

Recommandations du Collège des enseignants de médecine vasculaire (CEMV) : analyse des flux artériels Doppler (classification de Saint-Bonnet simplifiée)

G Mahé, C Boulon, I Désormais, P Lacroix, L Bressollette, J L Guilmot, C Le Hello, M A Sevestre, G Pernod, J Constans, et al.

► To cite this version:

G Mahé, C Boulon, I Désormais, P Lacroix, L Bressollette, 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*, Elsevier, 2018, 43 (4), pp.255-261. 10.1016/j.jdmv.2018.05.002 . hal-01862282

HAL Id: hal-01862282

<https://hal-univ-rennes1.archives-ouvertes.fr/hal-01862282>

Submitted on 10 Sep 2018

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.

1 MISE AU POINT

2 **Recommandations du Collège des Enseignants de Médecine Vasculaire (CEMV) : analyse des**
3 **flux artériels Doppler (Classification de Saint-Bonnet simplifiée).**

4

5 **CEMV (College of the French Vascular Medicine Teachers) statement: Arterial Doppler**
6 **waveforms analysis (Simplified Saint-Bonnet Classification)**

7 G. Mahé a

8 C. Boulon b

9 I. Désormais c

10 P. Lacroix c

11 L. Bressollette d

12 J.L. Guilmot e

13 C. Le Hello f

14 M.A. Sevestre g

15 G. Pernod h J.

16 Constans b C.

17 Boissier f A.

18 Bura-Rivière i

19 Collège des enseignants de médecine vasculaire (CEMV)

20

21 a

22 Inserm, CIC 1414, univ Rennes, CHU Rennes, unité de médecine vasculaire, 35000 Rennes, France

23

24 b

25 Médecine vasculaire, hôpital Saint-André, 33076 Bordeaux, France

26

27 c

28 Médecine vasculaire, CHU Limoges, 87042 Limoges, France

29

30 d

31 Médecine vasculaire, CHU de Brest, 29200 Brest, France

32

33 e

34 Médecine vasculaire, 37044 Tours, France

35

36 f

37 Service de médecine vasculaire et thérapeutique, CHU Nord Saint-Etienne, 42055 Saint-Étienne,

38 France

39

40 g

41 Médecine vasculaire, CHU Amiens, 80054 Amiens, France

42

43 h

44 Médecine vasculaire, CHU de Grenoble, 38700 La Tronche, France

45

46 i

47 Médecine vasculaire, hôpital Rangueil, CHU de Toulouse, 31059 Toulouse, France

48

49 **Résumé :** L'artériopathie des membres inférieurs est une pathologie fréquente. L'analyse des flux

50 artériels Doppler est un élément important pour juger de l'état hémodynamique d'un patient et

51 affirmer la présence ou non d'une artériopathie des membres inférieurs. Malheureusement, à ce

52 jour, il existe une grande hétérogénéité dans la description de l'analyse des flux Doppler. Afin de

53 palier cette problématique, la classification de Saint-Bonnet va être enseignée aux capacitaires et
54 aux futurs internes de la discipline afin d'homogénéiser nos pratiques.

55 **Mots clés :** Artériopathie des membres inférieurs ; Flux Doppler ; Diagnostic

56

57 **Summary:** Lower extremity peripheral artery disease is a frequent disease. Arterial Doppler
58 waveforms analysis is a key element in vascular medicine especially to diagnose lower peripheral
59 artery disease. Although Doppler waveforms are often used, a high heterogeneity exists about the
60 description of the arterial Doppler waveforms. This review presents the simplified Saint-Bonnet
61 classification that is taught to vascular medicine residents in order to homogenize arterial flow
62 description.

63 **Keywords:** Peripheral artery disease; Diagnosis; Doppler, Waveforms

64

65 **Introduction**

66 L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) est une pathologie fréquente qui touche
67 plus de 200 millions de personnes dans le monde et qui est principalement d'origine athéromateuse
68 [1]. La prévalence de cette pathologie est estimée en France à 11 % chez les plus de 40 ans [2].

69 Le diagnostic d'AOMI peut être fait par la mesure de l'index de pression systolique de cheville
70 mais aussi par l'analyse des flux Doppler [3,4].

71 Toutes les recommandations internationales s'accordent pour dire que l'index de pression systolique
72 (IPS) de cheville de repos est la technique de référence pour diagnostiquer une AOMI [3,5,6].

