HAL
open science

Modification de l'hémodynamique artérielle lors d'une revascularisation périphérique dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs au stade d'ischémie d'effort ou de repos : analyse des flux Doppler selon la classification de Saint-Bonnet

Jean Dauphin

To cite this version:

Jean Dauphin. Modification de l'hémodynamique artérielle lors d'une revascularisation périphérique dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs au stade d'ischémie d'effort ou de repos : analyse des flux Doppler selon la classification de Saint-Bonnet. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03160579

HAL Id: dumas-03160579

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03160579v1

Submitted on 5 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

UFR SANTÉ

FACULTÉ de MÉDECINE

Année 2019/2020

THÈSE POUR L'OBTENTION

DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le lundi 21 Septembre à 11 heures 30

par

Monsieur Jean DAUPHIN

Né le 20 Juillet 1991 à Saint-Avold (57)

TITRE DE LA THÈSE

« Modification de l'hémodynamique artérielle lors d'une revascularisation périphérique dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs au stade d'ischémie d'effort ou de repos : analyse des flux Doppler selon la classification de Saint-Bonnet »

Président : Monsieur le Professeur Ludovic BERGER

Membres : Monsieur le Professeur Hervé NORMAND

Monsieur le Docteur Hubert DE BOYSSON

Madame la Professeur Anne DOMPMARTIN-BLANCHÈRE

Directeur de thèse : ***Docteur Damien LANÉELLE***

Année Universitaire 2019/2020

Doyen

Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3ème cycle)

Directrice administrative

Madame Sarah CHEMTOB

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	**AGOSTINI Denis**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**AIDE Nicolas**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**ALLOUCHE Stéphane**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	**ALVES Arnaud**	Chirurgie digestive
M.	**AOUBA Achille**	Médecine interne
M.	**BABIN Emmanuel**	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	**BÉNATEAU Hervé**	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	**BENOIST Guillaume**	Gynécologie - Obstétrique
M.	**BERGER Ludovic**	Chirurgie vasculaire
M.	**BERGOT Emmanuel**	Pneumologie
M.	**BIBEAU Frédéric**	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	**BRAZO Perrine**	Psychiatrie d'adultes
M.	**BROUARD Jacques**	Pédiatrie
M.	**BUSTANY Pierre**	Pharmacologie
Mme	**CHAPON Françoise**	Histologie, Embryologie
Mme	**CLIN-GODARD Bénédicte**	Médecine et santé au travail
M.	**DAMAJ Ghandi Laurent**	Hématologie

M. DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M. DEFER Gilles	Neurologie
M. DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M. DENISE Pierre	Physiologie
Mme DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M. DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M. DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale
Mme ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie
M. ESMAIL-BEYGUI Farzin	Cardiologie
Mme FAUVET Raffaèle	Gynécologie – Obstétrique
M. FISCHER Marc-Olivier	Anesthésiologie et réanimation
M. GÉRARD Jean-Louis	Anesthésiologie et réanimation
M. GUILLOIS Bernard	Pédiatrie
Mme GUITTET-BAUD Lydia	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. HABRAND Jean-Louis	Cancérologie option Radiothérapie
M. HAMON Martial	Cardiologie
Mme HAMON Michèle	Radiologie et imagerie médicale
M. HANOUZ Jean-Luc	Anesthésie et réa. médecine péri-opératoire
M. HULET Christophe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ICARD Philippe	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M. JOIN-LAMBERT Olivier	Bactériologie - Virologie
Mme JOLY-LOBBEDEZ Florence	Cancérologie
M. JOUBERT Michael	Endocrinologie
M. LAUNOY Guy	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. LE HELLO Simon	Bactériologie-Virologie
Mme LE MAUFF Brigitte	Immunologie
M. LOBBEDEZ Thierry	Néphrologie

M. LUBRANO Jean	Chirurgie viscérale et digestive
M. MAHE Marc-André	Cancérologie
M. MANRIQUE Alain	Biophysique et médecine nucléaire
M. MARCÉLLI Christian	Rhumatologie
M. MARTINAUD Olivier	Neurologie
M. MAUREL Jean	Chirurgie générale
M. MILLIEZ Paul	Cardiologie
M. MOREAU Sylvain	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M. MOUTEL Grégoire	Médecine légale et droit de la santé
M. NORMAND Hervé	Physiologie
M. PARIENTI Jean-Jacques	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. PELAGE Jean-Pierre	Radiologie et imagerie médicale
Mme PIQUET Marie-Astrid	Nutrition
M. QUINTYN Jean-Claude	Ophtalmologie
Mme RAT Anne-Christine	Rhumatologie
M. RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M. REPESSE Yohann	Hématologie
M. REZNIK Yves	Endocrinologie
M. ROD Julien	Chirurgie infantile
M. ROUPIE Eric	Médecine d'urgence
Mme THARIAT Juliette	Radiothérapie
M. TILLOU Xavier	Urologie
M. TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
M. TROUSSARD Xavier	Hématologie
Mme VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M. VERDON Renaud	Maladies infectieuses
Mme VERNEUIL Laurence	Dermatologie
M. VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

M. DE LA SAYETTE Vincent	Neurologie
Mme DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne	Dermatologie
M. GUILLAUME Cyril	Médecine palliative
M. LEBAS François	Médecine Générale
M. SABATIER Rémi	Cardiologie

PRCE

Mme LELEU Solveig	Anglais

PROFESSEURS EMERITES

M. HURAULT de LIGNY Bruno	Néphrologie
Mme KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M. LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. LEPORRIER Michel	Hématologie
M. VIADER Fausto	Neurologie

Année Universitaire 2019/2020

Doyen

Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3ème cycle)

Directrice administrative

Madame Sarah CHEMTOB

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M. ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M. BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M. BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M. COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M. CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme DUPONT Claire	Pédiatrie
M. ÉTARD Olivier	Physiologie
M. GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M. GRUCHY Nicolas	Génétique
M. GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie

M. HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M. ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M. JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme KRIEGER Sophie	Pharmacie
M. LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M. MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M. SESBOÜÉ Bruno	Physiologie
M. TOUTIRAIS Olivier	Immunologie
M. VEYSSIERE Alexis	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

Mme ABBATE-LERAY Pascale	Médecine générale
M. COUETTE Pierre-André	Médecine générale
Mme NOEL DE JAEGHER Sophie	Médecine générale
M. PITHON Anni	Médecine générale
M. SAINMONT Nicolas	Médecine générale
Mme SCHONBRODT Laure	Médecine générale

MAITRES DE CONFERENCES EMERITES

Mme DEBRUYNE Danièle	Pharmacologie fondamentale
Mme DERLON-BOREL Annie	Hématologie
Mme LEPORRIER Nathalie	Génétique

Remerciement

Merci à Monsieur le Professeur BERGER de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ma thèse.

Merci à Madame la Professeur DOMPMARTIN-BLANCHÈRE d'avoir bien voulu participer à ce jury de thèse et de m'avoi accueilli dans son équipe pendant un semestre.

Merci à Monsieur le Professeur NORMAND, à Monsieur le Docteur DE BOYSSON de m'avoir fait l'honneur de participer à ce Jury de Thèse.

Merci à Monsieur le Docteur LANÉELLE de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse, de m'avoir accueilli au sein du service de Médecine Vasculaire et de m'avoir formé à cette spécialité.

A mes parents, pour m'avoir soutenu dans ce long parcours que sont les études de Médecine, merci pour votre soutien.

Aux Amis, 18 ans déjà que je connais certains d'entre vous, et avec qui j'espère encore voyager et découvrir le monde.

A la classe de Neige, pour ces années d'externat, ces soutiens dans les moments les plus difficiles.

Au Vascu Gang Junior, pour ce Semestre qui restera longtemps dans les annales de la Médecine Vasculaire du CHU de Caen.

A Elsa, pour cette magnifique rencontre.

Aux Docteurs POTTIER, CHAUSSERIE, CHAUSSAVOINE, GUILLAUMAT, GAILLET, LE GUERINEL, COUSIN, SAFOUANE et BECQUET, du service de Médecin Vasculaire.

Au Docteur ELHOMSY pour ce Semestre de Médecine Vasculaire à Cherbourg.

Au Docteur AUVRAY pour son soutien pendant ce travail de thèse.

Aux infirmières et aux médecins du service de Plaies et Cicatrisation et à mon co-interne de l'époque M. ALLARD, pour ce mélange de bonne humeur et d'apprentissage.

Merci encore pour tout ce que vous m'avez apporté.

Abréviation

AOMI : Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs

ARA II : Antagoniste des Récepteurs de l'Angiotensine 2

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

CAPRIE : Clopidogrel vs Aspirin in Patients at Risk of Ischemic Events

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

DPP4 : Dipeptidyl peptidase-4

GLP1 : Glucagon-like Peptid 1

HAS : Haute autorité de santé

IEC : Inhibiteur de l'Enzyme de Conversion

IMC : Indice de Masse Corporel

IPS : Indice de Pression Systolique

JAMA : Journal of the American medical association

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PPAR : Peroxisome proliferator-activated receptor

SGLT2 : Sodium/glucose cotransporteur 2

TcPO2 : Mesure transcutanée de la Pression en Oxygène

WIQ : Walking Impairment Questionnaire

Table des matières

Introduction **1**
1. Généralités 1
2. Anatomie des artères des membres inférieurs 2
3. Physiopathologie 4
4. Epidémiologie, facteurs de risque cardiovasculaire 4
5. Méthode d'exploration 5
6. Analyse spectrale, classifications 9
7. Prise en charge de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs 13
8. Qualité de vie et amélioration clinique de l'AOMI 16
9. Objectifs de l'étude 17
Matériel et méthode **18**
1. Type d'étude 18
2. Critères d'inclusion 19
3. Description des données recueillies 21
4. Analyse statistique 22
Résultat **24**
1. Population 24
2. Profil clinico-hémodynamique 26
3. Analyse des caractéristiques des patients à l'issue de l'intervention 27
Discussion **32**
1. Profil des patients de l'étude 32
2. Classification de Saint-Bonnet et procédure interventionelle 32
3. Critère d'amélioration après l'intervention 34
4. Limites de l'étude 35
5. Force, originalité de l'étude et perspective 35
Conclusion **37**
Figures **38**
Bibliographie **45**

Introduction

1. Généralités

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs se définit comme l'obstruction partielle ou totale d'une ou plusieurs artères destinées aux membres inférieurs.

Cette obstruction est l'évolution naturelle de l'athérosclérose dans la majorité des cas, pathologie artérielle définie par l'OMS comme « une association variable de remaniement de l'intima et de la média des vaisseaux de gros et de moyen calibre consistant en une accumulation focale de lipides, de glucides complexes, de sang et de produits sanguins, de tissu fibreux et de dépôt calcaire, le tout s'accompagnant de modification de la média »[1].

Cette obstruction entraine une ischémie musculaire intermittente du membre inférieur dans un premier temps, avec une symptomatologie survenant classiquement à l'effort pour évoluer vers une ischémie cutanée permanente au repos[2].

Plusieurs classifications ont tenté de structurer des stades de gravité de cette artériopathie. La première fut celle de Fontaine en 1952, classant les lésions artérielles selon leurs signes cliniques uniquement[3].

La deuxième classification proposée fut celle de Rutherford en 1986, associant la symptomatologie clinique à des tests objectifs, comme un test de marche ou la mesure de la pression systolique à la cheville[4]. C'est également la première classification à différencier une atteinte ischémique aigüe d'une pathologie chronique.

Les classifications suivantes, plus chirurgicale, se basaient plutôt sur une atteinte anatomique, objectivée par angiographie, comme la classification de TASC (Trans Atlantic Inter Society Consensus) en 2000 qui devient en 2007 la TASC II[4] (Figure 1).

Actuellement en France, on classe l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs en deux formes, l'ischémie d'effort et l'ischémie de repos[5].

2. Anatomie des artères des membres inférieurs

Le système artériel a pour objectif le transport du flux sanguin pulsatile à haute pression provenant du cœur en un flux régulier à basse pression destiné aux artères de gros, moyen et petit calibres. Cette fonction nécessite une structure particulière qu'on peut organiser en trois tuniques, l'intima, la média et l'adventice[6].

L'intima est une monocouche de cellules endothéliales directement en contact avec le sang. Elle a un rôle d'échange avec le sang et de maintien de l'homéostasie des vaisseaux. Elle présente également une activité antithrombogène par exposition de glycalyx, molécule à charge négative limitant l'adhésion des éléments figurés du sang et d'autres inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire. La perte de ces fonctions d'inhibition peut conduite à une situation pathologique chronique[6].

La média se compose de cellules musculaires lisses présentant des propriétés contractiles, entourées de matrice extracellulaire généralement avasculaire. La variation de proportion entre les cellules musculaires et la matrice extra-cellulaire détermine le caractère élastique ou musculaire de l'artère. Cette média est séparée de l'adventice par la limitante élastique externe[6].

L'adventice est la dernière couche de l'artère. Elle se compose d'un tissu conjonctif lâche fixant l'artère aux structures adjacentes, et d'un vasa-vasorum nécessaire à la vascularisation et à l'innervation de l'artère elle-même[6].

La vascularisation artérielle du membre inférieur commence dès l'aorte. Cet axe vasculaire principal nait directement de l'orifice aortique du cœur à la base du ventricule gauche. Elle est oblique en haut en avant sur 4 cm puis devient quasi-verticale et se poursuit par un segment horizontal. La crosse de l'aorte fait suite à cette portion ascendante et se dirige obliquement en arrière et à gauche. S'en suit la dernière portion de l'aorte thoracique, l'aorte descendante, qui présente un trajet oblique en bas, en dedans et en avant.

L'aorte abdominale fait suite à l'aorte thoracique au passage du hiatus aortique diaphragmatique. Elle chemine en avant et latéralement à gauche de la colonne vertébrale. Elle vascularise par des collatérales importantes l'ensemble des viscères abdominales. Elle donne au niveau du disque L4-L5 les artères iliaques communes, deux branches terminales majeures pour la vascularisation du pelvis et des membres inférieurs.

