

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2022

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**IDENTIFICATION DES FACTEURS PRÉDICTIFS PRÉ-, INTRA-, ET POST-
OPÉRATOIRES INFLUENÇANT LA PERMÉABILITÉ PRIMAIRE DES PONTAGES
FÉMORO-POPLITÉS EN VEINE AUTOLOGUE.**

Présentée et soutenue publiquement le 18 Octobre 2022 à 18 heures.
au Pôle Recherche

par Clément WILLOT

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jonathan SOBOCINSKI

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Marc LAMBERT

Monsieur le Docteur Louis PRUVOT

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Maxime LEBAZ-DUBOSQ

Liste des abréviations :

AAP : Anévrisme de l'artère poplitée

ADO : Antidiabétiques oraux

AFC : Artère fémorale commune

AFP : Artère fémorale profonde

AFS : Artère fémorale superficielle

AOD : Anticoagulants oraux direct

AOMI : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs

AP : Antiagrégant plaquettaire

ARM : Angio-IRM

ATCD : Antécédent

ATL : Angioplastie transluminale

AIT : Accident ischémique transitoire

AVC : Accident vasculaire cérébral

AVK : Antivitamine K

CV : Cardiovasculaire

EDAMI : Échodoppler artériel des membres inférieurs

FEVG : Fraction d'éjection ventriculaire gauche

HTA : Hypertension artérielle

IEC : Inhibiteur de l'enzyme de conversion

IDM : Infarctus du myocarde

IMC : Indice de masse corporelle

IPS : Indice de pression systolique

IRC : Insuffisance rénale chronique

PABF : Pontage aorto-bifémoral

PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'informations

PFP : Pontage fémoro-poplité

TTP : Tronc tibio péronier

TA : Artère tibiale antérieure

TP : artère tibiale postérieure

VGS : Veine grande saphène

Table des matières

I. INTRODUCTION :	4
A. GENERALITES : QUAND REALISER UN PONTAGE ?	4
1. AOMI :	4
2. Anévrismes poplités :	8
3. Autres étiologies : Iatrogène, Traumatique, Ischémie Aigue.	10
B. EXPLORATIONS MORPHOLOGIQUES	11
1. Échographie Doppler	11
2. Angio-TDM.	12
3. Angio-IRM.	12
C. TRAITEMENT :	13
1. Indications.	13
D. PONTAGE FEMORO-POPLITE SOUS ARTICULAIRE :	17
1. Définition du pontage :	17
2. Historique du pontage :	18
3. Perméabilité :	19
4. Technique opératoire :	19
5. Évolution des indications avec l'avènement de l'endovasculaire :	28
II. MATERIELS ET METHODES :	29
A. RECUEIL DE DONNEES	29
1. Conception de l'étude	29
2. Population	29
3. Données préopératoires	30
4. Données intra-opératoires	30
B. DEFINITIONS ET CRITERES DE JUGEMENTS.	31
C. ANALYSES STATISTIQUES	33
III. OBJECTIF :	35
IV. RESULTATS :	36
A. CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES ET PRE-OPERATOIRES	36
B. DONNEES INTRA OPERATOIRES	39
C. DONNEES POST-OPERATOIRES	41
V. DISCUSSION :	48
VI. CONCLUSION :	52
VII. ANNEXES :	53
VIII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56

I. Introduction :

A. Généralités : Quand réaliser un pontage ?

1. AOMI :

a) Définition

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) est une maladie artérielle des membres inférieurs caractérisée par une réduction du calibre artériel entraînant une diminution de la perfusion artérielle qui se traduit par une carence en oxygène progressive et chronique des tissus du membre inférieur (1). L'étiologie principale de l'AOMI est l'athérome dont les trois plus grands pourvoyeurs sont le tabagisme actif, le diabète et l'hypertension artérielle(2).

b) Épidémiologie

Dans le monde, on estime à 200 millions le nombre d'individus atteints d'AOMI. En France, ce chiffre est estimé à près d'un million d'individus. Cette maladie artérielle périphérique est rare avant 50 ans mais augmente de façon exponentielle à partir de 60 ans avec, dans les pays à haut revenu, une prévalence proche de 20% à 85 ans (**Figure 1**). L'AOMI représente la 3^{ème} localisation en terme de fréquence liée à l'athérosclérose après la maladie coronarienne et la maladie cérébro-vasculaire, ce qui en fait un véritable enjeu de santé publique(3).

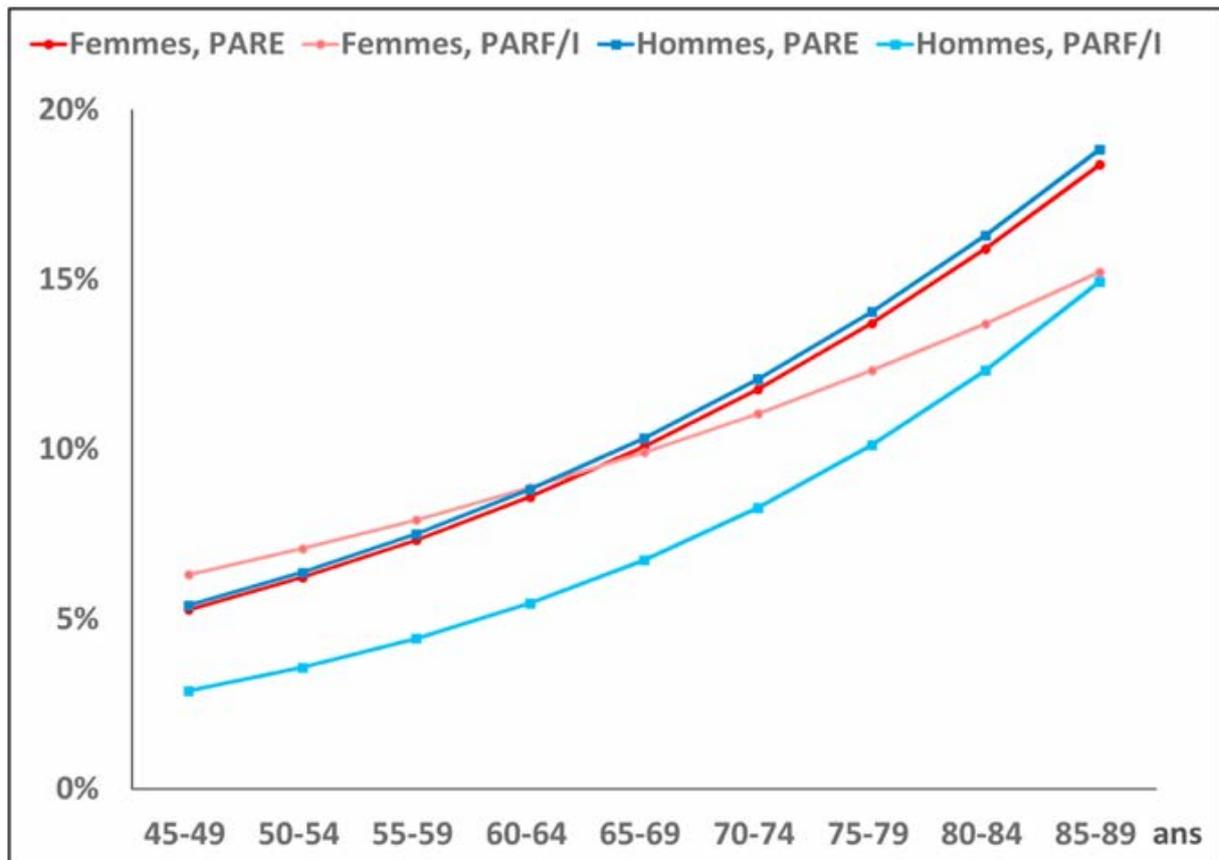


Figure 1 : Prévalence de l'AOMI dans les pays à revenus élevés (PARE) et à revenus faibles/intermédiaires (PARF/I)(3) (4)

c) Facteurs de risques

Les facteurs de risques de l'AOMI sont les mêmes facteurs modifiables, ou non, que ceux des autres pathologies athéromateuses (**Tableau 1**). Les plus importants sont représentés par le tabagisme actif, le diabète, la maladie rénale chronique et l'hypertension artérielle (HTA). Les probabilités d'avoir une AOMI augmentent avec chaque facteur de risque supplémentaire. Chez un patient présentant trois facteurs de risques ou plus, le risque d'AOMI est multiplié par 10 comparativement à un patient possédant un seul facteur de risque(5). Le tabagisme actif ainsi que le diabète sont associés à une augmentation de 2 à 4 fois du risque de développer une AOMI(6)(7).

MODIFIABLES	NON MODIFIABLES
Tabagisme actif	
HTA	
Dyslipidémie	Age > 65 ans
Diabète	Sexe Masculin
Maladie rénale chronique	Facteurs génétiques
Obésité	
Facteurs psycho-socio-économiques	

Tableau 1 : Facteurs de risques dans l'AOMI.

d) Symptomatologie

L'évolution de la symptomatologie dans l'AOMI se fait de façon graduelle et progressive depuis l'absence de retentissement clinique jusqu'à la gangrène du membre inférieur. La majorité des patients atteints d'AOMI se présentent en consultation pour une gêne à la marche à type de claudication intermittente(6).

L'AOMI se présente sous deux formes cliniques (8) :

- **L'ischémie d'effort** : Elle est chronique et peut être avec ou sans retentissement clinique. Elle correspond à une diminution de l'indice de pression systolique (IPS) (rapport de la pression systolique à la cheville sur la pression systolique humérale). Si cet IPS est < 0,9, il permet de faire le diagnostic d'AOMI. Lorsqu'apparaît une manifestation clinique, l'ischémie d'effort se traduit par une claudication intermittente définie par une crampe douloureuse du mollet qui apparaît pendant la marche et qui est soulagée par le repos.
- **L'ischémie critique** : Elle englobe l'ischémie de repos et les troubles trophiques.

- L'ischémie de repos représente une atteinte artérielle sévère et évoluée définissant le patient en ischémie critique ou ischémie chronique menaçante. Celle-ci apparaît généralement la nuit, volontiers insomniante et morphino-résistante. Le patient dort jambe pendante, ce qui améliore la pression de perfusion distale. La qualité de vie est profondément altérée et surtout le pronostic du membre est engagé avec une menace d'amputation majeure.
- Les troubles trophiques représentent la manifestation la plus grave de l'AOMI. Il s'agit d'ulcères pouvant apparaître de manière spontanée ou suite à un traumatisme qui ne cicatrise pas, et sont à l'origine de portes d'entrées infectieuses pouvant aboutir au décès.

Les classifications de Leriche et Fontaine ainsi que celle de Rutherford-Becker, sont les deux classifications les plus connues pour graduer le degré d'atteinte dans l'AOMI et évaluer le stade la maladie athéromateuse (**Tableau 2**).

Fontaine		Rutherford		
Stade	Manifestation clinique	Grade	Catégorie	Manifestation Clinique
I	Asymptomatique	0	0	Asymptomatique
IIa	Claudication légère	I	1	Claudication légère
IIb	Claudication modérée-sévère	I	2	Claudication modérée
		I	3	Claudication sévère
III	Douleur de décubitus	II	4	Douleur de décubitus
IV	Ulcération ou gangrène	III	5	Atteinte tissulaire mineure
		III	6	Ulcération ou gangrène

Tableau 2 : Classifications de l'AOMI de Leriche & Fontaine et Rutherford (9)

e) Pronostic :

L'évolution naturelle de la maladie met en évidence un passage progressif, en l'absence de traitement, d'un stade asymptomatique à un stade d'ischémie critique associé une morbi-mortalité élevée. Ainsi :

- Chez les patients asymptomatiques, 9% présenteront une claudication intermittente à 5 ans (10).
- Chez les patients asymptomatiques, 5 à 10% évolueront vers un stade d'ischémie critique à 5 ans (11).
- Chez les patients en ischémie critique : La mortalité à 1 an est estimée à 22%.
Le taux d'amputation majeures est estimé entre 20 et 30 % à 1 an.(11)(12)

Outre le risque d'amputation ou de décès, le risque d'accident vasculaire cérébral (AVC) est multiplié par 3,1, et le risque d'Infarctus du myocarde (IDM) est multiplié par 2,5 chez les patients atteints d'AOMI(13).

2. Anévrismes poplités :

a) Définition

Un anévrisme de l'artère poplitée (AAP) correspond à une dilatation avec perte de parallélisme des parois de l'artère poplitée. On parle d'AAP lorsque son diamètre est supérieur à 50% du diamètre de l'artère native. Son histoire naturelle est marquée par la survenue de graves complications en l'absence de traitement, dont la première est ischémique, sur thrombose de l'anévrisme ou migration thrombo-embolique de celui-ci, pouvant entraîner la perte d'un membre (14).

b) Épidémiologie

L'AAP est une pathologie rare dans la population générale avec une incidence de 0,1 à 2,8%. Il constitue cependant la localisation la plus fréquente des anévrysmes périphériques puisqu'il représente 70% de tous les anévrysmes périphériques (15). Cette pathologie touche préférentiellement les hommes (90 à 96%) avec un âge moyen de 65 ans (16). Dans 50% des cas ces anévrysmes sont bilatéraux (17).

c) Facteurs de risques

La présence d'autres anévrysmes, en particulier de l'aorte abdominale, est associée à un sur-risque de développer un AAP. On estime que 15% des patients présentant un anévrysme de l'aorte abdominale sont porteurs d'AAP (18). A noter que 40% des patients porteurs d'un AAP présentent également un anévrysme de l'aorte abdominale (19). Les maladies cardiaques, le tabagisme actif et la survenue d'un AVC sont plus fréquemment signalés chez les patients porteurs d'un AAP (20).

d) Symptomatologie

La symptomatologie de l'AAP est liée directement à la thrombose de celui-ci ou par l'embolisation chronique ou aiguë de son thrombus mural. La présentation clinique est donc variée allant de la claudication intermittente jusqu'à l'ischémie aiguë de membre. De façon moins fréquente, les symptômes sont liés à l'effet compressif de l'anévrysme sur les nerfs environnants, les structures veineuses et lymphatiques.(21)

e) Pronostic

Contrairement aux anévrysmes de l'aorte abdominale, l'enjeu majeur dans la pathologie anévrysmale poplitée n'est pas la rupture de l'anévrysme mais l'ischémie

aigüe de membre inférieur. Jusqu'à 50% des anévrysmes asymptomatiques deviennent symptomatiques deux ans après leur découverte et 75% dans les 5 ans (17). On estime entre 20% et 60% le taux d'amputation chez les patients présentant une ischémie aigüe dans les suites d'une thrombose ou embolisation transmurale d'un AAP. Le risque de décès peut atteindre 11% (22).

3. Autres étiologies : Iatrogène, Traumatique, Ischémie Aigüe

a) Traumatisme / Iatrogène :

Près de 90% des traumatismes artériels concernent les membres inférieurs. Les traumatismes vasculaires des membres inférieurs surviennent généralement dans un contexte lésionnel multiple (AVP, chute...) et sont favorisés, au niveau poplité, par des traumatismes ostéoarticulaires. Les accidents iatrogènes sont également de plus en plus fréquents du fait de la multiplication des cathétérismes artériels et des chirurgies invasives au pourtour de paquets vasculaires (23).