73 Cependant, dans certaines populations comme chez les diabétiques, les insuffisants rénaux, et les
74 personnes âgées notamment, l'IPS de repos peut être faussement normal [5]. Dans ces cas et compte
75 tenu des difficultés d'apprentissage, l'évaluation des flux Doppler peut apparaître comme
76 intéressante [7–10]. Ainsi, l'artériopathie des membres inférieurs peut être définie au repos
77 par [3,6,11]:

78 -Un IPS de repos $\leq 0,90$

79 -Un IPS de repos $\leq 0,90$ et un flux Doppler « anormal »

80 -Un IPS de repos $\leq 0,90$ et un flux Doppler normal (triphase)

81 -Un IPS de repos $> 0,90$ et un flux Doppler « anormal »

82 La grande difficulté d'utiliser l'analyse des flux Doppler est liée au fait que la
83 description/dénomination des différents flux artériels Doppler est à ce jour très hétérogène [4,12].

84 Cette inhomogénéité pose des problèmes à plusieurs niveaux : dans la pratique clinique où selon les
85 médecins la dénomination n'est pas la même, rendant difficiles les échanges avec nos différents
86 confrères ; dans l'enseignement où selon que l'on ait été formé à tel ou tel endroit les
87 dénominations varient ; et dans la recherche où les comparaisons entre les études sur les flux sont
88 difficilement comparables car elles n'utilisent pas les mêmes classifications.

89 Pour répondre à ces difficultés et dans le cadre de la réforme pédagogique avec la naissance du
90 Diplôme d'Etudes Spécialisées (DES) en Médecine Vasculaire, il nous est apparu indispensable de
91 définir des termes couramment employés lors de notre pratique de l'écho-Doppler et de proposer
92 une classification simple et rapide pour décrire les flux artériels Doppler des membres inférieurs
93 [4]. Ce travail présente d'abord les dénominations des différents flux, puis la classification de Saint-
94 Bonnet simplifiée puis les facteurs influençant le flux Doppler et enfin les recommandations pour
95 l'analyse des flux et les moyens pédagogiques à mettre en œuvre.

96

97 1) Définitions et dénominations :

98 a) Flux artériel normal de repos :

99 Dans une artère saine des membres inférieurs au repos, le flux artériel est laminaire avec un
100 caractère pulsatile. Le morphotype vélocimétrique normal présente différents aspects aussi appelés
101 « modulations » décrites de la façon suivante (Figure 1) :

102 1) une branche ascendante (branche anacrote) et son temps de montée (court),

103 2) une branche descendante (branche catacrote) et son temps de descente (court),

104 3) une composante diastolique négative,

105 4) un rebond diastolique positif,

106 5) un retour à la ligne de base.

107 En plus de ces différentes phases, le morphotype vélocimétrique normal inclut une fenêtre spectrale,
108 qui doit être claire, ce qui signifie que l'ensemble des globules rouges se déplace à une vitesse quasi
109 similaire. A contrario, lorsque la fenêtre spectrale n'est plus claire, cela signifie que les globules
110 rouges ne se déplacent plus tous à la même vitesse.

111 b) Flux démodulé :

112 Un flux démodulé se traduit par une perte de modulation caractérisée par une perte du caractère
113 triphasique (Figure 2).

114 c) Flux amorti :

115 Un flux amorti se traduit par un morphotype vélocimétrique dont le temps de montée systolique est
116 allongé c'est-à-dire avec un temps de montée systolique > 70 ms ou à 100 ms suivant les auteurs
117 (Figure 2).

118 d) Flux ralenti :

119 Un flux ralenti se traduit par un morphotype vélocimétrique comportant un temps de montée
120 systolique normal mais une vitesse maximale systolique diminuée (Figure 2).

121

122 2) Classification de Saint-Bonnet simplifiée (Figure 3) :

123 Différents classifications ont déjà été proposées mais elles ne permettent pas de classer l'ensemble
124 des flux [13,14]. La classification de Saint-Bonnet basée sur les classifications précédentes et les
125 travaux de F. Becker permet de résoudre cette difficulté [11-13]. Il existe deux classifications de
126 Saint-Bonnet : la classification classique et la classification simplifiée [4]. Seule la classification
127 simplifiée est présentée dans cette mise au point car elle est plus simple d'utilisation (Figure 3).

128 La courbe Doppler comporte successivement : une branche ascendante, une branche descendante,
129 suivie d'une composante diastolique négative, précédent un rebond diastolique positif avant un

130 retour à la ligne de base. En présence d'une diminution des résistances périphériques le flux peut
131 être continu (sans retour à la ligne de base).

