans 94,3% des cas consistait en une voie para-patellaire interne, tandis que 5,7% des cas, elle était médiane, passant par la ligne médiane de la patella, il convient de noter que les interventions avec une voie médiane étaient des chirurgies de reprise, donc la même voie d'abord était utilisée que lors de la première implantation.

4- Résultats fonctionnels

Score IKS :

Notre étude a permis de mettre en évidence une augmentation statistiquement significative du score IKS total entre le pré-opératoire et le dernier recul, quel que soit le groupe de population étudié.

Le gain moyen était de 75 points au total dans cette étude.

Tous les paramètres du score IKS genou étaient améliorés de façon significative.

• **La douleur :**

La majorité des études affirment l'effet antalgique de la prothèse par l'amélioration de la douleur en postopératoire.

Dans notre série, nous avons noté : Disparition de la douleur dans 80% des cas
 Persistance de la douleur dans 20% des cas

• **La flexion :**

88.5 % de nos patients de notre série ont amélioré leur mobilité avec une flexion >90°, 11.4% ont amélioré leurs flexion mais ne dépassant pas 90°.

Tableau 12:Le Tableau suivant est comparatif du score IKS en pré et post opératoire des différentes études

AUTEURS	IKS Pré opératoire	IKS Post opératoire
Rai s et al [109]	94 (G : 45 F : 49)	183 (G :92 F :91)
Mancino et al [78]	83 (G :43 F :40)	145 (G :86 F : 59)
Urbain et al [82]	66 (G : 30 F : 35)	93 (G : 85 F : 8)
Kim et al [74]	91 (G :43 F : 48)	144 (G :85 F :59)
Ye et al [110]	64 (G :24 F :40)	167 (G :81 F :86)
Notre série	90 (G :49 F : 41)	165(G :85 F : 80)

5- Complications :

1- Complications immédiates :

- **Complications vasculaires :**

Les Lésions vasculaires : l'atteinte de l'artère poplitée est exceptionnelle lors de l'intervention et peut entraver l'acte chirurgical.

- **Complications nerveuses :**

Les paralysies du nerf sciatique poplitée externe peuvent se voir surtout en cas de valgus important ou de flessum fixé vu sa proximité anatomique.

2- Complications secondaires :

- **L'infection**

Le sepsis précoce est le plus souvent la conséquence d'une contamination opératoire, de la persistance d'un foyer infectieux actif non éradiqué, ou d'une cicatrice aléatoire. Il se manifeste en règle par un tableau bruyant évocateur survenant avant la fin du 3ème mois. A ce stade, une reprise chirurgicale associée à une antibiothérapie prolongée adaptée peut permettre de sauver l'arthroplastie.

Leur diagnostic repose alors sur un faisceau d'arguments : biologiques, radiologiques, et bactériologiques.

Dans notre série, On a noté 1 seul cas d'infection post opératoire immédiate, traité par antibiothérapie intraveineuse , ablation de la prothèse et la mise en place d'un spacer .

1 seul de cas d'infection a été noté dans l'étude de Lachiewicz et Soileau, qui a été traité par un débridement ouvert, échange du liner et antibiothérapie intraveineuse.[111]

- **Complications thromboemboliques**

La chirurgie de l'appareil locomoteur, qu'il s'agisse de son secteur traumatologique ou de son secteur orthopédique et notamment prothétique, expose particulièrement à la survenue de complications thromboemboliques.

Dans notre étude, aucun patient n'a eu de complication thromboembolique, notamment pas de TVP ni d'EP dans les CCK primaire et de reprise

Dans la série de Urbain et al : 4.3% des cas ont présenté une TVP dans le groupe des prothèses primaire, et 4.5% ont présenté une TVP dans le groupe de PTG de reprise.[82]

Dans l'étude de Lachiewicz et Soileau, 5patients ont présenté une TVP.[111]

- **Hématome :**

Les hémarthroses et hématomes ne sont pas rares et sont bien soulagés par le glaçage du membre opéré. S'ils sont volumineux, il peut être nécessaire de les ponctionner, voire de les évacuer chirurgicalement.

Aucun patient n'a présenté un hématome post opératoire dans notre étude

Dans l'étude de Urbain et al , un total de 5% des patients ont présenté un hématome post opératoire.[82]

En vertu avec l'étude de Lachiewicz et Soileau, où ils ont eu 1 seul cas d'hématome qui a été aspiré.[111]

- **Fracture péri-PTG**

Dans notre série, nous avons noté une seule fracture péri prothétique suite à une chute du lit ,qui a bénéficié d'une plaque .