Cette artère iliaque commune bifurque selon un angle moyen de 60° et se divise au bout de 6 cm environ en artère iliaque interne, à destination du pelvis, et en artère iliaque externe vascularisant principalement le membre inférieur. Cette dernière a un trajet oblique en dehors arciforme en longeant le muscle grand psoas. Elle se termine sous le ligament inguinal en dedans du muscle grand psoas et se continue par l'artère fémorale commune.

L'artère fémorale commune est le prolongement de l'artère iliaque externe, avec un trajet oblique en bas, en dedans et en arrière. Elle se divise en artère fémorale profonde, axe volumineux à destination de la cuisse, et en artère fémorale superficielle qui suit le canal fémoral, sorte de gouttière cheminant à la face médiale des muscles pectiné et adducteurs et latérale des muscles ilio-psoas et vaste médial jusqu'au hiatus tendineux de l'adducteur compris entre les faisceaux moyens et inférieurs du grand adducteur et de la diaphyse fémorale.

L'artère poplitée fait suite à l'artère fémorale superficielle, parcourant de haut en bas la fosse poplitée avec un trajet tout d'abord oblique en bas et en dehors puis verticale à sa portion moyenne, pour se terminer à hauteur de l'arcade tendineuse du soléaire en tronc tibio-fibulaire et tibiale antérieure. Elle donne également sur son trajet plusieurs collatérales vascularisant les muscles du genou et de la jambe.

La vascularisation principale de la jambe s'effectue par l'artère tibiale antérieure et le tronc tibio-fibulaire. Tandis que l'artère tibiale antérieure chemine ventralement par rapport à l'axe jambier, franchissant l'espace entre le tibia et la fibula pour descendre jusqu'au bord caudal du reticulanum des extenseurs, le tronc tibio-fibulaire chemine obliquement en bas et en

dedans sur le plan musculaire profond de la jambe jusqu'au tiers crânial de la loge dorsale de la jambe. Il se divise ensuite en artère tibiale postérieure qui chemine médialement au nerf tibial et postérieurement avec le tibial postérieur, et en artère fibulaire qui se dirige en dehors et verticalement puis s'épuise progressivement jusqu'à la ligne talo-crurale.

3. Physiopathologie

L'athérosclérose évolue selon plusieurs stades, allant du simple épaississement pariétal, à la plaque athéromateuse, puis à l'obstruction[2].

Cette athérosclérose est favorisée par la présence de facteurs de risque cardiovasculaires, telles que le tabagisme, l'hypertension artérielle, la dyslipidémie ou le diabète[4].

L'athérosclérose peut atteindre l'ensemble des vaisseaux vascularisant les membres inférieurs dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs.

4. Epidémiologie, facteurs de risque cardiovasculaire

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs est une pathologie fréquente, avec plus de 200 millions de personnes touchées dans le monde selon les dernières estimations[4]. La prévalence de la maladie en France était estimée à 11% de la population général, mais cette estimation date de 2000 et est donc probablement sous-estimée[6]. En effet, une méta-analyse effectuée sur 34 articles en 2010 retrouvait une augmentation de cette prévalence de 25% au niveau mondiale, avec une variabilité entre les pays à haut revenu et les pays à faible et moyen revenu (Environ 13% d'augmentation de prévalence pour les pays à haut revenu)[7]. Cette prévalence augmentait également avec l'âge, avec une atteinte estimée à 5 % chez les moins de 50 ans, pour atteindre 80% chez les plus de 85 ans[7].

Les facteurs de risque de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs sont les facteurs de risque cardio-vasculaire classiques, avec une prédominance pour le tabagisme et le

diabète[7]. Cette pathologie est également associée à un surrisque de morbi-mortalité cardiovasculaire avec un risque d'accident vasculaire cérébral, d'infarctus du myocarde ou de mort de 21% à un an[8,9]. Le risque d'infarctus du myocarde est multiplié par 2.5 et le risque d'AVC par 3 chez ces patients[10]. La composante obstructive de cette artériopathie aboutit également par sa composante ischémique à une nécrose tissulaire entrainant un risque d'amputation estimé à 5% à 7 ans[4].

La sévérité de l'AOMI, évaluée suivant le stade clinique, est corrélée à la morbi-mortalité vasculaire[11]. L'atteinte multisite est également associée avec un surrisque de mortalité, passant de 12% en cas d'atteinte d'un seul site cardiovasculaire à 21% en cas d'atteinte de deux sites cardiovasculaires (carotidienne ou cardiaque)[9].

5. Méthodes d'exploration

La méthode recommandée en première intention pour le dépistage et le suivi d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs est l'Indice de Pression Systolique[12].

Il correspond au rapport de la pression systolique mesurée au niveau des artères distales au niveau de la cheville (artère tibiale antérieure et postérieure) et la pression systolique brachiale mesurée aux deux bras, après 5 min de repos[13]. La valeur normale de l'IPS est comprise entre 0.9 et 1.40. En dessous de 0.90, on retient le diagnostic d'AOMI avec une sensibilité de 95% et une spécificité proche de 100%. Les valeurs supérieures à1.40 sont la plupart du temps le signe d'une atteinte particulière appelée médiacalcose, processus de calcification de la paroi artérielle entrainant une incompressibilité de cette dernière[14]. L'avantage de cette méthode diagnostique est sa simplicité d'utilisation et sa capacité à détecter les cas asymptomatiques. L'indice de Pression Systolique est également corrélé avec un surrisque de mortalité lorsqu'il est abaissé ou élevé[15,16]. En cas de diabète ou d'insuffisance rénale, la mesure de la valeur peut être cependant faussée du fait de la présence de cette médiacalcose, par élévation

artificielle de la valeur. Une mesure de Pression Systolique d'Orteil pourra être réalisée afin de faire le diagnostic d'artériopathie oblitérante des membres inférieurs[17].

Il existe de nombreuses méthodes d'imagerie permettant la mise en évidence de ces obstructions artérielles des membres inférieurs, dont la plus ancienne est l'artériographie. Cette technique, considérée jusqu'à récemment comme le Gold Standard, consistait en une ponction directe des axes artériels, l'artère fémorale commune principalement et à monter un cathéter approprié au territoire exploré[18].

L'opacification par produit de contraste iodée de la lumière artérielle pouvait mettre en évidence un défect correspondant majoritairement à une plaque. Cette technique n'est maintenant plus qu'utilisée en peropératoire du fait de son caractère invasif et de la nécessité d'une injection de produit de contraste iodé. Elle garde cependant certains avantages comme une résolution spatiale et temporelle encore inégalée, sa répétabilité et son caractère hypersélectif. Ses inconvénients sont représentés par la nécessité d'une ponction artérielle avec un risque d'hématome, de fistule artérioveineuse, de faux anévrysme et les complications secondaire à l'injection de produit de contraste iodé[19].

La méthode recommandée en première intention dans le diagnostic et le suivi post-revascularisation des patients présentant une artériopathie oblitérante des membres inférieurs est l'échographie-doppler[12].L'utilisation du principe du Doppler a été proposé pour la première fois en 1956 en médecine à visée cardiologique. Il a été par la suite démontré que l'étude des vaisseaux artériels et veineux pouvait être réalisée[21]. Les diverses avancées technologiques, allant de la possibilité d'analyse du sens du flux au doppler continu en passant par la technique du doppler pulsé, puis l'association à l'échographie en mode B a permis des performances toujours plus précises et un élargissement des possibilités d'utilisation en médecine et notamment en médecine vasculaire.

L'effet Doppler est un phénomène physique selon lequel la fréquence perçue par un récepteur est plus élevée ou plus basse que la fréquence d'émission, selon que l'émetteur se rapproche ou s'éloigne du récepteur[22].

Il consiste en Médecine à la mesure de la vitesse d'écoulement des éléments figurés du sang dans les vaisseaux, par réflexion d'une onde ultrasonore émise par une sonde. La variation de fréquence obtenue est ainsi dépendante de la fréquence émise, de la vitesse de l'objet, ici les éléments figurés du sang et notamment les hématies, de la vitesse de propagation des ultrasons dans les tissus mous et de l'angle formé entre la direction du faisceau ultrasonore et l'écoulement sanguin[6]. De plus, l'intensité du signal de cette fréquence correspond au nombre de ces éléments figurés circulant à une vitesse donnée. On peut donc obtenir après traitement informatique un diagramme comportant 3 composantes :

- Le temps en abscisse
- Les vitesses en ordonnée, déduites des fréquences ou bandes de fréquence
- En brillance (ou remplissage) le nombre d'éléments du sang qui dans le volume de mesure se déplacent à la vitesse correspondante.

Ce diagramme représentant les vitesses en fonction du temps est appelé un sonogramme.

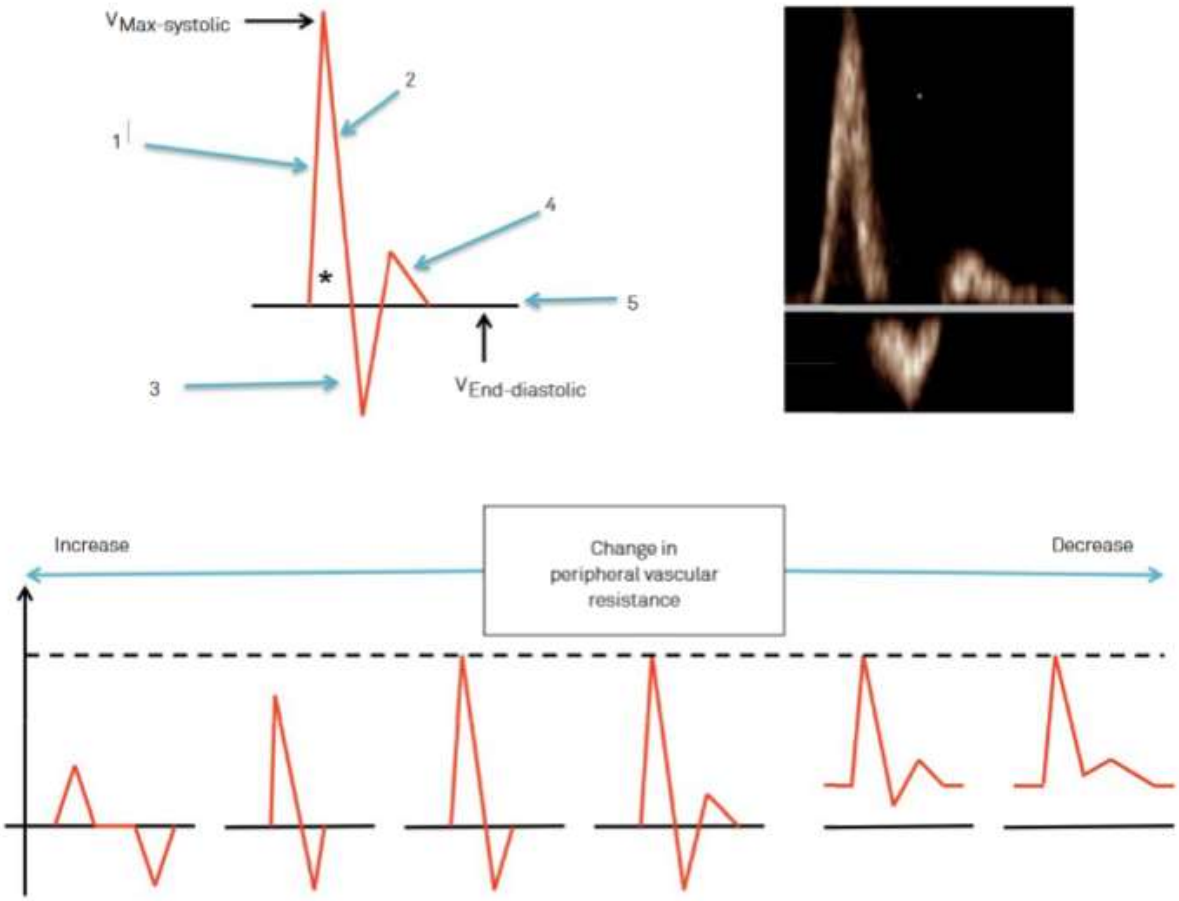
En Médecine et du fait de la vitesse circulatoire rencontrées dans l'organisme, des fréquences variant entre 100 et 20 000 Hertz peuvent être utilisées.

Le flux physiologique est dit laminaire, avec l'ensemble des hématies se déplaçant dans la même direction, et avec une composante pulsatile, reflet de la contraction systolique cardiaque. Ce sonogramme de flux normal présente également une « fenêtre spectrale », hyposignal situé dans l'aire sous la courbe, s'expliquant par une vitesse quasi similaire de l'ensemble des hématies. On peut décrire le flux normal d'une artère à destinée musculaire comme présentant (Fig. 2)[23] :

- Une branche ascendante avec un temps de montée court, correspondant comme dit précédemment à la systole.

- Une branche descendante, suivie d'un rebond négatif, puis d'un rebond positif, correspondant à la diastole.

Figure 2 : Flux artériel périphérique normal et évolution en fonction des résistances périphériques



D'après Mahé et al., "Statement for Doppler Waveform Analysis"

Le flux revient ensuite à la ligne de base jusqu'au cycle suivant. Cet aspect de rebond multiple le long de la ligne de base est expliqué par l'élasticité pariétale artérielle et par les résistances périphériques capillaires. La perte de ces aspects peut être secondaire à une sténose sur le réseau artériel d'amont, ou secondaire à une augmentation importante des résistances vasculaires périphériques (par exemple en cas d'angiosclérose secondaire au diabète ou à l'insuffisance rénale)[23].

Dans le cadre du diagnostic échodoppler et du suivi d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs, l'évaluation des lésions et la recherche de ré-obstruction post-interventionnelle se fait principalement sur des mesures vélocimétriques au niveau lésionnel par comparaison avec les vitesses systoliques maximales du flux d'amont[24]. On considère qu'un rapport entre la vitesse systolique maximale au niveau de la lésion et la vitesse systolique maximale sur un flux d'amont supérieur à 2 est en faveur d'une sténose significative supérieure à 50%[24].