132 L'analyse objective d'un morphotype vélocimétrique triphasique porte sur la branche ascendante
133 (branche anacrote) avec un temps de montée court, la branche descendante (branche catacrote) avec
134 un temps de descente court, la composante diastolique négative, le rebond diastolique positif et le
135 retour à la ligne de base (stade Saint-Bonnet N). Les altérations du signal vélocimétrique
136 comportent successivement en fonction de la sévérité des lésions artérielles :

137 - la disparition du rebond diastolique positif (morphotype vélocimétrique biphasique, stade Saint-
138 Bonnet A),

139 - la disparition de la composante diastolique négative (morphotype vélocimétrique monophasique
140 symétrique avec pic systolique pointu, stade Saint-Bonnet B),

141 - l'augmentation du temps de descente de la branche catacrote (morphotype vélocimétrique
142 monophasique asymétrique avec pic systolique « émoussé » avec une branche descendante dont la
143 pente est diminuée, ou l'augmentation du temps de montée systolique de la branche anacrote avec
144 présence d'un pic systolique « émoussé » (stade Saint-Bonnet CD),

145 - l'effondrement des vitesses systoliques avec une augmentation du temps de montée systolique et
146 une augmentation du temps de descente de la branche catacrote (stade Saint-Bonnet E),

147 - absence de flux (stade Saint-Bonnet O).

148 Si le signal ne revient pas à la ligne de base, le flux est dit continu (fc) et peut être rencontré à tous
149 les stades de la classification (sauf pour le stade Saint-Bonnet O). Pour un stade B à flux continu, le
150 flux est alors noté « stade B-fc » par exemple. La composante « fc » est liée à l'état vasculaire en
151 aval de la zone d'enregistrement. En cas d'ischémie par exemple et sous réserve que le système
152 vasculaire du patient ait conservé sa capacité de vasodilatation, la composante « fc » sera présente.
153 Cette composante « fc » peut aussi être retrouvée lors de processus inflammatoires locaux ou lors
154 de l'exercice.

155 Finalement à ces stades s'ajoutent deux stades qui ne sont pas liés à la sévérité de la maladie
156 athéromateuse à savoir le flux rencontré dans les faux-anévrismes (Saint-Bonnet FA) et le flux
157 Saint-Bonnet U (U pour Undefined) qui est à utiliser quand le flux visualisé ne correspond à aucun
158 flux présenté précédemment de la classification (Figure 3). Le flux Saint-Bonnet U peut être
159 retrouvé lors de dissection artérielle par exemple où l'on peut observer des flux très atypiques.

160

161 3) Facteurs influençant la forme du flux Doppler :

162 La forme du flux va être modifiée en fonction de la présence ou non de lésion sur l'arbre artériel
163 mais aussi en présence de thérapeutiques ou de phénomène inflammatoire par exemple. Il est
164 classique en Doppler d'étudier le flux au niveau de la lésion artérielle ce qui définit les signes
165 directs et d'étudier le retentissement en amont et en aval ce qui définit les signes indirects d'amont
166 et les signes indirects d'aval. La figure 4 présente les modifications du flux Doppler en fonction du
167 degré de sténose. Le tableau 1 présente l'ensemble des possibilités attendues avec la classification
168 de Saint Bonnet.

169

170 4) Recommandations et suggestions (Tableau 2) :

171 Nous recommandons de réaliser ces mesures de flux après 5 à 10 minutes de repos dans une pièce
172 où le patient sera en neutralité thermique en décubitus (CdR I, NdP C).

173

174 Les enregistrements des flux artériels au Doppler peuvent être réalisés au repos. En cas de flux
175 normaux, chez un patient avec une forte suspicion d'AOMI, nous recommandons de réaliser une
176 exploration des flux artériels après effort, afin de sensibiliser le diagnostic et ce pour les mêmes
177 raisons que la réalisation d'un index de pression systolique post-effort (CdR I, NdP C).

178

179 Nous recommandons d'analyser les morphotypes vélocimétriques artériels chez tous les patients qui
180 doivent bénéficier d'une mesure de l'index de pression systolique de repos que les patients soient
181 symptomatiques ou non. Ces données doivent figurer sur le compte rendu (CdR I, NdP C).

