



**HAL**  
open science

# Approche de l'échographie vasculaire en médecine générale

Lucas Sinnig

► **To cite this version:**

Lucas Sinnig. Approche de l'échographie vasculaire en médecine générale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03903283

**HAL Id: dumas-03903283**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03903283v1>**

Submitted on 16 Dec 2022

**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.



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Approche de l'échographie vasculaire en médecine générale**

**T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 12 Décembre 2022**

**Par Monsieur Lucas SINNIG**

**Né le 14 juillet 1995 à Aix-En-Provence (13)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur DISDIER Patrick**

**Président**

**Monsieur le Professeur FILIPPI Simon**

**Directeur**

**Monsieur le Professeur BARGIER Jacques**

**Assesseur**

**Monsieur le Docteur THERY Didier**

**Assesseur**





Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Approche de l'échographie vasculaire en médecine générale**

**T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 12 Décembre 2022**

**Par Monsieur Lucas SINNIG**

**Né le 14 juillet 1995 à Aix-En-Provence (13)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur DISDIER Patrick**

**Président**

**Monsieur le Professeur FILIPPI Simon**

**Directeur**

**Monsieur le Professeur BARGIER Jacques**

**Assesseur**

**Monsieur le Docteur THERY Didier**

**Assesseur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Asseseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DELARQUE Alain
	ALBANESE Jacques		DEVIN Robert
	ALDIGHIERI René		DEVRED Philippe
	ALESSANDRINI Pierre		DJIANE Pierre
	ALLIEZ Bernard		DONNET Vincent
	AQUARON Robert		DUCASSOU Jacques
	ARGEME Maxime		DUFOUR Michel
	ASSADOURIAN Robert		DUMON Henri
	AUFFRAY Jean-Pierre		DURAND Jean-Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		ENJALBERT Alain
	AZORIN Jean-Michel		FAUGERE Gérard
	BAILLE Yves		FAVRE Roger
	BARDOT Jacques		FIECHI Marius
	BARDOT André		FARNARIER Georges
	BERARD Pierre		FIGARELLA Jacques
	BERGOIN Maurice		FIGARELLA-BRANGER Dominique
	BERLAND Yvon		FONTES Michel
	BERNARD Dominique		FRANCES Yves
	BERNARD Jean-Louis		FRANCOIS Georges
	BERNARD Pierre-Marie		FUENTES Pierre
	BERTRAND Edmond		GABRIEL Bernard
	BISSET Jean-Pierre		GALINIER Louis
	BLANC Bernard		GALLAIS Hervé
	BLANC Jean-Louis		GAMERRE Marc
	BOLLINI Gérard		GARCIN Michel
	BONGRAND Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BONNEAU Henri		GAUTHIER André
	BONNOIT Jean		GERARD Raymond
	BORY Michel		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BOTTA Alain		GIUDICELLI Sébastien
	BOTTA-FRIDLUND Daniëlle		GOUDARD Alain
	BOUBLI Léon		GOUIN François
	BOURGEADE Augustin		GRILLO Jean-Marie
	BOUVENOT Gilles		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUYALA Jean-Marie		GRISOLI François
	BREMOND Georges		GROULIER Pierre
	BRICOT René		GUYS Jean-Michel
	BRUNET Christian		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BUREAU Henri		HARLE Jean-Robert
	CAMBOULIVES Jean		HASSOUN Jacques
	CANNONI Maurice		HEIM Marc
	CARTOUZOU Guy		HOUEL Jean
	CAU Pierre		HUGUET Jean-François
	CHABOT Jean-Michel		JAQUET Philippe
	CHAMLIAN Albert		JAMMES Yves
	CHARPIN Denis		JOUVE Paulette
	CHARREL Michel		JUHAN Claude
	CHAUVEL Patrick		JUIN Pierre
	CHOUX Maurice		KAPHAN Gérard
	CIANFARANI François		KASBARIAN Michel
	CLAVERIE Jean-Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CLEMENT Robert		LACHARD Jean
	COMBALBERT André		LAFFARGUE Pierre
	CONTE-DEVOLX Bernard		LAUGIER René
	CORRIOL Jacques		LE TREUT Yves
	COULANGE Christian		LEGRE Régis
	CURVALE Georges		LEVY Samuel
	DALMAS Henri		LOUCHET Edmond
	DE MICO Philippe		LOUIS René
	DELPERO Jean-Robert		LUCIANI Jean-Marie
	DESSEIN Alain		MAGALON Guy

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
MICHOTÉY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice  
MUNDLER Olivier  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PANUEL Michel  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RAOULT Didier  
RICHAUD Christian  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAMBUC Roland  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SARLES - PHILIP Nicole  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITZ Jean-François  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THIRION Xavier  
THOMASSIN Jean-Marc  
TRIGLIA Jean-Michel  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUF0 Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTE Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

### 2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021

## EMERITAT

### 2020

M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2021

### 2021

M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2022
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2022
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2022
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2022
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2022
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2022
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2022

### 2020

### 2022

Mme le Professeur	FIGARELLA-BRANGER Dominique	31/08/2025
M. le Professeur	HARLE Jean-Robert	31/08/2025
M. le Professeur	PANUEL Michel	31/08/2025
M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2023
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2023
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2023
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2023
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2023
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2023
M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2023
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2023

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

### 1967

MM. les Professeurs DADI (Italie)  
CID DOS SANTOS (Portugal)

### 1974

MM. les Professeurs MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)  
T.A. LAMBO (Suisse)

### 1975

MM. les Professeurs O. SWENSON (U.S.A.)  
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

### 1976

MM. les Professeurs P. FRANCHIMONT (Belgique)  
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

### 1977

MM. les Professeurs C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)  
C.GIBBS (U.S.A.)  
J. DACIE (Grande-Bretagne)

### 1978

M. le Président F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

### 1980

MM. les Professeurs A. MARGULIS (U.S.A.)  
R.D. ADAMS (U.S.A.)

### 1981

MM. les Professeurs H. RAPPAPORT (U.S.A.)  
M. SCHOU (Danemark)  
M. AMENT (U.S.A.)  
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)  
S. REFSUM (Norvège)

### 1982

M. le Professeur W.H. HENDREN (U.S.A.)

### 1985

MM. les Professeurs S. MASSRY (U.S.A.)  
KLINSMANN (R.D.A.)

### 1986

MM. les Professeurs E. MIHICH (U.S.A.)  
T. MUNSAT (U.S.A.)  
LIANA BOLIS (Suisse)  
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

### 1987

M. le Professeur P.J. DYCK (U.S.A.)

### 1988

MM. les Professeurs R. BERGUER (U.S.A.)  
W.K. ENGEL (U.S.A.)  
V. ASKANAS (U.S.A.)  
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)  
A. DAVIGNON (Canada)  
A. BETTARELLO (Brésil)

### 1989

M. le Professeur P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</b>		<b>DOCTEURS HONORIS CAUSA</b>
MM. les Professeurs		J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b>		
MM. les Professeurs		J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>		
MM. les Professeurs		H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>		
MM. les Professeurs		G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>		
MM. les Professeurs		D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>		
MM. les Professeurs		C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>		
MM. les Professeurs		O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>		
MM. les Professeurs		J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b>		
MM. les Professeurs		D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b>		
MM. les Professeurs		P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b>		
MM. les Professeurs		M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b>		
M. le Professeur Sir		T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
<b>2004</b>		
M. le Professeur		M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b>		
M. le Professeur		L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b>		
M. le Professeur		A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
<b>2007</b>		
M. le Professeur		S. KAUFMANN (Allemagne)

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert  
ALIMI Yves  
AMABILE Philippe  
*AMBROSI Pierre Surnombre*  
ANDRE Nicolas  
ARGENSON Jean-Noël  
ASTOUL Philippe  
ATTARIAN Shahram  
AUDOUIN Bertrand  
AUQUIER Pascal  
AVIERINOS Jean-François  
AZULAY Jean-Philippe  
*BAILLY Daniel Retraite au 2/11/2022*  
BARLIER-SETTI Anne  
BARLOGIS Vincent  
BARTHET Marc  
BARTOLI Christophe  
BARTOLI Jean-Michel  
BARTOLI Michel  
BARTOLOMEI Fabrice  
BASTIDE Cyrille  
BELIARD-LASSERRE Sophie  
BENSOUSSAN Laurent  
BERBIS Philippe  
BERBIS Julie  
BERDAH Stéphane  
BEROUD Christophe  
BERTRAND Baptiste  
BERTUCCI François  
BEYER-BERJOT Laura  
BLAISE Didier  
BLIN Olivier  
BLONDEL Benjamin  
BOISSIER Romain  
BONIN/GUILLAUME Sylvie  
BONELLO Laurent  
BONNET Jean-Louis  
*BOUFI Mourad*  
BOYER Laurent  
BREGEON Fabienne  
BRETTELE Florence  
BROUQUI Philippe  
BRUDER Nicolas  
BRUE Thierry  
BRUNET Philippe  
BURTEY Stéphane  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier  
CASANOVA Dominique  
CASTINETTI Frédéric  
CECCALDI Mathieu  
CERMOLACCE Michel  
CHAGNAUD Christophe  
CHAMBOST Hervé  
CHAMPSAUR Pierre  
CHANEZ Pascal  
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle  
CHARREL Rémi  
CHAUMOITRE Kathia  
CHIARONI Jacques  
CHINOT Olivier  
CHOSSEGROS Cyrille  
COLLART Frédéric

COSTELLO Régis  
COURBIERE Blandine  
CRAVELLO Ludovic  
CUISSET Thomas  
DA FONSECA David  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia  
DANIEL Laurent  
DARMON Patrice  
DAUMAS Aurélie  
DAVID Thierry  
D'ERCOLE Claude  
D'JOURNO Xavier  
DEHARO Jean-Claude  
DELAPORTE Emmanuel  
*DENIS Danièle Surnombre*  
DEVILLIER Raynier  
DISDIER Patrick  
DODDOLI Christophe  
DRANCOURT Michel  
DUBUS Jean-Christophe  
DUFFAUD Florence  
DUFOUR Henry  
DUSSOL Bertrand  
EBBO Mikaël  
EUSEBIO Alexandre  
FABRE Alexandre  
FAKHRY Nicolas  
FAURE Alice  
FELICIAN Olivier  
FENOLLAR Florence  
FLECHER Xavier  
FOUILLOUX Virginie  
FOURNIER Pierre-Edouard  
FRANCESCHI Frédéric  
FUENTES Stéphane  
GABERT Jean  
GABORIT Bénédicte  
GAINNIER Marc  
*GARCIA Stéphane disponibilité*  
GARIBOLDI Vlad  
GAUDART Jean  
GAUDY-MARQUESTE Caroline  
GENTILE Stéphanie  
GERBEAUX Patrick  
GEROLAMI/SANTANDREA René  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine  
GIORGI Roch  
GIOVANNI Antoine  
GIRARD Nadine  
GIRAUD/CHABROL Brigitte  
GONCALVES Anthony  
GONZALEZ Jean- Michel  
GAILLON Thomas  
GRANEL/REY Brigitte  
GRANDVAL Philippe  
GREILLIER Laurent  
*GROB Jean-Jacques Retraite au 1/10/2022*  
GUEDJ Eric  
GUIEU Régis  
GUIS Sandrine  
GUYE Maxime  
GUYOT Laurent

HABIB Gilbert  
HARDWIGSEN Jean  
HOUVENAEGHEL Gilles  
HRAIECH Sami  
JACQUIER Alexis  
JOURDE-CHICHE Noémie  
JOUVE Jean-Luc  
KAPLANSKI Gilles  
KARSENTY Gilles  
*KERBAUL François détachement*  
KRAHN Martin  
LAFFORGUE Pierre  
LAGIER Jean-Christophe  
LAMBAUDIE Eric  
LANCON Christophe  
LA SCOLA Bernard  
LAUNAY Franck  
LAVIELLE Jean-Pierre  
LE CORROLLER Thomas  
LECHEVALLIER Eric  
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
LEONE Marc  
LEONETTI Georges  
LEPIDI Hubert  
*LEVY Nicolas disponibilité*  
LOOSVELD Marie  
MACE Loïc  
MAGNAN Pierre-Edouard  
MANCINI Julien  
MEGE Jean-Louis  
MERROT Thierry  
METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
MEYER/DUTOUR Anne  
MICCALEF/ROLL Joëlle  
MICHEL Fabrice  
MICHEL Gérard  
MICHEL Justin  
*MICHELET Pierre disponibilité*  
MILH Mathieu  
MILLION Matthieu  
MOAL Valérie  
MORANGE Pierre-Emmanuel  
MOULIN Guy  
MOUTARDIER Vincent  
NAUDIN Jean  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
NICOLLAS Richard  
NGUYEN Karine  
OLIVE Daniel  
OLLIVIER Matthieu  
OUAFIK L'Houcine  
OVAERT-REGGIO Caroline  
PADOVANI Laetitia  
PAGANELLI Franck  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PERRIN Jeanne  
PESENTI Sébastien  
PETIT Philippe  
PHAM Thao

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	ROUDIER Jean	VALERO René
PIQUET Philippe	SALAS Sébastien	VAROQUAUX Arthur Damien
PIRRO Nicolas	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VELLY Lionel
POINSO François	SCAVARDA Didier	VEY Norbert
RACCAH Denis	SCHLEINITZ Nicolas	VIDAL Vincent
RADULESCO Thomas	SEBAG Frédéric	VIENS Patrice
RANQUE Stéphane	SIELEZNEFF Igor	VILLANI Patrick
REGIS Jean	SIMON Nicolas	VITON Jean-Michel
REYNAUD/GAUBERT Martine	STEIN Andréas	VITTON Véronique
REYNAUD Rachel	SUISSA Laurent	<i>VIEHWEGER Heide Elke détachement</i>
RICHARD/LALLEMAND Marie-Alet	TAIEB David	VIVIER Eric
RICHERI Raphaëlle	THOMAS Pascal	XERRI Luc
ROCHE Pierre-Hugues	THUNY Franck	ZIELESKIEWICZ Laurent
ROCH Antoine	TOSELLO Barthélémy	
ROCHWERGER Richard	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	
ROLL Patrice	TROPIANO Patrick	
ROSSI Dominique	<i>TSIMARATOS Michel détachement</i>	
ROSSI Pascal	TURRINI Olivier	

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
COLSON Sébastien  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

### PROFESSEUR CERTIFIE

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

### PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES à MI-TEMPS MEDECINE GENERALE

BARGIER Jacques  
JANCZEWSKI Aurélie

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES

BOUSSUGES Alain

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BOURVIS Nadège

Secrétariat Général - RH

MAJ 01.09.2022

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	GAUDRY Marine	ROMANET Pauline
APPAY Romain	GELSI/BOYER Véronique	SABATIER Renaud
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BEGE Thierry	GOURIET Frédérique	SAULTIER Paul
BENYAMINE Audrey	GUERIN Carole	SAVEANU Alexandru
BIRNBAUM David	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	STELLMANN Jan-Patrick
BOBOT Mickael	GUIDON Catherine	SUCHON Pierre
BONINI Francesca	GUIVARCH Jokthan	TABOURET Emeline
BOUCRAUT Joseph	HABERT Paul	TOGA Isabelle
BOULAMERY Audrey	HAUTIER Aurélie	TOMASINI Pascale
BOULLU/CIOCCA Sandrine	IBRAHIM KOSTA Manal	TROUDE Lucas
BOUSSEN Salah Michel	JALOUX Charlotte	TROUSSE Delphine
BUFFAT Christophe	JARROT Pierre-André	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CAMILLERI Serge	KASPI-PEZZOLI Elise	VELY Frédéric
CARRON Romain	L'OLLIVIER Coralie	VENTON Geoffroy
CASSAGNE Carole	LABIT-BOUVIER Corinne	VION-DURY Jean
CHAUDET Hervé	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	ZATTARA/CANNONI Héléne
CHRETIEN Anne-Sophie	LAGARDE Stanislas	
COZE Carole	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
CUNY Thomas	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAMBERT Isabelle	
DALES Jean-Philippe	LENOIR Marien	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle ( <i>disponibilité</i> )	MAAROUF Adil	
DEHARO Pierre	MACAGNO Nicolas	
DELLIAUX Stéphane	MALISSEN Nausicaa	
DELTEIL Clémence	MAUES DE PAULA André	
DESPLAT/JEGO Sophie	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MORAND-HUGGET Aurélie	
DUONSEIL Pauline	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUFOUR Jean-Charles	NINOVE Laetitia	
ELDIN Carole	NOUGAIREDE Antoine	
FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile	
FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie	
FROMNOT Julien	ROBERT Philippe	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	RUEL Jérôme
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MEZOUAR Soraya	THIRION Sylvie
DEGIOANNI/SALLE Anna	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte retraite au 1/10/2022	VERNA Emeline

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic  
JEGO SABLIER Maëva

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BERNAL Alexis	ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle
FIERLING Thomas	THERY Didier
FORTE Jenny	
MITILIAN Eva	

## **MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline  
LAZZAROTTO Sébastien  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
MORIN-GALFOUT Sara  
ROMAN Christophe

TRINQUET Laure  
VILLA Milène

## **CDI LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES ET DE LA READAPTION**

### **FORMATION ERGOTHERAPIE**

BLANC Catheline  
DESPRES Géraldine  
GIRAUDIER Anaïs  
PAVE Julien

### **FORMATION PODOLOGIE**

GRIFFON Patricia  
PETITJEAN Aurélie

### **FORMATION ORTHOPTIE**

MONTICOLO Chloé

### **FORMATION MASSO-KINESITHERAPIE**

AUTHIER Guillaume  
CAORS Béatrice  
CHAULLET Karine  
ERCOLANO Bruno  
HENRY Joannie  
HOUDANT Benjamin  
MIRAPEIX Sébastien  
MULLER Philippe  
ROSTAGNO Stéphan