6. Analyse spectrale, classifications

Un autre paramètre analysable est l'évaluation spectrale du flux artériel sur le sonogramme avec des paramètres de défilement compris entre 50 et 66 mm/s. Une altération du flux en aval d'une lésion artérielle est un argument indirect en faveur d'une sténose présentant un rétrécissement de diamètre supérieure à 70%[25]. Ce paramètre est cependant moins facilement utilisé et plus faiblement validé dans les différentes études, avec certaines études retrouvant une plus faible sensibilité et spécificité de l'analyse du flux spectral en aval de la sténose avant et après une procédure de revascularisation artérielle des membres inférieurs comparativement à la mesure de l'Indice de Pression Systolique[26]. Il reste cependant décrit comme utile notamment dans la recherche de signe indirect de sténose ou d'occlusion significative des axes iliaques et de l'aorte abdominale, avec une valeur prédictive positive de 92% de lésions d'amont en cas de flux monophasique au niveau de l'artère fémorale commune[25].

Une étude prospective récente sur 50 patients présentant un diabète de type 2 a de même retrouvé que l'analyse spectrale du sonogramme était la méthode permettant de diagnostiquer le plus d'atteinte artérielle des membres inférieurs avec une détection de 93% d'atteinte artérielle sur l'ensemble des 100 jambes étudiées, comparée à l'indice de pression systolique d'orteil (72%), l'Indice de Pression Systolique de cheville (57%), la pression systolique d'orteil

en valeur absolue (35%), la TcPO2 (30%) et enfin la recherche de pouls périphériques (23%)[27]. Les sonogrammes étaient classifiés en normal si le flux était triphasique ou biphasique, anormal si monophasique ou monophasique diastolisé selon les données présentées par la TASC Force II de 2007.

D'autres études retrouvaient des avantages à l'analyse morphologique du flux doppler pour le pronostic de l'AOMI de patients dans des sous-groupes à risque, comme les patients dialysés ou diabétique, avec un surrisque majeur d'amputation en cas de visualisation d'un flux monophasique en distalité en cas de mal perforant plantaire ou post-revascularisation des artères jambières[28,29].

La principale limite dans l'analyse de ces flux doppler est le manque d'un vocabulaire commun à l'ensemble des praticiens utilisant l'échographie doppler dans cette indication, la plupart classifiant simplement les flux comme normal ou anormal[23]. Ainsi, dans une revue de 94 études, 81 d'entre elles donnaient une définition d'un flux dit triphasique et monophasique mais seule 38% d'entre elles donnaient leur définition d'un flux biphasique[30]. Ces formes basiques de classifications n'excluaient malheureusement pas des confusions, amplifiées par la présence d'une diastolisation du flux, souvent présent en aval d'une obstruction ou en cas d'hyperémie réactionnelle à une inflammation ou une ulcération du membre inférieur[31].

L'utilisation d'un repère visuel et d'un vocabulaire commun permettait cependant de réduire la variation inter-observateur dans une étude multicentrique française récente[32].

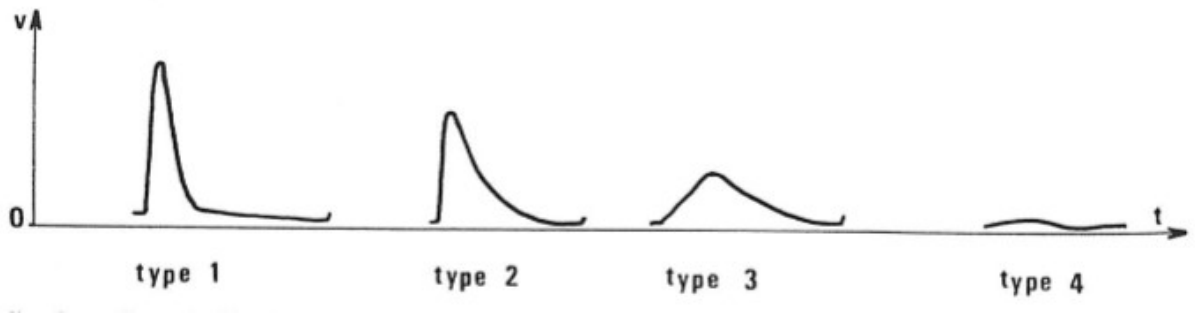
Le caractère expérimenté ou non de l'opérateur analysant les flux doppler ne semble pas entrainer de différence majeure dans la variabilité de l'interprétation selon une étude analysant les réponses d'étudiant et de spécialistes utilisant l'échodoppler aux Etats-Unis [33].

Plusieurs classifications ont été proposées mais ne précisaient pas de termes pour l'ensemble des flux analysables et n'ont pas été retenus.

La plus ancienne classification proposée en France est la classification de Descotes et Cathignol proposée en en 1975 (Figure 3)[34]. Elle proposait une classification en 5 groupes,

allant d'un flux dit 0 ou N à un flux de type 4. Dans cette classification, le type N correspondait à un flux triphasique, le type 1 à une perte du rebond positif et négatif, le type 2 à un allongement du temps de descente de la branche de la première partie, le type 3 à un amortissement et une diminution de la branche ascendante de la première phase et le type 4 à une absence de flux visualisée au sonogramme, seul le signal sonore étant analysable. La deuxième classification proposée fut la classification de Spronk en 2005, en 4 classes, élaborée principalement lors de l'analyse des flux doppler au niveau de l'artère fémorale commune[35]. Elle distinguait des flux dits triphasiques ou normaux, biphasiques, monophasiques "étroits" et monophasiques altérés. Cette classification avait pour principal but d'estimer la probabilité de sténose significative au niveau des axes iliaques et retrouvait une bonne valeur prédictive positive de 92% comparativement à l'angiographie par résonnance magnétique, méthode paraclinique intéressante mais qui n'est pas considéré comme le Gold Standard.

Figure 3 : Classification de Cathignol et Descotes



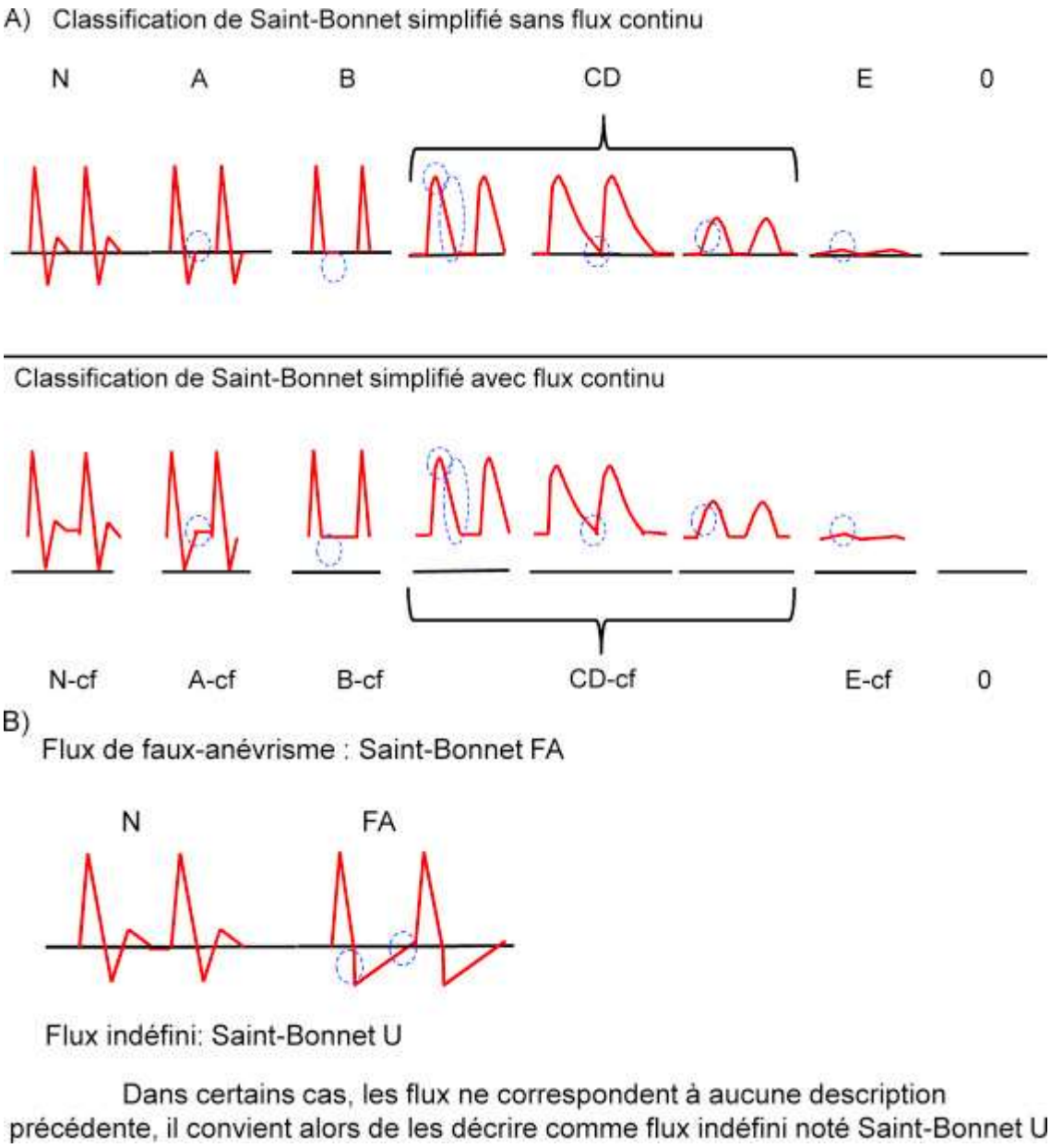
D'après Cathignol et al., "Classification of changes in circulatory rate in the arteries of the lower limbs. Transcutaneous measurement by Doppler effect"

L'inconvénient de cette classification était l'absence de validation sur le reste des axes artériels, notamment distaux et l'absence de description de certains flux visualisables sur ces axes artériels, notamment la diastolisation qui n'est pas décrite dans cette classification. En effet, une revue effectuée sur 94 études en 2009 comparant les définitions et les appellations

et iconographies des flux doppler retrouvait une confusion entre un flux pulsé diastolisé (ou pandiastolic en anglais) avec un flux monophasique dans 45% des cas et même biphasique dans 5% des cas[36].

Récemment, le Collège Français de Médecine Vasculaire a proposé la mise en place et l'enseignement national aux internes de Médecine Vasculaire d'une classification dite « de Saint-Bonnet », permettant un vocabulaire commun au niveau national pour l'analyse spectrale (Figure 4)[37]. Cette classification se basait sur les critères morphologiques classiques anglo-saxons, tout en détaillant le caractère diastolisé ou non du flux. Une forme simplifiée de cette classification a également été éditée, permettant une bonne différenciation entre les spectres dits pulsés (N, A et B ainsi que leur composante diastolique N-fc, A-fc et B-fc) et les flux dits amortis (CD, E, CD-fc et E-fc).

Figure 4 : Classification des flux Doppler selon Saint-Bonnet



D'après Boulon et al., « Analyse des flux Doppler »

7. Prise en charge de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs

La prise en charge d'un patient présentant une artériopathie oblitérante des membres inférieurs comporte deux volets principaux : la prise en charge des facteurs de risque

cardiovasculaire et la prise en charge de la pathologie obstructive et de la symptomatologie du patient[12].

La prise en charge des facteurs de risque cardiovasculaire est une part importante du traitement du patient artériopathe du fait de son surrisque d'évènement cardiovasculaire majeur à moyen et long terme[10]. Il consiste en un arrêt du tabagisme, une réadaptation à la marche, à un traitement anti-agrégant plaquettaire et au traitement de l'hypertension artérielle, du diabète et de la dyslipidémie[38,39,40.]

Le tabagisme est considéré comme un facteur de risque cardiovasculaire important avec une corrélation entre la quantité de tabac absorbée au cours de la vie (estimée en Paquet par Année) et le risque de mortalité, la sévérité de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs, et le taux d'amputation[41]. L'arrêt total du tabagisme permet de stopper la progression de l'atteinte athéromateuse[42].

Le deuxième facteur de risque le plus important de la progression de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs est le diabète[10]. Une étude retrouvait un surrisque de 28 % d'apparition d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs pour chaque augmentation d'un point de l'HbA1C[43]. Les principales classes thérapeutiques utilisées sont l'insulinothérapie, les biguanides, les glinides, les agonistes du GLP1, les inhibiteurs du DPP4, les agonistes du PPAR et les inhibiteurs du SGLT-2, dont certains retrouvant des effets bénéfiques sur la mortalité cardiovasculaire, mais un seul retrouvant un bénéfice net sur la diminution du taux d'amputation[44,45,46,47,48].

L'insulinothérapie ne démontrait pas de bénéfice sur la prévention d'événement cardiovasculaire majeur dans les études[49]. Il n'existe pas d'études évaluant son bénéfice sur la prévention du taux d'amputation.

Le traitement de l'hypertension artérielle fait appel aux inhibiteurs calciques, aux inhibiteurs de l'enzyme de conversion, aux antagonistes du récepteur de l'angiotensine II, aux diurétiques thiazidiques et aux bétabloquants. L'ensemble de ces classes thérapeutiques peut être

administré dans le traitement de l'hypertension artérielle chez l'artériopathe des membres inférieurs[50]. On privilégiera les inhibiteurs de l'enzyme de conversion ou les antagonistes des récepteurs de l'angiotensine pour leur diminution du risque d'évènement cardiovasculaire majeur[51]. Aucune étude ne retrouvait de bénéfice de ces classes thérapeutiques dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs mis à part l'inhibiteur calcique Verapamil qui permettait d'améliorer le périmètre de marche[52].

Le traitement de la dyslipidémie fait appel à la classe des Statines. En plus de diminuer la mortalité cardiovasculaire, les statines diminuent également le risque d'amputation et permettent une diminution de la symptomatologie claudicante dans plusieurs études, surtout lors d'administration d'une posologie élevée[53,54,55].

Enfin, l'ensemble des patients présentant une atteinte cardiovasculaire symptomatique doit bénéficier d'une antiagrégation plaquettaire[56]. En alternative à l'aspirine, l'étude CAPRIE retrouvait un faible bénéfice à la prescription de clopidogrel dans la prévention des événements cardiovasculaires majeurs de 8.7% sans différence significative sur les évènements indésirables[57].