En comparaison avec l'étude de Urbain et al. , 2 patients de leur série ayant eu une fracture péri prothétique .[82]

- **Raideur :**

La raideur est définie par Nelson *et al.* Par un arc de flexion-extension inférieur à 70° . Elle peut se faire aux dépens de la flexion (< 75°), de l'extension (flessum de 15°) ou des deux.[94]

Dans notre série, on a remarqué 1 seul cas de raideur, puis compliqué par des escarres.

Dans l'étude de Urbain et al , 4.5% des patients se sont présentés pour une raideur.[82]

Auteurs	Urbain	Lachiwicz	Notre étude
Thrombo-emboliques	6cas	5cas	0cas
Infection	3cas	1 cas	1 cas
Fracture peri-PTG	2cas	0cas	1 cas
Raideur	3cas	3cas	1 cas

3- Complications cutanées

Galat *et al.* Se sont intéressés aux complications cutanées précoces des arthroplasties totales de genou de première intention : déhiscence cicatricielle, nécrose des berges cutanées, écoulement persistant avec retard de cicatrisation et infection cutanée superficielle. De telles complications font en fait craindre une infection profonde. Ainsi, le taux de réintervention pour complication cutanée précoce était de 0,33 % à 30 jours mais, fait majeur, les taux de chirurgie majeure secondaire (ablation des implants, lambeau, amputation) à 2 ans passaient de 0,7 % en l'absence d'une telle complication à 5,6 %.[112]

Concernant les Reprise de PTG, Mundra *et al.* ont rapporté une complication cutanée chez 3,2 % des patients. Les facteurs de risque habituels étaient retrouvés (obésité, tabac, corticothérapie) et les auteurs observaient une majoration du risque de complications en cas d'étiologie septique ou chez les patients ayant eu une plaie cutanée avant l'intervention (sans précision supplémentaire).[113]

Dans notre série nous n'avons noté aucune complication cutanée.

CONCLUSION

Notre étude a permis de conclure que la prothèse à contraintes augmentée (CCK) est efficace tant en chirurgie primaire, qu'en chirurgie de révision avec une survie élevée à long terme. Elle est principalement indiquée lorsqu'il existe une insuffisance ligamentaire et /ou une perte de substance osseuse.

Cette prothèse permet une amélioration significative des scores fonctionnels et des amplitudes articulaires. Elle supprime ou limite les laxités pathologiques et permet une récupération de la fonction tout en favorisant l'indolence.

Cependant, il est essentiel de noter que les prothèses contraintes (CCK) ne sont pas dénuées d'inconvénients potentiels. Parmi ceux-ci, on peut citer un risque accru de descellement mécanique, attribuable à une augmentation des contraintes exercées sur la prothèse ou à la présence éventuelle de débris de polyéthylène, notamment issus de la came. Ces aspects théoriques doivent être pris en considération lors de l'évaluation de l'option chirurgicale, afin de garantir les meilleurs résultats possibles pour les patients.

Dans l'ensemble, la perspective de la prothèse condylienne contrainte est positive, offrant aux chirurgiens orthopédistes un outil précieux pour traiter efficacement les affections articulaires complexes et améliorer la qualité de vie des patients

RESUMES

RESUME

Notre travail propose d'analyser le profil épidémiologique, les complications, et les résultats fonctionnels et radiologiques avant et après la mise en place d'une prothèse totale du genou à contraintes augmentées, et de montrer son intérêt fonctionnel en chirurgie primaire et de reprise

Notre travail est une étude rétrospective s'étalant sur 6ans (entre Janvier 2018 et Décembre 2023) au sein du service de Traumatologie et Chirurgie Orthopédique A du CHU Hassan II, Fes, où nous avons colligé 35 cas de patients ayant tous bénéficiés d'une prothèse totale du genou à contraintes augmentées (CCK) primaire ou de reprise.

L'âge moyen de nos patients était de 68 ans, avec un sexe ratio F/H supérieur à 4. Le score IKS a été utilisé pour évaluer l'état du genou avant et après l'intervention.

L'indication opératoire de la mise en place d'une prothèse CCK primaire a été formulée chez 66% des patients, répartis selon les pathologies suivantes : 65% souffrant de gonarthrose primitive avec déformation sévère, 17,4% présentant une gonarthrose post-traumatique avec perte osseuse sévère, 13% présentant une déviation majeure suite à une polyarthrite rhumatoïde, et enfin 4,3% affectés par un genou post-poliomyélite.

34% de nos patients avaient bénéficié d'une prothèse CCK de reprise, principalement en raison d'un descellement aseptique en premier lieu, suivi par l'instabilité, et enfin par l'usure du polyéthylène.

Toutes les indications ont été posé après un examen clinique, et un bilan radiologique expliquant ainsi l'injonction des contraintes décidées

Le traitement a été basé sur la chirurgie, avec une voie d'abord latérale interne chez la grande majorité des patients, avec une rééducation systématique chez tous les patients.