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES INFIRMIERES**

CHAYS-AMANIA Audrey

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ANGLAIS**

GILSINN Amanda

## **ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

SACHAU-CARCEL Géraldine

## **CDI LRU ECOLE DE MAÏEUTIQUE**

CLADY Emilie  
FREMONDIERE Pierre  
MATTEO Caroline  
MONLEAU Sophie  
MUSSARD-HASSLER Pascale  
RIQUET Sébastien  
ZAKARIAN Carole

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**  
**PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

APPAY Romain (MCU-PH)  
DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)  
ZIELESKIEWICZ Laurent (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)  
DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

SACHAU-CARCEL Géraldine (ATER)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MARLINGE Marion (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

GUEDJ Eric (PU-PH)  
 GUYE Maxime (PU-PH)  
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
 et Technologies de Communication 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
 GIORGI Roch (PU-PH)  
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
 FLECHER Xavier (PU PH)  
 OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
 CHINOT Olivier (PU-PH)  
 DUFFAUD Florence (PU-PH)  
 GONCALVES Anthony (PU-PH)  
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
 PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
 SALAS Sébastien (PU-PH)  
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
 BONELLO Laurent (PU PH)  
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
 CUISSET Thomas (PU-PH)  
 DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
 HABIB Gilbert (PU-PH)  
 PAGANELLI Franck (PU-PH)  
 THUNY Franck (PU-PH)

DEHARO Pierre (MCU PH)

**CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
 BEYER-BERJOT Laura (PU-PH)  
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
 SEBAG Frédéric (PU-PH)  
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
 BIRNBAUM David (MCU-PH)  
 DUONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU PH)  
 MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

FAURE Alice (PU PH)  
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
 LAUNAY Franck (PU-PH)  
 MERROT Thierry (PU-PH)  
 PESENTI Sébastien (PU-PH)  
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) *détachement*

DARIEL Anne (MCU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
 GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
DODDOLI Christophe (PU-PH)  
FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
MACE Loïc (PU-PH)  
THOMAS Pascal (PU-PH)

LENOIR Marien (MCU-PH)  
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,  
RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

BERTRAND Baptiste (PU-PH)  
CASANOVA Dominique (PU-PH)

HAUTIER Aurélie (MCU-PH)  
JALOUX Charlotte (MCU PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
AMABILE Philippe (PU-PH)  
BARTOLI Michel (PU-PH)  
BOUFI Mourad (PU-PH)  
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
PIQUET Philippe (PU-PH)  
SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GAUDRY Marine (MCU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
GONZALEZ Jean-Michel ( PU-PH)  
GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
*GROB Jean-Jacques (PU-PH) Retraite au 1/10/2022*  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

MALISSEN Nausicaa (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
KRAHN Martin (PU-PH)  
*LEVY Nicolas (PU-PH) Disponibilité*  
NGYUEN Karine (PU-PH)

ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
BRETELLE Florence (PU-PH)  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
COURBIERE Blandine (PU-PH)  
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

*MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF) Retraite au 1/10/2022*

#### IMMUNOLOGIE 4703

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 JARROT Pierre-André (MCU PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 DEVILLIER Raynier (PU PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 LOOSVELD Marie (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 IBRAHIM KOSTA Manal (MCU PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)  
 VENTON (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

#### MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
 LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

DELTEIL Clémence (MCU PH)  
 TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

#### MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
 MILLION Matthieu (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

#### MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

#### MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

#### MEDECINE D'URGENCE 4805

GERBEAUX Patrick (PU PH)  
*KERBAUL François (PU-PH) détachement*  
*MICHELET Pierre (PU-PH) Disponibilité*

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

#### MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 EBBO Mikael (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

JEGO SABLIER Maëva (MCF Méd. Gén. Temps plein)

BERNAL Alexis (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FIERLING Thomas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

MITILIAN Eva (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)

**NUTRITION 4404**

BELIARD Sophie (PU-PH)

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

*ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité*

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

MEZOUAR Soraya (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DAVID Thierry (PU-PH)

*DENIS Danièle (PU-PH) Surnombre***OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

RADULESCO Thomas (PU-PH)

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

BOBOT Mickael (MCU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

GRAILLON Thomas (PU PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

TROUDE Lucas (MCU-PH)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

SUISSA Laurent (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

BOURVIS Nadège (PR associée)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**

RANQUE Stéphane (PU-PH)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

MATHIEU Marion (MAST)

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

MORAND-HUGGET Aurélie (MCU-PH)

SAULTIER Paul (MCU-PH)

**PHYSIOLOGIE 4402**

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

BONINI Francesca (MCU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

*DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)*

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903***BAILLY Daniel (PU-PH) Retraite au 2/11/2022*

CERMOLACCE Michel (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

RICHIERI Raphaëlle (PU-PH)

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

ASTOUL Philippe (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

**PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16**

AGHABABIAN Valérie (PR)

**RHUMATOLOGIE 5001****RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

HABERT Paul (MCU PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

**THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804***AMBROSI Pierre (PU-PH) Sumombre*

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

**REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802**

GAINNIER Marc (PU-PH)  
 HRAIECH Sami (PU-PH)  
 PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
 ROCH Antoine (PU-PH)

**UROLOGIE 5204**

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
 BOISSIER Romain (PU-PH)  
 KARSENTY Gilles (PU-PH)  
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
 ROSSI Dominique (PU-PH)

**SCIENCES DE LA REEDUCATION ET READAPTATION 91**

REVIS Joana (PAST)

AUTHIER Guillaume  
 BLANC Catheline  
 CAORS Béatrice  
 CHAULLET Karine  
 ERCOLANO Bruno  
 GRIFFON Patricia  
 GIRAUDIER Anaïs  
 GRIFFON Patricia  
 HENRY Joannie  
 HOUDANT Benjamin  
 MIRAPEIX Sébastien  
 MONTICOLO Chloé  
 MULLER Philippe  
 PAVE Julien  
 PETITJEAN Aurélie  
 ROSTAGNO Stéphane

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**MAÏEUTIQUE 90**

CLADY Emilie  
 FREMONDIERE Pierre  
 MATTEO Caroline  
 MONLEAU Sophie  
 MUSSARD-HASSLER Pascale  
 REPELLIN David  
 RIQUET Sébastien  
 ZAKARIAN Carole

**SCIENCES INFIRMIERES 92**

COLSON Sébastien (PR)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 VILLA Milène (MAST)

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE 56-01**

CAMOIN Ariane (MCU-PH)  
 GAUBERT Jacques (MCU-PH)

BLANCHET Isabelle (MCF ASS)

**CHIRURGIE ORALE; PARODONTOLOGIE; BIOLOGIE ORALE 57-01**

MONNET-CORTI Virginie (PU-PH)

CAMPANA Fabrice (MCU-PH)  
 CATHERINE Jean-Hugues (MCU-PH)

ANTEZACK Angéline (MCU-PH)

**PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE 56-02**

FOTI Bruno (PU-PH)  
 LE GALL Michel (PU-PH)

LAN Romain (MCU-PH)

**DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX 58-01**

TERRER Elodie (PU-PH)

ABOUDHARAM Gérard (MCU-PH)  
 GIRAUD Thomas (MCU-PH)  
 GIRAudeau Anne (MCU-PH)  
 GUIVARC'H Maud (MCU-PH)  
 JACQUOT Bruno (MCU-PH)  
 LABORDE Gilles (MCU-PH)  
 LAURENT Michel (MCU-PH)  
 MAILLE Gérald (MCU-PH)

MENSE Chloé (MCU-PH)  
 SILVESTRI Frédéric (MCU-PH)

BALLESTER Benoît (MCF ASS)  
 CASAZZA Estelle (MCF ASS)

## Remerciement

**A Monsieur le Professeur Patrick Disdier**, je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider cette thèse.

Je vous prie d'accepter ma profonde et respectueuse reconnaissance pour l'intérêt que vous avez porté au sujet.

Un immense merci pour votre disponibilité et votre expertise.

**A Monsieur le Professeur Simon Filippi** merci de m'avoir fait confiance pour mener ce projet de thèse. Ce sujet te tient au moins autant à cœur qu'à moi et je te remercie de me l'avoir confié et de m'avoir guidé tout au long de ce travail.

Merci de faire avancer chaque jour la médecine générale et de faire autant pour les patients, les étudiants et les médecins que tu côtoies.

**A Monsieur le Professeur Jacques Bargier**, vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse, je vous en remercie sincèrement.

**A Monsieur le Docteur Didier Thery**, vous me faites l'honneur de juger ce travail. Soyez assuré de mon profond respect et de ma reconnaissance.

**A l'équipe de relecture** qui a dû œuvrer dans des conditions extrêmes ! Mille merci à vous !

**A mes parents** qui m'ont toujours soutenu et apporté leur amour inconditionnel.

**A Billy**, qui sera toujours aussi présent même à l'autre bout du monde, je t'aime mon frère.

**A la famille d'Alsace et d'ailleurs**, vous avez beau être loin, je pense fort à vous.

**A Claire** qui a dû me supporter pendant l'écriture de cette thèse et qui je l'espère me supportera encore un bon moment !

**A Fenouille** qui va revenir très vite dans les Hautes Alpes, et même si tu restes dans les plaines on passera encore plein plein de beaux moments (Mais c'est mieux de revenir).

**A Alex** pour qui je resterai éternellement externe, le monde des cocktails est bien plus exigeant que la médecine.

**A Marihihi**, reste toujours comme tu es !

**A Elrick**, 90 cœurs pour toutes ces années à déconner et ces éternelles parties de cartes !

**A Tim et Hélo** qui m'ont dégagé de mon canapé pour la meilleure des raisons ! Enormément de bonheur les amis et je reviendrais très souvent sur Marseille pour vous voir tous les 3.

**A jo'** qui associe un mental d'acier à une pédagogie à toute épreuve. Le coach ultime !

**A l'équipe de Gap**, Ewan, Gali, Denis, Céline, Jeremy pour leur accueil et tous les bons moments à venir.

**A Rémy** qui malgré le pois chiche dévié est un ami exceptionnel, ne change jamais.

**Au Dragon** dont la flamme éternelle est plus terrifiante que le feu des volcans mais dont les ailes nous protègent de tous les ouragans.

**A la fille la plus gentille du monde**, des tutos pour apprendre à dire non seront bientôt disponible sur YouTube présenté par coach-Alex.

**A la deuxième fille la plus gentille du monde**, que je compte bien voire plus d'une fois par semestre !

**A Manon** qui est une vraie aventurière moderne.

**A Loïc**, j'espère que tu as du temps devant toi parce que je risque de faire des achats massifs de jeux de société.

**A Nana**, tu dois toujours garder ton sourire et ta bonne humeur !

**A Pedro, Julietta, Margotte, Alexis**, en espérant avoir des vacances au ski et d'été prévues en 2023, 2027, 2034 !

**A Léa** la nouvelle idole du Dauphiné.

**A Ludo et aux Réunionnais, Thib', Amélie, Thomas, Thibault** pour tous les volleys et les bons moments.

**A Elisa** parce qu'on ne se voit vraiment pas assez.

**A Anaïs, et Patrick** très très hâte que vous veniez sur Gap.

**A Cécile et Caroline** parce que je trouvais ça beaucoup trop drôle.

**A toutes les personnes que j'ai rencontré au cours de mes études** qui par leur passion, leur attention et leur gentillesse m'ont énormément appris.

**Au sport** en général, sans quoi je serai probablement de l'autre côté du stéthoscope en secteur fermé à Laragne (pour les plus Marseillais d'entre vous c'est un peu notre Conception des Hautes Alpes).

**Aux patients.**

*"La nature n'est fait que de changement. On peut faire évoluer les choses chacun à son niveau. Et ça commence le jour où on le décide."*

*Ratatouille*

## Table des matières

I.	Introduction .....	2
II.	Intérêt de l'échographie vasculaire en médecine générale .....	4
A.	Contexte .....	4
B.	Matériel et méthode .....	8
C.	Résultat .....	10
D.	Discussion.....	12
III.	Approche de la pratique de l'échographie vasculaire.....	14
A.	Principes généraux de l'échographie Doppler .....	14
1.	Principes physiques .....	14
2.	Différents types de Doppler .....	23
B.	Approche de l'utilisation de l'échographie doppler :.....	29
1.	Approche de l'utilisation de l'échographie doppler artériel .....	29
2.	Etude de la paroi artérielle .....	38
3.	Aide au réglage de l'appareil .....	39
IV.	Matériels et méthode.....	47
V.	Résultat : Etat des protocoles d'échographie vasculaire adaptée à la médecine générale et production de fiches synthétiques. ....	48
A.	Anévrisme de l'aorte abdominale .....	48
B.	Recherche de Thrombose Veineuse Profonde .....	62
C.	Dépistage de l'atteinte asymptomatiques des troncs supra aortique .....	80
VI.	Discussion.....	102
VII.	Conclusion .....	106
VIII.	Bibliographie .....	107

## I. Introduction

Développée dans les années 1950 l'échographie a progressivement pris une place majeure dans la pratique quotidienne des médecins.

L'effet doppler a été théorisé en 1842 par le mathématicien et physicien autrichien Christian Doppler. C'est en 1953 que l'équipe Edler-Hertz réussit la première mesure de l'activité cardiaque grâce aux ultrasons.

Les techniques d'exploration morphologique (basées sur l'échographie) et l'exploration du flux sanguin (fondé sur l'effet Doppler) ont initialement évolués séparément.

L'association de ces 2 techniques a eu lieu à la fin des années 70 et la quasi-totalité des appareils ultrasonographiques actuels associent l'échographie standard à un ou plusieurs modes Doppler.

De nombreux modes sont apparus au cours de ce développement, des modes échographiques (mode A, mode B, mode TM ...), de doppler (mode continu ou pulsé) et des modes couplant l'échographie et le doppler (mode couleur codé en vitesse, mode puissance).

Pour ces techniques, leur apparition, leur essor, leur disparition ou leur résurgence sont intimement liés aux progrès technologiques mais aussi en fonction de leur intérêt clinique.

De par son innocuité, sa facilité d'accès et sa polyvalence, l'échographie prend une place de plus en plus importante dans la stratégie diagnostique de nombreuses pathologies.

C'est un examen que l'on peut répéter sans danger pour le patient et qui bénéficie d'une excellente précision temporo-spatiale.

Cependant son interprétation ne peut être réalisée qu'en temps réel de sorte que ces techniques sont considérées comme étant très dépendantes de l'opérateur.

Ceci n'est pas en soi une limite mais impose un apprentissage comme pour de nombreux autres domaines en médecine.

Même si elle bénéficie d'un a priori positif de la part de nombreuses sociétés savantes, peu de recherches cliniques ont été réalisées pour évaluer l'intérêt de l'échographie en médecine générale.

Se fonder uniquement sur ces publications reviendrait à ne pas considérer toute la littérature grise sur le sujet (thèses, livres ...).

On remarque notamment dans plusieurs travaux que la pratique de l'échographie par le généraliste modifie le parcours de soins des patients dans plus de la moitié des cas (1).

Les pathologies neuro-cardio-vasculaires sont en augmentation constante depuis plusieurs décennies, elles touchent plus de 15 millions de patients en France et représentent la 2e cause de mortalité dans le pays, après les cancers.

A contrario, l'offre de soins et notamment l'accès aux cardiologues et médecins vasculaires souffre d'une grande disparité de sorte que certaines zones deviennent de réels déserts vasculaires.

Dans ce contexte de difficulté d'accès à certaines spécialités, d'allongement du délai moyen (environ 10 à 30 jours) de rendez-vous pour réaliser une échographie, mais aussi de préoccupation autour de l'économie de la santé et de modernisation des cabinets, les médecins généralistes s'équipent de plus en plus souvent d'appareils d'échographie plus ou moins portables.

L'échographie apparaît alors comme un prolongement de l'examen clinique du généraliste, on parle d'échographie clinique ou d'échoscopie.

La particularité essentielle de cet examen échoscopique et ce qui en fait sa pertinence est de systématiquement raisonner en termes de situation clinico-échographique.

Cependant la pratique de l'échographie vasculaire reste marginale même pour les généralistes équipés d'échographes (2).

L'objectif de ce travail est donc de faciliter la pratique de l'échographie vasculaire chez les généralistes intéressés par l'échographie.

Nous réaliserons une première étude afin de décrire l'intérêt des médecins généralistes pour l'échographie vasculaire.

Dans une seconde étude nous proposerons une aide à la pratique de l'échographie vasculaire en cabinet de médecine générale sous forme de fiches synthétisant les informations utiles à la pratique.

Pour ce second travail nous reviendrons sur des notions physiques de base, des outils d'interprétation d'images, de flux doppler nécessaires à la compréhension de l'échographie et donc à son utilisation.

Nous aborderons également les choix de réglage des appareils et les différents modes pouvant être utiles aux médecins généralistes.

Nous décrirons enfin les techniques d'exploration d'échographie doppler dans différentes indications retenues et synthétiserons les protocoles d'examen validés par les sociétés de médecine vasculaire sous forme de fiches, afin de faciliter leur utilisation lors de consultations en médecine générale.

## II. Intérêt de l'échographie vasculaire en médecine générale

### A. Contexte

#### Essor de la pratique de l'échographie en soins primaires :

On regroupe sous le terme anglais POCUS (point of care ultrasonographie) le fait d'amener la pratique de l'échographie là où le patient est soigné (un village reculé, un service hospitalier ou dans l'ambulance transportant le patient).

Cette pratique intéresse particulièrement les généralistes qui sont de plus en plus nombreux à se former et à inclure l'échographie dans leur consultation.