Même si une réparation directe par résection-anastomose est à privilégier, dans le cas d'une perte de substance vasculaire importante, ou de contusion artérielle étendue, le pontage termino-terminal en veine saphène autologue est la meilleure technique de revascularisation (24).

b) Ischémie Aigüe :

L'ischémie aigüe des membres inférieurs correspond à la survenue brutale d'une baisse de la perfusion tissulaire dans le membre inférieur menaçant la viabilité de celui-ci (25). Son incidence est largement inconnue en raison de sa présentation hétérogène. Ses facteurs de risques sont l'ischémie critique (AOMI) et la fibrillation atriale.

Le mécanisme principal de l'ischémie aigüe est la thrombose d'une artère native ou une embolisation dans un lit vasculaire d'aval athéromateux. Dans la majorité des cas il s'agit donc d'une ischémie aigüe sur artère native saine, d'une exacerbation aigüe d'une ischémie chronique ou d'une ischémie sur thrombose aigüe d'un anévrysme poplité (26).

Toutes causes confondues, le taux d'amputation majeure est élevé en l'absence de traitement chirurgical rapide et avoisine les 10 à 30% à 30 jours, pour une mortalité globale de 22% (27). Il est d'autant plus élevé chez les patients présentant une ischémie aigüe sur artériopathie sous-jacente (28).

Le traitement chirurgical de base repose sur la thrombectomie à la sonde de Fogarty®. Cependant, l'âge croissant des patients présentant une ischémie aigüe de membre inférieur explique la fréquence des ischémies aigües sur terrain d'AOMI. Le chirurgien doit donc toujours avoir à l'esprit le recours à une reconstruction artérielle plus ou moins complexe en cas d'échec d'embolectomie et notamment la réalisation d'un pontage fémoro poplité (PFP) ou fémoro jambier.

B. Explorations morphologiques

1. Échographie Doppler

L'échographie doppler artériel des membres inférieurs (EDAMI) est l'examen de routine dans la pathologie vasculaire périphérique. Il est utilisé pour le dépistage, le diagnostic, la stratégie opératoire et le suivi des patients (29)(30). Il est utile dans la détection des lésions artérielles (sténoses, occlusions, anévrysmes) dans les différents territoires vasculaires et permet d'évaluer leur sévérité et leur retentissement hémodynamique. Il permet aussi de mesurer le calibre de la veine afin de s'assurer

d'une utilisation possible en tant que substitut autologue pour la réalisation d'un pontage. Il constitue l'examen de première ligne dans le diagnostic de l'AOMI et de la pathologie anévrysmale poplitée (31). C'est un examen facile d'accès, peu coûteux mais son interprétation est opérateur-dépendant.

2. Angio-TDM

L'angioscanner (angio-TDM) aortique et des membres inférieurs est l'examen de référence dans l'AOMI et la pathologie anévrysmale périphérique. C'est un examen non invasif, d'exécution rapide et disponible. L'angioscanner permet d'évaluer la paroi artérielle et les caractéristiques des plaques d'athérome, détecter la présence d'anévrysme, d'identifier l'hyperplasie intimale et de différencier une plaque chronique d'une formation de thrombus aigu.(32) Il comporte cependant des inconvénients puisqu'il expose à l'irradiation ionisante et à l'injection de produit de contraste iodé néphrotoxique, et ne permet pas d'analyse hémodynamique des flux (31). Il offrirait une sensibilité > 70% et une spécificité à 96% pour la détection des sténoses > 70% (33).

3. Angio-IRM

L'angio-IRM (ARM) semble avoir sa place dans le diagnostic et l'analyse des lésions vasculaires. Elle offre une résolution spatiale élevée sans injection de produit de contraste néphrotoxique ni radiation ionisante mais sa disponibilité est limitée et son coût important (34). L'ARM confère des informations essentiellement luminales mais ne donne que peu d'informations sur les caractéristiques de la plaque et tend à surestimer le degré de sténose. De plus, elle s'avère peu performante dans les cas de

resténose intra-stent lié à la présence d'artefact induit par le stent lui-même et ne peut être utilisée chez les patients porteurs de matériels incompatibles à l'IRM (35).

	ECHOGRAPHIE DOPPLER	ANGIO-CT	ANGIO-MR
Avantages	Non invasive	Peu invasif Bonne résolution spatiale (2x celle de l'IRM)	Peu invasif
	Disponible	Bonne disponibilité	Reconstructions rapides
	Examen hémodynamique	Images 2D et 3D	Images 2D et 3D
	Examen de la paroi	Bonne sensibilité-spécificité	Insensible aux calcifications
Inconvénients	Opérateur-dépendant	Irradiation, iode, coût	Disponibilité limitée, coût
	Limites des ultrasons (gaz, calcifications)	Erreurs d'estimation sur des artères calcifiées et infra-poplitées	Artéfacts possibles (veines, métaux)
	Documentation	Moins utile chez le diabétique	CI : certains implants et pacemakers

Tableau 3 : Comparaison entre angio-TDM, ARM et échographie-doppler dans le diagnostic de la pathologie artérielle périphérique (36)

C. Traitement :

1. Indications

a) Claudication intermittente (Rutherford 2 et 3) :

Le traitement initial comprend une prise en charge des facteurs de risques CV, le meilleur traitement pharmacologique (Inhibiteur de l'enzyme de conversion (IEC), statines, Antiagrégant plaquettaire (AP)), une normalisation de la glycémie ainsi que la prise en charge de mesures non pharmacologiques telles que la perte de poids, l'arrêt du tabac et une alimentation saine (37) (38).

La rééducation vasculaire permet d'augmenter le périmètre de marche et d'espacer la survenue des symptômes.

Si la gêne fonctionnelle persiste, une prise en charge endovasculaire ou chirurgicale conventionnelle peut être proposée dans certaines situations. (Figure 2.)

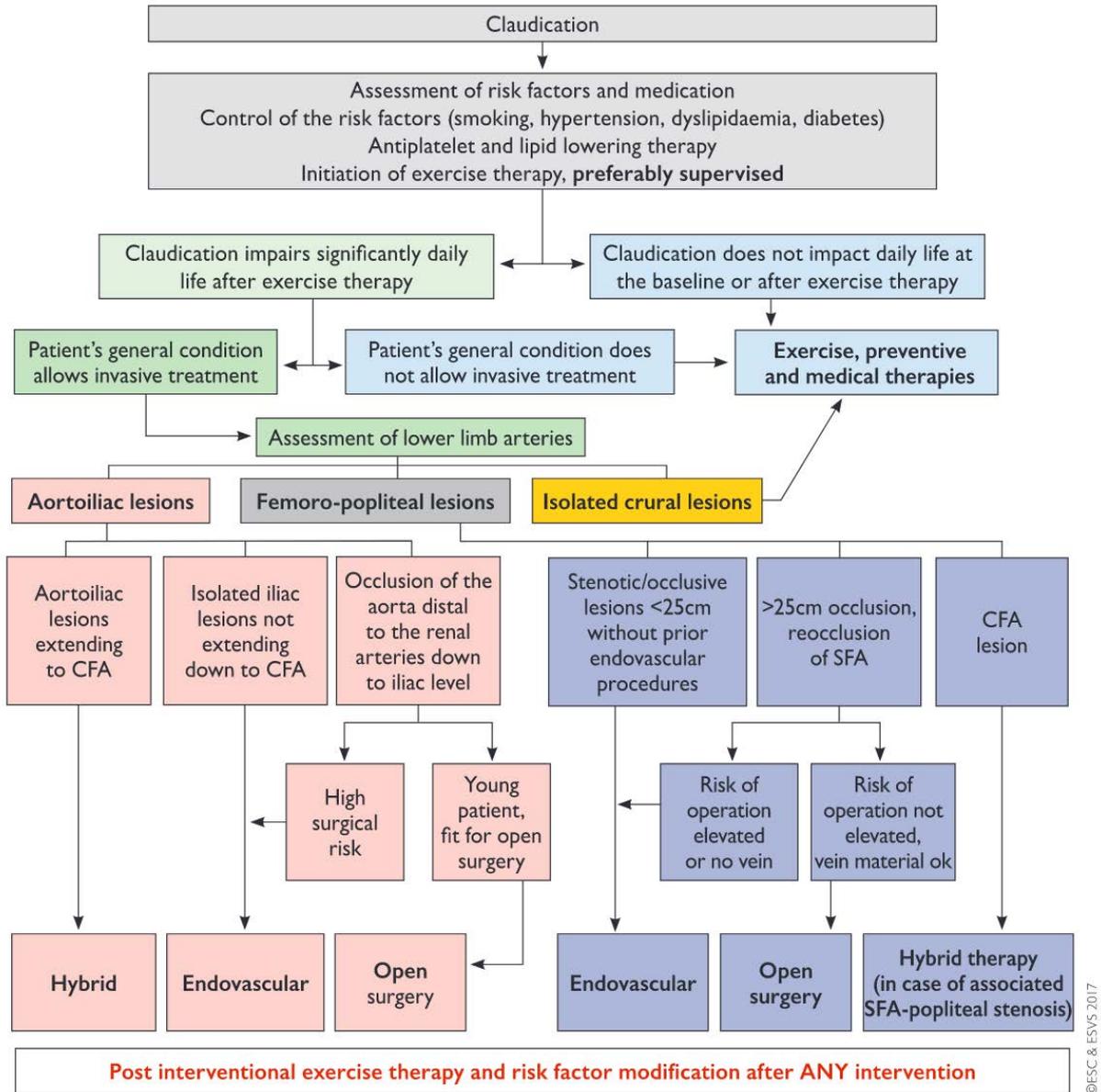


Figure 2 : Algorithme de prise en charge de la claudication des membres inférieur d'après les Guidelines de l'ESC et l'ESVS (39)

b) Ischémie critique (Rutherford 4, 5 et 6) :

L'objectif du traitement de l'ischémie chronique est la prise en charge des douleurs et la cicatrisation du membre. Dans 40% des cas un traitement chirurgical est nécessaire dès l'entrée dans la maladie (40). En l'absence de revascularisation rapide le pronostic du membre peut être engagé à court et moyen terme. L'enjeu de cette prise en charge est donc le « sauvetage du membre » et de sursoir à l'amputation.

La classification Wifi (Wounds, Ischemia, foot infection) proposée par la Society for Vascular Surgery (SVS) prend en compte l'état du membre, la gravité de l'ischémie et le caractère infectieux pour la stadification de la maladie et permet d'adapter la stratégie thérapeutique (41). (**Tableau 4**).

Component	Score	Description		
W (Wound)	0	No ulcer (ischaemic rest pain)		
	1	Small, shallow ulcer on distal leg or foot without gangrene		
	2	Deeper ulcer with exposed bone, joint or tendon ± gangrenous changes limited to toes		
	3	Extensive deep ulcer; full thickness heel ulcer ± calcaneal involvement ± extensive gangrene		
I (Ischaemia)		ABI	Ankle pressure (mmHg)	Toe pressure or TcPO ₂
	0	≥0.80	> 100	≥60
	1	0.60–0.79	70–100	40–59
	2	0.40–0.59	50–70	30–39
	3	<0.40	<50	<30
fi (foot Infection)	0	No symptoms/signs of infection		
	1	Local infection involving only skin and subcutaneous tissue		
	2	Local infection involving deeper than skin/subcutaneous tissue		
	3	Systemic inflammatory response syndrome		
Example: A 65-year-old male diabetic patient with gangrene of the big toe and a <2 cm rim of cellulitis at the base of the toe, without any clinical/biological sign of general infection/inflammation, whose toe pressure is at 30 mmHg would be classified as Wound 2, Ischaemia 2, foot Infection 1 (Wifi 2-2-1). The clinical stage would be 4 (high risk of amputation). The benefit of revascularization (if feasible) is high, also depending on infection control.				

Tableau 4 : Classification Wifi proposées par la SVS(42)

L'European Society for Vascular Surgery (ESVS) a émis en 2017 des recommandations pour la prise en charge de l'ischémie chronique et propose un algorithme basé sur des critères cliniques et anatomiques permettant la planification d'une stratégie opératoire (39).

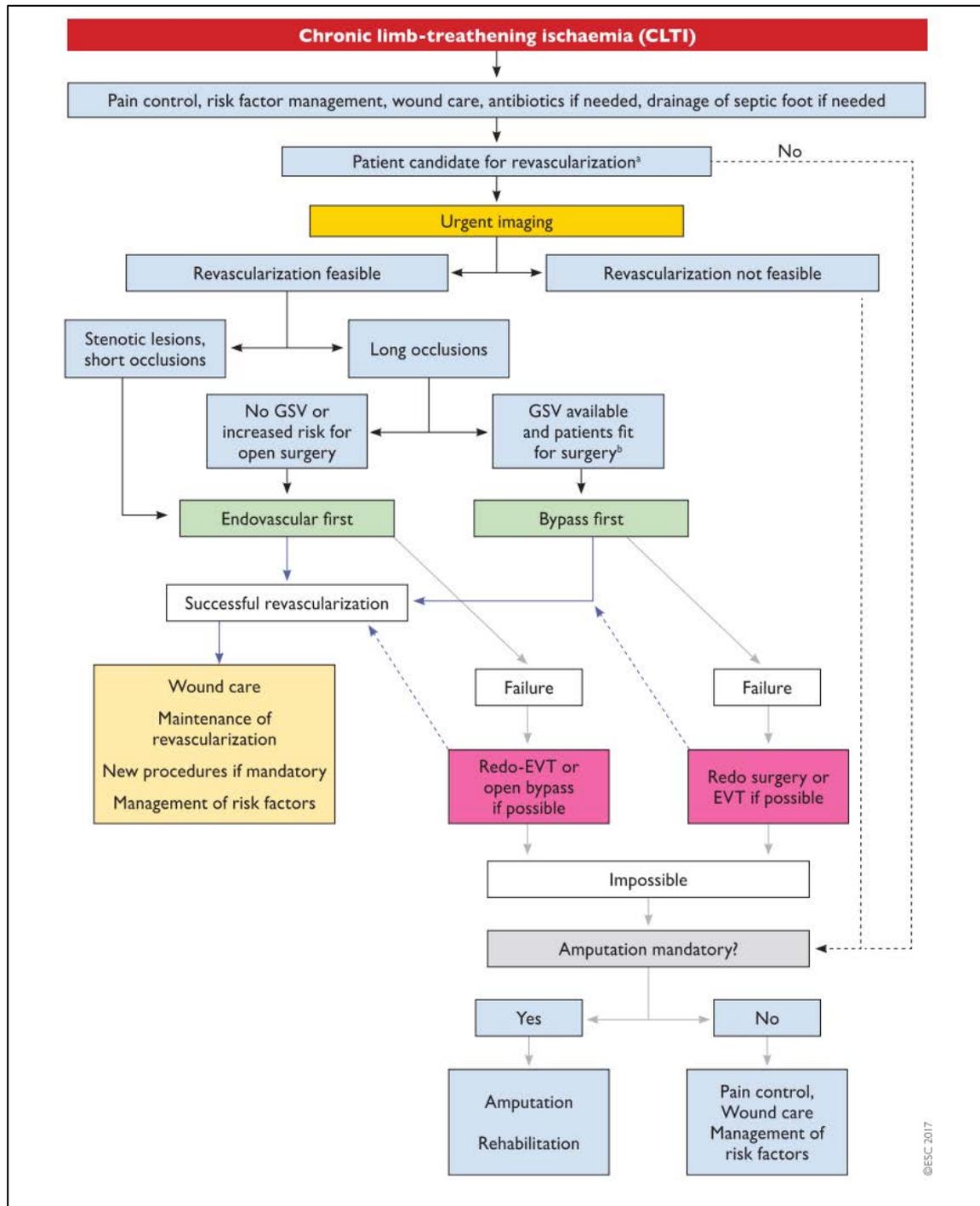


Figure 3 : Algorithme de prise en charge des patients atteints d'ischémie chronique d'après les Guidelines de l'ESC et L'ESVS (42)

c) Anévrismes poplités :

Les AAP évoluent de manière insidieuse avec une longue période sans symptômes et sont souvent diagnostiqués tardivement lorsqu'ils se compliquent.