Les complications notées en totalité dans notre série étaient : une infection post opératoire, une fracture péri prothétique, et un cas de raideur.

Chez tous ces patients il a été constaté une diminution notable de la douleur, et une augmentation considérable du périmètre de marche.

Les résultats dépendent d'une part d'une bonne planification pré opératoire, d'un geste technique irréprochable, et d'autre part, d'une rééducation postopératoire efficace associée à une motivation réelle du patient.

Notre recherche vise à établir une base de données complète afin d'analyser la durabilité des prothèses CCK.

ABSTRACT

Our study aims to analyze the epidemiological profile, complications, and functional and radiological outcomes before and after the implantation of a total knee arthroplasty with increased constraints, and to demonstrate its functional relevance in primary and revision surgeries.

Our work is a retrospective study spanning 6 years (from January 2018 to December 2023) within the Department of Traumatology and Orthopedic Surgery A at CHU Hassan II, Fes, where we collected 35 cases of patients who all underwent primary or revision total knee arthroplasty with increased constraints (CCK).

The average age of our patients was 68 years, with a female-to-male ratio exceeding 4. The IKS score was used to assess the knee's condition before and after the intervention.

The operative indication for the placement of a primary CCK prosthesis was formulated in 66% of patients, distributed as follows: 65% suffering from primary gonarthrosis with severe deformity, 17.4% presenting with post-traumatic gonarthrosis with severe bone loss, 13% presenting with major deviation due to rheumatoid arthritis, and finally 4.3% affected by post-polio knee.

34% of our patients underwent revision CCK prosthesis, mainly due to aseptic loosening in the first place, followed by instability, and finally by polyethylene wear.

All indications were made after a clinical examination and radiological assessment, thus explaining the chosen constraints. Treatment was based on surgery, with an internal lateral approach in the vast majority of patients, followed by systematic rehabilitation for all patients.

The complications noted in our series included: one postoperative infection, one periprosthetic fracture, and one case of stiffness. In all of these patients, a significant decrease in pain and a considerable increase in walking perimeter were observed.

The results depend, on one hand, on good preoperative planning, impeccable technical execution, and on the other hand, on effective postoperative rehabilitation associated with genuine patient motivation.

Our research aims to establish a comprehensive database to analyze the durability of CCK prostheses.

ملخص

يقترح عملنا تحليل الملف الوبائي والمضاعفات، والنتائج الوظيفية والشعاعية قبل وبعد تركيب البدائل الكلية للركبة بقيود مضافة وإظهار فائدتها الوظيفية في جراحة الركبة الأولية والثانوية. عملنا هو دراسة استعادية تمتد على مدى 6 سنوات) بين يناير 2018 وديسمبر (2023 في قسم الجراحة التجميلية والعظمية في المستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس، حيث جمعنا 35 حالة مريض قد استفادوا جميعاً من بدائل كلية للركبة بقيود مضافة (CCK) سواء كانت أولية أو ثانوية.

كانت متوسط أعمار مرضانا 68 عاماً، مع نسبة جنسية من الإناث إلى الذكور تفوق 4. استخدمت درجة IKS لتقييم حالة الركبة قبل وبعد العملية. صُوِّرت الحاجة الجراحية لتركيب بدائل CCK الأولية لدى 66% من المرضى، وتم توزيعها وفقاً للأمراض التالية 65%: يعانون من الجنون الأولي مع تشوه شديد، 17.4% يعانون من الجنون بعد الصدمة مع فقدان عظمي شديد، 13% يعانون من انحراف كبير بسبب التهاب المفاصل الروماتويدي، وأخيراً 4.3% متأثرون بركبة بعد شلل شبه مفصلي. استفاد 34% من مرضانا من بدائل CCK لأسباب أساسية، في المقام الأول بسبب الإفصاح الأزلي، تلاها الاستقرار، وأخيراً تآكل البولي إثيلين.

تم وضع جميع الإشارات بعد الفحص السريري والتقييم الإشعاعي، مما يفسر القيود المختارة. استندت العلاجات إلى الجراحة، مع مسار جراحي داخلي جانبي في الغالب لمعظم المرضى، تلتها تأهيل متكرر لجميع المرضى.

شملت المضاعفات الملاحظة في سلسلتنا بشكل كامل: عدوى بعد العملية، كسر حول الغشاء الاصطناعي، وحالة من الصلابة. لاحظنا في جميع هؤلاء المرضى انخفاضاً ملحوظاً في الألم، وزيادة ملحوظة في محيط المشي.