On note que les généralistes bénéficient d'une formation très disparate. (de 4 - 320 h de formation) (3)

La pratique de l'échographie en soins primaires permet notamment d'affiner le diagnostic ou de changer la prise en charge d'un patient dans plus de 25% des cas lorsqu'elle est utilisée en médecine générale. (4)

#### Performance des généralistes dans la pratique de l'échographie vasculaire :

La pratique de l'échographie vasculaire par les médecins généralistes est pertinente et ceux-ci avec une formation adéquate obtiennent des performances comparables à celles des spécialistes notamment dans la recherche de thrombose veineuse profonde. (5)

Dans le cadre de la recherche d'anévrisme de l'aorte abdominale on obtient une sensibilité proche de 100% pour des opérateurs novices ayant eu une formation spécifique d'une journée ou moins. (6)

Cette efficacité est obtenue avec des appareils standards mais aussi des appareils ultra-portables (Type VSCAN ou Butterfly).

Il existe certains freins à la pratique de l'échographie vasculaire en médecine générale mais ceux-ci sont essentiellement dus aux médecins eux-mêmes (7) :

- Méconnaissance des recommandations
- Pathologies non abordées avec le patient
- Délégation au médecin spécialiste
- Manque de temps, absence de formation ...

Cependant ces freins sont principalement liés à la formation des médecins généralistes et l'information du grand public.

Ces 2 paramètres sont voués à être renforcés au vu de la prévalence des pathologies cardiovasculaires.

## Prévalence des pathologies cardiovasculaires :

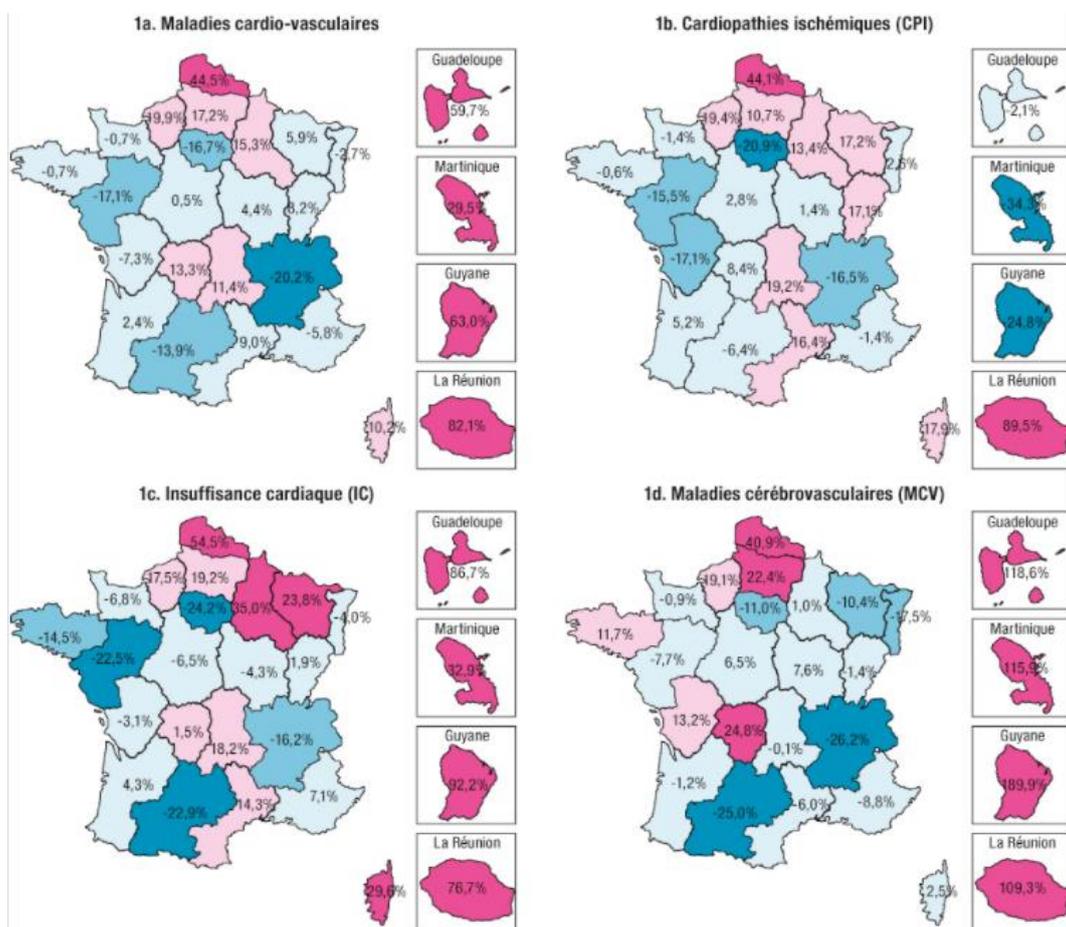
En France les maladies cardio-vasculaires sont la deuxième cause de décès après les cancers avec plus de 400 morts par jour.

Elles sont la première cause de décès chez les femmes tous âges confondus. (8)

Les pathologies cardio-neurovasculaires et diabètes concernent plus de 15 millions de personnes et ce chiffre est en constante augmentation. (9)

Cette augmentation est expliquée en majeure partie par un vieillissement de la population, avec une augmentation du nombre de patients de plus de 65 ans hospitalisés pour des pathologies neurovasculaires mais aussi une sédentarisation de la population. (10)

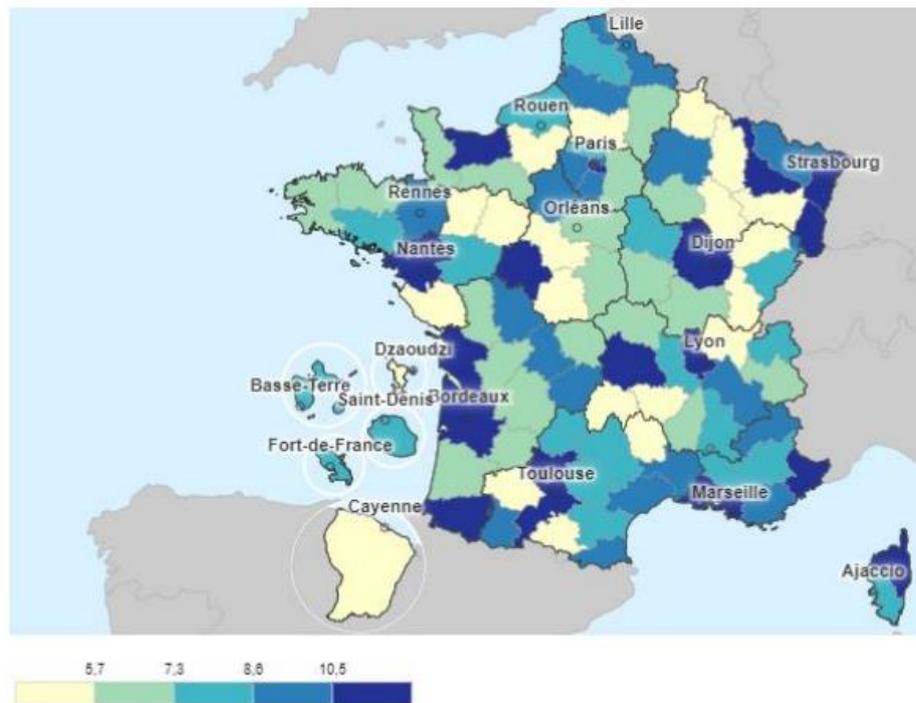
On observe d'importantes disparités en fonction des régions avec une surmortalité liée aux maladies cardiovasculaires notamment dans le Nord-Est, les régions Auvergne, Limousin et Corse. Ces inégalités territoriales s'expliquent par une prévalence élevée de certains facteurs de risque cardiovasculaires en fonction des régions et une disparité d'offre de soins (11)



*Disparités régionales des taux standardisés de mortalité prématurée moyens 2008-2010 pour les maladies cardio-vasculaires*

### Disparité de l'offre de soins face aux pathologies cardiovasculaires :

On retrouve une importante disparité dans la population de médecins vasculaires et cardiologues avec une densité plus importante sur les côtes et grandes agglomérations.



*Cartographie de la densité de cardiologues et médecins vasculaires (12)*

Concernant les médecins vasculaires :

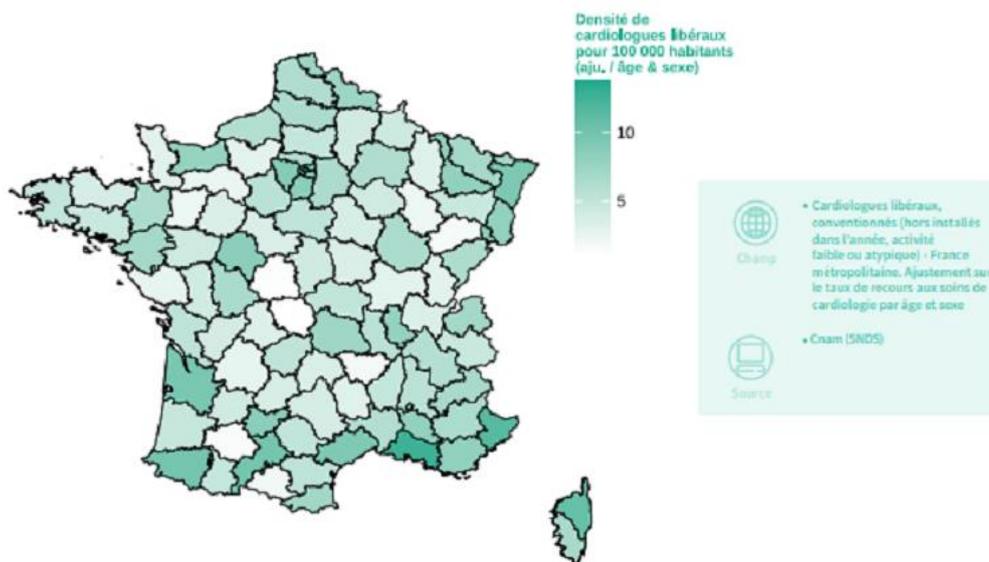
Dans certains départements on dénombre moins de 6 médecins vasculaires avec une nécessité toujours accrue de formation. Sans action, le Conseil National Professionnel de Médecine Vasculaire déclare que les déserts vasculaires seront une réalité demain. (13)

Concernant les cardiologues ((14,15) :

L'assurance maladie alerte en 2021 sur une répartition inégale des cardiologues libéraux en France, cette densité est de 6,8 pour 100 000 habitants en France.

Cependant elle varie de 1,2 à 13,7 pour 100 000 habitants selon les départements avec des densités plus élevées dans le Sud-Est (12,7) ainsi qu'à Paris (13,7) et des densités inférieures à 2 pour 100000 habitants dans certains départements comme la Creuse (1,2) , l'Indre (1,4) ou encore la Haute-Loire (1,9).

### Densité départementale de cardiologues libéraux en 2019



## B. Matériel et méthode

### Choix du type d'étude :

Nous avons choisi de réaliser une étude quantitative observationnelle descriptive rétrospective multicentrique de type enquête de pratique.

Elle est réalisée sur un mode déclaratif et permet de fournir une description statistique de l'intérêt que portent les médecins et internes de médecine générale faisant de l'échographie sur la pratique de l'échographie vasculaire en médecine générale.

Nous aurions pu choisir d'effectuer une étude qualitative en laissant un groupe cible s'exprimer sur les attentes et craintes qu'évoquent la pratique de l'échographie vasculaire en médecine générale, cependant notre population étant issue de différentes régions de France, la réalisation de ces entretiens aurait été trop complexe et le nombre de participants en aurait été restreint du fait des distances et disponibilités de chacun.

Nous avons ainsi rédigé un questionnaire simple et peu chronophage pour le sondé, qui a été ensuite diffusé à la population cible.

L'envoi du questionnaire s'est fait de façon électronique après avoir récupéré les adresses mail de la population cible grâce au concours du secrétariat du DESU d'échoscopie et échographie pratique en médecine générale.

L'objectif principal de ce questionnaire est d'évaluer l'intérêt des médecins généralistes pour la pratique de l'échographie vasculaire.

L'objectif secondaire est de comprendre quels sont les examens d'échographie vasculaire qui intéressent le plus les médecins généralistes.

### Choix de la population cible

Nous avons choisi d'étudier une population de médecins généralistes pratiquant l'échographie.

Nous nous sommes basés sur les médecins généralistes et internes ayant suivi le D.E.S.U. d'échographie du Pr FILIPPI à Marseille.

Notre population cible comportait ainsi 210 médecins généralistes et internes exerçant actuellement dans toute la France.

### Critères d'inclusion :

- Être interne en médecine générale ou médecin généraliste.
- Avoir suivi la formation du DESU d'échographie générale pour le médecin généraliste à Marseille.

### Elaboration du questionnaire

Nous avons retenu un questionnaire progressif, peu chronophage utilisant des questions fermées à choix unique ou multiples.

Le questionnaire comprend deux parties, l'une sur l'intérêt des généralistes pour l'échographie vasculaire, l'autre sur les examens d'échographie vasculaire qui semblent les plus pertinents à pratiquer en cabinet de médecine générale.

Le questionnaire est composé de 3 questions et a été diffusé aux différentes promotions de participants du D.E.S.U. Echoscopie et Echographie pratique en médecine générale, par le biais d'un formulaire Google Form.

### Recueil des données :

Le questionnaire a été diffusé via Google Form le 7 septembre 2022, l'enregistrement des réponses a été clôturé le 1er novembre 2022.

Le nombre de personnes ayant reçu le lien pour remplir le questionnaire est de 210.

Le choix de ce type de recueil informatique a été fait pour des raisons logistiques de rapidité de recueil à faible coût.

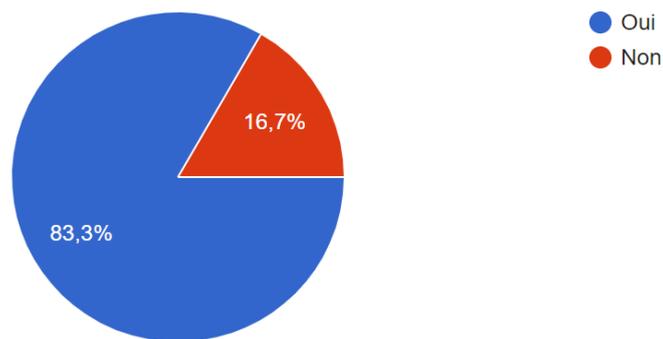
### C. Résultat

Sur les 210 personnes ayant reçu le questionnaire par e-mail, nous avons obtenu 48 réponses, soit un taux de réponse de 22,85%

Parmi les réponses, aucune ne remplissait pas les critères d'inclusions.

Question 1 : Faites-vous de l'échographie dans votre cabinet ?

- Oui : 40 soit 83,3 %
- Non : 8 soit 16,7 %

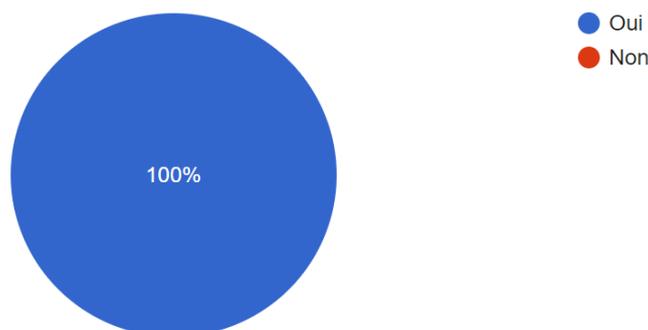


*Pratique de l'échographie en cabinet parmi les répondants*

La majorité de la population étudiée pratique l'échographie dans son cabinet.

Question 2 : Trouvez-vous un intérêt à la pratique de l'échographie vasculaire dans votre cabinet ?

- Oui : 48 soit 100 %
- Non : 0



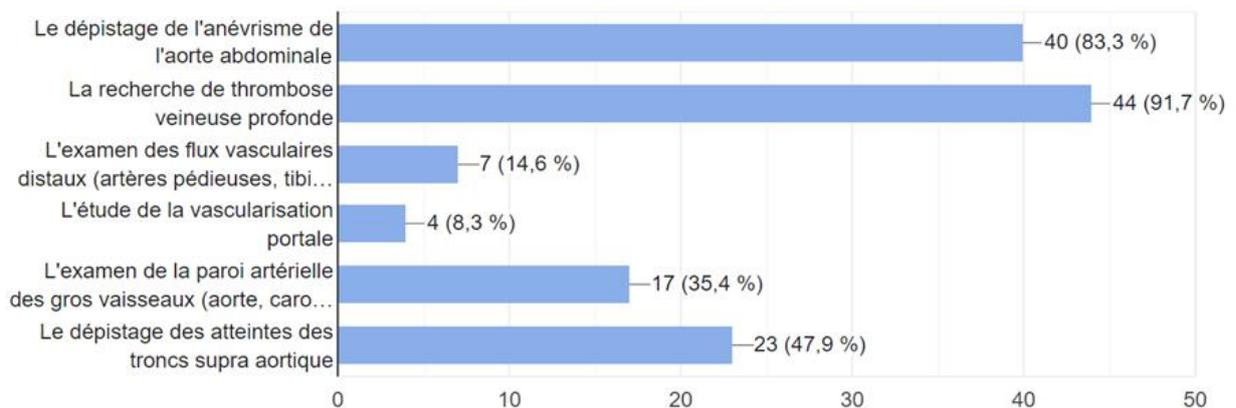
*Intérêt pour la pratique de l'échographie vasculaire chez les répondants*

L'ensemble des médecins interrogés déclarent être intéressés par la pratique de l'échographie vasculaire dans leur cabinet.

Question 3 : quel(s) examen(s) d'échographie vasculaire vous semble(nt) le(s) plus pertinent(s) à pratiquer en cabinet ?

Il été suggéré aux médecins interrogés de cocher, pour cette question entre 1 et 3 réponses.