Afin d'éviter un risque thrombo-embolique, une chirurgie préventive doit être proposée.

Les recommandations amenant à un traitement chirurgical sont les suivantes (43) :

- Tous les patients avec un AAP symptomatique
- Les patients asymptomatiques porteurs d'un AAP > 20mm
- Une atteinte du lit vasculaire d'aval
- La présence de thrombus pariétal menaçant

Il existe deux options thérapeutiques pour la prise en charge d'un anévrisme poplité : la chirurgie ouverte par mise à plat greffe de l'anévrisme ou exclusion-pontage, ou la chirurgie endovasculaire par déploiement d'une endoprothèse couverte en intraluminaire afin d'exclure l'anévrisme de la circulation artérielle.

Le traitement endovasculaire est réservé aux patients à haut risque chirurgical ou en l'absence de veine utilisable pour la réalisation d'un pontage. Plusieurs études mettent en évidence des moins bons résultats et un taux d'amputation plus élevé pour la prise en charge par traitement endovasculaire (44).

Le traitement chirurgical ouvert reste donc le gold standard.

D. Pontage fémoro-poplité sous articulaire :

1. Définition du pontage :

Un pontage fémoro-poplité (PFP) consiste à court-circuiter un segment d'artère pathologique (thrombose, anévrisme dissection, traumatisme) soit par une veine

autologue du patient, par un tube prothétique synthétique (ePTFE ou Dacron) ou par une veine ou artère d'un donneur décédé.

Ce « shunt » artériel permet ainsi de rétablir un flux sanguin en aval de la zone pathologique pour permettre l'oxygénation des tissus sous-jacents. Il est dit sous-articulaire lorsque l'anastomose distale du pontage est réalisée sur l'artère poplitée dans sa portion sous l'articulation du genou.

2. Historique du pontage :

Le 3 juin 1948 à Paris, Jean KUNLIN réalise le premier PFP sous articulaire en autogreffe saphène sur un patient de 54 ans atteint de gangrène. La technique utilisée pour anastomoser la greffe veineuse sur l'artère donneuse était révolutionnaire : il inventa l'anastomose termino-latérale. Le pontage fût perméable jusqu'au décès du patient quelques années plus tard d'un AVC massif (45). Parallèlement, en 1952 Arthur VOORHES confectionne la première prothèse vasculaire devant la constatation de dégénérescence des greffes d'aortes prélevées sur cadavres. Plusieurs matériaux sont utilisés pour finalement choisir le DACRON® (Poly-éthylène téréphtalate), dont Mikael DeBackey implantera plus de 1000 prothèses avec 90% de perméabilité.

De nos jours d'autres matériaux ont été développés mais le greffon veineux autologue est considéré comme le meilleur substitut pour la réalisation d'un PFP sous articulaire en raison de ses bonnes performances en termes de perméabilité primaire (46).

3. Perméabilité :

PFP sous articulaire pour AOMI :

La perméabilité primaire à 5 ans du PFP sous articulaire en veine grande saphène (VGS) inversée est comprise entre 73 et 79%. La perméabilité à 5 ans des pontages en veine saphène in-situ est de 66%. (47)(48)

PFP sous articulaire pour AAP :

La perméabilité à 5 ans est de 80% et de 76% à 10 ans avec un taux de sauvetage de membre de 98% à 5 ans (49)(50).

Chez les malades symptomatiques porteurs d'un AAP, le taux moyen d'amputation est de 19% avec un taux de mortalité de 5%. La perméabilité primaire est de 65% à 5 ans (51)

4. Technique opératoire :

a) Préparation de l'intervention et Installation :

En préambule de l'intervention, le chirurgien, ou son aide, repère la VGS à l'aide d'un échographe doppler. Un marquage de la VGS en préambule de l'intervention facilite le prélèvement et permet d'éviter un décollement tissulaire important responsable de nécrose cutanée (52).

Le patient est installé en décubitus dorsal. Tout le membre traité est mis dans le champ opératoire. Le membre controlatéral peut également être préparé pour utilisation de la VGS controlatérale.

b) Abords artériels :

On débute l'intervention par la réalisation des abords artériels où viendront être anastomosées les portions proximales et distales du greffon veineux.

Abord poplité sous articulaire :

L'incision cutanée est centrée sur la VGS, 2cm en arrière du bord interne du tibia. On profite de cette incision pour disséquer le tiers distal de la VGS. On incise l'aponévrose jambière dans l'axe du muscle Sartorius. Le muscle gracile est récliné vers l'arrière, on atteint alors la loge retro-tibiale. On réalise ensuite une section de l'aponévrose jusqu'au tendon du muscle semi-tendineux et du muscle droit interne qui sont réclinés vers le haut. Le pédicule poplité est alors sous nos yeux, on entreprend une dissection de l'artère pour la libérer des veines poplitées adjacentes. L'artère poplitée est mise sur lac.(53)

Abord du trigone fémoral :

L'incision cutanée peut être arciforme suivant le bord médial du muscle Sartorius, médiane à l'aplomb de la VGS ou oblique dans le pli de l'aîne. Dans le cas d'un abord longitudinal, la lame lymphoganglionnaire est réclinée en dedans. La dissection artérielle est poursuivie de haut en bas en prenant soin de respecter les éléments nerveux pour éviter les névralgies post-opératoires. L'artère fémorale commune (AFC), l'artère fémorale superficielle (AFS) et l'artère fémorale profonde (AFP) sont mises sur lac.

Abords pour un AAP:

Dans le cas de la prise en charge d'un AAP, deux voies d'abord sont à envisager : la voie interne, la plus communément utilisée, et la voie postérieure dont les indications sont plus limitées.

Voie latérale interne :

On réalisera deux incisions, l'une supra et l'autre infra-géniculée. L'incision cutanée débute à la jonction tiers moyen - tiers inférieur de la face interne de cuisse en avant du muscle Sartorius et se termine 2cm en arrière du condyle fémoral médial. On en profite pour repérer et disséquer la VGS. On incise l'aponévrose fémorale mettant en évidence le muscle Sartorius qui est récliné en arrière avec les tendons du muscle semi-tendineux. L'aponévrose de Hunter et l'anneau du grand adducteur sont sectionnés pour exposer la jonction fémoro-poplitée.

Pour l'abord infra-géniculé, l'incision est réalisée 1cm en arrière de la saillie du condyle fémoral médial et se poursuit 2cm en arrière du bord postérieur du tibia. On repère et dissèque également la VGS. On incise l'aponévrose jambière en remontant jusqu'aux tendons du muscle semi-tendineux et droit interne. On met en place un écarteur orthostatique reposant en arrière sur le muscle gastrocnémien médial et en avant sur le bord postérieur du tibia permettant ainsi l'accès à l'artère poplitée (54). Dans le cas d'anévrisme volumineux, il peut être nécessaire de remonter sur l'artère poplitée en regard de l'interligne articulaire. On sectionne alors les tendons des muscles poplités et semi-membraneux qui seront réinsérés en fin d'intervention (55)

Voie postérieure (Figure.4)

Le malade est installé en décubitus ventral. On réalise une incision en « baïonnette » en regard du pli de flexion du genou. Après incision de l'aponévrose superficielle, la veine petite saphène et son nerf satellite sont refoulés latéralement. L'artère poplitée moyenne est alors exposée dans une loge délimitée en en haut par le muscle semi-membraneux et le muscle long biceps, en bas par le muscle gastrocnémien médial et latéral.

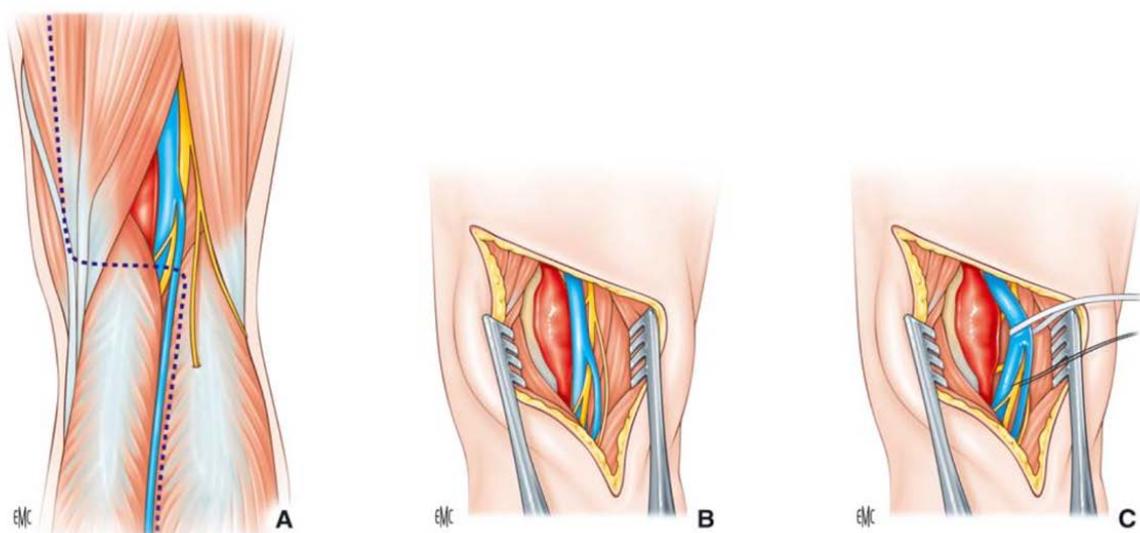


Figure 4 : Voie postérieure pour la prise en charge d'un anévrisme poplité (54)

c) Prélèvements de la VGS

La veine prélevée doit préalablement avoir été calibrée à l'aide d'un échographe en mode doppler. Son diamètre devra être d'au moins 3 mm pour éviter une occlusion précoce du pontage (56).

Le prélèvement veineux doit être effectué avec une grande précaution. Un traumatisme veineux lors de la saphenectomie peut induire une hyperplasie veineuse ou au contraire des sténoses de la veine et affecter la perméabilité du greffon (57). L'incision cutanée sera préférentiellement réalisée de façon discontinue le long de la

VGS en laissant des intervalles de peau saine afin de faciliter la cicatrisation et de diminuer les complications locales (58).

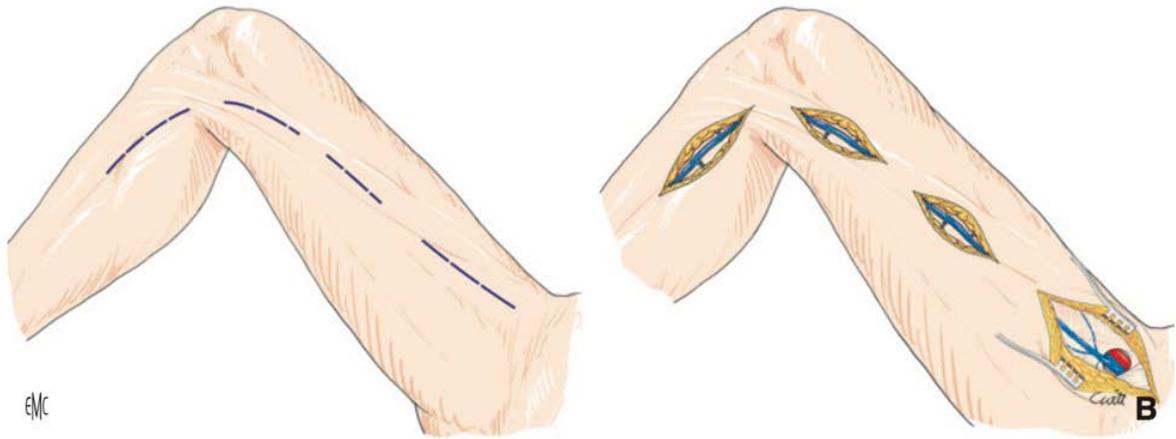


Figure 5 : Incisions cutanées discontinues pour le prélèvement de la VGS (53)

Le prélèvement est réalisé en prenant soin de lier les collatérales de la VGS par des clips chirurgicaux ou par des ligatures appuyées. Au niveau inguinal, la crosse de la VGS est disséquée, ses collatérales liées et débranchées, puis la crosse elle-même est sectionnée après clampage. On réalise ensuite une ligature appuyée du moignon de la veine saphène. La veine est prélevée de son lit et immergée dans du sérum hépariné. Des points de d'étanchéité peuvent être rajoutés sur la veine en cas de fuites visualisées en injectant du sérum à faible pression dans la veine.

Des méthodes de prélèvement endoscopique ont été décrites avec des résultats satisfaisants en termes de perméabilité primaire et une faible incidence de complication peri-opératoire des abords.(59)(60)

d) Anastomoses

L'anastomose consiste en la connexion entre l'artère donneuse ou receveuse et le greffon veineux par un surjet réalisé à l'aide d'un monofilament de polypropylène.

L'anastomose proximale dans le cas d'un PFP est réalisée le plus souvent sur l'AFC. Après clampages du trépied fémoral puis artériotomie longitudinale de l'AFC, le greffon veineux est anastomosé sur l'artère donneuse à l'aide d'un surjet au fil de Prolène®. Il est préférable de réaliser un angle aiguë entre le greffon et l'artère donneuse afin de diminuer l'hyperplasie intimale de la veine, responsable de sténoses du greffon.(61)

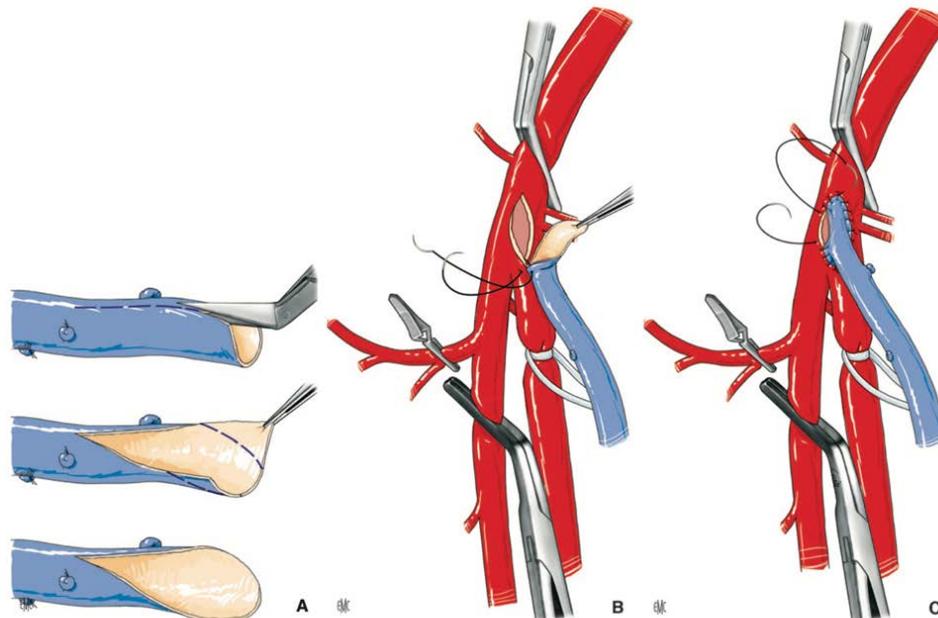


Figure 17. Anastomose supérieure d'un pontage fémoropoplité.
A. Préparation de la veine dont les angles sont recoupés.
B, C. Réalisation de l'anastomose supérieure.