182

183 Nous recommandons d'effectuer les enregistrements du flux artériel et d'analyser les morphotypes
184 vélocimétriques recueillis tout au long de l'arbre artériel (aorte, artères iliaque commune, iliaque
185 externe, fémorale commune, fémorale superficielle, poplitée, artères tibiale postérieure, pédieuse
186 (dorsale du pied) et fibulaire) et de notifier cette information dans le compte rendu (CdR I, NdP C).

187

188 Nous recommandons d'effectuer les enregistrements du flux artériel et d'analyser les morphotypes
189 vélocimétriques dans tous les pontages et matériels endovasculaires et de notifier ces informations
190 dans le compte rendu (CdR I, NdP C).

191

192 Nous recommandons de réaliser les enregistrements post-effort le plus tôt après l'arrêt de l'effort et
193 de noter le temps entre l'arrêt de l'effort et le moment de l'enregistrement. Pour simplifier la
194 mesure post-effort, il est conseillé de marquer au feutre lorsque le patient est au repos la zone
195 d'enregistrement. Le type d'effort ainsi que les symptômes présentés par le patient doivent être
196 rapportés (CdR I, NdP C).

197

198 Les personnes réalisant des explorations vasculaires doivent être entraînées à l'analyse des courbes
199 Doppler (CdR I, NdP C).

200

201 Nous recommandons d'utiliser une classification de Saint-Bonnet simplifiée pour décrire les flux
202 Doppler (CdR I, NdP C).

203

204 4) Pédagogie :

205 Compte tenu de l'importante variabilité des classifications des morphotypes vélocimétriques
206 artériels enregistrés par méthode Doppler [15], il apparaît nécessaire de s'intéresser aux méthodes
207 d'enseignement. Aucune méthode particulière n'a été proposée ni validée pour l'enseignement de
208 l'enregistrement des signaux Doppler alors même que cette analyse du signal Doppler recueilli est
209 un élément important de la pratique vasculaire. Un enseignement théorique, comme réalisé dans la
210 plupart des facultés françaises de Médecine pour la mesure de l'IPS de repos, serait probablement
211 inapproprié [16]. Pour l'IPS, il est montré qu'il faut réaliser par exemple un certain nombre de
212 mesures pour devenir compétent [7,8,17]. Les travaux de Scissons montrent une meilleure
213 classification des morphotypes vélocimétriques avec l'augmentation de l'expérience de la personne
214 analysant les flux [15,18]. Des études méritent d'être menées pour identifier la meilleure manière
215 d'enseigner l'analyse des flux artériels et ainsi améliorer les pratiques pour mieux prendre en charge
216 les patients.

217

218 **Conclusion**

219 L'analyse du morphotype vélocimétrique recueilli par méthode Doppler est un moyen « ancien »,
220 simple, peu coûteux et sans risque pour évaluer l'hémodynamique artérielle. Il n'a cependant jamais
221 fait l'objet d'un consensus. La classification de Saint-Bonnet dont l'utilisation est suggérée par les
222 enseignants du Collège des Enseignants de Médecine Vasculaire permet de standardiser cette
223 pratique.

224

225 **Déclaration de liens d'intérêts** Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts

226

227

228

229

230 Tableau 1 : Principales modifications attendues du flux artériel en fonction du degré de
 231 rétrécissement artériel avec la classification de Saint-Bonnet simplifiée.

Degré de rétrécissement	<40%	40 et 70%	>70-75%	>90%	Occlusion
Flux en amont du rétrécissement	N	N	N ou A	N ou A avec vitesse diminuée	N ou A avec vitesse diminuée
Flux au niveau du rétrécissement	N	N avec vitesse augmentée	A-fc ou B-fc avec vitesse augmentée	A-fc ou B-fc avec vitesse augmentée	0
Flux en aval du rétrécissement en l'absence de collatérale	N	N	CD-fc ou CD ou E-fc ou E	CD-fc ou CD ou E-fc ou E	0
Flux en aval du rétrécissement avec collatérale efficace au repos			N	N	N
Flux en aval du rétrécissement avec collatérale non efficace à l'effort			CD-fc ou CD ou E-fc ou E	CD-fc ou CD ou E-fc ou E	CD-fc ou CD ou E-fc ou E

232

233 Tableau 1 légende : fc signifie flux continu. Il est important de noter que ces modifications sont les
 234 modifications attendues mais qu'elles n'ont pas été validées par des études

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247 **Tableau 2 : Classe de recommandations et niveaux de preuve**