- Le dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale : 40 soit 83,3 %
- La recherche de thrombose veineuse profonde : 44 soit 91,7 %
- L'examen des flux vasculaires distaux (artères pédieuses, tibiales et fibulaires) : 7 soit 14,6%
- L'examen de la paroi artérielle des gros vaisseaux (aorte, carotides, sous-clavières, iliaques) : 17 soit 35,4 %
- L'étude de la vascularisation portale : 4 soit 8,3 %
- Le dépistage des atteintes des troncs supra-aortiques : 23 soit 47,9 %



*Examens jugés par les répondants les plus pertinents à pratiquer en cabinet de médecine générale*

Les 3 examens d'échographie vasculaire intéressants le plus les répondants dans leur pratique sont : la recherche de thrombose veineuse profonde, le dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale et le dépistage des atteintes des troncs supra-aortiques.

Seul le dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale et la recherche de thrombose veineuse profonde intéressent plus de la moitié des répondants.

## D. Discussion

L'objectif principal de ce questionnaire était de connaître l'intérêt de l'échographie vasculaire chez les médecins généralistes pratiquant l'échographie.

Comme nous l'avons retrouvé dans le sondage, 100 % des médecins interrogés se disaient intéressés par la pratique de l'échographie vasculaire.

Malgré les biais que nous verrons, cette unanimité dans les réponses est le reflet d'une réelle attention de la part des généralistes pour l'échographie vasculaire.

Cependant parmi les indications proposées, seul l'intérêt pour deux d'entre elles semble concerner la majorité des généralistes pour leur pratique.

D'une part la recherche de thrombose veineuse profonde (intéressant 91,7 % des médecins interrogés).

D'autre part le dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale pour lequel 83,3 % des médecins déclarent leur intérêt.

Se pose alors la question de traiter le dépistage des atteintes des troncs supra-aortiques dans ce travail.

En effet, seuls 47,7 % des médecins l'ont retenue comme une pathologie d'intérêt pour l'échographie dans leur cabinet.

Nous avons décidé de conserver cette indication et d'en synthétiser le protocole pour plusieurs raisons.

Tout d'abord l'accident vasculaire cérébral ischémique est une problématique de santé publique que le médecin généraliste rencontre au quotidien.

De plus la description de ces protocoles et notamment des réglages de l'appareil et des techniques échographiques nous permet de revenir sur de nombreuses notions, notamment sur l'étude des parois artérielles ainsi que sur l'analyse du spectre doppler.

L'appropriation de ces notions par le médecin généraliste peut, en plus d'aider à la prévention de l'accident vasculaire ischémique, être utilisée par le généraliste dans de nombreuses indications.

L'une des limites de ce questionnaire est l'homogénéité du groupe d'étude.

Il s'agit, pour tous les médecins interrogés, de généralistes en cours de formation échographique (inscrits au DESU Echoscopie et Echographie pratique en médecine générale).

Le fait que l'ensemble des généralistes soit issu de ce même groupe crée un biais de sélection et notre population étudiée ne peut pas être représentative de la population réelle des médecins généralistes échographistes en France.

Il aurait pu être intéressant avec plus de moyens et de temps d'interroger une population plus large comprenant des généralistes ayant davantage de pratique ou pratiquant l'échographie dans différentes régions.

Cependant, ceci implique d'avoir accès à des données tels que des listings des médecins pratiquant l'échographie en cabinet dans les différentes régions.

Une autre limite est l'utilisation d'un questionnaire par Google Forms qui crée un biais car les médecins plus à l'aise avec ce type d'outils seront plus enclins à y répondre.

Enfin par le titre des propositions et de l'étude nous avons pu créer un biais de suggestion pouvant orienter les réponses des médecins sondés.

### III. Approche de la pratique de l'échographie vasculaire

#### A. Principes généraux de l'échographie Doppler

##### 1. Principes physiques

###### Production des ultrasons

La production des ultrasons est fondée sur le phénomène de piézo-électricité permettant de transformer un signal électrique (une différence de potentiel) en signal mécanique (vibrations ou ondes vibratoires).

C'est une propriété naturelle de certains minéraux comme le quartz, très largement utilisée en électronique.

Si le signal électrique présente des variations de fréquence supérieures à 20 Hz, les vibrations ainsi produites constituent des sons. Au - delà de 20 000 Hz, ce sont des ultrasons.

En ultrasonographie diagnostique la gamme des ultrasons utilisée s'étend de 1 000 000 Hz (1 MHz) à 15 000 000 Hz (15 MHz) pour les applications les plus courantes.

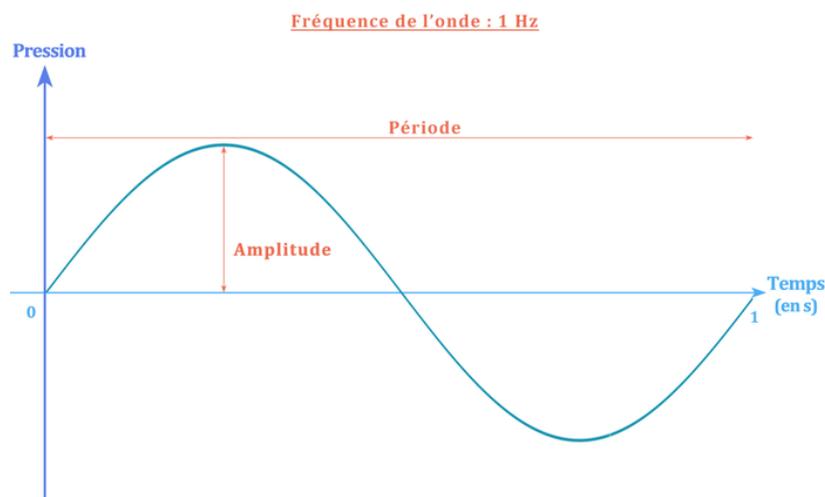
De très nombreux matériaux ont été successivement employés pour la construction des sondes ultrasonographiques : tout d'abord le quartz puis des céramiques synthétiques.

Aujourd'hui on inclut dans une même sonde un très grand nombre d'éléments piézoélectriques (par exemple une sonde linéaire de 3 cm de longueur contient plus de 290 éléments comportant chacun ses propres électrodes).

###### Caractéristique de l'onde ultrasonore :

Les ultrasons sont des vibrations mécaniques (des variations locales de pression) se propageant dans les matériaux sans transport de matière.

Elles sont caractérisées par leurs fréquences en Hertz (Hz), leurs amplitudes en Pascal (Pa) et leurs longueurs d'onde en mètre (m).



### ***La fréquence :***

La fréquence caractérise le nombre d'oscillations par seconde (un Hertz est égal à une oscillation par seconde).

L'oreille humaine est capable de percevoir des sons d'environ 20 Hertz jusqu'à 20 kHz.

La gamme des ultrasons s'étend de 20 kHz à 200 MHz.

Dans leurs applications médicales diagnostiques, on utilise une petite plage de fréquence par rapport à la gamme des ultrasons (comprise entre 1 et 15 MHz).

### ***Quelle fréquence pour quel type d'examen ?***

Les fréquences ultrasonores les plus élevées permettent d'obtenir la meilleure résolution spatiale.

Cependant, la profondeur accessible diminue lorsque la fréquence ultrasonore augmente.

Les basses fréquences quant à elles offrent une moindre résolution spatiale mais permettent de repérer des structures plus profondes.

- On utilise des sondes basses fréquences (sonde sectorielles 1-5 MHz) pour les examens nécessitant une grande profondeur d'exploration (la cardiologie, l'examen Doppler transcrânien, où il est nécessaire de franchir la barrière osseuse temporale).
- Des fréquences intermédiaires sont nécessaires pour l'exploration abdominale chez l'adulte, et l'obstétrique (sondes convexes de 3-8 MHz).
- Des fréquences élevées sont utilisées en pédiatrie ainsi que pour étudier les muscles, tendons, vaisseaux périphériques et organes superficiels, on utilise des sondes linéaires (9 -15 MHz).
- Des fréquences très élevées (30 voire 50 MHz) sont utilisables dans des applications spécialisées comme l'échographie endovasculaire, l'échographie de la peau, et du segment antérieur de l'œil.

### ***L'amplitude***

Elle correspond à la valeur maximale de pression acoustique pour une onde sonore.

### ***La longueur d'onde :***

La longueur d'ondes est la distance entre 2 oscillations, variant selon les milieux.

La longueur d'onde donne une indication de la résolution spatiale optimale que l'on peut attendre en échographie ; la résolution correspond à la moitié de la longueur d'onde.

Ainsi, on peut donc obtenir, à 1 MHz, une résolution de l'ordre de 0,7 mm, et cette résolution peut atteindre 0,07 mm à la fréquence de 10 MHz.

### Propagation de l'onde :

Une source vibrante produit des sons ou des ultrasons qui se propagent au sein du milieu dans lequel elle se trouve.

S'il s'agit d'une source ponctuelle, elle donne naissance à une onde de propagation sphérique, donc non directionnelle.

Une source étendue et plane peut en revanche générer une onde directionnelle, dont le mode de propagation dépendra du milieu.

Dans une conduite, au sein d'un milieu homogène, l'onde peut se propager de façon longitudinale.

C'est ce dernier mode de propagation qui concerne majoritairement les ondes ultrasonores utilisées en échographie.

Le long d'une ligne, cela donne naissance à des ondes transversales (comme sur une corde de guitare).

Le long d'une interface, il peut s'agir d'ondes de surface (comme les vagues à la surface de la mer, c'est à dire sur une interface eau/air).

Ces différentes modalités de propagation peuvent se rencontrer dans le corps humain, mais ce sont essentiellement les ondes longitudinales qui sont exploitées pour la construction de l'image.

Les ondes ultrasonores, telles qu'elles sont produites par les sondes d'ultrasonographie, en se propageant dans les tissus, constituent des variations de pression qui se propagent principalement de façon longitudinale à une vitesse finie (de l'ordre de 1500 m/s dans l'eau).

Lorsqu'elle se propage dans les tissus, l'onde ultrasonore rencontre des milieux de caractéristiques physiques différentes.

Ces différences peuvent être exprimées en termes de densité, de vitesse de propagation des ultrasons, et d'impédance acoustique.

### ***Impédance acoustique :***

L'impédance acoustique caractérise la résistance du milieu au passage de cette onde.

L'impédance acoustique de la graisse est ainsi inférieure à celle de l'eau, laquelle est inférieure à celle du cerveau, du rein et du sang.

Le muscle présente une impédance acoustique plus grande, et l'impédance est encore beaucoup plus élevée pour l'os.

La réflexion des ultrasons sur les interfaces dépend de la différence d'impédance acoustique de part et d'autre.

### ***Vitesse de propagation des ultrasons :***

Les différents milieux peuvent être classés en fonction de la vitesse de propagation des ultrasons.

Cette vitesse de propagation permet donc de différencier les tissus entre eux, mais peut aussi, pour un même tissu, être différente selon qu'il est sain ou pathologique.

L'échographie repose sur la réflexion des ultrasons sur les limites virtuelles de séparation entre tissus ou milieux d'impédances acoustiques différentes : les « interfaces ».

Une interface échographique est donc la surface de séparation entre deux milieux (ou tissus) d'impédance acoustique différente.

L'énergie ultrasonore est réfractée dans une direction déterminée en fonction de l'angle d'incidence du faisceau ultrasonore sur l'interface et de la nature de cette interface.

La vitesse de propagation est d'environ 1480 m/s dans l'eau.

En moyenne, dans les tissus biologiques vivants, la vitesse de propagation des ultrasons est égale à 1540 m/s.

- Elle est plus basse dans la graisse.
- Plus grande dans le sang et le muscle.
- Beaucoup plus élevée dans les tendons et, surtout, dans l'os.

C'est sur cette valeur de célérité des ultrasons que sont réglés, d'une façon générale, les appareils ultrasonographiques.

### Devenir de l'onde ultrasonore :

Durant sa traversée des tissus biologiques l'onde ultrasonore subira différentes contraintes qui pourront alors être analysées en échographie.

### ***Atténuation de l'onde :***

Lorsque l'onde traverse des tissus biologiques, les ultrasons vont subir une atténuation consécutive à la transformation de l'énergie acoustique en énergie thermique.

Cette atténuation est proportionnelle à la distance parcourue dans le milieu et à la fréquence ultrasonore.

Ainsi les fréquences les plus hautes ne pourront être utilisées que pour les structures superficielles et on utilisera des fréquences basses pour l'exploration d'organes ou de tissus plus profonds.

Certains tissus sont beaucoup plus atténuants que d'autres, on peut notamment utiliser l'atténuation pour distinguer un tissu sain ou pathologique :

Par exemple, le parenchyme d'un foie stéatosique est beaucoup plus atténuant qu'un parenchyme hépatique sain.

### ***Réflexion de l'onde :***

Sur les limites de séparation entre tissus ou milieux de propriétés acoustiques différentes (interfaces), il se produit une réflexion.

Cette réflexion dépendra de l'angle de l'onde ainsi que de la différence d'impédance acoustique entre les 2 milieux.

Cependant une différence d'impédance trop importante comme entre l'air et les tissus mou ou entre les tissus mou et l'air provoquera un taux de réflexion trop important, rendant le tissu infranchissable et empêchant l'exploration des structures anatomiques sous-jacentes.

L'échographie est principalement fondée sur la réflexion en ce qui concerne la délimitation des organes.

## Déviatation de l'onde :

L'énergie acoustique peut se trouver dispersée ou déviée par plusieurs phénomènes : la réfraction, la diffusion et la diffraction.

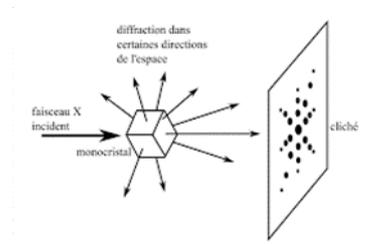
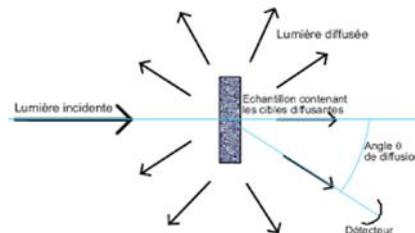
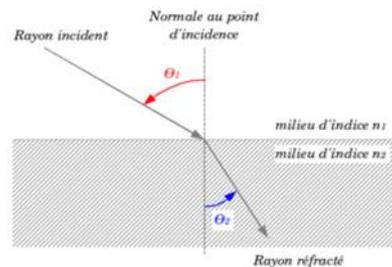
### Réfraction



### Diffusion



### Diffraction



La réfraction se produit lorsque l'incidence de l'onde est oblique et que l'onde passe d'un milieu à un autre avec des vitesses de propagation.

En optique ce phénomène est responsable de la décomposition de la lumière.

En échographie, la réfraction peut être à l'origine de distorsions de l'image, ce qui peut être problématique notamment lors de tentatives de ponction sous guidage échographique.

La diffusion intervient lorsque l'onde rencontre des cibles réfléchissantes de petites dimensions, proches de la longueur d'onde ultrasonore.

C'est par exemple ce qui rend visible les nuages formés de microgouttelettes d'eau.

En échographie il s'agira par exemple du cas des globules rouges dont le diamètre moyen est de  $7 \mu\text{m}$  alors que la longueur d'onde des ultrasons se chiffre en millimètres.

Par diffusion il est alors possible d'obtenir un signal à partir du flux sanguin en mode Doppler.

Lorsque l'onde rencontre un obstacle qui disperse l'énergie et crée des interférences il se produit une diffraction.

Elle se produit en particulier lorsque le faisceau d'ultrasons atteint tangentiellement un obstacle (par exemple la paroi latérale d'un vaisseau ou d'un kyste).

Ceci aura pour conséquence de réduire l'énergie acoustique disponible et ainsi de former une zone d'ombre, ou « cône de diffraction ».

## Effet Doppler

Lorsqu'un faisceau d'ultrasons émis par une source rencontre une cible fixe, la fréquence réfléchie est identique à la fréquence émise.

Si la cible se déplace, la fréquence réfléchie est différente de la fréquence émise. Cette différence ( $\Delta F$ ) entre la fréquence d'émission ( $F_e$ ) et de réception ( $F_r$ ) s'appelle la fréquence doppler.

$\Delta F$  exprimée en hertz (Hz) est donnée par la formule :  $\Delta F = F_r - F_e = 2F_e V \cdot \cos \theta / C$

- $F_e$  : fréquence d'émission de la sonde
- $F_r$  : fréquence de réception de la sonde
- $V$  : vitesse des éléments figurés dans le vaisseau
- $\theta$  : angle entre l'axe du vaisseau et l'axe du faisceau ultrasonore
- $C$  : vitesse moyenne des ultrasons dans le corps humain (1 540 m/s)
- 

### **Utilisation du doppler en échographie :**

En échographie la Fréquence émise ( $F_e$ ) est en général comprise entre 2 et 10 MHz.

Le choix de la fréquence d'émission résulte d'un compromis entre l'atténuation de l'onde ultrasonore (fonction de la fréquence et de la profondeur de l'examen) et le pouvoir de rétrodiffusion des organes (qui croît avec la fréquence).

Les éléments figurés du sang renvoient des échos et deviennent alors émetteurs.

Les échos auront une longueur d'onde plus longue (son plus grave) s'ils s'éloignent du capteur.

La longueur d'onde sera plus courte (son plus aigu) s'ils se dirigent vers le capteur.

On obtiendra alors la vélocité (à la fois la vitesse et direction) des globules rouges selon la formule :

$$V (\text{vitesse du sang}) = \frac{\Delta F \times c}{2F \times \text{Cos } \theta}$$

L'angle de tir doppler ( $\theta$ ) est un paramètre capital.