Figure 6 : Réalisation d'une anastomose latéro-terminale d'un greffon veineux saphène sur l'artère fémorale commune (55)

On procède de la même manière pour l'anastomose distale une fois le greffon veineux tunnélisé (**Figure 7**). Il est préférable de réaliser une anastomose latéro-terminale qui permet de préserver la perméabilité du segment d'amont, cependant, il n'existe pas de différence significative de perméabilité entre les différents types d'anastomoses à 3 ans (62).

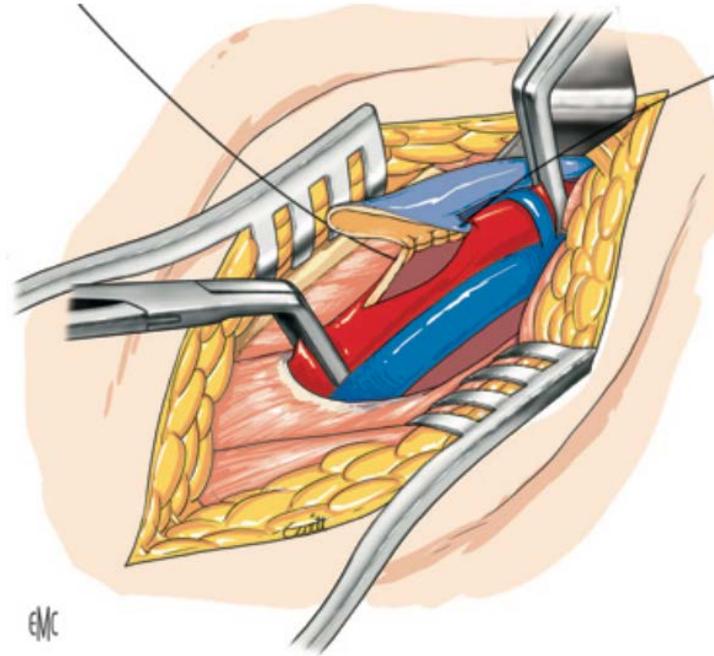


Figure 7 : Anastomose distale sur l'artère poplitée sous articulaire (53)

Par voie postérieure pour mise à plat-pontage de l'AAP, l'anévrysme est clampé puis ouvert. Le thrombus mural est enlevé et l'hémostase des collatérales est réalisé par voie endoanévrismale. On anastomose ensuite la VGS inversée en termino-terminale à chaque extrémité de l'anévrysme poplitée.

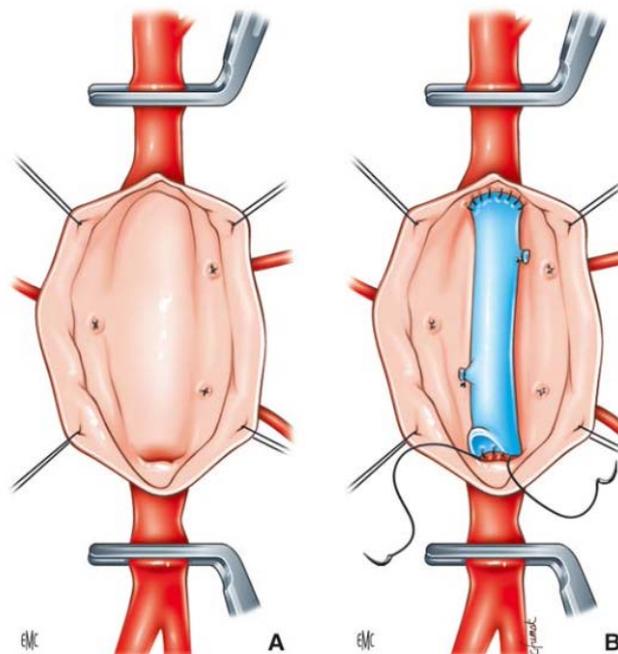


Figure 8 : Mise à plat pontage de l'anévrysme poplitée(54)

Par voie interne pour exclusion-ponçage, l'anastomose proximale est latero-terminale ou termino-terminale, réalisée sur l'artère poplitée haute. L'anastomose distale est réalisée de la même manière que pour un PFP sous articulaire classique. On prendra garde de bien ligaturer et sectionner les deux pôles de l'anévrisme.

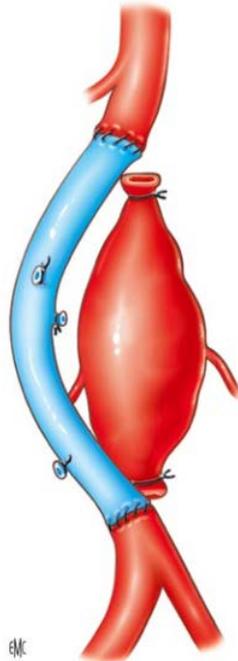


Figure 9 : Exclusion-ponçage d'un anévrisme poplitée (54)

e) Caractéristiques de la veine : in situ – inversé – dévalué

La VGS peut être utilisée de différentes manières pour la réalisation d'un pontage : inversée, in situ, ou ex situ non inversée (dévaluée).

Si le greffon est utilisé en position inversée, l'extrémité inférieure de la veine servira pour l'anastomose proximale et l'extrémité supérieure sera utilisée pour l'anastomose distale. Cette technique offre la possibilité du choix du site anastomotique et ne nécessite pas de destruction valvulaire.

Le PFP sous articulaire en VGS in situ a pour avantage théorique, le calibre progressivement croissant de la veine, la conservation de la vascularisation

adventitielle, l'absence de traumatisme lié au prélèvement de la veine et un temps opératoire diminué. En position in situ, il est nécessaire de supprimer les valvules de la veine à l'aide d'un valvulotome. Il est également nécessaire de lier toutes les branches collatérales de la veine pouvant être à l'origine d'une nécrose cutanée ou d'un vol hémodynamique à risque de thrombose du pontage (63).

Le PFP sous artriculaire en VGS ex situ non inversée communément appelé pontage dévalvulé à l'avantage de laisser le choix du site d'implantation de l'anastomose proximale et de donner une position anatomique au pontage mais nécessite une destruction des valvules.

f) Tunnelisation

La tunnelisation est dite ortho-anatomique lorsqu'elle suit le trajet des artères natives. La tunnelisation peut également être extra-anatomique en suivant un trajet sous cutané.

g) Gestes additionnels :

Afin d'obtenir une perméabilité du pontage satisfaisante à long terme, des gestes additionnels peuvent être réalisés en peropératoire afin d'optimiser le lit d'aval ou de lever une sténose d'amont. Ces gestes peuvent être endovasculaires ou de chirurgie conventionnelle. Ainsi, l'implantation du greffon veineux sur l'AFC peut nécessiter la réalisation d'une thromboendartériectomie fémorale (TEA) préalable de l'AFC et de l'ostium de l'AFP. La combinaison d'une courte TEA associée à la réalisation d'un PFP veineux réduirait de façon significative le risque de complications notamment la thrombose du pontage (64). De même, il peut également être réalisé une TEA poplitée si le site d'implantation distal du pontage ne semble pas de qualité suffisante pour y

réaliser une anastomose et permettre une hémodynamique satisfaisante du pontage en distalité.

La présence d'une sténose sur l'axe iliaque homolatéral peut nécessiter de réaliser une angioplastie transluminale (ATL) iliaque avec ou sans stenting après la remise en charge du pontage. La réalisation d'un stenting iliaque associé au pontage fournit de meilleurs résultats dans le traitement de la pathologie occlusive fémoro-poplitée (65)(66).

5. Évolution des indications avec l'avènement de l'endovasculaire :

Le choix de la stratégie thérapeutique dépend de la symptomatologie du patient (Classification Rutherford) ainsi que de la topographie et la sévérité des lésions artérielles. Une approche endovasculaire est à envisager pour des lésions jusqu'à 25cm d'après les dernières guidelines de l'ESVS (67). Son caractère moins agressif, l'évolution constante du matériel endovasculaire permettent de traiter des lésions de plus en plus complexes chez des patients fragiles (68)(69). Un algorithme de prise en charge a été proposé prenant en compte les différentes étapes de la procédure et la nature de la lésion a traité (70).

La morbi-mortalité intra-opératoire d'une procédure endovasculaire est moins importante qu'au décours d'une chirurgie de pontage. En revanche il ne semble pas y avoir de différence significative de survie à long terme, et l'ATL stenting semble être associée à un moins bon pronostic pour le membre à long terme (71)(72).

II. Matériels et méthodes :

A. Recueil de données

1. Conception de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique de cohorte observationnelle. Les patients inclus ont été identifiés via le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Informations (PMSI) basé sur l'enregistrement continu et exhaustif de données médico-administratives des patients hospitalisés en inclus. Le périmètre de recherche concerné par le PMSI pour notre étude a été restreint au service de chirurgie vasculaire du CHU de Lille. Pour chaque patient inclu, les données ont été recueillies via le logiciel SILLAGE. Ce logiciel constitue un « dossier patient Informatisé » pour tous les individus recevant des soins au CHU de Lille. Il nous donne accès aux caractéristiques démographiques du patient, aux comptes rendus d'hospitalisation, aux comptes rendus opératoires, aux comptes rendus d'examens complémentaires, aux résultats biologiques, ainsi qu'aux examens d'imagerie médicale.

2. Population

Nous avons considéré pour l'inclusion de notre étude tous les patients majeurs ayant bénéficié d'un PFP sous articulaire *de novo* en veine autologue entre 2010 et 2020. L'indication pouvait concerner soit la prise en charge d'une AOMI symptomatique (Rutherford 2 à 6), soit la cure d'un AAP, soit une atteinte vasculaire d'origine traumatique ou iatrogène. Les patients inclus pouvaient également bénéficier de gestes complémentaires sur les axes d'amont et/ou d'aval. Nous avons exclu les patients mineurs, les patients ayant déjà bénéficié d'un PFP sous articulaire veineux les PFP sous articulaires prothétiques et les PFP sus articulaires.

3. Données pré-opératoires

Les données démographiques ont été recueillies (âge, sexe, coronaropathie, insuffisance cardiaque, diabète, tabac, insuffisance rénale chronique (IRC), indice de masse corporelle (IMC)), ainsi que les données cliniques.

Les patients ont ensuite été répartis en 3 groupes en fonction de l'étiologie :

- Groupe 1 : AOMI,
- Groupe 2 : AAP
- Groupe 3 : Traumatisme ou iatrogénie vasculaire.

Le groupe AOMI a été divisé en 3 sous-groupes : claudicants (classification Rutherford 1, 2 et 3), ischémie critique (classification Rutherford 4 et 5 et 6), et ischémie aigue.

Le groupe AAP a été divisé en deux sous-groupes : AAP asymptomatique et AAP symptomatique sous forme d'ischémie aigüe.

Les antécédents chirurgicaux vasculaires du patient du côté du membre traité, ainsi que les traitements habituels du patient ont été relevés. Nous nous sommes également intéressés à recueillir si un échodoppler de calibre veineux pré-opératoire a été réalisée ou non.

4. Données intra-opératoires

Nous avons repris dans les comptes rendus opératoires le degré d'expérience du chirurgien (senior ou junior), le temps opératoire, le trajet de tunnelisation du pontage (ortho ou extra-anatomique), les sites d'anastomose proximale et distale ainsi que l'origine native ou prothétique de l'artère donneuse et le mode d'utilisation du greffon veineux. Les gestes chirurgicaux conventionnels ou endovasculaires complémentaires à la réalisation du pontage (ATL stenting en amont ou aval du pontage, TEA fémorale ou poplitée, pontage ilio-fémoral, ou aorto-bifémoral (PABF)) ont été relevés.

5. Données post-opératoires et suivi

Les perméabilités du pontage à 1 mois et à 1 an de la chirurgie ont été relevées à partir des comptes rendus d'échodoppler et de consultations de suivi post-opératoire. Pour chaque patient, la base de données des décès de l'INSEE a été consultée pour calculer la survie globale. Les amputations majeures et mineures, ainsi que les interventions secondaires et leurs indications ont été recueillies. Nous avons recueilli les évènements et décès CV par IDM ou AVC à 1 an. Les infections de site opératoire à 1 an ont également été relevées.

B. Définitions et Critères de jugements

1. Définitions

Les données pré, intra et post-opératoires ont été définies comme suit :

- Les antécédents coronariens correspondaient aux antécédents d'IDM, d'angor, de revascularisation coronarienne percutanée ou chirurgicale, de test d'effort myocardique positif ou de traitement anti-angineux (73).
- L'insuffisance cardiaque était définie par une fraction d'éjection du ventricule gauche inférieure (FEVG) à 40%.
- Le diabète était défini par une HbA1c > 7%, et/ou si le patient prenait un traitement hypoglycémiant.
- Le tabagisme correspondait à une consommation active de tabac au moment de la chirurgie.
- L'IRC correspondait à une clairance de la créatinine < 60ml/min/1,73m², calculée selon la formule de Cockcroft (74).

- L'antécédent d'ATL stenting du membre traité correspondait à la réalisation d'une ATL au ballon simple ou actif et/ou d'un stenting des axes iliaques, fémoraux, poplité ou jambiers
- Les amputations majeures correspondaient à un geste d'amputation au-dessus de la cheville (trans fémorale ou trans tibiale).
- Les complications infectieuses correspondaient à toutes les complications infectieuses locales en rapport avec le pontage nécessitant un traitement par antibiothérapie et/ou une intervention chirurgicale.
- Les interventions secondaires correspondaient à tous les gestes chirurgicaux conventionnels et/ou endovasculaires réalisés dans le but de maintenir la perméabilité pontage initial.
- Le statut Junior correspondait à une expérience en tant qu'opérateur principale de moins de 3 ans.

2. Critères de jugements :

Le critère de jugement principal est la perméabilité primaire du PFP sous articulaire veineux à 12 mois définie comme la perméabilité d'un pontage en l'absence de réintervention sur le pontage lui-même, ses anastomoses ou les axes d'aval et d'amont (75)(76)(77)(78).

Les critères de jugements secondaires sont :

- La perméabilité primaire assistée à 12 mois définie comme la réalisation d'une réintervention préventive sur le pontage ou l'axe d'amont et d'aval (sténose, faux anévrisme) afin de maintenir sa perméabilité

- La perméabilité secondaire à 12 mois définie comme la perméabilité d'un pontage après un geste de désobstruction à la suite d'une thrombose de celui-ci.
- La mortalité toutes causes confondues.
- La survenue d'amputation majeure.
- La survie sans amputation décrivant les patients non décédés sans amputation.
- La survenue de complications CV post-opératoires précoces dans les 30 jours définie comme la survenue d'un AVC, d'un Accident Ischémique transitoire (AIT) ou d'un syndrome coronarien aiguë (IDM, angor instable).