تعتمد النتائج، من جهة، على التخطيط الجيد قبل العملية، والتنفيذ الفني المثالي، ومن ناحية أخرى، على التأهيل الفعال بعد الجراحة مقترناً بحرارة حقيقية من المريض.

يهدف بحثنا إلى إنشاء قاعدة بيانات شاملة لتحليل مائة بدائل CCK.

BIBLIOGRAPHIE

[1] « Quand et comment reprendre une PTG ».

- [2] « Sabatini L, Risitano S, Rissolio L, Bonani A, Atzori F, Massè A. Condylar constrained system in primary total knee replacement: our experience and literature review. *Ann Transl Med* 2017;5(6):135. doi: 10.21037/atm.2017.03.29 ».
- [3] « Mona BADAWY 1, Anne Marie FENSTAD 2, and Ove FURNES Primary constrained and hinged total knee arthroplasty: 2- and 5-year revision risk compared with unconstrained total knee arthroplasty: a report on 401 cases from the Norwegian Arthroplasty Register 1994–2017 ».
- [4] « Résultats à long terme de la prothèse de genou Legacy Constrained Condylar Knee (LCCK®) en chirurgie primaire et de reprise ».
- [5] « Information médicale sur l'anesthésie. SFAR – Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. *Ann Fr Anesth Reanim* 1998 ; 17(1):2–4 ».
- [6] « BLANCHARD–DAUPHIN, A. Évaluation de l'incapacité fonctionnelle et de la qualité de vie en orthopédie. *EMC de l'appareil locomoteur*, p. 4–001. »
- [7] « INSALL JN, DORR LD, SCOTT WN. Rationale of the Knee society clinical rating system. *Clinic orthop* 1989 ; 248 :13–4. »
- [8] « Zhang J, Li E, Zhang Y. Prostheses option in revision total knee arthroplasty, from the bench to the bedside: (1) basic science and principles. *EFORT Open Rev* 2022 ;7(2):174–87. <https://doi.org/10.1530/EOR-21-0089>. »
- [9] « Barnoud W, Schmidt A, Swan J, Sappey–Marinier E, Batailler C, Servien E, Lustig S. Condylar constrained knee prosthesis and rotating hinge prosthesis for revision total knee arthroplasty for mechanical failure have not the same indications and same results. *SICOT J* 2021 ;7:45. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2021046>. »
- [10]
- [11] « S. Cowin, and J. Telega, "Bone Mechanics Handbook, 2nd Edition. –," *Appl. Mech. Rev.*, 2003. »
- [12] « J. Kosel, I. Giouroudi, C. Scheffer, E. Dillon, and P. Erasmus, "Anatomical study

of the radius and center of curvature of the distal femoral condyle,” *J. Biomech. Eng.*, vol. 132, no. 9, pp. 1–6, 2010 ».

[13] « K. Li, S. Tashman, F. Fu, C. Harner, and X. Zhang, “Automating analyses of the distal femur articular geometry based on three-dimensional surface data,” *Ann. Biomed. Eng.*, vol. 38, no. 9, pp. 2928–2936, 2010. »

[14] « S. Castañeda, J. A. Roman-Blas, R. Largo, and G. Herrero-Beaumont, “Subchondral bone as a key target for osteoarthritis treatment,” *Biochem. Pharmacol.*, vol. 83, no. 3, pp. 315–323, 2012. »

[15] «] E. Peña, B. Calvo, M. A. Martínez, and M. Doblaré, “An anisotropic visco-hyperelastic model for ligaments at finite strains. Formulation and computational aspects,” *Int. J. Solids Struct.*, vol. 44, no. 3–4, pp. 760–778, 2007. »

[16] « D. P. Pioletti, L. R. Rakotomanana, J. F. Benvenuti, and P. F. Leyvraz, “Viscoelastic constitutive law in large deformations: Application to human knee ligaments and tendons,” *J. Biomech.*, vol. 31, no. 8, pp. 753–757, 1998 ».

[17] « S. C. Shoemaker and K. L. Markolf, “Effects of joint load on the stiffness and laxity of ligament-deficient knees. An in vitro study of the anterior cruciate and medial collateral ligaments,” *J. Bone Jt. Surg. – Ser. A*, 1985. »

[18] « K. L. Markolf, J. S. Mensch, and H. C. Amstutz, “Stiffness and laxity of the knee: the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study,” *J. Bone Jt. Surg. – Ser. A*, 1976. »

[19] «] H. Forster and J. Fisher, “The influence of continuous sliding and subsequent surface wear on the friction of articular cartilage,” *Proc. Inst. Mech. Eng. Part H J. Eng. Med.*, vol. 213, no. 4, pp. 329–345, 1999. »

[20] « Menkes Cj Radiographic criteria for Classification of osteoarthrosis. *J. Rheumatol* 1991; 28 : 13–5. »

[21] « Thèse N° 002/19 LES PROTHÈSES TOTALES DU GENOU ».