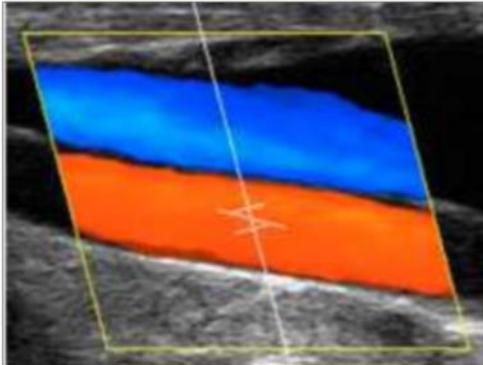
En effet, si Cosinus ( $\cos$ )  $\theta = 0$ ,  $\Delta F$  est nulle. Ainsi pour un angle de  $90^\circ$  entre le vaisseau et le faisceau ultrasonore, on n'obtient aucun signal doppler.

Pour un angle de  $0^\circ$ , (faisceau ultrasonore parfaitement dans l'axe du vaisseau) l'effet doppler est maximal.

Les échographes Doppler actuels permettent un codage couleur des flux sanguins.

Par convention, les flux positifs qui s'approchent de la sonde sont codés en rouge, les flux qui s'en éloignent sont codés en bleu.

Il permet ainsi une visualisation directe des flux sanguins qui se superposent à l'image en échographie bidimensionnelle en échelle de gris.



En bleu les fréquences qui s'éloignent de la sonde

En rouge les fréquences qui se rapprochent de la sonde

Plus les couleurs saturent vers le blanc plus la fréquence doppler est élevée

## 2. Différents types de Doppler

### Différents modes d'émission Doppler :

#### ***Mode continu : le doppler couleur fréquentielle***

En mode continu la sonde émet des ultrasons en permanence et les fréquences réfléchies par les globules rouges sont analysées continuellement.

Il s'agit d'un mode où la sonde fonctionne comme un émetteur et un récepteur distinct fonctionnant en continu.

On recueille ainsi un spectre de vitesses correspondantes à toutes les zones traversées par le faisceau.

Le principal avantage de ce mode d'émission est qu'il possède une bien meilleure précision sur la vitesse du flux étudié :

- Il permet d'enregistrer des flux de très haute vitesse, sans limitation de vitesse mesurable et ainsi d'analyser la vitesse maximale avec une grande précision.
- Il étudie les flux lents avec une grande sensibilité car pas d'alternance entre un temps d'émission et de réception)

Cependant son inconvénient est une moins bonne localisation du flux analysé car les échos reviennent en permanence aux récepteurs sans que l'on puisse situer la profondeur de la source.

Avec ce mode on enregistre tous les flux situés sur le trajet.

Ainsi deux structures voisines peuvent être échantillonnées ensemble et ne peuvent donc être distinguées.

On parle alors d'une ambiguïté en profondeur.

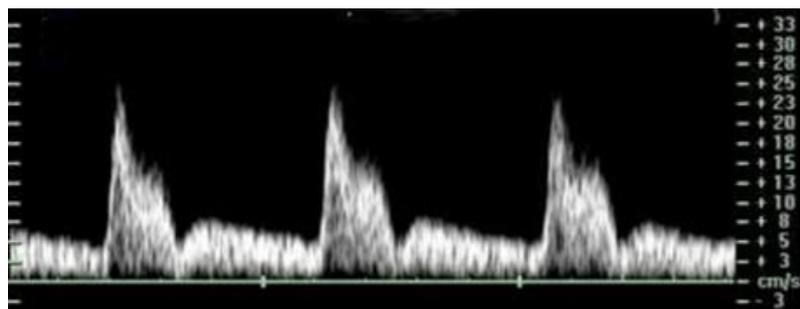
### ***Le mode pulsé :***

En mode pulsé la sonde alterne entre une fonction d'émetteur puis récepteur.  
Le délai entre 2 impulsions est nommé PRF (Pulse repetition frequency).

Comme nous le verrons, il est possible de régler la période de la pulsation (la PRF) ce qui permet de sélectionner la profondeur de la zone et le type de flux explorés.

Le flux enregistré est donc mieux repéré sur l'image ce qui permet d'obtenir avec précision la profondeur de la source.

Après application d'un mode de doppler pulsé on obtient un sonagramme dans lequel chaque point lumineux correspond à 1 fréquence réfléchis.

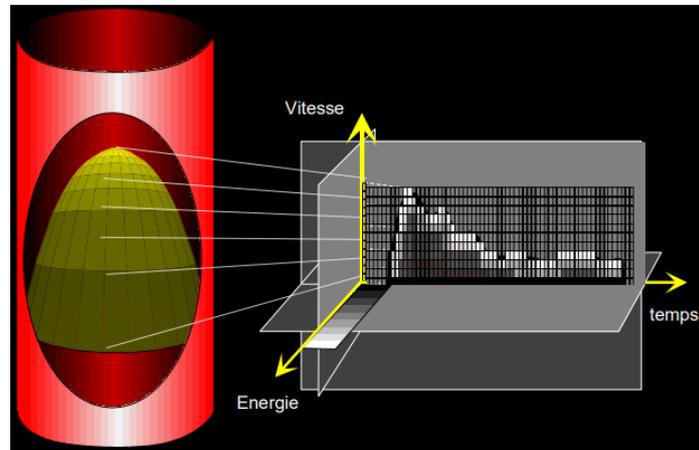


L'intensité du point lumineux est d'autant plus grande qu'une fréquence est fortement représentée dans la zone d'échantillonnage.

Autrement dit plus il y'a de globules rouges qui émettent dans une même fréquence (qui ont la même vitesse), plus le point correspondant à cette vitesse sera lumineux (tendra vers le blanc).

L'analyse spectrale se fait alors en 3 dimensions :

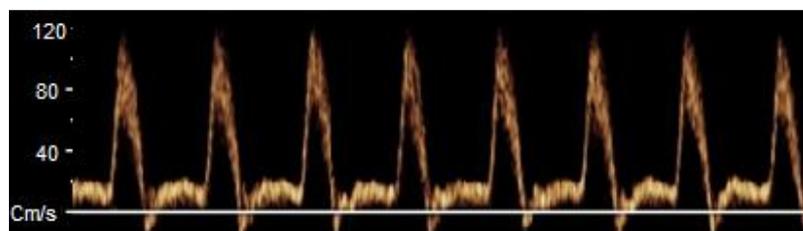
- En axe vertical la vitesse des globules rouges variant selon les diastoles (vitesse faibles ou nulles) et systoles (vitesses hautes).
- En coloration noir et blanc (intensité lumineuse) : déterminant le nombre de globules rouges concernées.
- En axe horizontal : le temps.



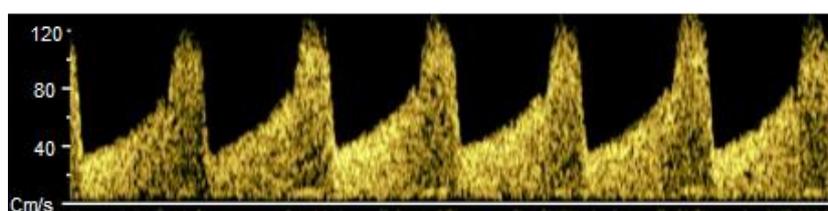
*D'après Gautier C. Bases d'interprétation des signaux Doppler dans le réseau artériel*

Un fois le spectrogramme obtenu, on pourra alors caractériser les flux en fonction du sonogramme que l'on obtient.

Dans un écoulement laminaire la plupart des globules rouges ont la même vitesse, il existe donc une fenêtre où les vitesses ne sont pas représentées.



Dans un écoulement turbulent, les vitesses enregistrées sont multiples, la fenêtre spectrale est alors réduite ou absente.



### Autres modes de doppler :

L'annexe 1 propose un résumé des différents modes de doppler et de leurs caractéristiques.

#### ***Doppler Puissance ou Energie :***

Comme en mode Doppler couleur fréquentiel, un premier filtre reconnaît un signal Doppler sur l'écho de signal émis par les globules rouges.

Ce mode est actuellement proposé sur la plupart des machines d'échographie commercialisées.

Mais ensuite le codage du signal ne se fait pas en comparant les différentes fréquences qui compose le signal Doppler mais par détection des mouvements en comparant deux images en mode B.

Le déplacement d'un point dans l'espace est obtenu par soustraction d'images, les points immobiles sont supprimés et les points mobiles restent présents.

Ce mode s'apparente donc à une sorte d'imagerie bidimensionnelle des cellules sanguines en mouvement et est donc directement lié à l'hématocrite : l'intensité de l'acquisition augmente avec le nombre de globules rouges en mouvement présent dans la section étudiée.

Le signal résultant a donc une intensité plus élevée que le signal Doppler fréquentiel mais toute notion d'hémodynamique est pratiquement perdue.

Avec ce mode on obtient donc pas d'information sur la vitesse, les informations sur la vitesse ou la direction d'écoulement des globules rouges sont perdues.

Le Doppler Puissance offre plusieurs avantages par rapport au Doppler séquentiel :

- Il permet de s'affranchir de l'aliasing (notion sur laquelle nous reviendrons dans la section outils en Doppler artériel).
- Il a une très faible dépendance vis-à-vis de l'angle incident.
- Sa sensibilité aux flux est meilleure.

Il bénéficie d'une bonne résolution spatiale, analogue ou supérieure à celle du mode échographique bidimensionnel.

Ces avantages permettent d'obtenir une excellente visualisation des arborisations vasculaires.

Ceci fait du Doppler Energie une méthode de choix dans l'exploration morphologique des gros vaisseaux (sténose, courbure, plicature..), dans l'analyse de la microvascularisation des parenchymes nobles (rein, foie,...) et dans l'étude de la vascularisation tumorale.

Il présente cependant des inconvénients :

- La plus significative est l'absence de codage du sens du flux et la perte des informations d'hémodynamique intravasculaire.
- Il subit une grande sensibilité aux artéfacts de mouvements (respiratoires, battements cardiaques ou aortiques, gaz...)

Par ces limites, il est difficile à l'heure actuelle d'utiliser le Doppler puissance en première intention lors du dépistage des anomalies vasculaires.

Cette technique vient plutôt en complément d'une exploration Doppler fréquentiel pour préciser une anomalie donnée.

### ***Doppler tissulaire TDI (Tissue Doppler imaging)***

Le principe de ce mode est de ne retenir que les fréquences très basses qui sont sélectionnées par un filtre passe bas.

Ce mode permet alors de visualiser les mouvements des tissus à déplacement lent (quelques centimètres par seconde) par un codage couleur classique et de mesurer leurs vitesses.

Les applications essentielles de ce mode sont l'analyse du myocarde et la détection des zones hypokinétiques dans l'ischémie myocardique et l'artériosclérose aortique (16).

### ***Doppler Large bande ou Advence dynamique flow (ADF) (17)***

Le Doppler large bande utilise une émission d'un burst court d'une ou deux impulsions en large bande (A l'inverse du Doppler couleur conventionnel basé sur une émission d'un burst long de plusieurs impulsions en bande étroite).

Ainsi, la résolution spatiale du signal recueilli est comparable à l'imagerie mode B dans la gamme de fréquences considérées.

Un algorithme spécifique de filtrage permet de séparer les informations entre les flux lents de la micro-vascularisation et les mouvements des tissus avoisinants.

Ce mode d'affichage permet une étude de la micro-vascularisation distale d'organes comme le rein et le foie.

Il aide à la dissociation de deux vaisseaux très proches, comme le tronc porte et l'artère hépatique, utile notamment dans l'étude de la vascularisation tumorale. (18)

Il permet une analyse plus précise des sténoses artérielles et une aide au positionnement de l'échantillon pulsé pour l'obtention rapide d'un spectre Doppler de qualité.

Il est également utile dans la visualisation des vaisseaux fœtaux. (19)

### ***Mode SMI : Super micro imaging (20)***

Ce mode utilise un algorithme permettant de s'affranchir d'artéfact sans perte de signal sur les flux de basse vitesse.

Il aide notamment à la visualisation des flux sanguins de basse vitesse, cependant il est propre à certains constructeurs d'équipements et ne se retrouve pas sur toutes les machines.

Il trouve son intérêt dans le suivi post interventionnel vasculaire (21) et dans la caractérisation de la vascularisation ganglionnaire.

### ***Utilisation de produits de contraste échographie : Les Imageries harmoniques***

Cette technique de Doppler est basée sur l'interaction des ultrasons avec les microbulles (quelques microns) d'un produit de contraste à passage tissulaire.

Elle utilise un phénomène complexe de résonance de fréquences dites harmoniques émises par les microbulles et donc issues de structures circulantes.

L'utilisation de ce produit de contraste échographique élimine les artéfacts dus aux mouvements de paroi.

Le mode puissance est plus adapté que le mode couleur classique car il code naturellement la quantité d'échos résonnants.

Les domaines d'application restent imprécis mais les premières images prometteuses ont été montrées au niveau du cortex rénal et les différents domaines d'application des produits de contraste devraient progressivement être testés.

B. Approche de l'utilisation de l'échographie doppler :

### **1. Approche de l'utilisation de l'échographie doppler artériel**

#### Analyse du flux

On détermine tout d'abord la présence d'un flux par l'utilisation du doppler couleur dans un premier temps en réglant la PRF (voir réglage de l'appareil).

Secondairement on utilisera le doppler pulsé plus sensible pour la détection des flux.

On identifie la nature du flux (veineux ou artériel) par la présence de pics diastolo – systolique dans les flux artériels et d'une forte modulation à la respiration dans les flux veineux.

La détermination du sens du Flux sera faite en fonction du Doppler couleur avec :

- Une coloration en Bleu pour les flux s'éloignant de la sonde
- Une coloration rouge pour ceux se rapprochant

Couplé à l'utilisation de repère anatomique on pourra caractériser le flux de centrifuge (s'éloigne du cœur) correspondant aux artères ou centripète (se rapproche du cœur) pour les veines.

Dans certaines situations ce flux pourra être inversé.

On peut identifier des inversions locales en cas d'obstacle créant des zones de tourbillons ou lors de déviation du trajet anatomique.

On retrouvera par exemple ce type de déviation dans l'artère ophtalmique en cas d'occlusion de la carotide interne.

Certaines inversions seront intermittentes :

- Inversions systoliques en cas d'hémodétournement dans certaines pathologies.
- Inversion diastolique en cas d'insuffisance aortique (redescende de la colonne de sang à travers la valve aortique).
- Inversion provoquée notamment lors des manœuvres de chasse veineuse lors de la recherche d'incontinence valvulaire veineuse.

### ***Propagation de l'onde artérielle, outils en doppler pulsé (22)***

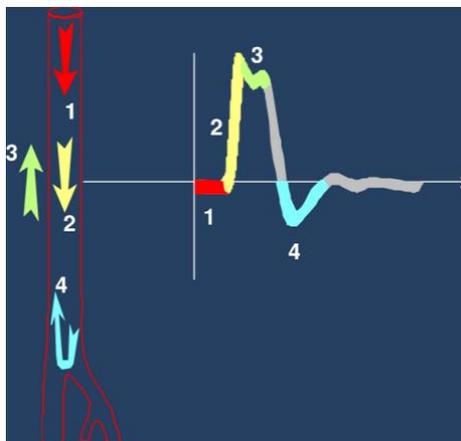
Le flux sanguin se comporte comme une onde se propageant de proche en proche dans l'artère. Le doppler pulsé en identifiant la vitesse des flux en fonction du temps décrit la propagation de l'onde artérielle.

On peut alors décrire en fonction de la variation de l'onde la réaction du flux à la présence d'une sténose plus ou moins significative.

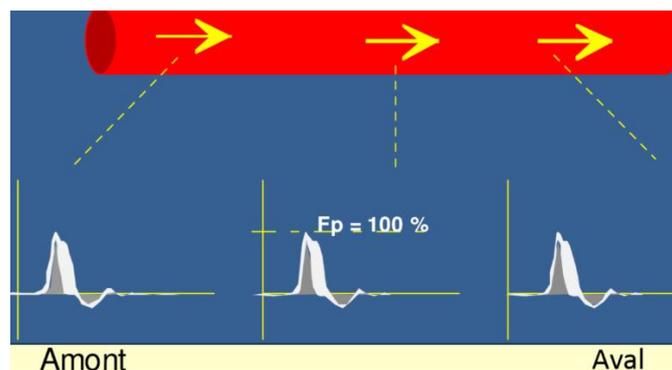
Le générateur de l'onde artérielle est la pompe cardiaque.

En systole le cœur va produire une onde qui va se propager dans les artères.

- Lors de l'analyse du flux on observe tout d'abord un temps de latence (1) due au délai de propagation de l'onde.
- L'accélération systolique (2) est provoquée par l'arrivée de l'onde, elle se poursuit par une décélération (3) après le passage de l'onde.
- Il se produit enfin un reflux, causée par la réflexion de l'onde, on parle d'incisure dicrote (4).



En l'absence de sténose les vitesses circulatoires seront conservées, le profil d'écoulement sera le même le long d'une artère de calibre régulier sans embranchement.



Au niveau d'une sténose on observera les signes directs de la sténose. Il y aura une accélération circulatoire ainsi qu'une dispersion spectrale.

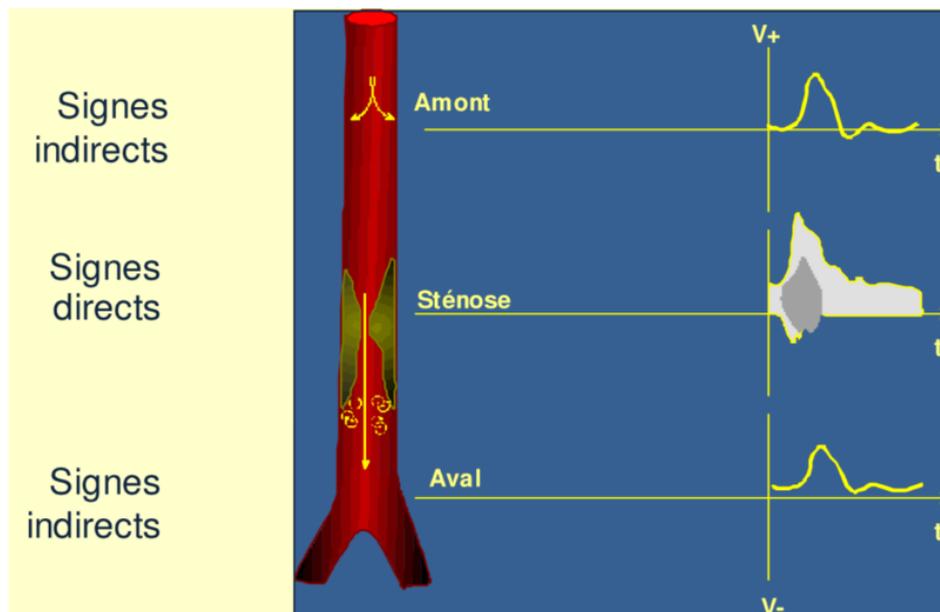
Cette dispersion est due à une plus grande multiplicité des vitesses circulatoires dont la cause est l'obstacle que représente la sténose.