C. Analyses statistiques

Les variables continues distribuées normalement sont exprimées sous forme de moyennes \pm écarts-types, et les variables continues non distribuées normalement sont présentées sous forme de médianes et d'intervalles interquartiles (IQR). Les variables catégorielles sont exprimées sous forme de pourcentages.

Les comparaisons ont été effectuées à l'aide de tests du χ^2 ou du test exact de Fisher pour les variables catégorielles, et de tests t de Student ou de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les variables continues.

Nous avons d'abord effectué une analyse descriptive des caractéristiques de la population étudiée, des caractéristiques cliniques et des données pré, intra et post-opératoires.

Nous avons ensuite étudié les associations en analyse uni- et multivarié entre la perméabilité primaire ou secondaire et (i) les données cliniques et (ii) les caractéristiques techniques intra-opératoires. Un modèle multivarié a été réalisé pour identifier les variables indépendamment associées à la perméabilité primaire à 1 an.

Les facteurs de confusion inclus dans le modèle multivarié (régression logistique multivariée) étaient les variables associées à la perméabilité primaire à 1 an avec une P-value strictement < 0.2 en analyse univariée.

Enfin, une analyse de survie a été réalisée pour explorer l'association entre la perméabilité primaire et le pronostic des patients. Une seconde analyse a été réalisée pour explorer l'association entre le type de maladie (AOMI, AAP ou traumatisme) et le pronostic des patients (mortalité toutes causes, et survie sans amputation majeure). Les estimations de Kaplan-Meier ont été utilisées pour les courbes de survie. Les Hazard-ratios ont été estimés à l'aide de régressions des risques proportionnels de Cox. L'hypothèse de risque proportionnel a été testée à l'aide des résidus de Schönfeld et par l'inspection des graphiques des rapports de risques (HR) et des intervalles de confiance des courbes de survie. La date d'inclusion était la date opératoire. Le critère d'évaluation principal était la perméabilité primaire. Le suivi a été considéré comme terminé à la date du décès, le cas échéant, ou à la date de la dernière visite médicale pour tous les autres patients. La date à laquelle les dernières données ont été recueillies était le 31 décembre 2020.

Les résultats ont été considérés comme statistiquement significatifs si $P < 0,05$. Toutes les analyses étaient bilatérales. L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel R, version 3.3.2 (R Project for Statistical Computing).

III. Objectif :

Le maintien de la perméabilité d'un pontage fémoro-poplité est un enjeu important lors de la prise en charge d'une AOMI, d'un AAP ou d'un traumatisme vasculaire. Sa thrombose affecte directement le pronostic des patients.

L'identification des facteurs influençant la perméabilité primaire des pontages représente un véritable challenge et se base sur une exploration clinique minutieuse et un suivi médical strict.

L'étude que nous présentons cherche à déterminer si des éléments pré-, intra- et/ou post-opératoires influencent le pronostic des pontages. De manière complémentaire, l'analyse a également porté sur les détails de la prise en charge chirurgicale pouvant modifier la perméabilité à long terme.

IV. Résultats :

A. Caractéristiques démographiques et pré-opératoires

Au total, 383 membres inférieurs sur 383 patients ont été traités par un PFP sous artriculaire en veine autologue. Il y avait une majorité d'hommes (87%, N= 332) et l'âge moyen était de 65 ±11 ans. Concernant les antécédents, 42,3%(N=162) des patients avaient déjà bénéficié d'une intervention chirurgicale vasculaire et 31.3%(N=122) d'un geste endovasculaire du côté du membre traité avant la réalisation du PFP. À noter que seule la moitié de la population incluse avait bénéficié d'un échodoppler de calibre veineux avant l'intervention (51.4% N=197).

L'indication d'un PFP était essentiellement pour une AOMI dans 72% (N=275) des cas, un AAP dans 27% (N=102) des cas, et un traumatisme ou une iatrogénie vasculaire dans 1.5% (N=6) des cas. Chez les patients atteints d'AOMI, 14.4 % (N=55) avaient bénéficié d'un PFP pour une claudication des membres inférieurs, 52% (N=199) pour une ischémie critique et 5,5% (N=21) pour une ischémie aigue. Dans le groupe AAP, 25% (N=96) des patients présentaient un anévrisme asymptomatique et 1.6% (N=6) un tableau d'ischémie aigue. Les caractéristiques démographiques des patients sont décrites dans le **Tableau 5**.

	N=383 (%)
Age moyen (moyenne/SD)	65 ± 11
Sexe Masculin (%)	332 (86.7)
Dure de séjour (jours) (moyenne/SD)	12.71 ± 9
Suivi médian (mois) (médiane/interquartile)	53 [29-88]
Étiologie :	
Groupe 1 : AOMI : (%)	275 (71,8)
Claudicants	55 (14.4)
Ischémie Critique	199 (52)
Ischémie Aigue	21 (5,5)
Groupe 2 : AAP : (%)	102 (26.6)
Asymptomatiques	96 (25.1)
Ischémie Aigue	6 (1.6)
Groupe 3 : Traumatisme / Iatrogène (%)	6 (1.6)
Facteurs de risques CV : (%)	
Antécédent coronarien	141 (36.8)
Insuffisance cardiaque	33 (8.6)
Diabète	144 (37.6)
Tabac	297 (77.5)
IRC	41 (10.7)
Dénutrition	83 (21.7)
IMC	26.44 ± 5.5
Antécédent de chirurgie ouverte du côté du membre traité : (%)	
PABF	32 (8.4)
Pontage ilio-fémoral	36 (9.4)
TEA fémorale	45 (11.)
Pontage fémoro-poplité sus articulaire	49 (12.8)
ATCD d'ATL stenting du côté du membre traité (%)	
D'amont	47 (12.3)
D'aval	2 (0.5)
Fémoro-poplité	73 (19.1)
Traitement Pré-opératoire : (%)	
ADO	75 (19.6)
IEC	206 (53.8)
Statine	279 (73.0)
AAP	323 (84.3)
AVK	51 (13.3)
AOD	15 (3.9)
Calibrage veineux	197 (51.4)

Tableau 5. Caractéristiques démographiques et données pré-opératoires

La comparaison des sous-groupes a mis en évidence des différences significatives entre les patients. (**Tableau 6**). Les patients ayant bénéficié d'un PFP pour traumatisme/iatrogénie vasculaire étaient significativement plus jeunes que ceux ayant bénéficié d'un pontage pour AOMI ou AAP (53 ans vs 65 et 63 ans P = .007). Le taux de patients diabétiques était significativement plus élevé dans le groupe AOMI que le groupe AAP (41,8% vs 27,5% P = .018). La durée de séjour moyenne était significativement plus courte pour les AAP (9,8 ± 5 jours) et les traumatismes/iatrogénies (9,6 ± 5 jours) que pour le groupe AOMI (14 ± 9 jours). Dans le groupe AOMI, on notait plus d'antécédents d'ATL stenting fémoro-poplitée (41% vs 6% P < .001), de PFP sus articulaire (17% vs 2% P < .001) et de TEA fémorale (16% vs 2% P > .001) que dans le groupe AAP.

	Groupe AOMI N=275	Groupe AAP N=102	Groupe Trauma/latro N=6	p.
Age (moyenne, DS)	65.6 ±10.5	63.4 ±11.3	53.0 ±23.2	0.007
Sexe Masculin (N, moyenne)	226 (82.2)	101 (99.0)	5 (83.3)	<0.001
Durée de séjour (jours)	13.9 ± 9	9.80 ± 5	9.67 ± 5	<0.001
Facteurs de risques CV : (%)				
Atcd coronariens :	104 (37.8)	36 (35.3)	1 (16.7)	0.587
Insuffisance cardiaque	22 (8.00)	11 (10.8)	0 (0.00)	0.660
Diabète :	115 (41.8)	28 (27.5)	1 (16.7)	0.018
Tabac :	216 (78.5)	77 (75.5)	4 (66.7)	0.630
IRC	32(11.6)	9 (8.82)	0 (0.00)	0.786
IMC	26.1 (5.21)	27.3 (5.95)	22.0 (0.00)	0.104
ATCD chirurgicaux : (%)				
ATCD PABF	27(9.82%)	4(3.92)	1(16.7)	0.098
ATCD Pont ilio-fémoral	30(10.9%)	6(5.88)	0(0.00)	0.274
ATCD TEA femoral	43(15.6%)	2(1.96)	0(0.00)	<0.001
ATCD PFP	46(16.7%)	2(1.96)	1(16.7)	<0.001
ATCD ATL Stenting	113 (41.1%)	6(5.9)	1(16.7)	<0.001

Tableau 6 : Comparaison Groupe AOMI, AAP et Iatrogénie/Trauma

B. Données intra-opératoires

La répartition entre opérateur sénior et junior était similaire pour toutes les procédures. La technique opératoire choisie était à la discrétion du chirurgien. La durée d'intervention moyenne était de 196 ± 70 minutes. L'anastomose proximale était réalisée, dans 20% (N=73) des cas sur un axe donneur prothétique et sur l'AFC dans 48% (N=184) des interventions. Dans 31.1% (N= 119) des cas, un geste complémentaire par chirurgie conventionnelle était réalisé, tandis que 16% (N=61) des patients avaient bénéficié d'un geste endovasculaire complémentaire.

La veine autologue était dévalvulée dans 40% (N=155) des procédures, et inversée dans 54% (N=206) des procédures. Seuls 10 pontages (2,6%) ont été réalisés en situ, et 12 pontages étaient composites (3%).

Les données intra-opératoires sont résumées dans le **Tableau 7**.

	N=383 (%)
Expérience chirurgien (%)	
Junior	193(50.4)
Sénior	189(49.3)
Durée intervention (minutes) (moyenne, DS)	196.33 ±70
Tunnelisation Ortho Anatomique (%)	177(46.3)
Anastomose Proximale (%)	
AFC	184(48.2)
AFS	96(25.1)
AFP	11(2.9)
Prothèse (pontage/patch)	73(19.1)
Poplité	18(4.7)
Anastomose distale (%)	
Poplité	354(92.4)
TTP	20(5.2)
TA	3(0.8)
TP	3(0.8)
Fibulaire	3(0.8)
Geste ouvert associé (%)	119 (31,1)
Pontage ilio-fémoral	30(7.8)
TEA fémorale	62(16.2)
PABF	8(2.1)
Pontage croisé	5(1.3)
TEA poplité	11(2.9)
Pontage ilio-fem + TEA fémorale	3(0.8)
Geste endovasculaire associé (%)	61 (15,9)
ATL/Stent d'aval	15(3.9)
ATL /Stent d'amont	44(11.5)
ATL stent d'amont et d'aval	2(0.5)
Utilisation de la veine (%)	
Dévalvulé	155(40.5)
Inversé	206(53.8)
In-situe	10(2.6)
Composite	9(2.3)
Dévalvulé et composite	3(0.8)

Tableau 7 : Données intra-opératoires

Une tunnelisation ortho-anatomique était significativement plus fréquente dans le groupe AAP (63% n=64) que dans les groupes AOMI et trauma/iatrogénie (P = .002). Concernant le mode d'utilisation du greffon veineux : dans le groupe AOMI, 46.5% des patients (N=128) avaient bénéficié d'un pontage veineux dévalvulé contre 45.8%(N=126) de pontages en veines inversées. Dans le groupe AAP, la majorité des patients avaient bénéficié d'un pontage en veine inversée (72%, N=74). Ce type de

pontage était également significativement plus fréquent que dans le groupe AOMI ($P < .001$). Les données intra-opératoires en fonction des différents sous-groupes sont résumés dans le **Tableau Supplémentaire 1**.

C. Données post-opératoires

Le suivi médian était de 53 mois IQ[29-88]. La perméabilité primaire à 1 an était de 60,7% toutes étiologies confondues. On constate une différence significative de perméabilité primaire à un an entre le groupe AOMI et le groupe AAP (52.9% vs 83.3% $P < .001$). La perméabilité primaire assistée à un mois et à un an toutes étiologies confondues était respectivement de 82.9% et 71.7%. La perméabilité secondaire à un mois et à un an toutes étiologies confondues était respectivement de 85% et 74%. Les résultats de la perméabilité primaire, perméabilité primaire assistée et secondaire sont résumés dans le **Tableau Supplémentaire 2**.

La durée de séjour était significativement plus courte chez les patients ayant conservés un pontage perméable à un an (11.7 ± 9 jours vs 14.3 ± 9 jours $P = .003$)

Concernant les antécédents des patients : le diabète, les antécédents de TEA fémorale et d'ATL stenting fémoro-poplitées étaient significativement associés à de moins bonnes perméabilités à 1 an ($P = .0025$, $P = .011$ et $P = .006$, respectivement).

Sur le plan chirurgical, les pontages dont l'anastomose proximale était réalisée sur axe donneur prothétique ainsi que ceux réalisés en veine dévalvulée présentait une perméabilité primaire plus faible ($P = .013$ et $P < .01$ respectivement). À l'inverse, les pontages en veine inversée étaient associés à une meilleure perméabilité primaire à 1 an ($P < .01$) Nous n'avons pas mis en évidence d'impact du type de tunnelisation sur la perméabilité du pontage à 1 an ($P = .0868$)

En post-opératoire, les patients dont le pontage était thrombosé à 1 an présentaient un taux de complications infectieuses du site opératoire significativement plus élevé ($P < .001$). Les évènements CV (IDM et AVC) post-opératoires précoces étaient significativement associés à une moins bonne perméabilité primaire ($P = .001$). Leur survenue était d'autant plus précoce pour les pontages non perméables à 1 an. Les différents facteurs influençant la perméabilité primaire à 1 an en analyse univariée sont résumés dans le **Tableau supplémentaire 3**.

En analyse multivariée, l'appartenance au Groupe AAP et l'utilisation du greffon veineux en position inversée étaient indépendamment associés une meilleure perméabilité primaire des PFP ($\beta = 1.25$ $P = .016$ et $\beta = 0.72$ $P = .027$). Inversement, les complications infectieuses de site opératoire dans l'année et la survenue d'un évènement CV majeur dans les 30 jours post-opératoires étaient indépendamment associés de manière significative à une diminution de la perméabilité primaires ($\beta = -1.45$ $P = .001$ et $\beta = -2.60$ $P = .016$). Le **Tableau 8** présente les résultats d'analyses multivariées.

	Analyse UNIVARIÉE		Analyse MULTIVARIÉE	
	<i>Beta</i>	<i>P-value</i>	<i>Beta</i>	<i>P-value</i>
Sexe masculin	1.02	0.001	- 0.48	0.41
Age	-0.01	0.2		
Groupe 2 (AAP)	1,3	< 0.001	0.72	0.027
Diabète	-0.5	0.02	- 0.03	0.90
ATCD coronarien	0.19	0.2		
ATCD TEA fémorale	-0.86	0.008	- 0.70	0.053
ATCD ATL/stent fémoro-poplité	-0.75	0.004	-0.33	0.28
Geste endovasculaire associé en aval	-0.75	0.17	-0.28	0.65
Geste endovasculaire associé en amont	-0.18	0.57		
Anastomose proximale sur prothèse	-0.44	0.097	-0.23	0.44
Veine inversée	0.89	< 0.001	1.25	0.016
Veine dévalvulée	-0.62	0.004	0.73	0.16
Complications infectieuses	-1.80	< 0.001	- 1.45	0.001
Évènement CV J30	-2.69	0.01	- 2.60	0.016

Tableau 8 : Facteurs pré, intra et post-opératoires de perméabilité primaire à un an en multivariée.