La prise en charge interventionnelle par revascularisation chirurgicale ou traitement endovasculaire peut permettre une amélioration des symptômes. Cet aspect interventionnel ne prend cependant pas en charge l'étiologie du problème, c'est-à-dire la pathologie athéromateuse.

Cette prise en charge est modulée par le niveau lésionnel (aorto-iliaque, fémoro-poplité et infra-poplité), la symptomatologie clinique, les comorbidités et la volonté du patient[58].

En cas de claudication sans ischémie de repos, le traitement interventionnel devrait être réalisé après traitement médical et réadaptation à la marche.

Le type d'intervention réalisé le plus fréquemment de nos jours est le traitement endovasculaire, réalisable aussi bien à l'étage aorto-iliaque (sous réserve que la lésion mesure moins de 5 cm), fémoro-poplité et infra-poplité, avec une bonne perméabilité dans le temps[59].

Bien que cette perméabilité soit moins bonne que le pontage sur le long terme, les possibilités de réintervention par voie endovasculaire rendent cette technique intéressante[60]. Cette prise en charge endovasculaire a également fait ses preuves dans le traitement des lésions fémoro-poplitées[61]. Du fait de sa faible comorbidité per-opératoire, cette technique doit être privilégiée chez le patient âgé fragile[62].

Le traitement par pontage veineux ou par matériel prothétique est généralement réservé à l'échec de revascularisation par traitement endovasculaire, ou lors de situations particulières comme une occlusion de l'aorte abdominale infra-rénale (ou syndrome de Leriche)[12].

La thromboendartériectomie consiste en une section de l'artère au bloc chirurgical puis à un retrait d'une plaque athéromateuse en la clivant de la paroi artérielle[63]. Elle reste la procédure privilégiée dans le traitement des lésions fémorales communes[64].

L'inconvénient des deux précédentes techniques reste des comorbidités plus lourdes et une durée d'hospitalisation plus longue[65].

8. Qualité de vie et de l'amélioration clinique de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs.

L'évaluation de la qualité de vie d'un patient artériopathe des membres inférieurs peut être réalisée par un questionnaire SF-36 (36-item short form) par sa composante forme physique. D'autres questionnaires plus spécifiques comme le Vascu-QOL 6 (Vascular Quality of Life Questionnaire 6) se sont montrés valides dans l'évaluation du retentissement de l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs sur la qualité de vie[66].

Le Walking Impairment Questionnaire (WIQ) est un outil permettant la mesure objective de la qualité de marche du sujet artériopathe, sans évaluation de la qualité de vie[67]. Il est utilisé régulièrement pour l'évaluation de la qualité de la marche pré- et post-interventionnel dans les études portant sur la revascularisation artérielle des membres inférieurs[68,69,70].

Ce questionnaire évalue trois composants principaux (Figure 5) : La vitesse de marche (WIQ vitesse), la distance de marche (WIQ distance) et la capacité à monter les escaliers (WIQ escaliers). Le score minimal cliniquement significatif n'a pas été décrit dans ce questionnaire[67].

Ce questionnaire a démontré sa fiabilité dans l'évaluation de la qualité de marche des patients artériopathes qu'il soit réalisé par le patient ou lors d'un entretien téléphonique[71].

Le principal inconvénient de ce score est sa complexité à la complétion par le patient ainsi qu'à la réalisation du calcul, source d'erreur[72]. D'autres scores ont été développés afin de palier à cette complexité[73] mais sont moins utilisés en pratique courante.

9.Objectifs de l'étude

Objectif principal de l'étude

Objectiver une modification des flux échodoppler selon la classification de Saint-Bonnet au décours d'une prise en charge interventionnelle artérielle des membres inférieurs.

Objectifs secondaires de l'étude

Décrire les caractéristiques des populations bénéficiant d'une prise en charge interventionnelle de revascularisation artérielle des membres inférieurs au CHU de Caen.

Comparer la modification des flux artériels de sujets artériopathes selon la classification simplifiée de Saint-Bonnet avant et après une procédure de revascularisation artérielle des membres inférieurs en fonction du stade clinique selon la classification de Leriche et Fontaine

Matériel et Méthode

1.Type d'étude

L'étude est une étude prospective monocentrique s'étant déroulée au CHU de Caen d'Avril 2019 à Juillet 2020.

La prise en charge habituelle consistait en la réalisation d'un échodoppler artériel des membres inférieurs associé à une mesure des Indices de Pression Systolique avant et après l'intervention de revascularisation artérielle des membres inférieurs.

Les flux doppler ont été analysés à postériori afin de les classer.

Cette étude n'a pas nécessité d'examen supplémentaire et repose sur des soins de pratique courante. Les patients étaient informés de l'utilisation anonyme des données de leurs examens et de données de leur dossier médical et un consentement devait être recueilli grâce à un document pré-rempli.

2. Critères d'inclusions

Les critères d'inclusion et de non-inclusion sont présentés dans le tableau 1.

Critères d'inclusion
Patients devant bénéficier d'une revascularisation artérielle des membres inférieurs
Information et consentement signé par le patient à l'inclusion dans l'étude
Patient présentant une Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs symptomatique
Atteinte aorto-iliaque, fémoro-poplitée ou jambière uni- ou bilatérale
Avec ou sans intervention préalable
Bénéficiaire d'un régime de protection sociale
Critères d'exclusion
Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs asymptomatique
Comorbidité contre-indiquant la prise en charge interventionnelle
Absence d'échodoppler réalisé avant l'intervention
Femme enceinte
Patient privé de liberté ou sous mesure de protection juridique
Patient interné pour le traitement d'une maladie psychiatrique
Patient mineur
Refus de signature du consentement

Les Indices de Pression Systolique ont été mesurées au doppler continu Gammadop, Sonotrax ou Diadop avec une sonde doppler de 8 Mhz. La mesure consistait en une mesure de la pression artérielle systolique au bras droit du patient sur l'artère brachiale, une mesure au niveau des artères tibiales postérieure et antérieure de chaque membre et une mesure au niveau du bras gauche du patient. En cas de différentiel supérieur à 10 mm Hg entre chaque bras, la mesure de pression au bras droit était à nouveau réalisée. Les mesures retenues pour la réalisation des Indices de Pression Systolique lors de l'analyse finale ont été la plus grande

mesure au niveau brachiale, et la mesure la plus haute au niveau de chaque membre, conformément aux recommandations de réalisation de l'examen.

L'échodoppler était pratiqué sur un ALOKA Arietta V70 mis en service en 2016, un Epiq 7G mis en service en 2014, un Siemens SEQUOIA mis en service en 2019 ou un Samsung HM70 mis en service en 2016 selon les disponibilités des appareils et les capacités de déplacement des patients au laboratoire d'exploration ultrasonographique.

Nous avons utilisé des sondes linéaires vasculaires avec une bande de fréquence d'émission de 4 à 10 MHz et une sonde convexe « abdominale » de bande de fréquence d'émission de 2 à 4 MHz.

Les mesures effectuées à l'aide de l'échodoppler ont été réalisées en aval de la lésion athéromateuse responsable du retentissement hémodynamique lorsqu'il était possible, après repérage au doppler couleur et correction de l'angle. Le sonogramme obtenu était adapté en ordonnée pour une analyse morphologique précise. La valeur d'abscisse était variable entre 50 et 66m/s correspondant à la valeur de défilement moyen utilisée sur la plupart des échographes.

La technique de revascularisation artérielle était laissée à la libre décision de la part de l'opérateur, que ce soit par technique endovasculaire, d'endartériectomie ou de pontage. De même, la réalisation d'un stenting ou non en plus de la technique de revascularisation était décidée par l'opérateur.

Les patients devaient également répondre à un questionnaire WIQ avant la procédure de revascularisation (Figure 4). Ce dernier comporte une partie concernant le degré de difficulté à la réalisation d'une distance en marchant, avec des valeurs allant de 20 mètres à 500 mètres, une partie concernant le degré de difficulté à la réalisation d'une marche de 100 m avec une variation de la vitesse de marche, allant d'une marche dite « lente » à une course, l'appréciation de la vitesse de marche étant une fois de plus laissée au patient, et enfin une partie sur le degré de difficulté éprouvé à la réalisation d'une montée d'un à trois étages. Les

patients pouvaient coter ce degré de difficulté allant d'aucune difficulté à une réalisation impossible de l'action donnée. Ils réalisaient un nouveau questionnaire par téléphone à un mois ou plus après la procédure de revascularisation.

Ce questionnaire est pertinent pour évaluer la qualité de la marche pour les patients présentant une claudication d'effort mais également chez les patients présentant des douleurs de décubitus afin d'objectiver une reprise de la marche et apprécier sa qualité.

3. Description des données recueillies

Les données démographiques, les facteurs de risque cardiovasculaire, le traitement médicamenteux et les données physiologiques étaient recueillies à la consultation initiale. Le traitement médicamenteux était également recueilli à la sortie de l'hospitalisation en Chirurgie Vasculaire.

Un patient était considéré comme tabagique en cas de tabagisme actif ou sevré depuis moins de 3 ans. En cas d'absence de tabagisme rapporté ou si le patient se déclarait sevré depuis plus de 3 ans, il était considéré comme non tabagique.

Les images étaient conservées sur le PACS du site hospitalier ou dans un sous-dossier créé spécialement sur le serveur sécurisé du service de Médecine Vasculaire.

L'enregistrement des flux était réalisé au niveau de l'artère fémorale commune, au niveau de l'artère poplitée et au niveau des artères tibiale antérieure et tibiale postérieure.

L'ensemble des mesures effectuées à l'échodoppler et les indices de Pression Systolique ont été réalisées avant l'intervention et à partir de J1 après l'intervention.

Le questionnaire WIQ était rempli par le patient. La symptomatologie clinique et la distance maximale de marche étaient rapportées par le patient. La distance maximale de marche et la présence ou non d'une claudication étaient basées sur les déclarations du patient, sans mesure objective complémentaire.

Les informations étaient informatiquement enregistrées sur le site du CHU de Caen dans le dossier médical informatique sécurisé du service de Médecine Vasculaire du CHU de Caen.

Un premier tableur Excel contenait uniquement les informations nominatives du patient. Un deuxième tableur Excel contenait les données médicales anonymisées.

Une clé index permettait de faire le rapprochement entre les deux fichiers.

Les données ont été recueillies en ouvert, sans relecture, indifféremment par un Médecin Vasculaire ou un interne de Médecine Vasculaire du CHU de Caen. L'analyse morphologique des sonogrammes était réalisée par le même évaluateur tout au long de l'étude.

4. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée uniquement sur les patients inclus dans l'étude dont les données étaient complètes.

On considérait qu'un patient présentait une amélioration des flux si le flux enregistré au niveau de l'artère fémorale commune, l'artère poplitée ou les artères tibiales antérieure ou postérieure augmentait d'une classe selon la classification de Saint-Bonnet simplifiée. La présence ou non de la composante « cf » en post-opératoire n'était pas considérée comme une amélioration ou une absence d'amélioration des flux de Saint-Bonnet.

On retenait systématiquement le flux présentant une amélioration ou la meilleure amélioration au niveau distal pour l'analyse.

Nous avons réalisé des statistiques descriptives, concernant des variables qualitatives et quantitatives, à l'aide du logiciel Excel (Microsoft, USA) avec présentation sous forme de tableaux, d'histogrammes ou de diagrammes. L'analyse statistique comparative a été réalisée à l'aide du site internet BiostaTGV. Le seuil de significativité a été fixé à 5% pour toutes les analyses. Les variables qualitatives ont été exprimées par leur nombre et pourcentage. Les

variables quantitatives ont été exprimées par leur moyenne et écarts-types. En analyse univariée, les tests statistiques utilisés étaient le test t de student pour variables appareillées quantitatives et le test exact de Fisher pour les variables qualitatives.

Résultats

1. Population

Le design de l'étude est précisé dans le Flowchart ci-dessous.

73 Patients ont été inclus entre le mois d'Avril 2019 et le mois de Juillet 2020. L'ensemble des participants a bénéficié d'une procédure de revascularisation artérielle des membres inférieurs. Cinq patients n'ont pas pu bénéficier d'un échodoppler de contrôle post-opératoire au cours de leur séjour intra-hospitalier ou dans le temps imparti à distance de leur intervention pour l'inclusion dans cette analyse, et sont exclus de l'analyse finale. Enfin, 14 patients n'ont pas répondu au questionnaire WIQ post-interventionnel et sont donc également exclus de l'analyse finale.