Classe de recommandations	Définition	Phrase à utiliser
Classe I	Preuve que la procédure est efficace, bénéfique, utile	Est recommandé, est indiqué
Classe II	Preuve conflictuelle ou divergence d'opinion sur l'efficacité ou l'utilité de la procédure	
Classe IIa	Poids des preuves/opinion est en faveur de l'efficacité/utilité.	Devrait être considéré
Classe IIb	L'utilité/efficacité est moins bien établie par les preuves	Peut être considéré
Classe III	Preuve que la procédure n'est pas utile ou efficace, et qu'elle peut être néfaste.	N'est pas recommandée

Niveau de Preuve	Justification
Niveau de Preuve A	Les données proviennent de multiples essais randomisés ou méta-analyses.
Niveau de Preuve B	Les données viennent d'un seul essai randomisé ou de larges études non randomisées.
Niveau de Preuve C	Consensus d'opinion d'experts ou petites études rétrospectives, registres.

248

249

250

251

252

253

254

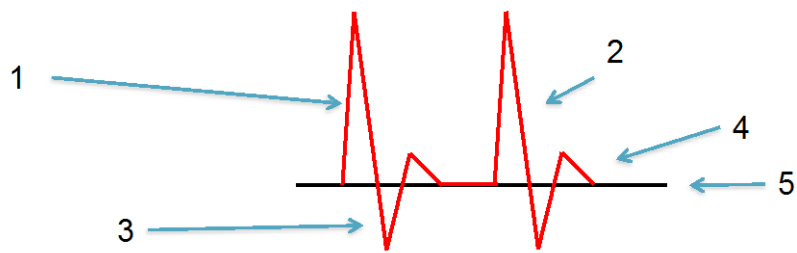
255

256

257

258

259



Le morphotype vélocimétrique normal (*Saint-Bonnet N*) est triphasique, il comporte :

- Une branche ascendante rapide (1)
- Une branche descendante rapide (2)
- Une composante diastolique négative (3)
- Un rebond diastolique (4)
- Il se termine au niveau de la ligne de base (5)