D. Taux d'amputation et survie sans amputation

Le taux d'amputation majeure global était de 10%(N=38). Au cours du suivi, 36 (13%) patients avaient une amputation majeure dans le groupe AOMI et 2(2%) dans le groupe AAP. Les patients présentant une AOMI étaient significativement plus à risque d'amputation majeure que les patients présentant un AAP (P = .002). Le **Tableau 9** décrit la morbi-mortalité post-opératoire en fonction des groupes.

	N= 383	AOMI N=275	AAP N=102	p. overall
Amputation majeure (%)	38(10.0)	36(13.2)	2(1.96)	0.002
Délais entre pontage et amputation majeure (mois)	27.26 ± 32	20.4 ± 25	68.2 ± 44	<0.001
Complication infectieuse (%)	34(8.9)	30(11.0)	3(2.97)	0.023
Évènement CV (%)	43 (11.2)	37 (13.5)	6(5.9)	0.334
IDM	32(8.4)	27(9.82)	5(4.90)	
AVC	11(2.9)	10(3.64)	1(0.98)	
Délais entre pontage et évènement CV (jours)	764.77 ± 8334	635 ± 808	1590 ± 444	0.008
Évènement CV à J30 (%)	10(2.6)	10(3.64)	0(0.00)	0.130
Décès CV (%)	22(5.7)	21(7.64)	1(0.98)	0.028
Décès toutes causes (%)	124(32.4)	96 (34.9)	27 (26.5)	0.257
Délais entre pontage et décès toutes causes (jours)	40.42(31.06)	38.6(31.6)	47.8(28.8)	0.375

Table 9 : Morbi-mortalité post-opératoire

Les taux estimés de survie sans amputation majeure à 1 an et 5 ans étaient respectivement de 89% IC95% [86-92] et 66% IC95% [61-72]. La médiane de survie sans amputation majeure est de 110 mois IQ[93-na]. Il existait une différence significative en termes de survie globale sans amputation majeure entre le groupe AOMI et le groupe AAP en faveur de l'anévrisme poplité (HR = 0.4 IC[0.3-0.6] p < .001) (**Fig.10**)

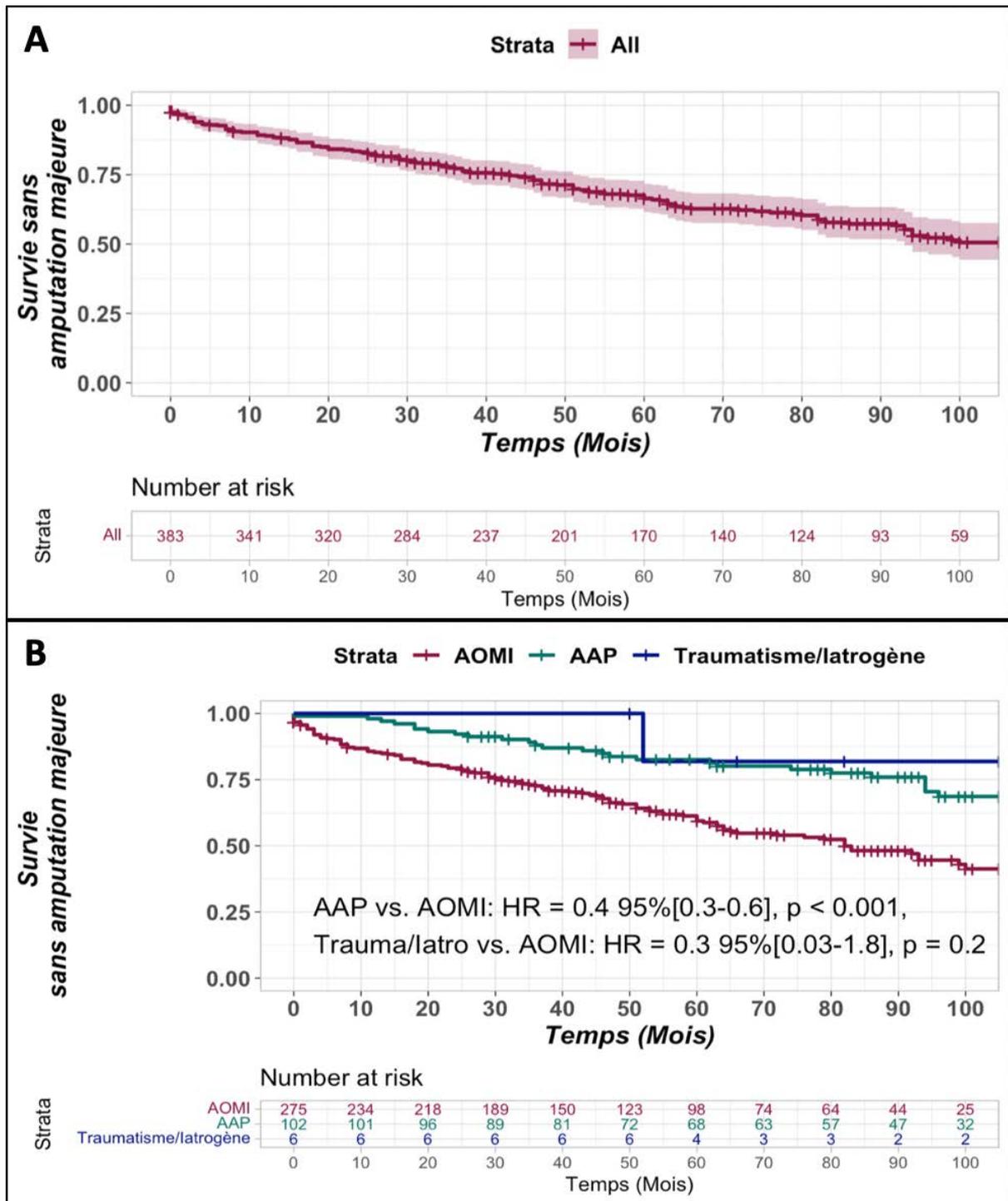


Figure10 : A : courbe de survie sans amputation majeure ; B : courbe de survie sans amputation majeure en fonction des groupes

E. Mortalité globale

La mortalité toutes causes confondues était de 32.4%. Il n'y avait pas de différences significatives entre les différents groupes. La mortalité par décès cardiovasculaire était de 5.7% et significativement plus élevée chez les patientes du groupe AOMI que ceux du groupe AAP (P = .028). Les analyses de survies estimées à 1 an et 5 ans étaient respectivement de 72% IC95% [68-78] et 94% IC95% [92-97]. La médiane de survie estimée était de 126 mois IQ[100-na]. Il existait une différence significative en termes de survie globale entre le groupe AOMI et le groupe AAP en faveur de l'anévrisme poplité (HR = 0.5 IC [0.3-0.7] p < .001). (**Fig.11**)

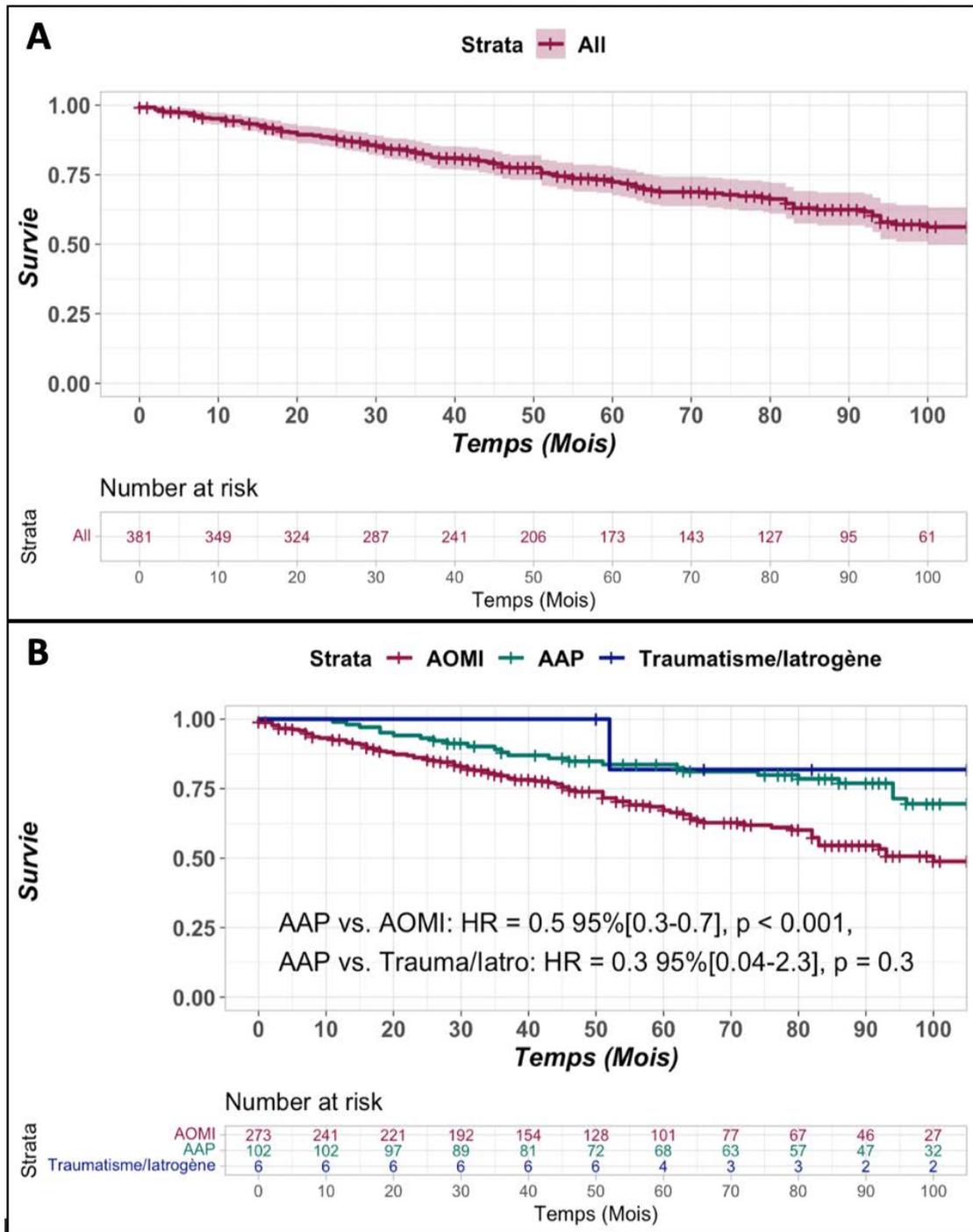


Figure 11 : A : courbe de survie de la mortalité globale ; B : courbe de survie de la mortalité globale en fonction de l'étiologie

V. Discussion :

Le but de cette étude était d'identifier les facteurs pré- intra- et post-opératoires influençant la perméabilité primaire des PFP sous articulaires en veine autologue. La perméabilité primaire à 1 an était de 61%. Nous avons mis en évidence que certaines caractéristiques liées aux patients ou au geste chirurgical représentaient un facteur de risque de thrombose à un an. Parmi elles, les patients diabétiques, ceux présentant un antécédent d'ATL stenting fémoro-poplité, ainsi que les PFP dont l'anastomose proximale était réalisée sur un axe donneur prothétique. L'utilisation d'un greffon autologue en position inversée ainsi que la réalisation d'un PFP pour le traitement d'un AAP étaient quant à eux des facteurs indépendamment associés à une meilleure perméabilité primaire à un an. En post-opératoire, la survenue de complications infectieuses de site opératoire et d'un événement CV grave dans les 30 jours suivants l'intervention étaient indépendamment associés à une diminution de la perméabilité primaire.

Notre cohorte présentait des données comparables à celle de la littérature en termes de caractéristiques démographiques et d'antécédents avec, toutefois, une plus forte proportion de patients présentant un antécédent de cardiopathie ischémique. Dans la littérature, les patients atteints d'AOMI ont une incidence annuelle de 2 à 3% d'IDM, et, la coronaropathie est la cause la plus fréquente de décès (40 à 60%) (25). Près de deux tiers de nos patients présentaient un diabète comme antécédent, qui était significativement associé à une plus faible perméabilité primaire à un an. Cet antécédent a déjà été identifié comme facteur de moins bon pronostic, comme le démontre *Smolock et al.* Dans leur étude comparant la perméabilité primaire des PFP versus l'ATL stenting fémoro-poplité, ils mettaient en évidence une association

significative entre le diabète et une plus faible perméabilité primaire, perméabilité primaire assistée, perméabilité secondaire et survie sans amputation (79).

Dans notre étude, l'antécédent d'ATL stenting de l'axe fémoro-poplitée était significativement associé à de moins bons résultats à 1 an en terme de perméabilité primaire. Ces données sont retrouvées dans les études « BASILE » (80), ainsi que celle de *Nolan et al.* qui analysaient les résultats de 132 patients ayant bénéficiés d'un PFP. à un an, le taux d'occlusion des PFP réalisés après échec d'ATL stenting fémoro-poplitée était significativement plus élevé (31%) que pour les procédures primaires de PFP dont le taux d'occlusion était de 18% (81).

Sur le plan chirurgical, près d'un quart des pontages non perméables à 1 an avaient bénéficié d'une anastomose sur un axe donneur prothétique. Lorsque l'artère donneuse était sur l'AFC, l'AFS ou l'artère poplitée supra articulaire, la perméabilité primaire était significativement améliorée. Concernant le mode d'utilisation du greffon veineux autologue, nous avons montré une différence significative de perméabilité primaire en faveur des pontages en VGS inversée. *Watelet et al.* avaient mis en évidence dans une étude prospective une perméabilité primaire à 10 ans de 41.7% pour les PFP dévalvulés contre 64.5% pour les pontages en veine inversée (82).

La perméabilité primaire à un an mise en évidence dans notre étude est inférieure aux chiffres retrouvés dans la littérature. Plusieurs méta-analyses réalisées ces dernières années se sont intéressées aux résultats des PFP en veine autologue. Les résultats mis en évidence pour la perméabilité primaire à 1 an variaient entre 69% et 81.4% (47)(48)(83). Cette différence de résultats peut être mis sur le compte d'une importante hétérogénéité entre les études analysées prenant en compte des populations peu comparables. Nous présentons ici, une étude de vraie vie avec des patients issus d'un centre de référence d'ischémie critique au niveau régional. Ce biais de centre peut

influencer sur la gravité et la complexité des lésions présentées par nos patients. La réalisation d'un PFP pour AAP est indépendamment associée à une meilleure perméabilité primaire dans notre étude. *J. Schellack et al.* mettaient en évidence une perméabilité primaire à 5 ans de 80%. L'état général globalement meilleur des patients porteurs d'un AAP associé à un réseau artériel plus sain comparativement aux patients souffrants d'AOMI, peut expliquer ces résultats.