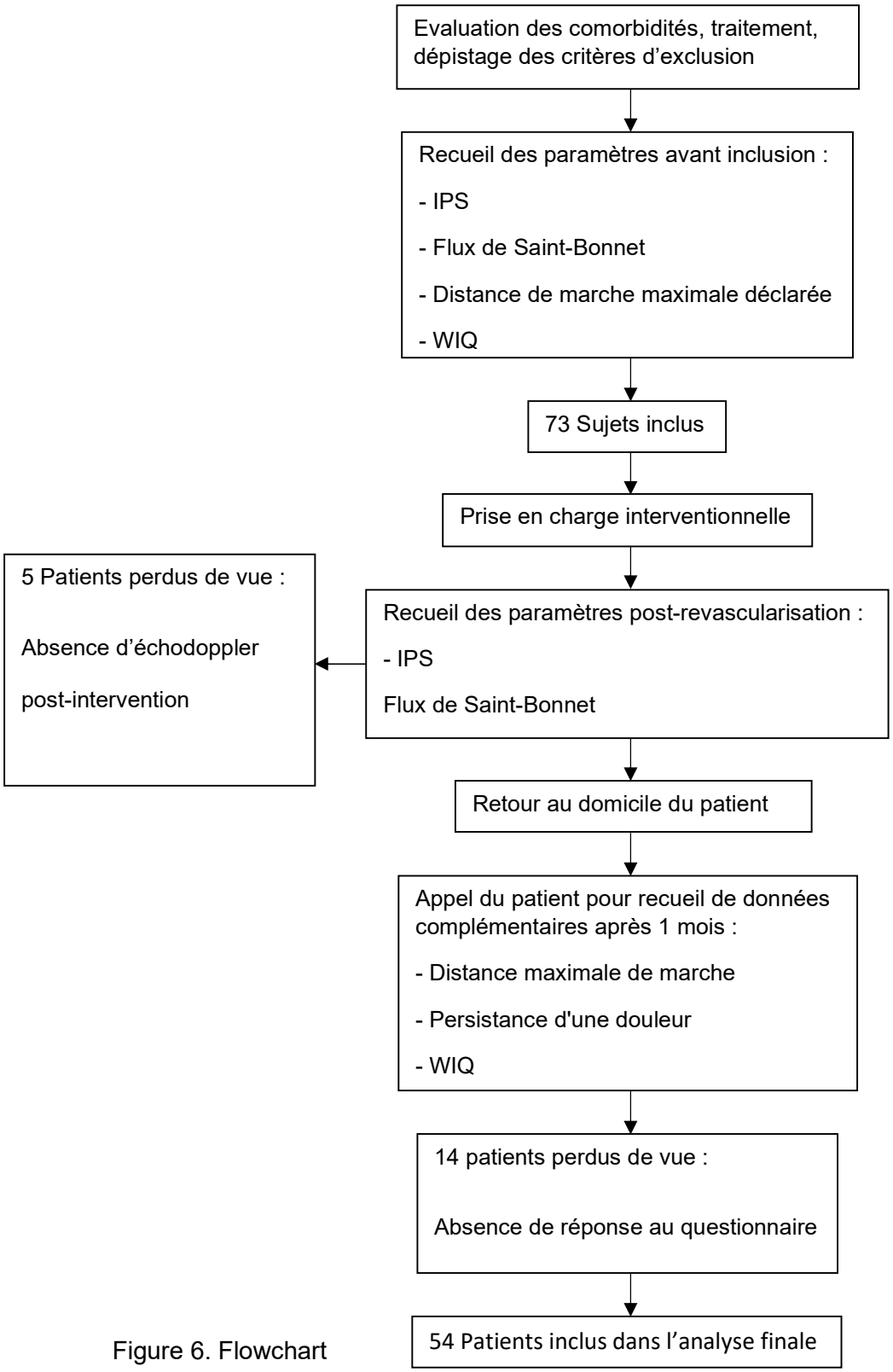


Figure 6. Flowchart

2.Profil clinico-hémodynamique

Les caractéristiques initiales des patients sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques patients initiales

Variable	**Total (n=54)**
Âge (années)	69 +/- 12
Homme (%)	70
Dyslipidémie (%)	72
Tabagisme (%)	31
Diabète (%)	33
Coronaropathie (%)	43
HTA (%)	87
Antécédent d'AVC ou d'AIT (%)	11
Antécédent de revascularisation périphérique (%)	52
Antiagrégation plaquettaire (%)	76
Statine (%)	65
IEC/ARA II (%)	59
Autre traitement anti-hypertenseur (%)	67
Anticoagulant (%)	29
Anti-diabétique oraux (%)	24
Insulinothérapie (%)	20
IPS pré-interventionnelle	0.49 +/- 0.59
Distance maximale de marche (mètres)	357+/- 353
WIQ moyen (%)	21.1+/- 30.7
IMC moyen	26.5+/- 5.6
Douleur du mollet ou du pied (%)	79
Douleur de la cuisse ou de la fesse (%)	24
Stade I selon Leriche (%)	0
Stade II selon Leriche (%)	48
Stade III selon Leriche (%)	19
Stade IV selon Leriche (%)	33

3. Analyse des caractéristiques des patients à l'issue de l'intervention

a. Résultats généraux

Le tableau 3 présente les caractéristiques cliniques et hémodynamique de l'ensemble de l'échantillon à l'issu de l'intervention.

Tableau 3 : Caractéristiques cliniques et hémodynamique des patients après l'intervention

Variable	**Post-interventionnel (n=54)**
IPS	0.88 +/- 0.72
Distance de marche maximale (mètres)	740 +/- 1736
WIQ moyen (%)	33.9 +/-28.1
Amélioration du WIQ moyen>10% (%)	41
Amélioration des flux selon Saint-Bonnet simplifié au niveau distal (%)	57
Amélioration des flux selon Saint-Bonnet simplifié au niveau poplité (%)	65
Amélioration des flux selon Saint-Bonnet simplifié au niveau fémoral commun (%)	31
Au moins une amélioration de flux selon Saint-Bonnet simplifié à un étage (%)	81
Evolution d'IPS >0.15 (%)	57
Modification du traitement médicamenteux (%)	3
Douleur de repos ou claudication du mollet ou du pied (%)	15
Douleur de repos ou claudication de la cuisse ou de la fesse (%)	43
Stade IV (%)	26

Le tableau 4. Récapitule les données extraites du compte rendu opératoire

Tableau 4 : Données de l'intervention

Variable	**Revascularisation (n=54)**
Succès (%)	97
Angioplastie sans stent (%)	34
Angioplastie et implantation d'au moins un stent nu (%)	30
Angioplastie et implantation d'au moins un stent actif (%)	6
Thromboendartériectomie (%)	18
Pontage (%)	26
Présence d'une lésion aorto-iliaque (%)	43
Présence d'une lésion fémorale commune (%)	31
Présence d'une lésion fémorale superficielle (%)	53
Présence d'une lésion poplitée ou du tronc tibio-fibulaire (%)	33
Présence d'une lésion distale (%)	34
Traitement d'une lésion aorto-iliaque (%)	43
Traitement d'une lésion fémorale commune (%)	31
Traitement d'une lésion fémorale superficielle (%)	48
Traitement d'une lésion poplitée ou du tronc tibio-fibulaire (%)	33
Traitement d'une lésion distale (%)	16
Traitement de l'ensemble des lésions proximales connues (%)	95
Durée moyenne entre intervention et contrôle échodoppler (Jours)	20 +/- 56

Le tableau 5 compare l'évolution des critères cliniques et hémodynamiques sur l'ensemble de l'échantillon avant et après prise en charge interventionnelle.

Tableau 5 : Comparaison clinique et hémodynamique avant et après revascularisation

Variable	Pré-intervention (n=54)	Post-intervention (n=54)
IPS* (valeur absolue)	**0.49 +/- 0.59**	**0.88 +/- 0.72**
Distance de marche maximale* (m)	**357+/- 353**	**740 +/- 1736**
WIQ moyen* (%)	**21.1+/- 30.7**	**33.9 +/-28.1**
Saint-Bonnet fémoral type N ou A* (%)	**76**	**85**
Saint-Bonnet fémoral type B (%)	6	11
Saint-Bonnet fémoral type CD* (%)	**13**	**4**
Saint-Bonnet fémoral type E (%)	0	0
Saint-Bonnet fémoral type O* (%)	**6**	**0**
Composante CF présente en fémoral* (%)	**56**	**89**
Saint-Bonnet poplité type N ou A (%)	**9**	**46**
Saint-Bonnet poplité type B(%)	**7**	**24**
Saint-Bonnet poplité type CD (%)	**72**	**22**
Saint-Bonnet poplité type E (%)	2	0
Saint-Bonnet poplité type O* (%)	**9**	**0**
Composante CF présente en poplité* (%)	**74**	**44**
Saint-Bonnet distal type N ou A* (%)	**7**	**26**
Saint-Bonnet distal type B* (%)	**0**	**26**
Saint-Bonnet distal type CD* (%)	**78**	**48**
Saint-Bonnet distal type E (%)	4	0
Saint-Bonnet distal type O* (%)	**11**	**0**
Composante CF présente en distal* (%)	**80**	**65**

En gras* : différence statistiquement significative, $p<0.05$.

b. Comparaison des patients présentant un stade II initial selon la classification de Leriche et Fontaine

Les patients présentant une AOMI stade 2 avait un âge moyen de 65 ans, étaient tabagique dans 31% des cas et diabétique dans 27% des cas. Ils ont bénéficié d'une revascularisation à l'étage aorto-iliaque dans 65% des cas, au niveau fémoral commun dans 54% des cas, au niveau fémoral superficiel dans 42% des cas, au niveau poplité dans 31% des cas et d'une artère jambière dans 8% des cas. Le tableau 6A comparait les caractéristiques cliniques et hémodynamiques des patients présentant un stade 2 initial selon Leriche et Fontaine avant et après leur procédure de revascularisation artérielle (Tableau 6A).

c. Comparaison des patients présentant un stade III initial selon la classification de Leriche et Fontaine

Les patients présentant une AOMI stade 3 avait un âge moyen de 63 ans, étaient tabagique dans 70% des cas et diabétique dans 40% des cas. Ils ont bénéficié d'une revascularisation à l'étage aorto-iliaque dans 40% des cas, au niveau fémoral commun dans 20% des cas, au niveau fémoral superficiel dans 60% des cas, au niveau poplité dans 30% des cas et d'une artère jambière dans 20% des cas. Le tableau 6B comparait les caractéristiques cliniques et hémodynamiques des patients présentant un stade 3 initial selon Leriche et Fontaine avant et après leur procédure de revascularisation artérielle (Tableau 6B).

d. Comparaison des patients présentant un stade IV initial selon la classification de Leriche et Fontaine

Les patients présentant une AOMI stade 4 avait un âge moyen de 77 ans, étaient tabagique dans 11% des cas et diabétique dans 39% des cas. Ils ont bénéficié d'une revascularisation à l'étage aorto-iliaque dans 19% des cas, au niveau fémoral commun dans 12% des cas, au

niveau fémoral superficiel dans 35% des cas, au niveau poplité dans 31% des cas et d'une artère jambière dans 27% des cas. Le tableau 6C comparait les caractéristiques cliniques et hémodynamiques des patients présentant un stade 4 initial selon Leriche et Fontaine avant et après leur procédure de revascularisation artérielle (Tableau 6C).

e. Comparaison des patients en fonction de l'amélioration clinique

Le tableau 7 décrit les caractéristiques épidémiologiques, cliniques et hémodynamiques de patients présentant une amélioration cliniquement significative en post-interventionnel, pour une amélioration du WIQvitesse supérieure à 10%. Il n'y avait aucune différence significative en termes de modification de flux, de type d'intervention ou de lésion traitée en fonction de l'amélioration clinique (Tableau 7).

Discussion

1. Profil des patients de l'étude

Comme dans la majorité des études portant sur la revascularisation artérielle des membres inférieurs, la majorité des participants sont des hommes avec un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire[74].

Cet échantillon présente une faible part de diabétique (33%) et de tabagique (31%), bien que ces facteurs soient décrits comme prédominants dans cette population dans la littérature[74]. Ceci peut être dû à la faiblesse de l'échantillon.

Une majorité (52%) de ces patients ont déjà bénéficié d'une revascularisation artérielle périphérique et un nombre important présente une atteinte cardiaque ischémique (43%) ou à type d'AVC (19%), preuve supplémentaire du caractère multi-territoire et récidivant de la pathologie athéromateuse[75]. Cette proportion de patient coronarien reste cependant plus faible que dans les études décrivant cette association, de l'ordre de 62%[76].

La proportion de patient présentant une claudication artérielle, des douleurs de décubitus et un trouble trophique était respectivement de 48%, 19% et 33 %, une proportion plus importante de stade 2 et 3 et plus faible de stade 4 que dans l'étude COPART (respectivement 27.4%, 9.3% et 54.3%, et 9.3% d'ischémie aigüe)[74]. Cette différence peut être due à un biais effet-centre ou à la faiblesse de l'échantillon.

2. Classification de Saint-Bonnet et procédure interventionnelle

Notre échantillon présente de manière significative une diminution de la proportion de flux « CD » ou d'absence de flux (type « O ») sur l'ensemble des étages fémoral commun, poplité et distal, avec une augmentation de flux dits « pulsés » (soit des flux « N », « A » ou « B »), l'augmentation étant également significative lors de la prise en compte uniquement des flux dits normaux (Flux de type « N » ou « A »).

Le taux de composante diastolique diminue de façon significative à l'étage poplité et distal mais augmente significativement à l'étage fémoral commun.

Lors de l'analyse en sous-groupe en fonction du stade selon Leriche et Fontaine, on note une plus grande hétérogénéité des résultats, avec une diminution significative de la composante diastolique au niveau poplité pour les patients présentant un stade 4 ou un stade 2 après l'intervention, sans modification de celle-ci pour les patients stade 3. On note de même une diminution significative de la présence d'un flux type « CD » pour les stades 2 et 4 mais pas pour le stade 3.

Ceci peut être dû à la taille de l'échantillon.

On retrouve une augmentation significative de la composante diastolique en fémoral commun pour les patients présentant une stade 4 et un stade 2. Cette augmentation pourrait s'expliquer par une hyperhémie secondaire du territoire de l'artère fémorale profonde, par réaction vaso-motrice à la suite de la procédure ou par la présence de lésion des branches de l'artère fémorale profonde non revascularisées.

On retrouve une augmentation significative de la proportion de flux type « N » au niveau poplité et distal pour les patients présentant une AOMI stade 2, non retrouvé chez les patients stade 3 et 4.

On ne retrouve pas de modification significative des flux chez les patients présentant une AOMI stade 3 dans cet échantillon. Cela est probablement dû à la taille faible de l'échantillon.

La classification utilisée dans cette étude était la classification de Saint-Bonnet dite « simplifiée », consistant en 6 catégories « N », « A », « B », « CD », « E » et O, avec ou sans composante diastolique « -cf ».

La version standard est plus précise, avec une séparation de la catégorie « CD » en 3 sous-catégories, « C1 », « C2 » et « D ». Cette version n'est cependant pas consensuelle du fait de caractéristiques très proches entre ces trois sous catégories et de l'absence d'étalonnage

consensuel du sonogramme sur une majorité des appareils. Cette classification reposant principalement sur une appréciation visuelle de l'opérateur, une variation est donc prévisible.

Cette amélioration de catégories entre « C1 », « C2 » et « D » n'étant pas mesurée dans notre échantillon, le nombre de patients ayant présenté une amélioration de flux a pu être sous-estimé.