Dans les sténoses les plus importantes le flux passera d'un état laminaire à un état turbulent.

Les signes dit indirects de la sténose seront ceux décrits en amont et en aval de celle-ci.

En amont de la sténose, on mesurera une augmentation de la pulsatilité du tracé avec une accélération des vitesses.

En aval il y aura un amortissement de la modulation du flux avec une diminution des vitesses circulatoires systoliques.



### Les index vasculaires :

L'intérêt des indexes vasculaires est de se soustraire à une inconnue en utilisant la comparaison entre deux valeurs mesurées.

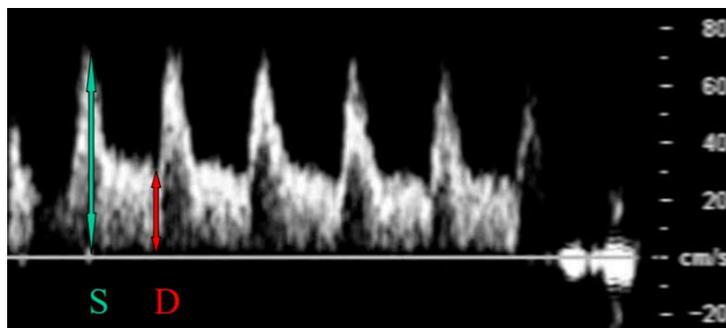
L'inconnue dont on cherche principalement à se soustraire en doppler vasculaire est l'angle du faisceau ultrasonore.

#### **Indice de résistance (IR) ou indice de Pourcelot (23)**

Cet indice représente la difficulté que présente un organe à se laisser perfuser, c'est donc un indice de résistance à la perfusion.

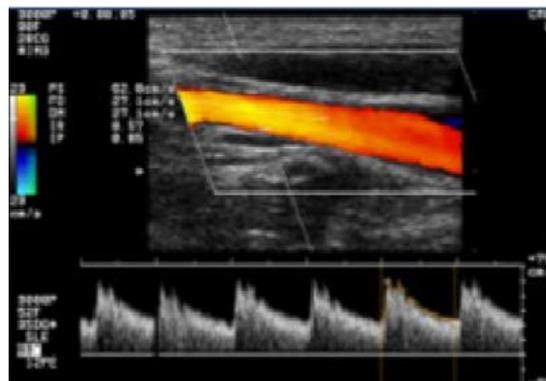
$$IR = \frac{S - D}{S}$$

- S est la vitesse systolique maximal
- D est la vitesse minimal (télédiastolique)



Un indice de résistance bas concerne des artères destinées à un territoire facile à perfusé. Plus l'IR est proche de 0 plus la zone vascularisée sera encline à se laisser traverser par le sang.

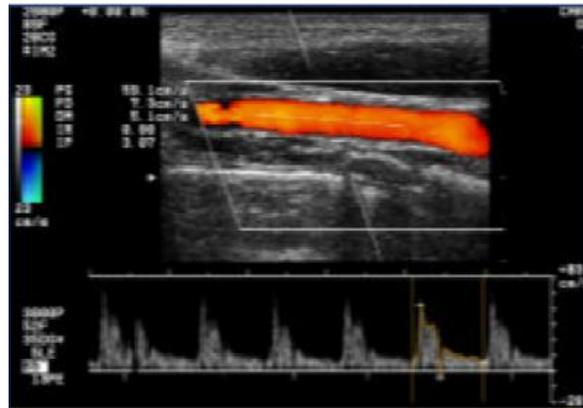
Il s'agit de territoire vasculaire parenchymateux (rein, foie, cerveau ... ) dans lesquelles les artérioles sont ouvertes, le flux diastolique est alors positif sur toute la diastole.



*Tir doppler au niveau de la carotide interne (IR : 0,5)*

Les territoires de haute résistance sont ceux à destinée musculaire (Fémoral, carotide externe, radiale ...) plus l'indice se rapproche de 1 plus cet organe est résistant à la perfusion (artériole de petit diamètre, contractée).

Le spectre doppler de ces artères est alors bi ou tri phasique, la diastole est nulle ou négative.



*Tir doppler au niveau de la carotide externe (IR : 0,9)*

### **Indice de pulsativité de Gosling (IP)**

L'indice de pulsativité est une autre méthode d'évaluation de l'impédance d'un flux.

Il est décrit par la formule suivante :

$$IP = \frac{\text{Amplitude de vitesse maximale}}{\text{Vitesse moyenne}}$$

L'amplitude de vitesse maximale (P) dépend du delta entre la vitesse maximale systolique (S) et la vitesse minimale diastolique (D) .

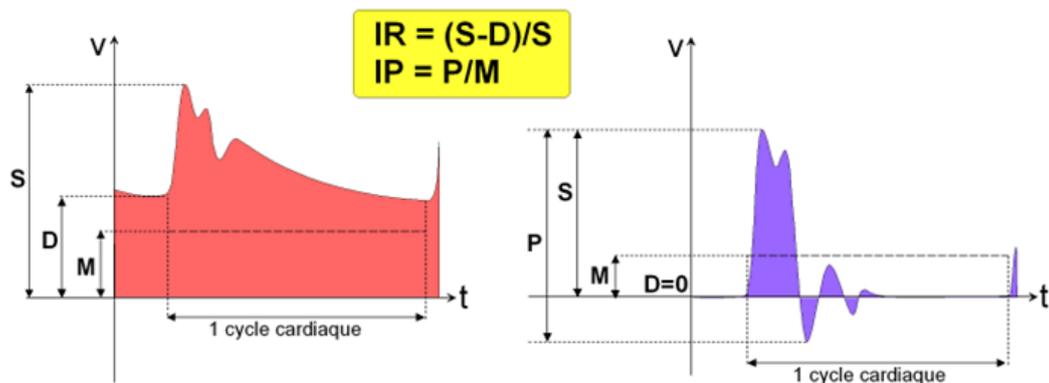
- Si la vitesse diastolique minimum est positive l'amplitude maximale est égal à S – D
- Si la vitesse diastolique est négative l'amplitude maximale est égal à S + D

La vitesse moyenne (ou vitesse moyenne efficace) est calculée automatiquement par l'échographe à partir du spectre pulsé.

Un indice de pulsativité élevée est mesuré pour des artères avec un écoulement discontinu avec un débit moins efficace.

A l'inverse un indice de pulsativité faible se retrouve pour les artères avec un écoulement continu et un débit plus efficace.

**Utilisation des indexes :**



Ces 2 indices pulsatilité et résistances vont évolués de manière conjointes, ils augmentent lorsque la résistance circulatoire d'aval augmente et à l'inverse diminuent avec celle-ci.

L'indice de résistance est d'avantage pertinent pour l'évaluation des conditions hémodynamiques sur les artères à basse résistance circulatoire d'aval (artères cérébrales ou utérines par exemples).

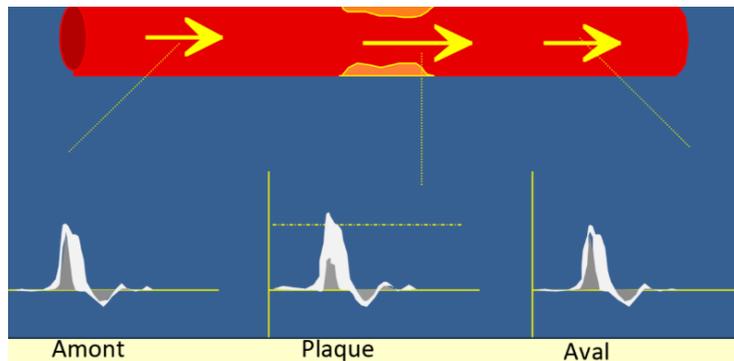
L'indice de pulsatilité IP est plus adapté à l'étude des artères vascularisant des territoires résistant à la perfusion comme les artères des membres.

Description des modulations circulatoires en fonction de l'atteinte artérielle :

***Sténose minime (< 30 %)***

En cas de sténose minime seul la plaque sera visible en échographie mode B.

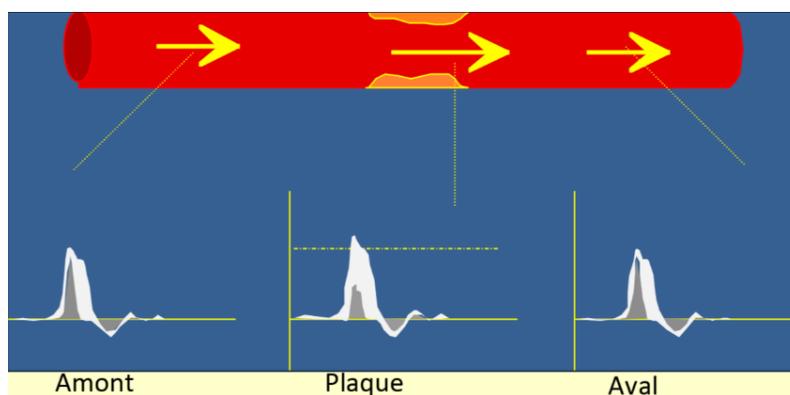
On ne remarquera pas de perturbation du flux. Par conséquent il n'y aura aucun signe indirect en amont ou aval.



***Sténose modérée (30 % - 70 %)***

Pour ce type de sténose on observera une dispersion spectrale et une accélération circulatoire au niveau de la sténose.

Il n'y aura cependant aucun signe indirect.

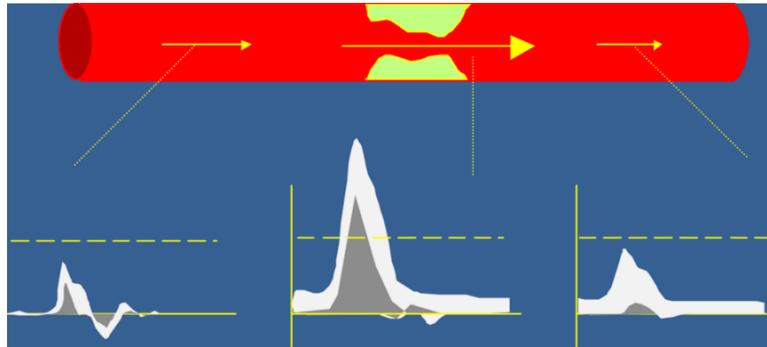


### **Sténose significative (70 % - 90%)**

En cas de sténose significative on repèrera en plus des signes directs (la dispersion et l'accélération du flux) des signes indirects en amont et en aval.

En amont l'index de résistance sera augmenté ainsi que l'index de pulsatilité.

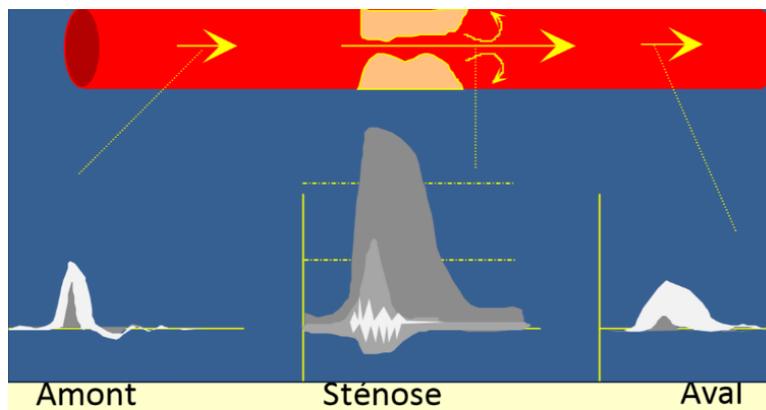
En aval la modulation du flux sera amortie et les index de résistance et de pulsatilité seront diminués.



### **Sténose serré (> 90 %)**

Enfin en cas de sténose serré le flux sera accéléré, dispersé et deviendra turbulent dans la portion sténosée.

En amont et en aval les phénomènes observés seront comparables mais augmentés par rapport à ceux mesurés dans une sténose significative.



L'écoulement turbulent se traduit, sur le tracé Doppler, par de basses fréquences Doppler à forte énergie (très brillante) au-dessus et en dessous de la ligne de base.

Il donne dans le signal sonore, un bruit caractéristique en « coup de râpe ».

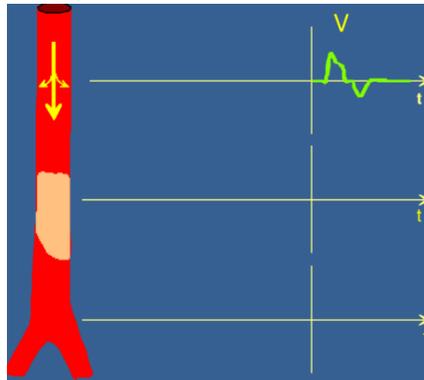
Phénomène observable en cas d'occlusion artérielle :

En cas d'occlusion le thrombus causant l'occlusion ne sera pas toujours observable, il n'y aura cependant aucun flux à son niveau.

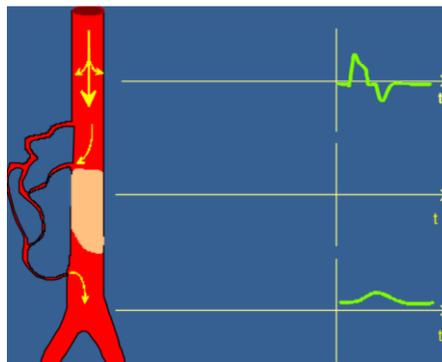
En amont de l'occlusion le flux verra son index de résistance et de pulsatilité augmenté.

Plusieurs cas de figure peuvent être décrits.

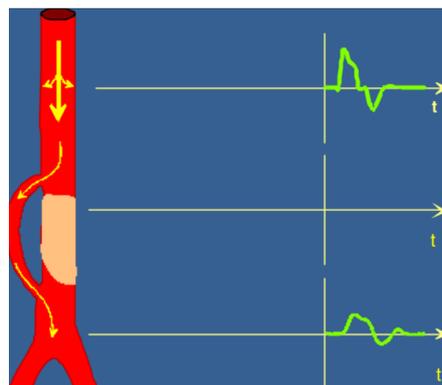
Si l'occlusion n'est pas compensée le seul flux visible sera en amont du thrombus, il n'y aura aucun flux au niveau du thrombus ni en aval de celui-ci.



En cas d'occlusion mal compensée la modulation sera amortie et l'index de résistance et de pulsatilité seront diminués en aval.



Enfin en cas d'occlusion bien compensée les effets d'amortissement et de diminution de résistance et pulsatilité en aval seront plus modérés.

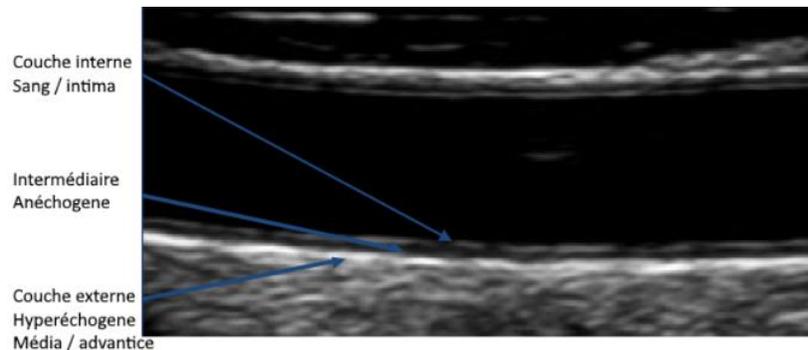


## 2. Etude de la paroi artérielle

Sur le plan histologique la paroi artérielle se forme de plusieurs feuillets différenciables en échographie par les interfaces qu'elles forment.

L'Intima couche la plus interne au contact de la lumière et formant une interface avec le sang.

La média et l'adventice (le feuillet le plus externe) se confondent en échographie.



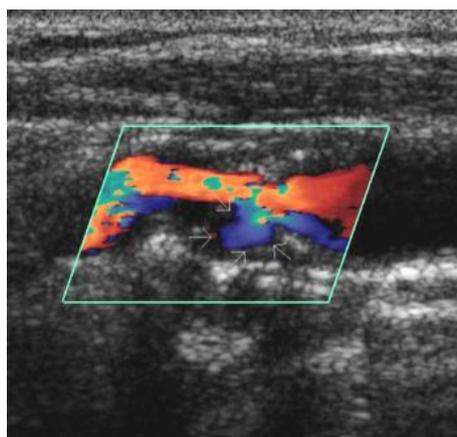
### Description d'une plaque pariétale

On peut déterminer en fonction de l'échogénicité de la plaque quelle est sa nature et le risque que la plaque présente.

Les plaques anéchogènes ou hypo échogènes correspondront à des dépôts lipidiques, des saignements ou des nécroses.

Les plaques hyper échogènes caractériseront des fibroses en l'absence d'ombre acoustique ou des calcifications si une ombre acoustique est présente.

La vulnérabilité de la plaque se traduit par un cœur lipidique important, une enveloppe fibreuse mince ou rompue ainsi que la présence d'ulcérations et d'hémorragies intraplaque. Il s'agira alors de plaques plutôt hypo ou anéchogènes.