261

262

263

264

265

266

267

268

269

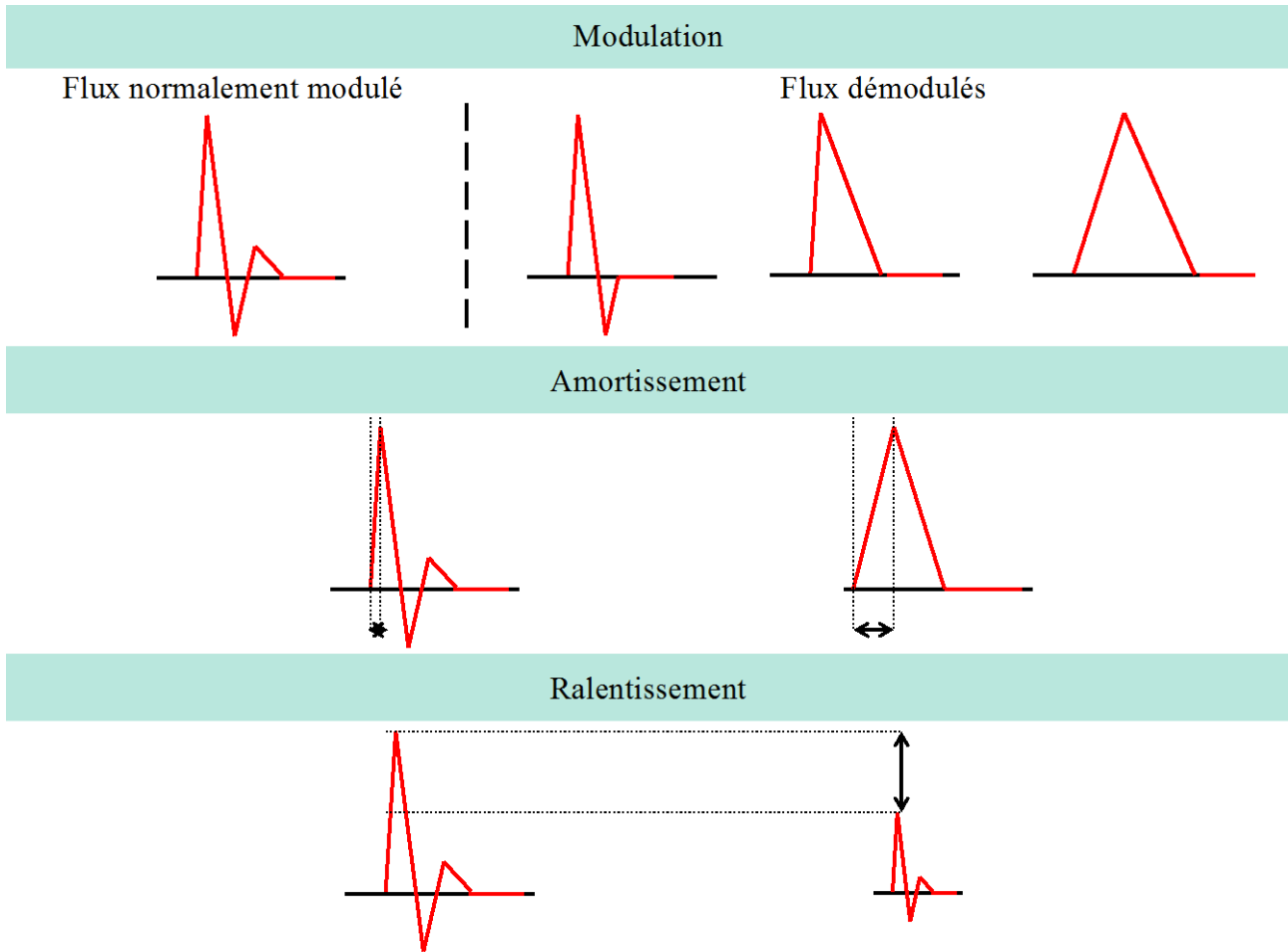
270

271

272

273

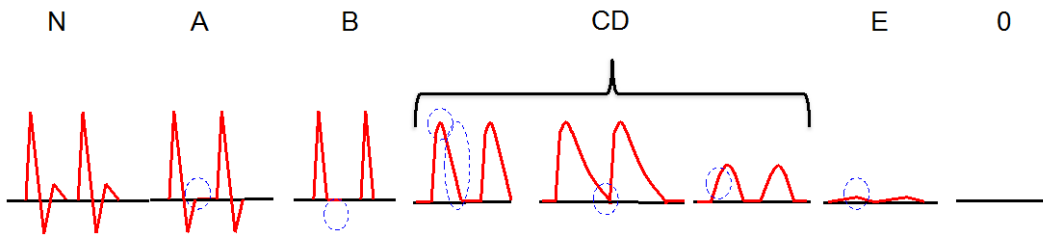
274 **Figure 2 : Définitions pour l'analyse des flux Doppler.**



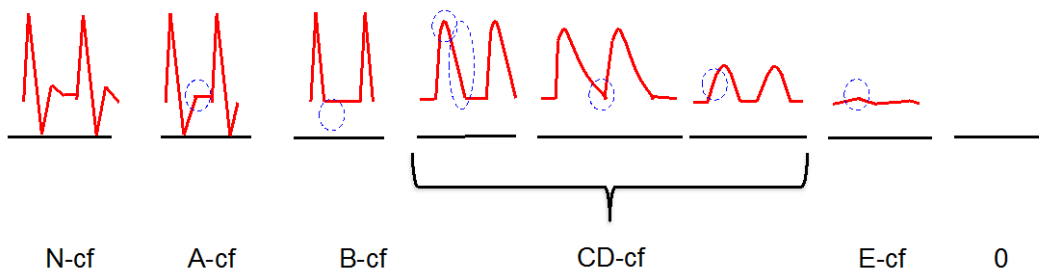
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287

288 **Figure 3 : Classification de Saint-Bonnet simplifiée.**

A) Classification de Saint-Bonnet simplifiée sans flux continu

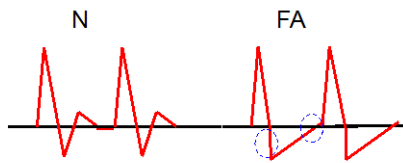


Classification de Saint-Bonnet simplifiée avec flux continu



289

B) Flux de faux-anévrisme : Saint-Bonnet FA



Flux indéfini: Saint-Bonnet U

Dans certains cas, les flux ne correspondent à aucune description précédente, il convient alors de les décrire comme flux indéfini noté Saint-Bonnet U