3. Critère d'amélioration après l'intervention

Dans notre étude, 20 patients ont présenté une amélioration cliniquement significative définie comme une amélioration du $WIQ_{vitesse}$ de 10%.

Les patients qui présentent une évolution significative du $WIQ_{vitesse}$ présentent de manière statistiquement significative un score WIQ_{moyen} plus faible, renforçant l'hypothèse selon laquelle les patients présentant une atteinte clinique plus importante bénéficient le plus d'une prise en charge interventionnelle. La différence significative de patients présentant une artériopathie avec trouble trophique (Stade 4 selon Leriche et Fontaine) peut s'expliquer par les plus faibles possibilités de vitesse de déambulation chez ces patients présentant un trouble trophique.

L'absence d'association significative entre l'amélioration du flux Doppler au niveau distal et l'amélioration hémodynamique ou clinique peut s'expliquer par un échantillon trop faible ou par la nature de l'échantillon.

L'évaluation de l'amélioration clinique présente un manque de consensus sur le critère utilisé en fonction du stade de la pathologie. De même du fait du temps très court de suivi de ces patients, cette évaluation présente un biais effet-temps.

Nous n'avons pas pu réaliser de test objectif de distance de marche chez ces patients par manque de moyen.

Le questionnaire WIQ reste cependant un outil intéressant pour évaluer la qualité de marche et de suivi de la morbi-mortalité du patient, avec 4.5 fois plus de risque de décès à 2 ans en cas de déclin de 20 points dans une étude américaine[75].

4. Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites.

L'échantillon est faible, avec de nombreux critères d'exclusion (liés au patient, critère géographique) apportant un biais de sélection. L'ensemble des résultats a été recueilli en ouvert (Analyse des flux, mesure des Indices de Pression Systolique, …), apportant un biais de subjectivité. Les patients sélectionnés pour l'étude sont des patients ayant nécessité une hospitalisation d'un ou plusieurs jours, ce qui a pu entrainer un biais de sélection. Aucune surveillance indépendante ni analyse intermédiaire n'ont été réalisées. Nous n'avons pas réalisé de suivi post-opératoire à distance et donc pas évalué la perméabilité primaire.

La multiplicité des appareils utilisés associée à l'absence de standardisation des paramètres du sonogramme a pu également impacter l'analyse des flux.

Le caractère « opérateur-dépendant » de l'examen échodoppler a pu également entrainer un biais de mesure, malgré le respect des bonnes pratiques.

La forte proportion (26%) des patients perdus de vue a également apporté un biais de migration. La réalisation d'une consultation systématique de réévaluation par un Médecin Vasculaire à 1 mois de la prise en charge interventionnelle aurait permis de corriger ce biais, mais aurait nécessité le transport de l'ensemble des patients au CHU pour ces patients domiciliés parfois à distance du CHU.

5. Forces, originalité de l'étude et perspective

Cette étude a permis d'objectiver la présence d'une modification des flux échodoppler des artères des membres inférieurs après une prise en charge chirurgicale, malgré l'hétérogénéité

des appareils utilisés et l'absence de revascularisation de l'ensemble des lésions proximales qui aurait pu interférer sur l'hémodynamique du flux.

Une étude de plus grande ampleur permettrait d'optimiser la détection des paramètres influant sur l'amélioration clinique après une revascularisation artérielle des membres inférieurs et de confirmer l'intérêt de l'évaluation des flux Doppler dans le suivi post-interventionnel.

Nous proposons pour les études ultérieures l'établissement de critère objectif d'amélioration tel que :

- pour les claudicants : une Distance maximale de marche sur tapis ou vitesse de marche sur tapis.

- Pour les stades 3 : Diminution de la douleur évaluée par une EVA (Echelle Visuelle Analogique).

- Pour les stades 4 par la cicatrisation.

Un autre critère plus général pourrait être la perméabilité primaire à 1 an mais nécessiterait un investissement plus important.

Conclusion

Malgré son utilisation systématique dans le suivi post-opératoire de l'artériopathie périphérique, aucune étude ne s'était intéressée à l'évolution des flux doppler des axes artériels de manière objective dans les suites d'une chirurgie vasculaire.

Cette étude a permis, grâce à l'utilisation d'une classification des flux en 6 catégories, de décrire de manière objective l'évolution de l'hémodynamique des artères des membres inférieurs après une procédure de revascularisation artérielle.

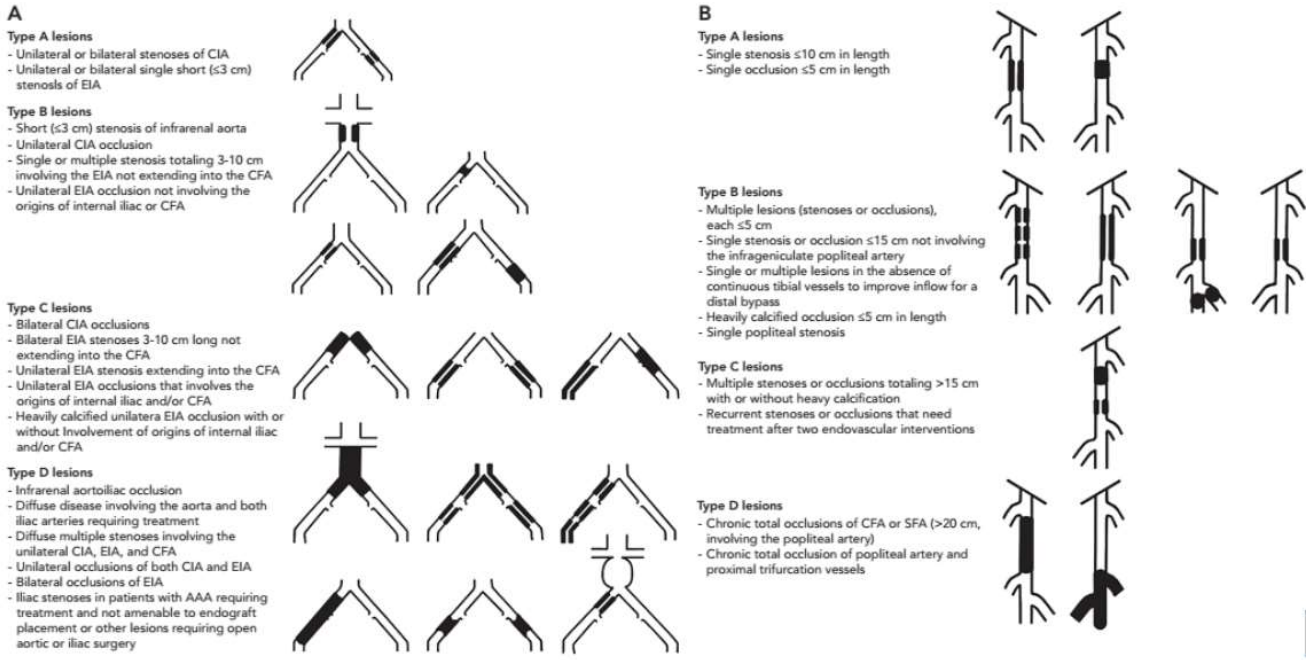
Ce travail aura permis d'objectiver, dans 81% des cas, une amélioration hémodynamique significative par augmentation d'au moins une catégorie de la classification sur un des axes artériels.

Des études ultérieures permettront d'analyser la corrélation entre ces modifications hémodynamiques et l'évolution clinique, ainsi que sur la perméabilité à long terme afin d'identifier des facteurs prédictifs de récidive de thrombose.

Ce travail vient renforcer l'intérêt de l'exploration hémodynamique en général, et celle de l'échodoppler en particulier, dans le suivi de l'artériopathie, au même titre que l'imagerie morphologique classique obtenue par angioscanner ou angiographie.

Figures

Figure 1 : Classification des lésions aorto-iliaques et fémoro-poplitées selon la classification de TASC II



D’après Norgren et al., Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II)

Figure 5 : Questionnaire WIQ

Modalités de calcul :
Pour chacune des questions du WIQ, le codage s'effectue de 0 (impossible) à 4 (aucune difficulté).
Le calcul du score pour chaque dimension du WIQ et du WIQ $_{moyen}$ suit la procédure décrite ci-après (équations 1, 2, 3 et 4).

Distance de marche : pour chacune des distances de marche qui vous sont proposées ci-dessous, reportez le degré de difficulté physique qui traduit le mieux votre difficulté à marcher sur terrain plat sans vous arrêter pour vous reposer.

Distance	Degré de difficulté				
	Aucun	Léger	Moyen	Important	Infaisable
1. Marcher chez soi	◻	◻	◻	◻	◻
2. Marcher 20 m	◻	◻	◻	◻	◻
3. Marcher 50 m (1 demi pâté de maisons)	◻	◻	◻	◻	◻
4. Marcher 100 m (1 pâté de maisons)	◻	◻	◻	◻	◻
5. Marcher 200 m (2 pâtés de maisons)	◻	◻	◻	◻	◻
6. Marcher 300 m (3 pâtés de maison)	◻	◻	◻	◻	◻
7. Marcher 500 m (5 pâtés de maisons)	◻	◻	◻	◻	◻

Vitesse de marche : reportez le degré de difficulté physique qui décrit le mieux la difficulté que vous avez à parcourir, en fonction de différentes vitesses de marche, la distance correspondant à un pâté de maisons (sur terrain plat) et ce, sans vous arrêter pour vous reposer.

Vitesse	Degré de difficulté				
	Aucun	Léger	Moyen	Important	Infaisable
1. Parcourir un pâté de maisons (100 m) en marchant lentement ?	◻	◻	◻	◻	◻
2. Parcourir un pâté de maisons à une vitesse de marche normale ?	◻	◻	◻	◻	◻
3. Parcourir un pâté de maisons en marchant rapidement ?	◻	◻	◻	◻	◻
4. Parcourir un pâté de maisons en courant ?	◻	◻	◻	◻	◻

Montée des escaliers : reportez le degré de difficulté physique qui décrit le mieux la difficulté que vous avez eue à monter des escaliers, sans vous arrêter pour vous reposer, au cours de la dernière semaine. Un score de WIQ_{moyen} proche de 100 indique l'absence de limitation à la marche.

Montée d'escaliers	Degré de difficulté				
	Aucun	Léger	Moyen	Important	Infaisable
1. Monter 1 étage ?	☐	☐	☐	☐	☐
2. Monter 2 étages ?	☐	☐	☐	☐	☐
3. Monter 3 étages ?	☐	☐	☐	☐	☐

Un score proche de zéro indique une limitation plus importante à la marche.

Equation 1 : calcul de la dimension **distance** du WIQ

$$WIQ_{distance} = \frac{[(Q1*20)+(Q2*50)+(Q3*150)+(Q4*300)+(Q5*600)+(Q6*900)+(Q7*1500)]}{140,8}$$

Equation 2 : calcul de la dimension **vitesse** du WIQ

$$WIQ_{vitesse} = \frac{[(Q1*1,5)+(Q2*2)+(Q3*3)+(Q4*5)]}{0,46}$$

Equation 3 : calcul de la dimension **montée d'escaliers** du WIQ

$$WIQ_{escaliers} = \frac{[(Q1*12)+(Q2*24)+(Q3*36)]}{2,88}$$

Equation 4 : calcul du WIQ_{moyen}

$$WIQ_{moyen} = \frac{WIQ\ distance + WIQ\ vitesse + WIQ\ escaliers}{3}$$

WIQ : Walking Impairment Questionnaire
Q_n : score pour la question n du WIQ

Traduit de Nikolaï et al., The walking impairment questionnaire: an effective tool to assess the effect of treatment in patients with intermittent claudication

Tableau 6A : Comparaison des caractéristiques cliniques et hémodynamiques avant et après revascularisation des patients pris en charge pour une AOMI stade 2 selon Leriche et Fontaine

Variable	Valeur pré-revascularisation	Valeur post-revascularisation
Claudication proximale (%)	38	27
Claudication distale* (%)	**77**	**35**
WIQ moyen* (%)	**26.7 +/-20.4**	**43.9 +/- 27.9**
Wiq vitesse (%)	23.3 +/- 16	33.9 +/- 22.9
Distance maximale de marche (mètres)	357 +/- 429	1189 +/- 2393
Flux type N ou A au niveau fémoral commun (%)	73	92
Flux type B au niveau fémoral commun (%)	8	4
Flux type CD au niveau fémoral commun (%)	15	3
Flux type E au niveau fémoral commun (%)	0	0
Flux type O au niveau fémoral commun (%)	4	0
Composante diastolique au niveau fémoral commun* (%)	**62**	**88**
Flux type N ou A au niveau poplité* (%)	**46**	**77**
Flux type B au niveau poplité (%)	0	0
Flux type CD au niveau poplité* (%)	**85**	**31**
Flux type E au niveau poplité (%)	4	0
Flux type O au niveau poplité (%)	4	8
Composante diastolique au niveau poplité* (%)	**77**	**38**
Flux type N ou A au niveau distal* (%)	**8**	**35**
Flux type B au niveau distal (%)	0	19
Flux type CD au niveau distal* (%)	**88**	**46**
Flux type E au niveau distal (%)	0	0
Flux type O au niveau distal (%)	4	0
Composante diastolique au niveau distal* (%)	**81**	**53**
IPS (valeur absolue)	0.59 +/-0.59	0.91 +/- 0.74

En gras* : différence statistiquement significative, $p<0.05$.