*Plaques à risque présentant des ulcérations : Renucci JF. Échographie Doppler des Carotides.*

### 3. Aide au réglage de l'appareil

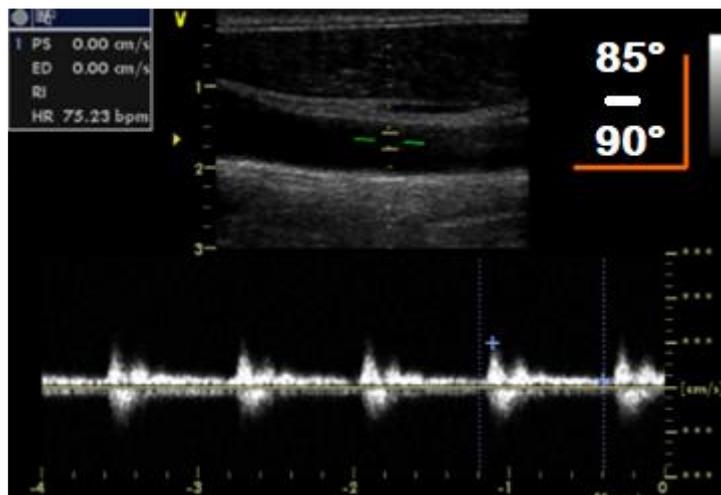
#### Réglage de l'appareil en doppler Pulsé

##### **Angle du tire doppler :**

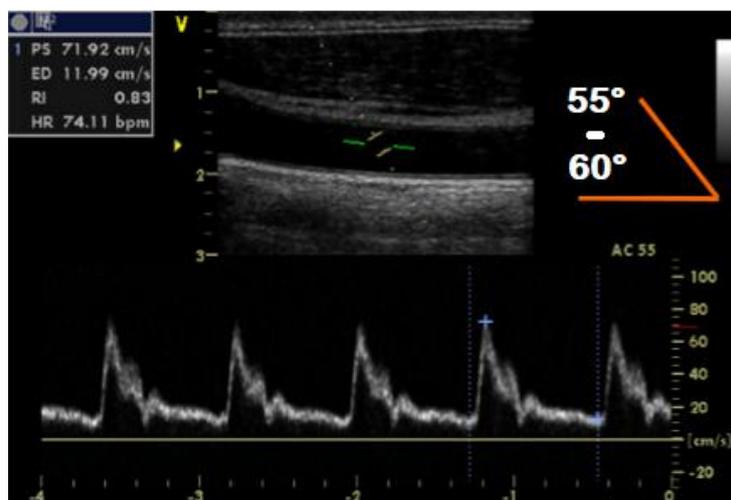
L'angle de tir du faisceau doppler dépend de l'orientation de la sonde.

Pour obtenir des mesures de vitesses interprétable l'angle doit être compris entre 50 et 60°.

Le calcul de la vitesse incluant dans sa formule le cosinus de l'angle, si cet angle est de 90° par rapport au vaisseau, la vitesse mesurée sera perçue comme nulle (le cosinus d'un angle de 90° est 0) et les mesures seront erronées.



*Exemple d'une artère carotide commune avec un angle entre 85 et 90°*



*Même artère avec un angle du faisceau doppler proche de 60° :*

### ***Pulse repetition frequency ( PRF )***

La PRF correspond au nombre de signaux émis par seconde, on parle également d'échelle de vitesse moyenne.

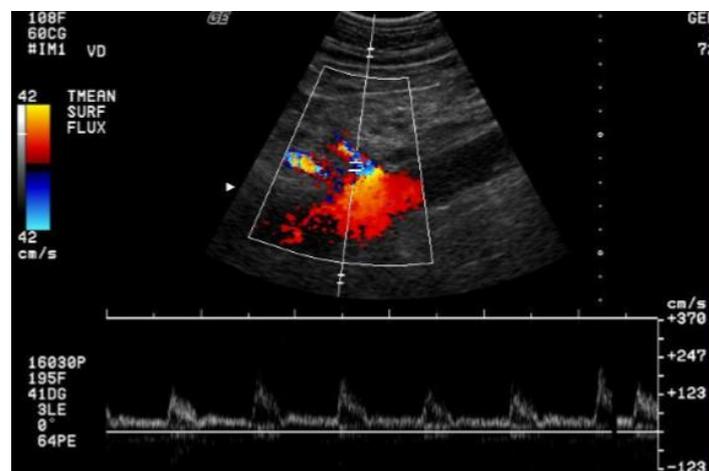
Elle se règle en utilisant selon les appareils le bouton « Scale, Echelle ou PRF ».

Ce délai entre 2 impulsions ultrasonores détermine la profondeur du volume d'échantillonnage :

- Une Augmentation de la PRF permet l'exploration des tissus superficiels.
- La Diminution de la PRF permet l'exploration des tissus profonds.

Augmenter la PRF causera un chevauchement entre les trains d'échos car l'onde sera émise avant que les échos de l'impulsion précédente soit arrivés.

En cas de chevauchement des trains ultrasonores il se produit un phénomène d'ambiguïté spatiale.

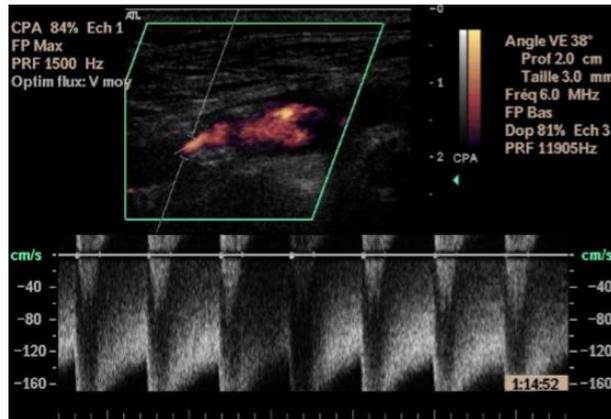


On pourra alors étudier uniquement les tissus les plus superficiels dans lesquels les échos auront eu une plus courte distance à parcourir et donc le temps d'arriver avant la fenêtre d'émission suivante.

La PRF détermine également la sensibilité au flux.

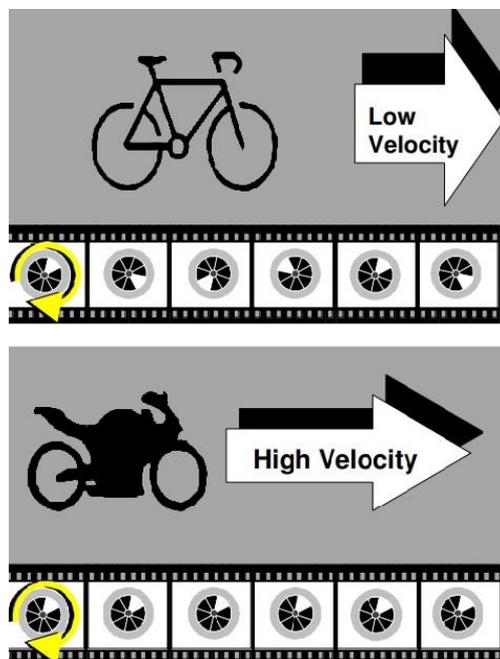
Si la PRF est basse on ne pourra pas quantifier les flux rapides.

Avec une PRF trop basse par rapport à la vitesse du flux le nombre d'échos émise par chaque globule rouge sera insuffisant créant une ambiguïté sur le spectre doppler en faussant la fréquence du signal doppler et la direction de l'écoulement.



*Phénomène d'ambiguïté spectrale sur une sténose carotidienne*

Par analogie il se produit le même phénomène lorsqu'on film une roue qui tourne avec une caméra n'ayant pas un nombre suffisant d'image capté par seconde, on ne peut plus évalué ni la vitesse ni la direction de la roue.



Si la PRF est haute par rapport à la vitesse du flux un même globule rouge créera un nombre d'échos trop important.

Une PRF haute ne permet pas de détecter les flux lents qui disparaissent de l'écran.

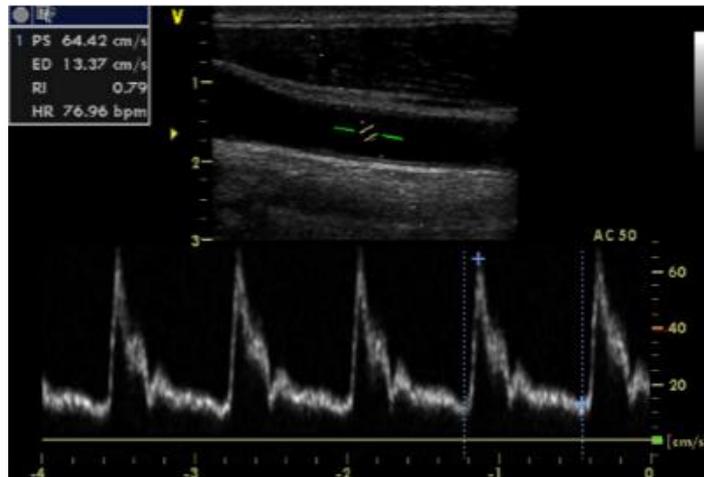
L'analogie serai de prendre une photo toute les minutes de la pousse d'un arbre.

Sur une journée on aura un grand nombre d'images sans pouvoir déterminer la vitesse ou même le sens de la croissance de l'arbre.

### **Réglage du volume de mesure :**

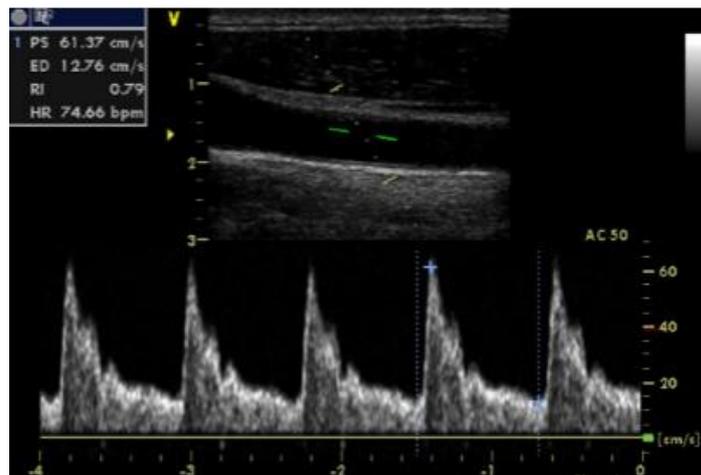
Le volume de mesure se règle en modifiant la fenêtre d'échantillonnage du faisceau doppler.

Pour un Petit volume de mesure on obtient point par point le profil d'écoulement.  
Un petit volume de mesure permet une bonne visualisation des vitesses maximales systoliques et diastoliques, et des indices de résistance.



*Volume de mesure étroit au niveau d'une carotide commune*

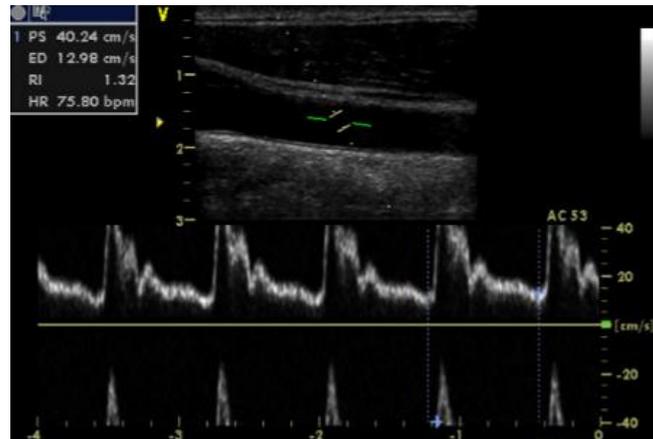
Avec un large volume de mesure on obtiendra une évaluation plus globale du profil d'écoulement et il sera possible de mesurer le débit de l'artère.



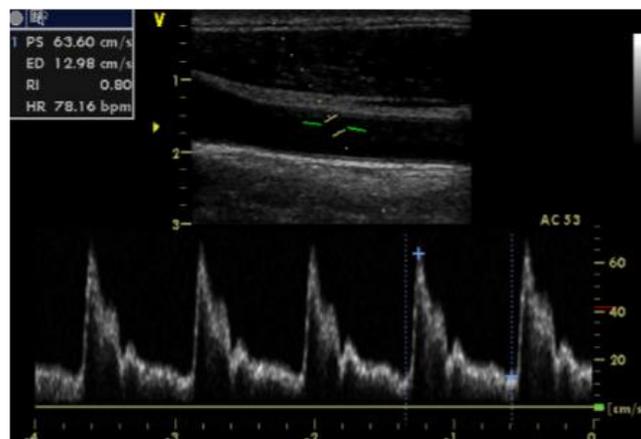
*Enregistrement sur la même artère après augmentation de la fenêtre d'échantillonnage*

### **Réglage de la ligne de base :**

Une ligne de base trop centrée provoque un repliement du spectre doppler.  
Il est alors nécessaire de l'abaisser afin d'obtenir le spectre en entier.



*Enregistrement au niveau d'une carotide commune avec une ligne de base centré*



*Décalage de la ligne de base vers le bas*

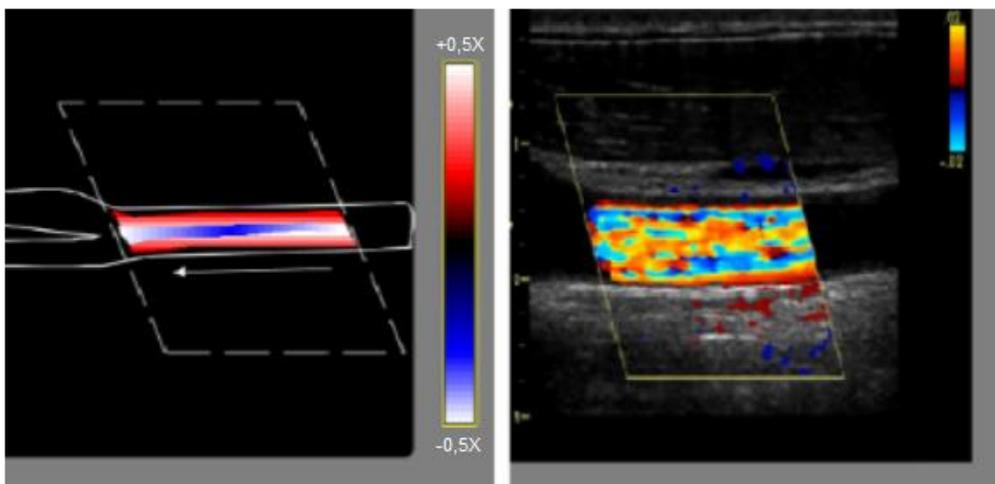
## Réglage de l'appareil en Doppler couleur :

### ***Pulse repetition frequency ( PRF)***

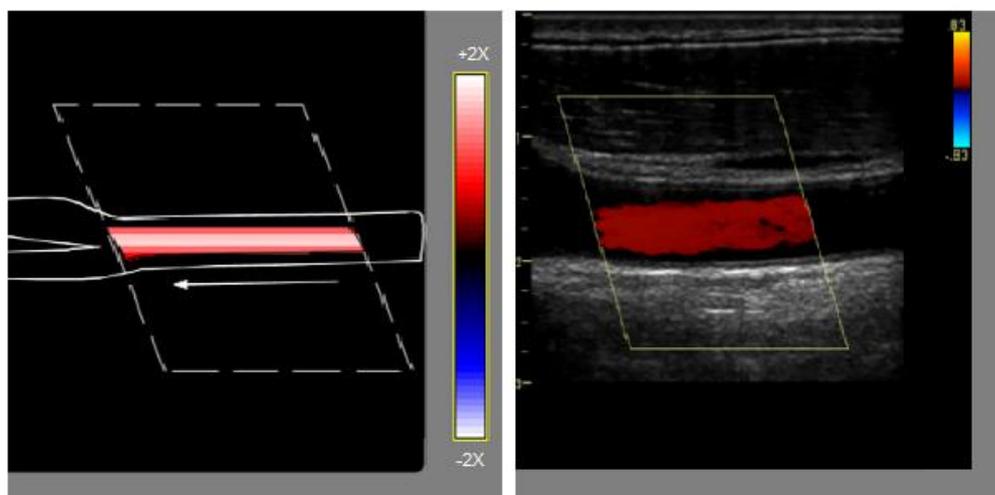
La PRF se règle pour le doppler couleur de la même manière que pour le doppler pulsé :

- Une PRF haute permettra l'exploration des tissus superficiels mais fera disparaître de l'écran les flux lents.
- Une PRF basse sera plus efficace pour l'exploration des tissus profonds mais ne permettra pas de quantifier les flux rapides.

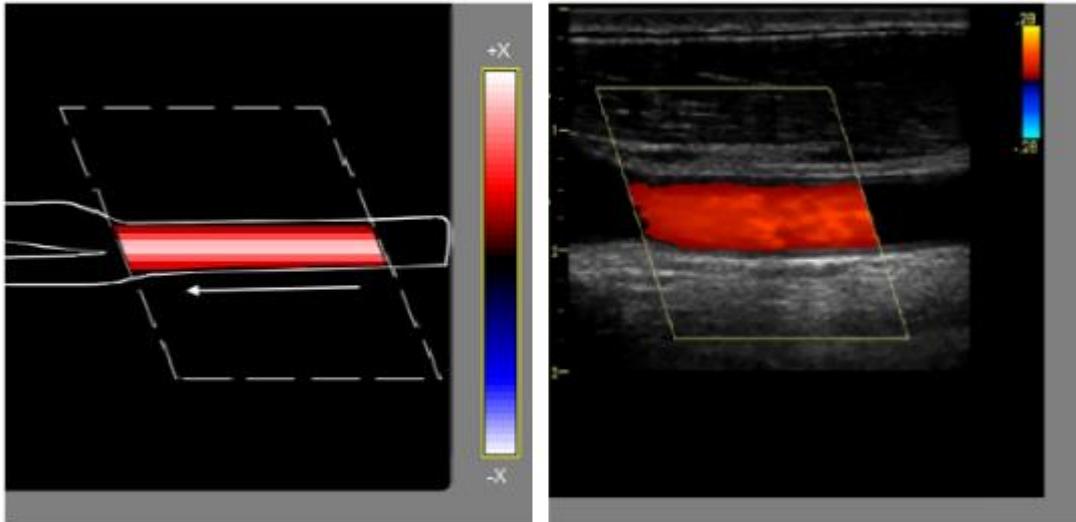
En cas de PRF trop basse par rapport à la vitesse du flux la fréquence et la direction du flux sont faussées, il se produit alors le phénomène d'aliasing.