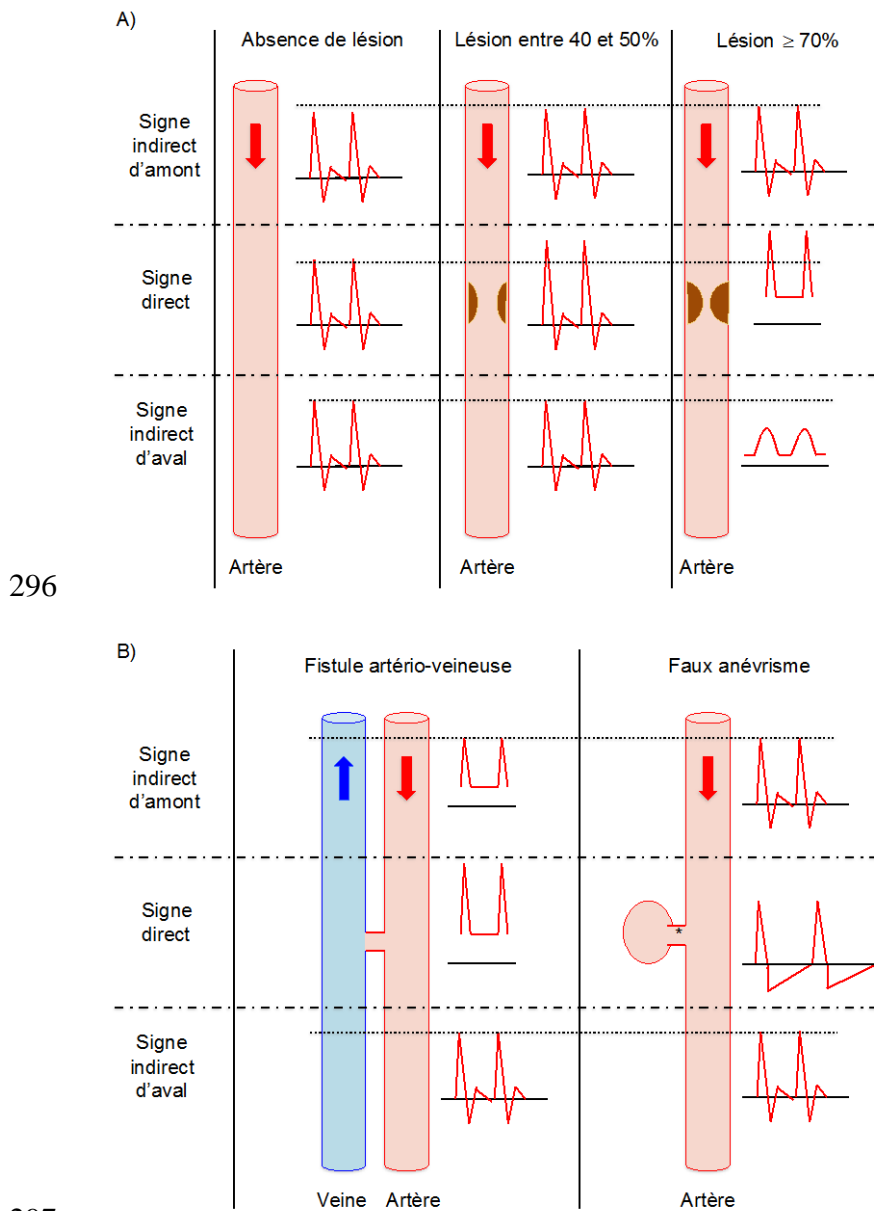
290

291

292

293

294 **Figure 4 : Vue schématique de la modification du flux en fonction du degré de rétrécissement**
 295 **artériel.**



298 Figure 4 légende : A) modification du flux en fonction du degré de rétrécissement artériel ; A
 299 noter qu'en présence d'une lésion $\geq 70\%$ le flux en amont peut être A et qu'au niveau de la
 300 sténose d'autres types de flux peuvent être retrouvés (cf. Tableau 1). B) Modification du flux
 301 en présence d'une fistule artério-veineuse et d'un faux anévrisme ; * indique le lieu de la me-
 302 sure du flux Doppler.