En post-opératoire, la survenue d'une infection de site opératoire était associée à une moins bonne perméabilité primaire à un an. Peu d'études se sont intéressées spécifiquement aux thromboses de PFP secondaires à une infection de site opératoire. L'infection de site opératoire ou de pontage, par son caractère pro-thrombogène secondaire à l'inflammation qu'elle engendre, ressort dans notre étude comme un facteur indépendant influençant la perméabilité primaire. De même, la survenue d'un évènement CV grave en post-opératoire altère la perméabilité du pontage à un an de façon indépendante et significative dans notre étude. En effet, une chute transitoire du débit cardiaque ou une hypotension dans un contexte d'évènement cardiaque, associée aux traitements vasoconstricteurs nécessaires à sa prise en charge sont responsables d'une altération des flux au sein du pontage et peuvent engendrer sa thrombose (84).

Malgré un plus faible taux de perméabilité primaire, le taux d'amputation globale dans notre étude était de 10% toutes étiologies confondues. Ce taux d'amputation est inférieur à ceux décrits dans la littérature. Chez les patients en ischémie critique le taux d'amputations majeures est estimé entre 20 et 30 % à 1 an (12). La mortalité globale dans notre étude était supérieure à celle retrouvée dans la littérature. Une méta-analyse reprenant 35 études mettait en évidence une mortalité toutes causes de 28% chez des patients porteurs d'un PFP (12). En revanche, nous retrouvons un taux

de décès CV inférieur plus faible en comparaison aux résultats de la méta-analyse de *Sigvant et al.* (12).

Notre étude présente plusieurs limites. Premièrement, il s'agit d'une étude rétrospective non randomisée. Deuxièmement, les patients inclus ont été sélectionnés via le PMSI basé sur le codage des actes chirurgicaux. Des biais de sélection peuvent être liés à un mauvais codage. Troisièmement, le recueil de données a été réalisé en s'appuyant sur les courriers de sortie, les comptes rendus opératoires et les différents examens biologiques et d'imagerie. Ces différentes sources peuvent contenir des erreurs ou des manquements. Enfin, certaines données manquantes n'ont pas pu être analysées. Des données n'ont pas été étudiées tel que le diamètre de la veine utilisée étant donné que la moitié de la population n'avait pas bénéficié de calibrage veineux. Hors de nombreuses études ont montré qu'une veine avec un diamètre inférieur à 3 mm réduisait drastiquement la perméabilité primaire (56).

Malgré ces limites, notre étude présente une grande exhaustivité en prenant en compte un nombre important de critères cliniques, paracliniques et anatomiques aux différents stades de la prise en charge du patient, contrairement aux travaux précédents.

VI. Conclusion :

La perméabilité primaire des pontages fémoro-poplités en veine autologue pour la prise en charge d'une AOMI, d'un AAP, d'un traumatisme ou d'une iatrogénie vasculaire est acceptable dans notre étude. Cependant, ces résultats doivent être relativisés dans un contexte où les pathologies prises en charges présentent des physiopathologies et des terrains comorbides différents. L'analyse des facteurs cliniques et morphologiques pré-opératoires (diabète, antécédents d'angioplastie/stenting sur l'axe traité), des données relatives à la procédure (pontage en veine dévalvulée) et de suivi (infection du site opératoire) ont permis de mettre en évidence des sous-groupes de patients plus à risques de thrombose de pontage à 1 an. À l'inverse, des facteurs tels que la réalisation d'un pontage en veine saphène inversée, ou, pour traitement d'un AAP se sont avérés offrir de meilleurs résultats sur le pronostic du pontage. Une identification des patients à risque au début de leur prise en charge permettrait d'anticiper la gestion des facteurs de mauvais pronostic et d'améliorer les résultats à long terme des pontages fémoro-poplités en veine autologue.

VII. Annexes :

	Groupe AOMI N= 275	Groupe AAP N= 102	Groupe Trauma/latro N= 6	p. overall
Durée de l'intervention moy (min)	203(72.7)	176(49.7)	260(189)	0.002
Tunnelisation ortho anatomique	110(40.1)	64(62.7)	3(50.0)	<0.001
Utilisation de la veine (%)				<0.001
Dévalvulée	128(46.5)	27(26.5)	0(0.00)	
Inversée	126(45.8)	74(72.5)	6(100)	
Institue	9(3.27)	1(0.98)	0(0.00)	
Composite	9(3.27)	0(0.00)	0(0.00)	
Dévalvulée et composite	3(1.09)	0(0.00)	0(0.00)	
Geste endovasculaire associé : (%)				<0.001
Non	215(78.2)	101(99.0)	6(100)	
ATL/Stent d'aval	15(5.45)	0(0.00)	0(0.00)	
ATL /Stent d'amont	43(15.6)	1(0.98)	0(0.00)	
ATL stent d'amont et d'aval	2(0.73)	0(0.00)	0(0.00)	

Tableau supplémentaire 1 : Données techniques intra-opératoires en fonction des groupes

	N = 383			
	Groupe AOMI N=275	Groupe AAP N = 102	Groupe Trauma/iatrogénie N=6	p.
Perméabilité Primaire J30	300 (78%)			
	204 (74.5%)	91 (89.2%)	5 (83.3%)	0.05
Perméabilité Primaire M12	232 (60.7%)			
	145 (52.9%)	82 (80.4%)	5 (83.3%)	<0.001
Perméabilité Primaire assistée J30	316 (82.9 %)			
	217 (79.5%)	94 (92.2%)	5 (83.3%)	0.007
Perméabilité Primaire assistée M12	273 (71.7%)			
	177 (64.8%)	91 (89.2%)	5 (83.3%)	<0.001
Perméabilité Secondaire J30	325 (85.3%)			
	225 (82.4%)	95 (93.1%)	5 (83.3%)	0.019
Perméabilité Secondaire M12	282 (74%)			
	184 (67.4%)	93 (91.2%)	5 (83.3%)	<0.001

Tableau supplémentaire 2 : Perméabilité primaire, primaire assistée et secondaire à J30 et M12 toutes étiologies confondues et en fonction des groupes

PERMEABILITE PRIMAIRE M12	NON PERMEABLE N=150	PERMEABLE N=232	p. overall
Age (moyenne, DS)	65.7 ± 10.7	64.2 ± 11.3	0.200
Sexe Masculin (%)	119 (79.3)	212 (91.4)	0.001
Durée de séjour moyenne (jours) (moyenne/DS)	14.3 ± 9	11.7 ± 9	0.003
Facteurs de Risques CV : (%)			
Antécédent coronarien	51(34.0)	89(38.4)	0.450
Insuffisance cardiaque	15(10.0)	18(7.76)	0.565
Diabète :	67(44.7)	76(32.8)	0.025
Tabac	108 (72.0)	188(81.0)	0.052
Insuffisance rénale chronique	20(13.3)	20(8.62)	0.194
IMC	26.4(5.46)	26.5(5.46)	0.855
Antécédents chirurgicaux : (%)			
Atcd PABF (%)	9(6.00)	23(9.91)	0.246
Atcd Pont ilio-fémoral (%)	12(8.00)	24(10.3)	0.557
Atcd TEA fémorale (%)	26(17.3)	19(8.19)	0.011
Atcd Pontage fémoro poplité sus (%)	21(14.0)	28(12.1)	0.693
Atcd ATL/stent d'amont (%)	17(11.3)	30(12.9)	0.761
Atcd ATL/stent d'aval (%)	0(0.00)	2(0.86)	0.522
Atcd ATL/stent fem-pop (%)	39(26.0)	33(14.2)	0.006
Tunnelisation : (%)			
Extra anatomique	82(54.7)	123(53.2)	0.868
Ortho anatomique	68(45.3)	108(46.8)	
Anastomose proximale : (%)			0.013
AFC	81(54.0)	102(44.2)	
AFS	25(16.7)	71(30.7)	
AFP	4(2.67)	7(3.03)	
Prothèse (pontage/patch)	35(23.3)	38(16.5)	
Poplité	5(3.33)	13(5.63)	
Geste ouvert associé (%)	50(33.3)	69(29.7)	0.747
Geste endo associé (%)	29(19.3)	31(13.4)	0.124
Utilisation de la veine : (%)			<0.001
Dévalvulé	74(49.3)	80(34.5)	
Inversé	61(40.7)	145(62.5)	
Institue	5(3.33)	5(2.16)	
Composite	8(5.33)	1(0.43)	
Dévalvulé et composite	2(1.33)	1(0.43)	
Complication Infectieuses : (%)	26(17.7)	8(3.45)	<0.001
Évènement CV post-op : (%)			0.008
IDM	24(16)	19(8.2)	
AVC	15(10.0)	17(7.33)	
AVC	9(6.00)	2(0.86)	
Délais entre pontage et évènement cardio (jours)	541 ± 896	1033 ± 681	0.045
Évènements CV à J30 (%)	9(6.00)	1(0.43)	0.001
Décès CV (%)	12(8.00)	10(4.31)	0.198
Décès toutes causes : (%)	56(37.3)	68(29.3)	0.128
Délais entre pontage et décès (mois)	33.4 ± 32.6	46.5 ± 28.5	0.014

Tableau supplémentaire 3 : Perméabilité primaire à 1 an en univariée en fonction des variables pré- intra- et post-opératoires

VIII. Références bibliographiques

1. Prise en charge de l'artériopathie chronique oblitérante athéroscléreuse des membres inférieurs (indications médicamenteuses, de revascularisation et de rééducation). *Ann Dermatol Vénéréologie*. févr 2007;134(2):199-206.
2. Aday AW, Matsushita K. Epidemiology of Peripheral Artery Disease and Polyvascular Disease. *Circ Res*. 11 juin 2021;128(12):1818-32.
3. Aboyans V, Sevestre MA, Désormais I, Lacroix P, Fowkes G, Criqui MH. Épidémiologie de l'artériopathie des membres inférieurs. *Presse Médicale*. janv 2018;47(1):38-46.
4. Sampson UKA, Fowkes FGR, McDermott MM, Criqui MH, Aboyans V, Norman PE, et al. Global and Regional Burden of Death and Disability From Peripheral Artery Disease: 21 World Regions, 1990 to 2010. *Glob Heart*. 1 mars 2014;9(1):145-58.
5. Firnhaber JM, Powell CS. Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*. 15 mars 2019;99(6):362-9.
6. Campia U, Gerhard-Herman M, Piazza G, Goldhaber SZ. Peripheral Artery Disease: Past, Present, and Future. *Am J Med*. oct 2019;132(10):1133-41.
7. Joosten MM, Pai JK, Bertoia ML, Rimm EB, Spiegelman D, Mittleman MA, et al. Associations between Conventional Cardiovascular Risk Factors and Risk of Peripheral Artery Disease in Men. *JAMA J Am Med Assoc*. 24 oct 2012;308(16):1660-7.
8. HAS, Artériopathie Oblitérante des Membres inférieurs. mars 2017
9. HAS. Commission Nationale d'Evaluation des dispositifs Médicaux et des Technologies de Santé. 2 mai 2017
10. LENG GC, LEE AJ, FOWKERS FGR, WHITEMAN M, DUNBAR J, HOUSLEY

E, et al. Incidence, Natural History and Cardiovascular Events in Symptomatic and Asymptomatic Peripheral Arterial Disease in the General Population. *Int J Epidemiol.* 1 déc 1996;25(6):1172-81.

11. Abu Dabrh AM, Steffen MW, Undavalli C, Asi N, Wang Z, Elamin MB, et al. The natural history of untreated severe or critical limb ischemia. *J Vasc Surg.* déc 2015;62(6):1642-1651.e3.

12. Sigvant B, Lundin F, Wahlberg E. The Risk of Disease Progression in Peripheral Arterial Disease is Higher than Expected: A Meta-Analysis of Mortality and Disease Progression in Peripheral Arterial Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1 mars 2016;51(3):395-403.

13. Newman AB, Siscovick DS, Manolio TA, Polak J, Fried LP, Borhani NO, et al. Ankle-arm index as a marker of atherosclerosis in the Cardiovascular Health Study. Cardiovascular Heart Study (CHS) Collaborative Research Group. *Circulation.* sept 1993;88(3):837-45.

14. Paraskevas N, Castier Y, Fukui S, Soury P, Thabut G, Leseche G, et al. Superficial femoral artery autograft reconstruction in the treatment of popliteal artery aneurysm: Long-term outcome. *J Vasc Surg.* 1 août 2008;48(2):311-6.

15. Ben Hammamia M, Ghedira F, Koubaa MA, Ben Mrad M, Ziadi J, Denguir R. Traitement chirurgical des anévrismes poplités : résultats à court et à long termes. *Ann Cardiol Angéiologie.* oct 2019;68(4):215-20.

16. Dawson I, Sie RB, van Bockel JH. Atherosclerotic popliteal aneurysm. *Br J Surg.* mars 1997;84(3):293-9.

17. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease (Lower Extremity, Renal, Mesenteric, and Abdominal Aortic) [Internet]. [cité 12 juill 2022]. Disponible sur:

<https://www.ahajournals.org/doi/epdf/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.174526>

18. Jergovic I, Cheesman MA, Siika A, Khashram M, Paris SM, Roy J, et al. Natural history, growth rates, and treatment of popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* janv 2022;75(1):205-212.e3.
19. Huang Y, Gloviczki P, Noel AA, Sullivan TM, Kalra M, Gullerud RE, et al. Early complications and long-term outcome after open surgical treatment of popliteal artery aneurysms: Is exclusion with saphenous vein bypass still the gold standard? *J Vasc Surg.* 1 avr 2007;45(4):706-715.e1.
20. Tuveson V, Löfdahl HE, Hultgren R. Patients with abdominal aortic aneurysm have a high prevalence of popliteal artery aneurysms. *Vasc Med.* 1 août 2016;21(4):369-75.
21. Kim TI, Sumpio BE. Management of Asymptomatic Popliteal Artery Aneurysms. *Int J Angiol Off Publ Int Coll Angiol Inc.* mars 2019;28(1):5-10.
22. Phair A, Hajibandeh S, Hajibandeh S, Kelleher D, Ibrahim R, Antoniou GA. Meta-analysis of posterior versus medial approach for popliteal artery aneurysm repair. *J Vasc Surg.* oct 2016;64(4):1141-1150.e1.
23. Rich NM. Vascular Trauma. *Surg Clin North Am.* 1 déc 1973;53(6):1367-92.
24. Traumatismes vasculaires des membres.pdf.
25. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1 janv 2007;33(1, Supplement):S1-75.
26. Björck M, Earnshaw JJ, Acosta S, Bastos Gonçalves F, Cochenec F, Debus ES, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* févr 2020;59(2):173-218.

27. Campbell WB, Ridler BMF, Szymanska TH. Current management of acute leg ischaemia: results of an audit by the vascular surgical society of Great Britain and Ireland. *Br J Surg.* 1 nov 1998;85(11):1498-503.
28. Schneider F, Ricco JB. Ischémie aiguë des membres inférieurs. 2016;15.
29. Becker F, Luizy F, Baud JM, Pichot O. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler artériel des membres inférieurs en médecine vasculaire. Rapport de la Société française de médecine vasculaire (SFMV). *J Mal Vasc.* déc 2011;36(6):364-85.
30. Koelemay MJW, den Hartog D, Prins MH, Kromhout JG, Legemate DA, Jacobs MJHM. Diagnosis of arterial disease of the lower extremities with duplex ultrasonography. *Br J Surg.* 6 déc 2005;83(3):404-9.
31. Vlachopoulos C, Georgakopoulos C, Koutagiar I, Tousoulis D. Diagnostic modalities in peripheral artery disease. *Curr Opin Pharmacol.* avr 2018;39:68-76.
32. Shwaiki O, Rashwan B, Fink MA, Kirksey L, Gadani S, Karuppasamy K, et al. Lower extremity CT angiography in peripheral arterial disease: from the established approach to evolving technical developments. *Int J Cardiovasc Imaging.* oct 2021;37(10):3101-14.
33. Napoli A, Anzidei M, Zaccagna F, Cavallo Marincola B, Zini C, Brachetti G, et al. Peripheral Arterial Occlusive Disease: Diagnostic Performance and Effect on Therapeutic Management of 64-Section CT Angiography. *Radiology.* déc 2011;261(3):976-86.
34. Ouwendijk R, de Vries M, Pattynama PMT, van Sambeek MRHM, de Haan MW, Stijnen T, et al. Imaging Peripheral Arterial Disease: A Randomized Controlled Trial Comparing Contrast-enhanced MR Angiography and Multi-Detector Row CT Angiography. *Radiology.* sept 2005;236(3):1094-103.