- [22] « Ruptures de l'appareil extenseur du genou, fractures de rotule incluses Doi : 10.1016/S0246-0521(12)51748-1 ».
- [23] « L. F. Warren and J. L. Marshall, "The supporting structures and layers on the medial side of the knee. An anatomical analysis," J. Bone Jt. Surg. – Ser. A, 1979. »
- [24] « These marrakech : Qualité ».
- [25] « BOUCHET.A GUILLERET J: Livre d'anatomie topographique descriptive et fonctionnelle tome : 3, SIMEP 16 – ROUVIERE.H: Anatomie humaine, Masson, paris, 1962, 6ème édition. 127 ».
- [26] « ROUVIERE.H: Anatomie humaine, Masson, paris, 1962, 6 éme édition. 127 ».
- [27] « Muller W. Le genou : anatomie, biomécanique et reconstruction ligamentaire. Berlin : Springer-Verlag, 1994 : 158-170 ».
- [28] « LAHLAIDI. A Anatomie topographique, vol I, membres. »
- [29] « S. Studenski et al., "Gait speed and survival in older adults," JAMA – J. Am. Med. Assoc., 2011. »
- [30] « D. A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2009 ».
- [31] « S. L. Delp et al., "OpenSim: Open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 54, no. 11, pp. 1940-1950, 2007. »
- [32]
- [33] « Barrett J, Baron J, Losina E, Wright J, Mahomed N, Katz J. Bilateral Total Knee Replacement: Staging and Pulmonary Embolism. The Journal of Bone and Joint Surgery– american Volume. 2006;88(10):2146-2151. »
- [34] « Hooper GJ, Hooper NM, Rothwell AG, Hobbs T. Bilateral total joint arthroplasty: the early results from the New Zealand National Joint Registry. J Arthroplasty. 2009;24(8):1174- 1177. »

- [35] « Jones CA, Beaupre LA, Johnston DWC, Suarez-Almazor ME. Total joint arthroplasties: current concepts of patient outcomes after surgery. Clin Geriatr Med. 2005;21(3):527–541 ».
- [36]. « Kovacic MW, Singri P, Khanna S, Gradisar IA. Medical and financial aspects of same-day bilateral total knee arthroplasties. Biomed Sci Instrum. 1997;33:429–434. »
- [37] « Memtsoudis SG, Besculides MC, Reid S, Gaber-Baylis LK, González Della Valle A. Trends in bilateral total knee arthroplasties: 153,259 discharges between 1990 and 2004. Clin Orthop Relat Res. 2009;467(6):1568–1576 ».
- [38] « Murphy L, Schwartz TA, Helmick CG, et al. Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis. Arthritis Rheum. 2008;59(9):1207–1213 ».
- [39] « Rodriguez JA, Bhende H, Ranawat CS. Total condylar knee replacement: a 20-year followup study. Clin Orthop Relat Res. 2001. »
- [40] « Stefánsdóttir A, Lidgren L, Robertsson O. Higher early mortality with simultaneous rather than staged bilateral TKAs: results from the Swedish Knee Arthroplasty Register. Clin Orthop Relat Res. 2008;466(12):3066–3070 ».
- [41] « Contributions mécaniques et numériques pour le développement de modèles individualisés os-implant : application à l'optimisation de l'arthroplastie totale du genou. 2019AIXM0636/017ED463 ».
- [42] « – Maynard LM, Sauber TJ, Kostopoulos VK, Lavigne GS, Sewecke JJ, Sotereanos NG. Survival of primary condylar-constrained total knee arthroplasty at a minimum of 7 years. The Journal of arthroplasty 2014; 29 (6): 1197–201. doi:10.1016/j.arth.2013.11.018. »
- [43] GEnou charcot,
- [44] « Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc DOI 10.1007/s00167-016-4073-6 ».
- [45] « Illgner U, van Netten J, Droste C, Postema K, Meiners T, Wetz HH (2014) Diabetic charcot neuroarthropathy of the knee: conservative treatment options as

alternatives to surgery: case reports of three patients. *Diabetes Care* 37(6):e129–e130 ».

[46] « Soudry M, Binazzi R, Johanson NA, Bullough PG, Insall JN (1986) Total knee arthroplasty in Charcot and Charcot-like joints. *Clin Orthop Relat Res* 208:199–204 ».

[47] « Liu JT, Li XF, Xu KL, Zhang ZG, Ma QH, Liu GH, Yu ZH, Tang DZ, Jiang H (2014) Bilateral total knee arthroplasty for charcot knees associated with tabes dorsalis. *Pain Physician* 17(6):E796–E799 ».