303
 304
 305
 306
 307

310 **Références :**

- 311 [1] Fowkes FGR, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, et al. Compar-
312 ison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and
313 2010: a systematic review and analysis. *Lancet Lond Engl* 2013;382:1329–40.
314 doi:10.1016/S0140-6736(13)61249-0.
- 315 [2] Boccalon H, Lehert P, Mosnier M. [Assessment of the prevalence of atherosclerotic lower
316 limb arteriopathy in France as a systolic index in a vascular risk population]. *J Mal Vasc*
317 2000;25:38–46.
- 318 [3] Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, et al.
319 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral
320 Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association
321 Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2017;135:e726–79.
322 doi:10.1161/CIR.0000000000000471.
- 323 [4] Mahé G, Boulon C, Desormais I, Lacroix P, Bressollette L, Guilmot J-L, et al. Statement for
324 Doppler waveforms analysis. *VASA Z Gefasskrankheiten* 2017;1–9. doi:10.1024/0301-
325 1526/a000638.
- 326 [5] Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C, et al. Measurement
327 and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart
328 Association. *Circulation* 2012;126:2890–909. doi:10.1161/CIR.0b013e318276fbc.
- 329 [6] Mahé G, Jaquinandi V. [Diagnosis of lower limb peripheral artery disease]. *Presse Medicale*
330 Paris Fr 1983 2017. doi:10.1016/j.lpm.2017.09.021.
- 331 [7] Chaudru S, de Müllenheim P-Y, Le Faucheur A, Kaladji A, Jaquinandi V, Mahé G. Training
332 to Perform Ankle-Brachial Index: Systematic Review and Perspectives to Improve Teaching
333 and Learning. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg* 2016;51:240–7.
334 doi:10.1016/j.ejvs.2015.09.005.
- 335 [8] Chaudru S, de Müllenheim P-Y, Le Faucheur A, Jaquinandi V, Kaladji A, Mahe G.
336 Knowledge about ankle-brachial index procedure among residents: being experienced is bene-
337 ficial but is not enough. *VASA Z Gefasskrankheiten* 2016;45:37–41. doi:10.1024/0301-
338 1526/a000493.
- 339 [9] Donnou C, Chaudru S, Stivalet O, Paul E, Charasson M, Selli J-M, et al. How to become pro-
340 ficient in performance of the resting ankle-brachial index: Results of the first randomized con-
341 trolled trial. *Vasc Med* 2017;1358863X1774099. doi:10.1177/1358863X17740993.
- 342 [10] Donnou C, Chaudru S, Stivalet O, Paul E, Charasson M, Selli J-M, et al. Medical students’
343 proficiency in performance of the resting ankle-brachial index is not sustained at 6 months. *J*
344 *Clin Hypertens Greenwich Conn* 2018. doi:10.1111/jch.13206.
- 345 [11] Becker F, Luzy F, Baud J-M, Pichot O, SFMV. [Quality standards for ultrasound assessment
346 (CW-Doppler, Duplex US) of the lower limb arteries in vascular medicine. Report of the
347 French Society for Vascular Medicine]. *J Mal Vasc* 2011;36:364–85.
348 doi:10.1016/j.jmv.2011.10.002.
- 349 [12] Omarjee L, Stivalet O, Hoffmann C, Scissons R, Bressollette L, Mahé G, et al. Heterogeneity
350 of Doppler waveforms description is decreased with the use of a dedicated classification. *VA-*
351 *SA Z Gefasskrankheiten* 2018:Accepted.
- 352 [13] Descotes J, Cathignol D. [Classification of changes in circulatory rate in the arteries of the
353 lower limbs. Transcutaneous measurement by Doppler effect]. *Nouv Presse Med*
354 1975;4:2091–3.

- 355 [14] Spronk S, den Hoed PT, de Jonge LCW, van Dijk LC, Pattynama PMT. Value of the duplex
356 waveform at the common femoral artery for diagnosing obstructive aortoiliac disease. *J Vasc*
357 *Surg* 2005;42:236–42; discussion 242. doi:10.1016/j.jvs.2005.04.048.
- 358 [15] Scissons, Robert. Characterizing triphasic, biphasic, and monophasic Doppler waveforms:
359 Should a simple task be so difficult? *J Diagn Med Sonogr* 2008:269–76.
- 360 [16] Mahé G. [Ankle-brachial index measurement: Methods of teaching in French medical schools
361 and review of literature]. *J Mal Vasc* 2015;40:165–72. doi:10.1016/j.jmv.2015.03.001.
- 362 [17] Georgakarakos E, Papadaki E, Vamvakerou V, Lytras D, Tsiokani A, Tsolakaki O, et al.
363 Training to measure ankle-brachial index at the undergraduate level: can it be successful? *Int J*
364 *Low Extrem Wounds* 2013;12:167–71. doi:10.1177/1534734613483768.
- 365 [18] Scissons, Robert, Comerota, AJ. Confusion of peripheral arterial Doppler waveform terminol-
366 ogy. *J Diagn Med Sonogr* 2009:189–94.
- 367