35. Pollak AW, Norton P, Kramer CM. Multimodality Imaging of Lower Extremity Peripheral Arterial Disease: Current Role and Future Directions. *Circ Cardiovasc Imaging*. 1 nov 2012;5(6):797-807.
36. Hammer F. L'imagerie diagnostique dans l'artérite des membres inférieurs du patient diabétique. :5.
37. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 1 août 2016;37(29):2315-81.
38. Authors/Task Force Members, Rydén L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, et al. ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: the Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J*. oct 2013;34(39):3035-87.
39. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MLEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, et al. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J*. 1 mars 2018;39(9):763-816.
40. Zeller T, Baumgartner I, Scheinert D, Brodmann M, Bosiers M, Micari A, et al. Drug-eluting balloon versus standard balloon angioplasty for infrapopliteal arterial revascularization in critical limb ischemia: 12-month results from the IN.PACT DEEP

randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 14 oct 2014;64(15):1568-76.

41. Mills JL, Conte MS, Armstrong DG, Pomposelli FB, Schanzer A, Sidawy AN, et al. The Society for Vascular Surgery Lower Extremity Threatened Limb Classification System: Risk stratification based on Wound, Ischemia, and foot Infection (WIFI). *J Vasc Surg*. janv 2014;59(1):220-234.e2.

42. Ricco JB, Bartelink MLEL. Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO). :60.

43. Dubuis et al. - Anévrismes de l'artère poplitée quelle prise en .pdf [Internet]. [cité 3 août 2022]. Disponible sur: https://www.revmed.ch/view/477182/3983529/RMS_idPAS_D_ISBN_pu2013-24s_sa03_art03.pdf

44. Cervin A, Tjärnström J, Ravn H, Acosta S, Hultgren R, Welander M, et al. Treatment of Popliteal Aneurysm by Open and Endovascular Surgery: A Contemporary Study of 592 Procedures in Sweden. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg*. sept 2015;50(3):342-50.

45. Menzoian JO, Koshar AL, Rodrigues N. Alexis Carrel, Rene Leriche, Jean Kunlin, and the history of bypass surgery. *J Vasc Surg*. août 2011;54(2):571-4.

46. Klinkert P, Post PN, Breslau PJ, van Bockel JH. Saphenous Vein Versus PTFE for Above-Knee Femoropopliteal Bypass. A Review of the Literature. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. avr 2004;27(4):357-62.

47. Pereira CE, Albers M, Romiti M, Brochado-Neto FC, Pereira CAB. Meta-analysis of femoropopliteal bypass grafts for lower extremity arterial insufficiency. *J Vasc Surg*. sept 2006;44(3):510-517.e3.

48. Albers M, Romiti M, Brochado-Neto FC, Pereira CAB. Meta-analysis of alternate

autologous vein bypass grafts to infrapopliteal arteries. *J Vasc Surg.* sept 2005;42(3):449.e1-449.e8.

49. Dorweiler B, Gemechu A, Doemland M, Neufang A, Espinola-Klein C, Vahl CF. Durability of open popliteal artery aneurysm repair. *J Vasc Surg.* oct 2014;60(4):951-7.

50. Cole CW, Thijssen AM, Barber GG, McPhail NV, Scobie TK. Popliteal aneurysms: an index of generalized vascular disease. *Can J Surg J Can Chir.* janv 1989;32(1):65-8.

51. Schellack J, Salam A, Abouzeid MA, Smith RB, Stewart MT, Perdue GD. Femoral anastomotic aneurysms: A continuing challenge. *J Vasc Surg.* 1 sept 1987;6(3):308-17.

52. Ruoff BA, Cranley JJ, Hannan LA, Aseffa N, Karkow WS, Stedje KG, et al. Real-time duplex ultrasound mapping of the greater saphenous vein before in situ infrainguinal revascularization. *J Vasc Surg.* août 1987;6(2):107-13.

53. Chirurgie des artères du membre inférieur techniques.pdf.

54. Ricco JB, Page O, Régnault de la Mothe G. Chirurgie des anévrismes artériels des membres. *EMC - Tech Chir - Chir Vasc.* janv 2011;6(2):1-21.

55. Branchereau A, Ondo N'Dong F. Extended medial approach to the popliteal artery without muscular division. *Ann Vasc Surg.* janv 1989;3(1):77-80.

56. Slim H, Tiwari A, Ritter JC, Rashid H. Outcome of infra-inguinal bypass grafts using vein conduit with less than 3 millimeters diameter in critical leg ischemia. *J Vasc Surg.* févr 2011;53(2):421-5.

57. Griffith GL, Allen KB, Waller BF, Heimansohn DA, Robison RJ, Schier JJ, et al. Endoscopic and traditional saphenous vein harvest: a histologic comparison. *Ann Thorac Surg.* févr 2000;69(2):520-3.

58. Guo Q, Huang B, Zhao J. Systematic review and meta-analysis of saphenous

vein harvesting and grafting for lower extremity arterial bypass. *J Vasc Surg.* mars 2021;73(3):1075-1086.e4.

59. Malgor RD, Margolis JS, Montecalvo J, Shahidul I, Hines GL. Outcomes of endoscopically harvested saphenous vein for lower extremity bypass. *Acta Chir Belg.* oct 2014;114(5):319-23.

60. Gazoni LM, Carty R, Skinner J, Cherry KJ, Harthun NL, Kron IL, et al. Endoscopic versus open saphenous vein harvest for femoral to below the knee arterial bypass using saphenous vein graft. *J Vasc Surg.* août 2006;44(2):282-8.

61. Grus T, Lindner J, Vidim T, Tosovsky J, Matecha J, Rohn V, et al. The Anastomosis Angle Is a Key to Improved Long-Term Patency of Proximal Femoropopliteal Bypass. *Ann Vasc Surg.* sept 2009;23(5):598-605.

62. Schouten O, Hoedt MTC, Wittens CHA, Hop WCJ, van Sambeek MRHM, van Urk H, et al. End-to-end Versus End-to-side Distal Anastomosis in Femoropopliteal Bypasses; Results of a Randomized Multicenter Trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* mai 2005;29(5):457-62.

63. Chang BB, Leopold PW, Kupinski AM, Kaufman JL, Leather RP, Shah DM. In situ bypass hemodynamics. The effect of residual A-V fistulae. *J Cardiovasc Surg (Torino).* oct 1989;30(5):843-7.

64. Stavorovsky M, Iellin A. Thromboendarterectomy combined with femoropopliteal bypass. *World J Surg.* 1980;4(2):245-50.

65. Katz SG, Kohl RD, Yellin A. Iliac angioplasty as a prelude to distal arterial bypass. *J Am Coll Surg.* nov 1994;179(5):577-82.

66. Piazza M, Squizzato F, Lepidi S, Menegolo M, Grego F, Antonello M. Iliac Artery Stenting Combined with Ipsilateral Open Femoro-Popliteal Revascularization and Its Effect on Bypass Patency. *Ann Vasc Surg.* 1 oct 2017;44:282-8.

67. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* juin 2019;69(6):3S-125S.e40.
68. Dubosq M, Gouëffic Y, Duhamel A, Denies F, Dervaux B, Goyault G, et al. Optical Coherence Tomography Contribution Assessment in the Revascularization of Long Femoropopliteal Occlusive Lesions (TASC C and D): A Randomized Trial. *Ann Vasc Surg.* 1 janv 2021;70:362-9.
69. Jaff MR, White CJ, Hiatt WR, Fowkes GR, Dormandy J, Razavi M, et al. An Update on Methods for Revascularization and Expansion of the TASC Lesion Classification to Include Below-the-Knee Arteries: A Supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Endovasc Ther.* 1 oct 2015;22(5):663-77.
70. Dubosq M, Raux M, Nasr B, Gouëffic Y. Algorithm of Femoropopliteal Endovascular Treatment. *Medicina (Mex).* 16 sept 2022;58(9):1293.
71. Korhonen M, Biancari F, Söderström M, Arvela E, Halmesmäki K, Albäck A, et al. Femoropopliteal Balloon Angioplasty vs. Bypass Surgery for CLI: A Propensity Score Analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1 mars 2011;41(3):378-84.
72. Wiseman JT, Fernandes-Taylor S, Saha S, Havlena J, Rathouz PJ, Smith MA, et al. Endovascular vs. Open Revascularization for Peripheral Arterial Disease. *Ann Surg.* févr 2017;265(2):424-30.
73. Diehm N, Pattynama PM, Jaff MR, Cremonesi A, Becker GJ, Hopkins LN, et al. Clinical Endpoints in Peripheral Endovascular Revascularization Trials: a Case for Standardized Definitions. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* oct 2008;36(4):409-19.
74. Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease: Synopsis of the Kidney Disease: Improving Global Outcomes 2012 Clinical Practice Guideline

[Internet]. [cité 2 août 2022]. Disponible sur:

<http://www.acpjournals.org/doi/epdf/10.7326/0003-4819-158-11-201306040-00007>

75. Suckow BD, Kraiss LW, Stone DH, Schanzer A, Bertges DJ, Baril DT, et al. Comparison of Graft Patency, Limb Salvage, and Antithrombotic Therapy Between Prosthetic and Autogenous Below-Knee Bypass for Critical Limb Ischemia. *Ann Vasc Surg.* nov 2013;27(8):1134-45.

76. Panayiotopoulos YP, Taylor PR. Problems related to the definition of “distal” bypass and “secondary” patency rates. A paper for debate. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* nov 1996;12(4):464-70.

77. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: Revised version. *J Vasc Surg.* sept 1997;26(3):517-38.

78. Rutherford RB, Flanigan DP, Gupta SK, Johnston KW, Karmody A, Whittemore AD, et al. Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischemia. *J Vasc Surg.* 1 juill 1986;4(1):80-94.

79. Smolock CJ, Anaya-Ayala JE, Kaufman Y, Bavare CS, Patel MS, El-Sayed HF, et al. Current efficacy of open and endovascular interventions for advanced superficial femoral artery occlusive disease. *J Vasc Surg.* nov 2013;58(5):1267-1275.e2.

80. Meecham L, Patel S, Bate GR, Bradbury AW. Editor’s Choice – A Comparison of Clinical Outcomes Between Primary Bypass and Secondary Bypass After Failed Plain Balloon Angioplasty in the Bypass versus Angioplasty for Severe Ischaemia of the Limb (BASIL) Trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* mai 2018;55(5):666-71.

81. Nolan BW, De Martino RR, Stone DH, Schanzer A, Goodney PP, Walsh DW, et al. Prior failed ipsilateral percutaneous endovascular intervention in patients with critical limb ischemia predicts poor outcome after lower extremity bypass. *J Vasc Surg.*

sept 2011;54(3):730-6.

82. Watelet J, Soury P, Menard JF, Plissonnier D, Peillon C, Lestrat JP, et al. Femoropopliteal Bypass: In Situ or Reversed Vein Grafts? Ten-Year Results of a Randomized Prospective Study. *Ann Vasc Surg.* sept 1997;11(5):510-9.

83. Almasri J. A systematic review and meta-analysis of revascularization outcomes of infrainguinal chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2018;68(2):10.

84. Veith FJ, Gupta SK, Ascer E, Rivers SP, Wengerter KR. Improved Strategies for Secondary Operations on Infrainguinal Arteries. *Ann Vasc Surg.* janv 1990;4(1):85-93.

AUTEUR : Nom : WILLOT

Prénom : Clément

Date de soutenance : 18 octobre 2022

Titre de la thèse : Identification des facteurs prédictifs pré- intra-et post-opératoires influençant la perméabilité primaire des pontages fémoro-poplités en veine autologue.

Thèse - Médecine - Lille 2022

Cadre de classement : Chirurgie vasculaire

DES + FST/option : Chirurgie vasculaire

Mots-clés : artériopathie oblitérante des membres inférieurs, AOMI, revascularisation, ischémie critique, pontage fémoro-poplité, Anévrisme poplité, perméabilité primaire

Introduction : Le pronostic des pontages fémoro-poplité (PFP) en veine autologue varie en fonction de l'indication, que ce soit pour une artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI), un anévrisme de l'artère poplité (AAP), un traumatisme ou une iatrogénie vasculaire. L'objectif de notre étude était d'étudier la perméabilité primaire à un an et d'identifier des facteurs pré- intra- et post-opératoires pouvant influencer la perméabilité de ces pontages.

Matériel et méthode : Les patients ayant bénéficié d'un PFP sous artériale en veine saphène autologue *de novo* au CHU de Lille entre janvier 2010 et décembre 2020 ont été inclus de manière rétrospective. L'identification des patients a été réalisée via le Programme Médical de Système Informatique (PMSI). Les données démographiques, intra-opératoires et de suivi des malades traités étaient collectées à partir de leur dossier médical électronique.

Résultats : De 2010 à 2020, 383 patients ont bénéficié d'un PFP sous artériale veineux. 72% (N= 257) étaient traités pour une AOMI ; 27% (N= 102) présentaient un AAP et 1.6% (N= 6) un traumatisme vasculaire. La perméabilité primaire à 1 an était de 61%. Les PFP en veine saphène inversée étaient indépendamment associés à une meilleure perméabilité primaire (beta : 1.23 ; P < .016) ainsi que les PFP réalisés dans un contexte d'AAP (beta : 0.72 P < .027). Les événements cardiovasculaires graves post-opératoires ainsi que les infections de site opératoire étaient des facteurs indépendants d'une plus faible perméabilité primaire (beta : -2.6 P < .016 et beta : -1.45 P < .001).

Conclusion : La perméabilité primaire des PFP en veine autologue est acceptable dans notre étude. Ces résultats doivent être relativisés dans un contexte où les pathologies prises en charges présentent des terrains comorbides différents. L'analyse des facteurs cliniques et morphologiques pré-opératoires (diabète, antécédents d'angioplastie/stenting sur l'axe traité), des données relatives à la procédure (pontage en veine dévalvulée), et de suivi (infection du site opératoire), ont permis de mettre en évidence des patients à risques de thrombose de pontage à 1 an. À l'inverse, des facteurs, tels que les pontage en veine saphène inversée, ou pour traitement d'un AAP offraient de meilleurs résultats. Une identification des patients à risque au début de leur prise en charge permettrait d'anticiper la gestion des facteurs de mauvais pronostic et d'améliorer les résultats à long terme.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Jonathan SOBOCINSKI

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Marc LAMBERT

Monsieur le Docteur Louis PRUVOT

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Maxime LEBAZ-DUBOSQ