[48] « Troyer J, Levine BR (2009) Proximal tibia reconstruction with a porous tantalum cone in a patient with Charcot arthropathy. *Orthopedics* 32(5):358 ».

[49] « SPP ».

[50] « TROJAN D.A., CASHMAN N.R. Post-poliomyelitis syndrome. *Muscle and Nerve*, 2005; 31,pp 6–19 ».

[51] « MAURY M. La poliomyélite. <http://www.med.univ-rennes1.fr/sisrai/art/poliomyeliteq.-230-23h6t.ml> ».

[52] « SLIWA J. Postpolio Syndrome and Rehabilitation. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2004; 83 (12), p 909 ».

[53] « SPP trt ».

[54] « LAFFONT I., YELNIK A., CANTALLOUBE S., DIZIEN O. Rééducation dans le traitement de la poliomyélite antérieure. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Kinésithérapie- Rééducation fonctionnelle*; 1996: 26–450–A– 10 ».

[55] « Babazadeh S, Stoney JD, Lim K, Choong PF (2010) Arthroplasty of a Charcot knee. *Orthop Rev (Pavia)* 2(2):e17 ».

[56] « Drennan DB, Fahey JJ, Maylahn DJ (1971) Important factors in achieving arthrodesis of the Charcot knee. *J Bone Joint Surg Am* 53(6):1180–1193 ».

[57] « Pickering RD. Posttraumatic arthritis. *Can Fam Physician*. 1984;30:1511–3. »

[58] « Saleh H, Yu S, Vigdorichik J, Schwarzkopf R. Total knee arthroplasty for

treatment of post-traumatic arthritis: systematic review. World J Orthop. 2016;7(9):584-91. »

[59] « Weiss NG, Parvizi J, Hanssen AD, Trousdale RT, Lewallen DG. Total knee arthroplasty in post-traumatic arthrosis of the knee. J Arthroplast. 2003;18(3 Suppl 1):23-6. »

[60] « Mozella Ade P, Olivero RR, Alexandre H, Cobra AB. Use of a trabecular metal cone made of tantalum, to treat bone defects during revision knee arthroplasty. Rev Bras Ortop. 2014;49(3):245-51. »

[61] « Sculco TP. The role of constraint in total knee arthroplasty. J Arthroplast. 2006;21(4 Suppl 1):54-6. »

[62]

[63] « Arnett FC, Edworthy SM, Bloch DA, et al. The ARA 1987 revised criteria for classification of rheumatoid arthritis. Arthritis Rheum 1988;31: 315-24. »

[64] « Buchanan WW. Clinical features of rheumatoid arthritis. In: Scott JT, editor. Copeman's Textbook of the Rheumatoid Diseases. 5th ed. Edinburgh: Churchill-Livingstone; 1978. p. 318-64. »

[65] « Palmer DH, Mulhall KJ, Thompson CA, et al. Total knee arthroplasty in juvenile rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg Am 2005;87A: 1510-4. »

[66] « Wolfe F, Zvillich S. The long-term outcomes of rheumatoid arthritis. Arthritis Rheum 1998;41:1072-82 ».

[67] « Article CCK/PR 1 ».

[68] « CCK /PR 2 ».

[69] « CCK / PR3 ».

[70] « Freeman MG, Fehring TK, Odum SM, Fehring K, Griffin WL, Mason JB (2007) Functional advantage of articulating versus static spacers in 2-stage revision for total knee arthroplasty infection. J Arthroplasty 22:1116-1121 ».

- [71] « International Orthopaedics (SICOT) (2013) 37:1279-1284 DOI 10.1007/s00264-013-1929-y(Article) ».
- [72] « Meijer MF, Reininga IH, Boerboom AL, Stevens M, Bulstra SK (2013) Poorer survival after a primary implant during revision total knee arthroplasty. *Int Orthop* 37:415-419 ».
- [73] « McNabb DC, Kim RH, Springer BD. Instability after total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 2015;28(2):97-104. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1396080>. »
- [74] « Kim YH, Park JW, Kim JS, Oh HK. Long-term clinical outcomes and survivorship of revision total knee arthroplasty with use of a constrained condylar knee prosthesis. *J Arthroplasty* 2015 ;30(10):1804-9. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.04.019>. »
- [75] « Pasquier G, Ehlinger M, Mainard D. The role of rotating hinge implants in revision total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 2019 ;4(6):269-78. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180070>. »
- [76] « Parratte S, Pagnano MW. Instability after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2008 ;90(1):184-94. »
- [77] « Johnson DB, Triplet JJ, Gaines DR, Gupta A, Unverferth KL. Mid-term outcomes following primary semi-constrained total knee arthroplasty in patients less than 60 years old, a retrospective review. *The Knee* 2019;26:714-9. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.02.001> ».
- [78] « Mancino F, Falez F, Mocini F, Sculco PK, Maccauro G, De Martino I. Is varus-valgus constraint a reliable option in complex primary total knee arthroplasty? A systematic review. *J Orthop* 2021;24:201-11. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.02.036>. »
- [79] « Camera A, Biggi S, Cattaneo G, Brusaferrri G. Ten-Year Results of Primary and Revision Condylar-Constrained Total Knee Arthroplasty in Patients with Severe