Tableau 6B : Comparaison des caractéristiques cliniques et hémodynamiques avant et après revascularisation des patients pris en charge pour une AOMI stade 3 selon Leriche et Fontaine

Variable	Valeur pré-revascularisation	Valeur post-revascularisation
Claudication proximale (%)	30	10
Claudication distale (%)	100	50
WIQ moyen* (%)	**7.1 +/- 13.3**	**39.6 +/- 22**
Wiq distance* (%)	**11.6 +/- 31.1**	**69.4 +/- 40.6**
Distance maximale de marche* (mètres)	**91 +/- 148**	**385 +/- 200**
Flux type N ou A au niveau fémoral commun (%)	60	70
Flux type B au niveau fémoral commun (%)	0	20
Flux type CD au niveau fémoral commun (%)	30	10
Flux type E au niveau fémoral commun (%)	0	0
Flux type O au niveau fémoral commun (%)	10	0
Composante diastolique au niveau fémoral commun (%)	60	90
Flux type N ou A au niveau poplité (%)	0	40
Flux type B au niveau poplité (%)	20	40
Flux type CD au niveau poplité (%)	70	20
Flux type E au niveau poplité (%)	4	0
Flux type O au niveau poplité (%)	0	0
Composante diastolique au niveau poplité (%)	70	0
Flux type N ou A au niveau distal (%)	10	20
Flux type B au niveau distal (%)	0	50
Flux type CD au niveau distal (%)	70	30
Flux type E au niveau distal (%)	0	0
Flux type O au niveau distal (%)	10	0
Composante diastolique au niveau distal (%)	80	60

En gras* : différence statistiquement significative, $p<0.05$.

Tableau 6C : Comparaison des caractéristiques cliniques et hémodynamiques avant et après revascularisation des patients pris en charge pour une AOMI stade 4 selon Leriche et Fontaine

Variable	Valeur pré-revascularisation	Valeur post-revascularisation
Claudication proximale (%)	0	0
Douleur distal (%)	72	50
WIQ moyen (%)	20.9 +/- 32.9	17.6 +/- 25
Wiq distance (%)	24.3 +/- 38.5	27.5 +/- 39.1
Distance maximale de marche (mètres)	178 +/- 276	288 +/- 589
Flux type N ou A au niveau fémoral commun (%)	89	83
Flux type B au niveau fémoral commun (%)	56	17
Flux type CD au niveau fémoral commun (%)	0	0
Flux type E au niveau fémoral commun (%)	0	0
Flux type O au niveau fémoral commun (%)	6	0
Composante diastolique au niveau fémoral commun* (%)	**44**	**89**
Flux type N ou A au niveau poplité* (%)	**17**	**50**
Flux type B au niveau poplité (%)	11	28
Flux type CD au niveau poplité* (%)	**56**	**11**
Flux type E au niveau poplité (%)	0	0
Flux type O au niveau poplité (%)	17	11
Composante diastolique au niveau poplité* (%)	**13**	**0**
Flux type N ou A au niveau distal (%)	56	17
Flux type B au niveau distal (%)	0	22
Flux type CD au niveau distal (%)	61	56
Flux type E au niveau distal (%)	11	0
Flux type O au niveau distal (%)	22	6
Composante diastolique au niveau distal (%)	78	83
IPS* (valeur absolue)	**0.53 +/- 0.68**	**0.99 /- 0.78**

*En gras : Différence statistiquement significative, $p<0.05$

Tableau 7: Evolution cliniquement significative (pour une amélioration du WIQvitesse > 10%)

Variable	Evolution clinique (n=20)	Pas d'évolution clinique (n=34)
Age (années)	65 +/-10	71 +/- 13
Homme (%)	70	65
Dyslipidémie (%)	80	67
HTA (%)	85	88
Tabagisme (%)	45	24
Coronaropathie (%)	45	41
Antécédent de revascularisation artérielle (%)	55	50
IMC (valeur absolue)	27 +/- 6	26 +/- 5
IPS moyen pré (valeur absolue)	0.33 +/- 0.31	0.59 +/- 0.69
IPS moyen post (valeur absolue)	0.74 +/- 0.66	0.95 +/- 0.74
Amélioration >0.15 de l'IPS du membre atteint (%)	60	56
Distance de marche maximale initiale* (m)	151 +/-181	305 +/- 419
Distance de marche maximale finale (m)	1090 +/- 2579	534 +/- 943
Evolution de la distance de marche maximale	938 +/- 2523	229 +/- 641
WIQ moyen pré (%)	**12 +/- 15**	**26 +/- 28**
WIQ moyen post* (%)	**48 +/- 22**	**26 +/-28**
Evolution WIQ moyen* (%)	**35 +/-18**	**-1 +/-14**
Stade IV selon Leriche et Fontaine (%)	**10**	**44**
Claudication proximale pré-interventionnelle (%)	35	18
Claudication distale pré-interventionnelle (%)	85	76
Durée entre intervention et contrôle échodoppler (jours)	32 +/- 83	14 +/- 32

*En gras : Différence statistiquement significative, p<0.5

Bibliographie

1. OMS, « Groupe d'étude de la classification des lésions d'athéroscléreuse », 1985, 30.
2. Lusis AJ. Atherosclerosis. Nature. 2000;407(6801):233-41. DOI: 10.1038/35025203
3. Fontaine R, Kim M, Kieny R. [Surgical treatment of peripheral circulation disorders]. Helv Chir Acta. 1954;21(5-6):499-533.
4. Aboyans V, Sevestre M-A, Désormais I, Lacroix P, Fowkes G, Criqui MH. Épidémiologie de l'artériopathie des membres inférieurs. La Presse Médicale. 2018;47(1):38-46. DOI: 10.1016/j.lpm.2018.01.012
5. HAS, Guide afection de longue durée, Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs (Article Internet) (Cité en Mars 2007). Article disponible sur https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ald3_aomi_guide_cardiovasc_post_corrlemire_revuenp28avril__205.pdf
6. Société Française de Médecine Vasculaire, Collège des enseignants de Médecine Vasculaire ; Collège Français de pathologie Vasculaire, Collège es Enseignants de Médecine Vasculaire, Société Française de Médecine Vasculaire, Traité de Médecine Vasculaire. Tome 1, Elssevier Masson, 2010.
7. Fowkes FGR, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. Lancet. 2013;382(9901):1329-40. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0
8. Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of Peripheral Artery Disease. Circ Res. 2015;116(9):1509-26. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849
9. Kownator S, Cambou J-P, Cacoub P, Léger P, Luizy F, Herrmann M-A, et al. Prevalence of unknown peripheral arterial disease in patients with coronary artery disease: Data in primary care from the IPSILON study. Archives of Cardiovascular Diseases. 2009;102(8-9):625-31. DOI: 10.1016/j.acvd.2009.05.004
10. Reinecke H, Unrath M, Freisinger E, Bunzemeier H, Meyborg M, Lüders F, et al. Peripheral arterial disease and critical limb ischaemia: still poor outcomes and lack of guideline adherence. Eur Heart J. 2015;36(15):932-8. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv006
11. Steg PhG, Bhatt DL, Wilson PWF, D'Agostino R, Ohman EM, Röther J, et al. One-Year Cardiovascular Event Rates in Outpatients With Atherothrombosis. JAMA. 2007;297(11):1197. DOI: 10.1001/jama.297.11.1197
12. Frank U, Nikol S, Belch J, Boc V, Brodmann M, Carpentier PH, et al. ESVM Guideline on peripheral arterial disease. Vasa. 2019;48(Supplement 102):1-79. DOI: 10.1024/0301-1526/a000834
13. Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C, et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2012;126(24):2890-909. DOI: 10.1161/CIR.0b013e318276fbcb

14. Ureña Torres P-A. Origine de la médiacalcose vasculaire de l'insuffisance rénale. Journal des Maladies Vasculaires. 2009;34(3):204-10. DOI: 10.1016/j.jmv.2009.02.002
15. Ankle Brachial Index Combined With Framingham Risk Score to Predict Cardiovascular Events and Mortality: A Meta-analysis. JAMA. 2008;300(2):197. DOI: 10.1001/jama.300.2.197
16. Aboyans V, Ho E, Denenberg JO, Ho LA, Natarajan L, Criqui MH. The association between elevated ankle systolic pressures and peripheral occlusive arterial disease in diabetic and nondiabetic subjects. Journal of Vascular Surgery. 2008;48(5):1197-203. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.06.005
17. Høyer C, Sandermann J, Petersen LJ. The toe-brachial index in the diagnosis of peripheral arterial disease. Journal of Vascular Surgery. 2013;58(1):231-8. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.03.044
18. Abidat ZA, Aguettaz P, Alfidja A, Amiel M. Traité d'imagerie vasculaire. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2015.
19. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). Journal of Vascular Surgery. 2007;45(1):S5-67. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
20. Coman IM, Popescu BA. Shigeo Satomura: 60 years of Doppler ultrasound in medicine. Cardiovasc Ultrasound. 2015;13:48. DOI: 10.1186/s12947-015-0042-3
21. Kaneko Z, Koniuta H, Satomura S. Studies on peripheral circulation with ultrasonics. Abstract of the 65th Meeting of Kinki Psychiat. Neurol. Society. Psychiat Neurol Jpn. 1959;61:2140
22. Wells PNT, Skidmore R. Doppler developments in the last quinquennium. Ultrasound in Medicine & Biology. 1985;11(4):613-23. DOI: 10.1016/0301-5629(85)90034-1
23. Mahé G, Boulon C, Desormais I, Lacroix P, Bressollette L, Guilmot J-L, et al. Statement for Doppler waveforms analysis. Vasa. 2017;46(5):337-45. DOI: 10.1024/0301-1526/a000638
24. Constans J, Société française de médecine vasculaire. Les Explorations vasculaires. [En ligne]. Chapitre 2. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014 [cité le 28 juillet 2020]. Disponible: http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1746723
25. Shaalan WE, French-Sherry E, Castilla M, Lozanski L, Bassiouny HS. Reliability of common femoral artery hemodynamics in assessing the severity of aortoiliac inflow disease. Journal of Vascular Surgery. 2003;37(5):960-9. DOI: 10.1067/mva.2003.282
26. Campbell WB. Doppler waveform analysis in the management of lower limb arterial disease. Ann R Coll Surg Engl. 1986;68(2):103-6.
27. Azzopardi YM, Gatt A, Chockalingam N, Formosa C. Agreement of clinical tests for the diagnosis of peripheral arterial disease. Primary Care Diabetes. 2019;13(1):82-6. DOI: 10.1016/j.pcd.2018.08.005
28. Tsai C-Y, Chu S-Y, Wen Y-W, Hsu L-A, Chen C-C, Peng S-H, et al. The value of Doppler waveform analysis in predicting major lower extremity amputation among dialysis patients treated for diabetic foot ulcers. Diabetes Research and Clinical Practice. 2013;100(2):181-8. DOI: 10.1016/j.diabres.2013.03.017
29. Hering, Angelkort, Keck, Wilde, Amann. Long-term outcome of successful percutaneous transluminal angioplasty of the fibular artery in diabetic foot syndrome and single-vessel calf perfusion depends on doppler wave pattern at the forefoot. Vasa. 2010;39(1):67-75. DOI: 10.1024/0301-1526/a000007

30. Scissons R, Comerota A. Confusion of Peripheral Arterial Doppler Waveform Terminology. Journal of Diagnostic Medical Sonography. 2009;25(4):185-94. DOI: 10.1177/8756479309336216
31. Kim ES, Sharma AM, Scissons R, Dawson D, Eberhardt RT, Gerhard-Herman M, et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: A Consensus Statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. Vasc Med. 2020;1358863X2093766. DOI: 10.1177/1358863X20937665
32. Omarjee L, Stivalet O, Hoffmann C, Scissons R, Bressollette L, Mahé G, et al. Heterogeneity of Doppler waveform description is decreased with the use of a dedicated classification. Vasa. 2018;47(6):471-4. DOI: 10.1024/0301-1526/a000724
33. Scissons R. Characterizing Triphasic, Biphasic, and Monophasic Doppler Waveforms: Should a Simple Task Be So Difficult? Journal of Diagnostic Medical Sonography. 2008;24(5):269-76. DOI: 10.1177/8756479308323128
34. Descotes J, Cathignol D. [Classification of changes in circulatory rate in the arteries of the lower limbs. Transcutaneous measurement by Doppler effect]. Nouv Presse Med. 1975;4(29):2091-3.
35. Spronk S, den Hoed PT, de Jonge LCW, van Dijk LC, Pattynama PMT. Value of the duplex waveform at the common femoral artery for diagnosing obstructive aortoiliac disease. J Vasc Surg. 2005;42(2):236-42; discussion 242. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.04.048
36. Scissons R, Comerota A. Confusion of Peripheral Arterial Doppler Waveform Terminology. Journal of Diagnostic Medical Sonography. 2009;25(4):185-94. DOI: 10.1177/8756479309336216
37. Mahé G, Boulon C, Désormais I, Lacroix P, Bressollette L, Guilmot JL, et al. Recommandations du Collège des enseignants de médecine vasculaire (CEMV) : analyse des flux artériels Doppler (classification de Saint-Bonnet simplifiée). JMV-Journal de Médecine Vasculaire. 2018;43(4):255-61. DOI: 10.1016/j.jdmv.2018.05.002
38. Catapano AL, Graham I, De Backer G, Wiklund O, Chapman MJ, Drexel H, et al. 2016 ESC/EAS Guidelines for the Management of Dyslipidaemias. Eur Heart J. 2016;37(39):2999-3058. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw272
39. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, Bailey CJ, Ceriello A, Delgado V, et al. 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. European Heart Journal. 2020;41(2):255-323. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz486
40. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 2013;34(28):2159-219. DOI: 10.1093/eurheartj/eht151
41. Smith FB, Lowe GDO, Lee AJ, Rumley A, Leng GC, Fowkes FGR. Smoking, hemorheologic factors, and progression of peripheral arterial disease in patients with claudication. Journal of Vascular Surgery. 1998;28(1):129-35. DOI: 10.1016/S0741-5214(98)70208-3
42. Willigendael EM, Teijink JAW, Bartelink M-L, Kuiken BW, Boiten J, Moll FL, et al. Influence of smoking on incidence and prevalence of peripheral arterial disease. Journal of Vascular Surgery. 2004;40(6):1158-65. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.08.049