Coronal Plane Instability. *Open Orthop J.* 2015 Aug 31;9:379–89. doi: 10.2174/1874325001509010379. »

[80] « Résultats à long terme de la prothèse de genou Legacy Constrained Condylar Knee (LCCK®) en chirurgie primaire et de reprise Etude rétrospective à propos de 229 cas au recul maximal de 22 ans ».

[81] « Theil C, Schwarze J, Gosheger G, Poggenpohl L, Ackmann T, Moellenbeck B, et al. Good to excellent long-term survival of a single-design condylar constrained knee arthroplasty for primary and revision surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2021. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06636-2> ».

[82] « Urbain A, Putman S, Migaud H, Pasquier G, Girard J, Dartus J. Long-term results (after a mean 11.3years, and up to 22years, of follow-up) of the Legacy Constrained Condylar Knee (LCCK™) in primary total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2023 Dec 9:103795. doi: 10.1016/j.otsr.2023.103795. Epub ahead of print. PMID: 38081358. »

[83] « Spicer DD, Pomeroy DL, Badenhausen WE, Schaper LA Jr, Curry JI, Suthers KE, Smith MW. Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop.* 2001;25(4):246–9. doi: 10.1007/s002640100255. PMID: 11561501; PMCID: PMC3620835. »

[84] « Namba RS, Paxton L, Fithian DC, Stone ML. Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty* 2005 ;20(7 Suppl 3):46–50. »

[85] « Iorio R, Cizmic Z, Feng JE, Kunustor S. What are the absolute and relative contraindications to elective primary total joint arthroplasty (TJA), with respect to surgical site infection (SSI) and periprosthetic joint infection (PJI) risk? 2018. En ligne (consulté le 8 juin 2022) : <https://icmphilly.com/questions/what-are-the-absolute-and-relative-contraindications-to-elective-primary-total-joint-arthroplasty-tja->

with-respect-to-surgi- cal-site-infection-ssi-and-periprosthetic-joint-infection- pji-risk/. »

[86] « Workgroup of the American Association of Hip and Knee Surgeons Evidence Based Committee. Obesity and total joint arthroplasty: a literature based review. J Arthroplasty 2013 ;28(5):714-21. »

[87] « Meding JB, Fish MD, Berend ME, Ritter MA, Keating EM. Predicting patellar failure after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2008 ;466:2769-74. »

[88] « Arias-de la Torre J, Smith K, Dregan A, Valderas JM, Evans JP, Prieto-Alhambra D, et al. Impact of comorbidity on the short- and medium-term risk of revision in total hip and knee arthroplasty. BMC Musculoskelet Disord 2020 ;21(1):447. »

[89] « Cholewinski P, Putman S, Vasseur L, Migaud H, Duhamel A, Behal H, Pasquier G. Long-term outcomes of primary constrained condylar knee arthroplasty. Orthop Traumatol Surg Res. 2015 Jun;101(4):449-54. doi: 10.1016/j.otsr.2015.01.020. Epub 2015 May 4. PMID: 25952710. »

[90] « Mancino F, De Martino I, Burrofato A, De Ieso C, Saccomanno MF, Maccauro G, De Santis V. Satisfactory mid-term outcomes of condylar-constrained knee implants in primary total knee arthroplasty: clinical and radiological follow-up. J Orthop Traumatol. 2020 Dec 2;21(1):22. doi: 10.1186/s10195-020-00561-9. PMID: 33263831; PMCID: PMC7710834. »

[91] « Boyer B, Cazorla C. Methods and probability of success after early revision of prosthetic joint infections with debridement, antibiotics and implant retention. Orthop Traumatol Surg Res 2021 ;107, 102774. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.102774>. »

[92] « Letouvet B, Arvieux C, Leroy H, Polard JL, Chapplain JM, Common H, et al. Predictors of failure for prosthetic joint infections treated with debridement. Med Mal Infect 2016 ;46:39-43. »

[93] « Vince KG. The revision knee arthroplasty. The problem total knee replacement : systematic, comprehensive and efficient evaluation. BJJ 2014 ;96-B(11 Suppl A):105-11. »