43. Adler AI, Stevens RJ, Neil A, Stratton IM, Boulton AJM, Holman RR. UKPDS 59: Hyperglycemia and Other Potentially Modifiable Risk Factors for Peripheral Vascular Disease in Type 2 Diabetes. Diabetes Care. 2002;25(5):894-9. DOI: 10.2337/diacare.25.5.894
44. Khan SZ, Rivero M, Nader ND, Cherr GS, Harris LM, Dryjski ML, et al. Metformin Is Associated with Improved Survival and Decreased Cardiac Events with No Impact on Patency and Limb Salvage after Revascularization for Peripheral Arterial Disease. Annals of Vascular Surgery. 2019;55:63-77. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.05.054
45. Lincoff AM, Wolski K, Nicholls SJ, Nissen SE. Pioglitazone and Risk of Cardiovascular Events in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-analysis of Randomized Trials. JAMA. 2007;298(10):1180. DOI: 10.1001/jama.298.10.1180
46. Zinman B, Wanner C, Lachin JM, Fitchett D, Bluhmki E, Hantel S, et al. Empagliflozin, Cardiovascular Outcomes, and Mortality in Type 2 Diabetes. N Engl J Med. 2015;373(22):2117-28. DOI: 10.1056/NEJMoa1504720
47. Marso SP, Daniels GH, Brown-Frandsen K, Kristensen P, Mann JFE, Nauck MA, et al. Liraglutide and Cardiovascular Outcomes in Type 2 Diabetes. N Engl J Med. 2016;375(4):311-22. DOI: 10.1056/NEJMoa1603827
48. Perkovic V, de Zeeuw D, Mahaffey KW, Fulcher G, Erondu N, Shaw W, et al. Canagliflozin and renal outcomes in type 2 diabetes: results from the CANVAS Program randomised clinical trials. The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2018;6(9):691-704. DOI: 10.1016/S2213-8587(18)30141-4
49. The ORIGIN Trial Investigators. Basal Insulin and Cardiovascular and Other Outcomes in Dysglycemia. N Engl J Med. 2012;367(4):319-28. DOI: 10.1056/NEJMoa1203858
50. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. European Heart Journal. 2018;39(33):3021-104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339
51. Östergren J. Impact of ramipril in patients with evidence of clinical or subclinical peripheral arterial disease. European Heart Journal. 2004;25(1):17-24. DOI: 10.1016/j.ehj.2003.10.033
52. Switzer DS. Effect of verapamil in intermittent claudication. J Fam Pract. 1997;44(4):337.
53. Sohn M-W, Meadows JL, Oh EH, Budiman-Mak E, Lee TA, Stone NJ, et al. Statin use and lower extremity amputation risk in nonelderly diabetic patients. Journal of Vascular Surgery. 2013;58(6):1578-1585.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.06.069
54. Momsen AH, Jensen MB, Norager CB, Madsen MR, Vestersgaard-Andersen T, Lindholt JS. Drug therapy for improving walking distance in intermittent claudication: a systematic review and meta-analysis of robust randomised controlled studies. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2009;38(4):463-74. DOI: 10.1016/j.ejvs.2009.06.002
55. Arya S, Khakharia A, Binney ZO, DeMartino RR, Brewster LP, Goodney PP, et al. Association of Statin Dose With Amputation and Survival in Patients With Peripheral Artery Disease. Circulation. 2018;137(14):1435-46. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032361
56. Soejima H, Morimoto T, Saito Y, Ogawa H. Aspirin for the primary prevention of cardiovascular events in patients with peripheral artery disease or diabetes mellitus. Analyses from the JPAD, POPADAD and AAA trials. Thromb Haemost. 2010;104(6):1085-8. DOI: 10.1160/TH10-05-0333

57. A randomised, blinded, trial of clopidogrel versus aspirin in patients at risk of ischaemic events (CAPRIE). The Lancet. 1996;348(9038):1329-39. DOI: 10.1016/S0140-6736(96)09457-3
58. Aboyans V, Ricco J-B, Bartelink M-LEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, et al. Editor's Choice – 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2018;55(3):305-68. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.07.018
59. Indes JE, Pfaff MJ, Farrokhyar F, Brown H, Hashim P, Cheung K, et al. Clinical Outcomes of 5358 Patients Undergoing Direct Open Bypass or Endovascular Treatment for Aortoiliac Occlusive Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Endovascular Therapy. 2013;20(4):443-55. DOI: 10.1583/13-4242.1
60. Jongkind V, Akkersdijk GJM, Yeung KK, Wisselink W. A systematic review of endovascular treatment of extensive aortoiliac occlusive disease. Journal of Vascular Surgery. 2010;52(5):1376-83. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.04.080
61. Dosluoglu HH, Cherr GS, Lall P, Harris LM, Dryjski ML. Stenting vs above knee polytetrafluoroethylene bypass for TransAtlantic Inter-Society Consensus-II C and D superficial femoral artery disease. Journal of Vascular Surgery. 2008;48(5):1166-74. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.06.006
62. Dosluoglu HH, Lall P, Cherr GS, Harris LM, Dryjski ML. Superior limb salvage with endovascular therapy in octogenarians with critical limb ischemia. Journal of Vascular Surgery. 2009;50(2):305-316.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2009.01.004
63. 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. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2019;58(1S):S1-S109.e33. DOI: 10.1016/j.ejvs.2019.05.006
64. Kang JL, Patel VI, Conrad MF, LaMuraglia GM, Chung TK, Cambria RP. Common femoral artery occlusive disease: Contemporary results following surgical endarterectomy. Journal of Vascular Surgery. 2008;48(4):872-877.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.05.025
65. Malgor RD, Alalahdab F, Elraiyah TA, Rizvi AZ, Lane MA, Prokop LJ, et al. A systematic review of treatment of intermittent claudication in the lower extremities. Journal of Vascular Surgery. 2015;61(3):54S-73S. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.12.007
66. Larsen ASF, Reiersen AT, Jacobsen MB, Kløw N-E, Nordanstig J, Morgan M, et al. Validation of the Vascular quality of life questionnaire – 6 for clinical use in patients with lower limb peripheral arterial disease. Health Qual Life Outcomes. 2017;15(1):184. DOI: 10.1186/s12955-017-0760-3
67. Nicolaï SPA, Kruidenier LM, Rouwet EV, Graffius K, Prins MH, Teijink JAW. The walking impairment questionnaire: an effective tool to assess the effect of treatment in patients with intermittent claudication. J Vasc Surg. 2009;50(1):89-94. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.12.073
68. Laird JR, Zeller T, Holden A, Scheinert D, Moore E, Mendes R, et al. Balloon-Expandable Vascular Covered Stent in the Treatment of Iliac Artery Occlusive Disease: 9-Month Results from the BOLSTER Multicenter Study. J Vasc Interv Radiol. 2019;30(6):836-844.e1. DOI: 10.1016/j.jvir.2018.12.031

69. Murphy TP, Soares GM, Kim HM, Ahn SH, Haas RA. Quality of life and exercise performance after aortoiliac stent placement for claudication. J Vasc Interv Radiol. 2005;16(7):947-53; quiz 954. DOI: 10.1097/01.RVI.0000161140.33944.ED
70. Angle JF, Gasparetto A, Yokoi H, Jaff MR, Popma JJ, Piegari GN, et al. Three-Year Efficacy and Safety of the Misago Peripheral Stent for Superficial Femoral Artery Disease: Final Results from the OSPREY Trial. J Vasc Interv Radiol. 2020;31(6):978-85. DOI: 10.1016/j.jvir.2020.01.004
71. Coyne KS, Margolis MK, Gilchrist KA, Grandy SP, Hiatt WR, Ratchford A, et al. Evaluating effects of method of administration on Walking Impairment Questionnaire. J Vasc Surg. 2003;38(2):296-304. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00312-4
72. Mahe G, Ouedraogo N, Vasseur M, Faligant C, Saidi K, Leftheriotis G, et al. Limitations of self-reported estimates of functional capacity using the Walking Impairment Questionnaire. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2011;41(1):104-9. DOI: 10.1016/j.ejvs.2010.10.002
73. Ouedraogo N, Chanut M, Aubourg M, Le Hello C, Hidden V, Audat G, et al. Development and evaluation of the Walking Estimated-Limitation Calculated by History questionnaire in patients with claudication. Journal of Vascular Surgery. 2013;58(4):981-8. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.03.039
74. Cambou JP, Aboyans V, Constans J, Lacroix P, Dentans C, Bura A. Characteristics and Outcome of Patients Hospitalised for Lower Extremity Peripheral Artery Disease in France: The COPART Registry. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2010;39(5):577-85. DOI: 10.1016/j.ejvs.2010.02.009
75. Cho SW, Kim BG, Kim DH, Kim BO, Byun YS, Rhee KJ, et al. Prediction of coronary artery disease in patients with lower extremity peripheral artery disease. Int Heart J. 2015;56(2):209-12. DOI: 10.1536/ihj.14-284
76. Jain A, Liu K, Ferrucci L, Criqui MH, Tian L, Guralnik JM, et al. Declining walking impairment questionnaire scores are associated with subsequent increased mortality in peripheral artery disease. J Am Coll Cardiol. 2013;61(17):1820-9. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.06

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer en référence à la délibération
du Conseil d'Université
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président
de l'Université de CAEN et P.O Le Doyen

Résumé

ANNEE DE SOUTENANCE : 2019-2020

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : DAUPHIN Jean

TITRE DE LA THESE :

« Modification de l'hémodynamique artérielle lors d'une revascularisation périphérique dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs au stade d'ischémie d'effort ou de repos : analyse des flux Doppler selon la classification de Saint-Bonnet »

MOTS-CLÉS : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) – revascularisation – échodoppler – doppler spectral – classification de Saint-Bonnet (CSB)

RÉSUMÉ DE LA THESE :

Introduction : L'Artériopathie Oblitérante des Membres inférieurs est une pathologie fréquente, d'origine athéromateuse, entrainant par son caractère obstructif une claudication ou une ischémie de repos des membres inférieurs. L'échodoppler est l'examen de première intention pour le diagnostic et le suivi de cette artériopathie. Cependant, en dehors du diagnostic de perméabilité ou d'obstruction, l'analyse précise des flux doppler est limité par le manque de consensus ou d'étude sur le sujet. Notre objectif est d'observer une éventuelle modification des flux artériel en échodoppler à l'aide d'une classification décrite récemment, la classification de Saint-Bonnet, au décours d'une procédure de revascularisation artérielle des membres inférieurs.

Méthode : Les flux artériels de patients hospitalisés au CHU de Caen pour la prise en charge de leur artériopathie des membres inférieurs étaient comparés avant et après l'intervention au niveau fémoral commun, poplité et distal. Une analyse en sous-groupe était effectuée en fonction du stade clinique initial selon la classification de Leriche et Fontaine.

Résultats : Cette étude retrouvait une diminution statistiquement significative du taux des flux de type « CD » à l'étage fémoral commun, poplité et distal (respectivement de 13 à 4%, de 72 à 22% et de 78 à 48% pour les flux « CD »), ainsi qu'une augmentation statistiquement significative du taux des flux de type « N ou A » sur ces 3 étages (respectivement de 76 à 85%, 9 à 46% et 7 à 26%) lors de la prise en compte de l'ensemble de l'échantillon. On retrouvait également une diminution statistiquement significative de la composante diastolique à l'étage poplité et distal (74 à 44% et 80 à 65%). L'analyse en sous-groupe retrouve cette diminution statistiquement significative à l'étage poplité et distal pour les patients stade 2 (72 à 38% et 81 à 53%). L'étage poplitée présentait pour les stades 2 et 4 une augmentation statistiquement significative du taux de flux « N ou A » (respectivement de 46 à 77% et de 17 à 50%) et une diminution statistiquement significative du taux de flux CD (respectivement de 85 à 31% et de 56 à 11%). En tout 81% des patients auront présenté une modification d'au moins un flux sur au moins un étage.

Conclusion : Cette étude a permis grâce à l'utilisation d'une classification en 6 catégories d'objectiver une évolution hémodynamique des flux des artères des membres inférieurs après une revascularisation artérielle. Les études ultérieures permettront d'analyser la corrélation entre ces modifications hémodynamiques et l'évolution clinique, et d'objectiver des critères prédictifs de perméabilité à long terme.

TITRE DE LA THESE EN ANGLAIS :
« Effects of arterial revascularization on hemodynamics in peripheral arterial disease patients: arterial Doppler waveform analysis according to the Saint-Bonnet Doppler flow classification »

KEY WORDS: Peripheral arterial disease – revascularization - Doppler ultrasound – Doppler Spectrum-Saint-Bonnet flow classification (SBC)

RESUME DE LA THESE EN ANGLAIS :

Introduction: Limb Extremity Arterial Disease is a common atheromatous pathology, that leads by is obstructive compound to walk and rest pain in the inferior limb. Doppler Ultrasound is the first intention tool for the diagnosis and the follow up of this pathology. However, without regarding the diagnosis of permeability or obstruction, sharp analysis of doppler flux suffer from a lack of consensus and study. Our objective is to observe the modification of doppler arterial flux with a recent classification, the Saint-Bonnet Classification, before and after a limb arterial revascularization procedure.

Method: Arterial flux of patients hospitalized in the CHU of Caen for limb extremity arterial disease were compared before and after the procedure at the common femoral, the popliteal and the distal arteries. A sub-group analysis was performed, according to clinical stage by the Leriche and Fontaine classification.

Results : This study found a statistically significative decrease of type "CD" flux rate at the common femoral, popliteal and distal level (respectively from 13 to 4%, 72 to 22% and 78 to 48% for "CD" flux), and a statistically significative increase of type "N or A" flux at those 3 levels (respectively from 76 to 85%, 9 to 46% and 7 to 26%) when the global sample was analyzed. We found a statistically significative decrease of the diastolic compound at the popliteal and distal level (from 74 to 44% and 80 to 65%). Sub-group analysis found this same statistically significative decrease at the popliteal and distal levels for stage 2 patients (72 to 38% and 81 to 53%). The popliteal level had a statically significative of "N or A" rate for the stage 2 and 4 (respectively from 46 to 77% and from 17 to 50%) and a statistically significative decrease of "CD" flux rate (respectively from 85 to 31% and from 56 to 11%). Altogether, 81% of the patients had a modification of at least one flux at one level.

Conclusion: This study was able thanks to the use of a 6 categories classification to objective a hemodynamic change in the flux of the limb arteries after a revascularization procedure. Further studies will need to analyze the correlation between those hemodynamical modifications and clinical evolution, and to objective predictive criteria of long-term permeability.