[94] « Hutten D, Pasquier G, Lambotte JC. Techniques for filling tibiofemoral bone defects during revision total knee arthroplasty. Orthop Trauma- tol Surg Res 2021 ;107(1S), 102776. »

[95] « Hutten D. Raideurs après arthroplastie totale du genou. Causes et traitement. In: Hutten D, editor. 18 Mises au point en chirurgie du genou. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson ; 2013. »

[96] « Nelson CL, Kim J, Lotke PA. Stiffness after total knee arthroplasty. JBJS 2005 ;87(1):264-70. »

[97] « Fitzsimmons SE, Vazquez EA, Bronson MJ. How to treat the stiff total knee arthroplasty? A systematic review. Clin Orthop Relat Res 2010 ;468(4):1096-106 ».

[98] « Fehring TK, Valadie AL (1994) Knee instability after total knee arthroplasty. Clin. Orthop. 299 :157-62. »

[99] « Songo SJ, Detch RC, Maloney WJ, Goodman SB, Huddleston JI. Causes of instability after Total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2014 ;29:360-4. »

[100] « Jannelli, E.; Ivone, A.; Rossi, S.; Ghiara, M.; Castelli, A.; Pasta, G.; Annunziata, S.; Torriani, C.; Mosconi, M.; Benazzo, F. Clinical Outcomes of Revision Total Knee Arthroplasty among Different Etiologies and Treated with a Condylar Constrained Knee Implant Supported with Cones. Appl.Sci.2022,12,10117. <https://doi.org/10.3390/app121910117> ».

[101] « Adravanti P, Vasta S. Varus-valgus constrained implants in total knee arthroplasty: indications and technique. Acta Biomed. 2017 Jun 7;88(2S):112-117. doi: 10.23750/abm.v88i2-S.6521. PMID: 28657572; PMCID: PMC6178999. »

[102] « Y. Chatrenet. Evaluations clinique et fonctionnelle du genou. EMC -

Kinésithérapie–Médecine physique– Réadaptation 2013;9(1):1–17 ».

[103] « Iwano T, Kurosawa H, Tokuyama H, Hoshikawa Y. Roentgenographic and clinical findings of patellofemoral osteoarthritis. With special reference to its relationship to femorotibial osteoarthritis and etiologic factors. Clin Orthop 1990:190–7. »

[104] « B. Auvineta, D. Chaleilb, E. Barreyc Hauts talons et gonarthrose : une nouvelle approche Biomécanique Revue du Rhumatisme 74 (2007) 976 – 1037 ».

[105] « Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. Clin Orthop 1989:9–12. »

[106] « Girard J, Amzallag M, Pasquier G, Mulliez A, Brosset T, Gougeon F, Duhamel A, Migaud H. Total knee arthroplasty in valgus knees: predictive preoperative parameters influencing a constrained design selection. Orthop Traumatol Surg Res. 2009 Jun;95(4):260–6. doi: 10.1016/j.otsr.2009.04.005. Epub 2009 May 28. PMID: 19481514. »

[107] « Anderson JA, Baldini A, MacDonald JH, Tomek I, Pellicci PM, Sculco TP. Genou condylar contraint sans extensions de tige pour une arthroplastie primaire difficile du genou total. J Knee Surg. 2007;20:195–198. »

[108] « Pinaroli A, Buisson L, Estour G. Abord chirurgical des reprises de PTG : Exposition du genou et gestion du système extenseur n.d. »

[109] « Rai S, Liu X, Feng X, Rai B, Tamang N, Wang J, et al. Primary total knee arthroplasty using constrained condylar knee design for severe deformity and stiffness of knee secondary to post-traumatic arthritis. J Orthop Surg 2018;13:67. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0761-x>. »

[110] « Ye C–Y, Xue D–T, Jiang S, He R–X. Results of a Second–generation Constrained Condylar Prosthesis in Complex Primary and Revision Total Knee Arthroplasty: A Mean 5.5–Year Follow–up. Chin Med J (Engl) 2016;129:1334–9.

<https://doi.org/10.4103/0366-6999.182845> ».

[111] « Lachiewicz PF, Soileau ES. Results of a second-generation constrained condylar prosthesis in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2011 Dec;26(8):1228-31. doi: 10.1016/j.arth.2011.05.010. Epub 2011 Jul 20. PMID: 21778031. ».

[112] « Galat DD, McGovern SC, Larson DR, Harrington JR, Hanssen AD, Clarke HD. Surgical treatment of early wound complications following primary total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:48-54. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01371>. »

[113] « Mundra LS, Iorio ML. Wound complications in revision total knee arthroplasty: An Analysis of ACS-NSQIP. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2020;8:8. <https://doi.org/10.1097/01.GOX.0000696032.48167.20>. »