*Exemple d'image en doppler couleur avec une PRF trop basse causant un aliasing sur les flux lent*



*Exemple de PRF trop haute, les vitesses lentes ne sont pas représentées et le remplissage est imparfait*



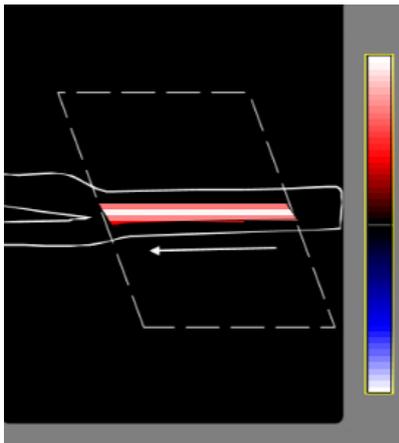
*Exemple d'image doppler avec une PRF adéquat donnant un bon remplissage sans saturation*

### **Réglage du gain**

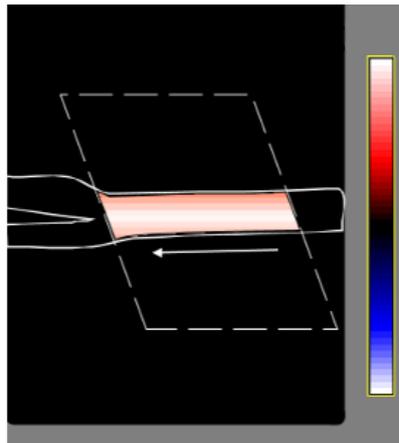
Le gain se règle sur l'échographe avec le bouton dédié.

Si le gain est insuffisant le remplissage est incomplet.

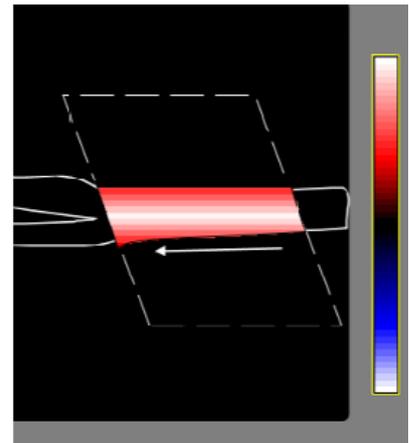
Un gain excessif causera quant à lui un débordement de la couleur.



*Exemple de gain insuffisant excessif*



*Exemple de gain satisfaisant*



*Exemple de gain*

### ***Modification du fenêtrage couleur***

On pourra également en sélectionnant la fenêtre couleur régler la taille et l'orientation de celui-ci.

En augmentant la taille de fenêtrage du doppler on demandera à l'appareil une plus grande puissance de calcul et on diminuera ainsi le cadencage (nombre d'images par seconde) de l'image.

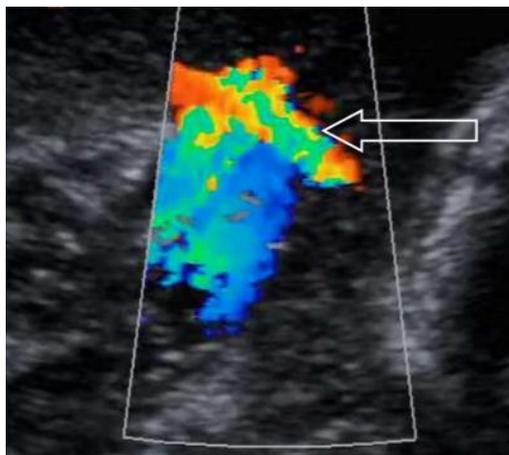
L'orientation de la fenêtre couleur pourra permettre de réaliser une correction de l'angle de la sonde.

En inversant son orientation on inversera le sens du flux perçus (les vitesses positives deviendront négatives).

En orientant la fenêtre à 90° (le fenêtrage apparait rectangulaire) on risque d'obtenir des vitesses erronées dues à l'intégration du cosinus de l'angle dans l'équation de la vitesse.

### ***Lutter contre l'aliasing***

Comme nous l'avons vu pour le doppler pulsé le phénomène d'aliasing se produit chaque fois qu'un système pulsatile observe un autre système pulsatile et que leurs fréquences sont voisines.



*Exemple de phénomène d'aliasing en doppler couleur*

Pour lutter contre cet aliasing il est nécessaire de :

- Diminuer la profondeur de l'image
- Diminuer la fréquence d'émission de la sonde
- Augmenter l'échelle de vitesse moyenne (PRF)
- Diminuer le gain de couleur

Augmenter l'angle d'incidence des ultrasons sur le vaisseau en modifiant l'orientation de la sonde et l'orientation de la fenêtre couleur

## IV. Matériels et méthode

Afin de pouvoir expliquer et synthétiser les informations concernant l'échographie vasculaire en médecine générale nous avons réalisé une recherche bibliographique sur la période de janvier 2021 à septembre 2022 en utilisant plusieurs moteurs de recherche spécialisés notamment PUBMED et GOOGLE SCHOLAR.

Nous avons basé notre travail sur les recommandations émises par différentes sociétés de médecine vasculaire et d'imagerie, principalement la société française de médecine vasculaire.

De plus, nous nous sommes appuyés sur des sites officiels comme le site de l'HAS, le site de la sécurité sociale (Amelie), le site de l'ordre des médecins mais aussi sur des enseignements rendus disponibles par la faculté de Montpellier.

Enfin nous avons consulté les travaux de thèses concernant le sujet et réalisés entre 2009 et 2019.

Ces recherches ont été effectuées à partir de combinaisons de MeSH Terms suivants :

- En Français : - échographie – médecine générale – thrombose veineuse profonde – accidents vasculaires cérébraux ischémiques – atteinte des artères carotides – Anévrisme aorte abdominale
- En Anglais : - ultrasonography – echography – general practitioner – Deep Vein Thrombosis – stroke – carotid artery disease -Abdominal Aortic Aneurysm

Le référencement bibliographique avait été réalisé sur le logiciel ZOTERO, les recherches ont été séparées en 4 parties distinctes :

- Recherches sur la physique liée à l'échographie, les types de Dopplers et les réglages de l'appareil.
- Recherche sur l'anévrisme de l'aorte abdominale et les protocoles échographiques de dépistage.
- Recherche sur les thromboses veineuses profondes et leur diagnostic en échographie.
- Recherche sur les atteintes asymptomatiques des troncs supra-aortiques et les protocoles échographiques de dépistage.

## **V. Résultat : Etat des protocoles d'échographie vasculaire adaptée à la médecine générale et production de fiches synthétiques.**

### **A. Anévrisme de l'aorte abdominale**

L'anévrisme de l'aorte abdominale se définit par une dilatation localisée de l'aorte abdominale dont le diamètre est au supérieur d'au moins 1,5 cm au diamètre d'amont avec une perte de parallélisme de ses bords.

Pour une dilatation inférieure à 1,5 cm on parle d'ectasie aortique.

Une dilatation diffuse signe quant à elle une méga-artère.

Parmi les anévrismes artériels l'anévrisme de l'aorte abdominale est le plus fréquent. La majorité des anévrismes de l'aorte abdominale sont localisés au niveau de l'aorte sous-rénale.

#### Rappel anatomique :

L'aorte abdominale débute à travers l'orifice aortique du diaphragme et se termine au niveau de l'ombilic (en regard de L4) où elle donne naissance aux artères iliaques communes.

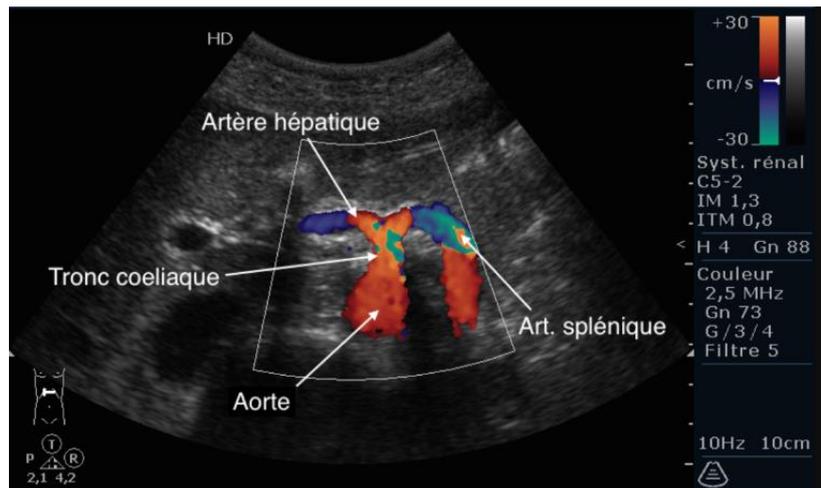
Le diamètre de l'aorte abdominale est en moyenne de 20 mm chez l'homme et 15 mm chez la femme.

L'aorte donne naissance au tronc coélique avec 3 branches dont 2 repérables en échographie :

- L'artère hépatique à droite et l'artère splénique à gauche.
- L'artère gastrique est quant à elle non visible.

En aval, l'artère splénique naît 1 cm sous le tronc coélique, avec comme variante anatomique fréquente la présence d'un tronc commun coelio – mésentérique.

Naissent ensuite les artères rénales, l'artère rénale droite généralement plus antérieure et un peu au-dessus par rapport à la gauche.



*Tronc coélique, identifiable en échographie*

En pratique on distingue les lésions de l'aorte abdominale en fonction de leur siège, on parle de lésion sus-rénale, inter-rénale ou sous-rénale.

### Contexte épidémiologique :

L'anévrisme de l'aorte fait partie des pathologies à forte prévalence puisqu'elle touche 2 à 6 % des sujets de plus de 65 ans.

### **Facteur de risque**

C'est une pathologie dont les facteurs de risques sont bien identifiés.

Au niveau des facteurs de risques constitutionnels, le sexe masculin et l'âge sont les principaux facteurs avec la présence d'antécédents familiaux.

En effet le sex-ratio est de 13 hommes pour une femme.

Concernant l'âge le risque est significatif à partir de 65 ans.

Dans la population des hommes de plus de 50 ans, les anévrismes sont présents chez 3,5 % des patients contre 8 % pour les hommes de plus de 75 ans.

Chez les patients qui présentent un anévrisme de l'aorte abdominale entre 50 et 60 ans, 20 % présentaient des antécédents familiaux.

Au niveau des facteurs modifiables, le principal identifié est le tabagisme chronique.

En effet 80% des anévrismes de l'aorte abdominale se manifestent chez des patients fumeurs ou anciennement fumeurs.

### **Quels risques de rupture de l'anévrisme de l'aorte abdominale ?**

On retiendra que le taux de rupture à 5 ans est supérieur à 25 % pour des sujets avec un anévrisme de plus de 5 cm.

Taux de rupture par année en fonction du diamètre de l'anévrisme :

Diamètre de l'anévrisme	Risque de rupture (% par année)
< 4 cm	0%
4 - 4,9 cm	0.5%
5 - 5,9 cm	3-15%
6 - 6,9 cm	10-20%
7-7.9 cm	20-40%
> 8cm	30-50%

### ***Chez quels patients faire le dépistage ?***

La HAS recommande un dépistage unique, opportuniste et ciblé chez les hommes ayant au moins un des facteurs de risques suivants (24) :

- Âge compris entre 65 et 75 ans et tabagisme chronique actuel ou passé
- Âge compris entre 50 et 75 ans et antécédents familiaux d'AAA.

Cependant une échographie systématique dans le but d'un dépistage de l'AAA permet de diminuer significativement (OR : 0,43) la mortalité chez les hommes entre 65 et 75 ans (25)

### ***Importance d'un diagnostic le plus précoce possible :***

L'intérêt du diagnostic le plus précoce possible est double, à la fois diminuer les complications de la chirurgie mais surtout d'intervenir avant la rupture.

En cas de rupture, la mortalité est proche de 50 %. (26)

Le taux de décès lors des interventions programmées est quant à lui inférieur à 5 % et est proportionnel à la taille de l'anévrisme.

## Diagnostique des anévrismes de l'aorte abdominale non symptomatiques :

### ***Clinique :***

L'examen clinique est un mauvais examen de dépistage des AAA avec une sensibilité inférieure à 65 %.

Sa valeur prédictive positive est quant à elle de moins de 45 % lorsque le clinicien trouve une masse pulsatile abdominale. (27)

La précision du dépistage par l'examen clinique augmente avec la taille de l'anévrisme (< 30 % entre 3 et 4 cm et jusqu'à 75% entre 4 et 5 cm).

Cependant cette sensibilité s'effondre chez les patients atteints d'obésité.

### ***Echographie doppler :***

L'échographie doppler est l'examen de dépistage et de diagnostic de référence, elle présente de nombreux avantages.

C'est un examen non invasif, rapide et accessible, utilisable au lit du patient dans un contexte d'urgence.

En cas de suspicion d'un syndrome fissuraire elle permet une rapidité de diagnostic (5 minutes contre les 83 minimales pour l'obtention des résultats d'un angioscanner).

L'échographie dans le contexte d'anévrisme de l'aorte abdominale est reproductible avec d'excellentes performances (sensibilité à 100 % et spécificité à 98 %). (28)

De plus elle est accessible à la formation de médecins novices. (29)

Les erreurs de mesure sont minimales (0.2 à 0.5 cm) par rapport à l'angioscanner qui reste le Gold Standard.

Enfin l'échographie permet une recherche d'anévrismes associés (iliaques, fémoraux ou poplités).

### Autres Examens diagnostics complémentaires :

Les autres examens complémentaires permettent, si nécessaire, de préciser en per-opératoire les caractéristiques anatomiques de l'AAA et son environnement.

#### ***L'angioscanner :***

Il est l'examen anatomique de référence permettant de préciser les diamètres de l'anévrisme et son extension par rapport aux autres artères (rénales et iliaques).

L'angioscanner permet la recherche de signes d'instabilité de l'anévrisme ou des remaniements (prise de contraste au sein du thrombus).

Il identifie les plaques fibreuses péri-aortique, témoins du caractère inflammatoire de l'anévrisme, et permet également de rechercher d'autres localisations anévrismales potentielles (thoraciques, iliaques ou viscérales).

Il ne peut cependant pas être réalisé chez tous les patients car il nécessite une préparation spécifique en cas d'allergie aux produits iodés et est contre indiqué en cas d'insuffisance rénale sévère.

#### ***L'angiographie par résonance magnétique***

Parfois utilisée à la place de l'angioscanner, mais ne l'a pas remplacé du fait de sa mauvaise résolution spatiale et de son manque de disponibilité.

Elle est principalement utile lorsque l'injection de produit de contraste est contre-indiquée.

#### ***L'artériographie***

L'artériographie n'a pas d'intérêt diagnostique car ne visualise que le chenal circulant, entraînant une sous-estimation du diamètre de l'anévrisme.

Elle reste cependant intéressante lorsqu'elle est associée à une cure chirurgicale de l'anévrisme.

Comme l'angioscanner, l'artériographie pose un problème de risque allergique et peut aggraver une insuffisance rénale préexistante.

## Technique échographique

### ***Protocole de l'examen adaptée à la médecine générale (30–33)***

La luminosité de la pièce doit être faible.

Le patient doit être confortablement installé, torse nu, en décubitus dorsal.

L'examineur se place à droite du patient.

On utilisera du gel hydrosoluble pour permettre une bonne conduction du faisceau ultrasonore.

La durée moyenne de l'examen par un opérateur novice est de 5 minutes.

On utilisera idéalement une sonde convexe « abdominale » 3-5 MHz.

Régler l'appareil en mode aortique.

Positionner la sonde de façon à avoir le repère vers soi (habituellement un rappel de curseur se trouve en haut à gauche de l'écran) ou vers la tête du patient.

Conserver le repère ainsi pendant tout l'examen.

L'image se déplacera à droite si la sonde glisse vers la droite et inversement à gauche.

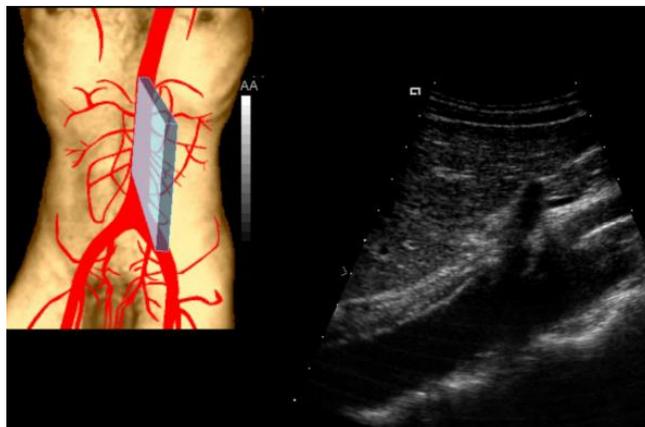
Si on décale la sonde vers le haut, l'image se déplacera vers la gauche ; si la sonde est orientée vers le bas l'image se déplacera vers la droite.

Débuter en coupe sagittale pour le repérage de l'aorte avec un balayage de droite à gauche.

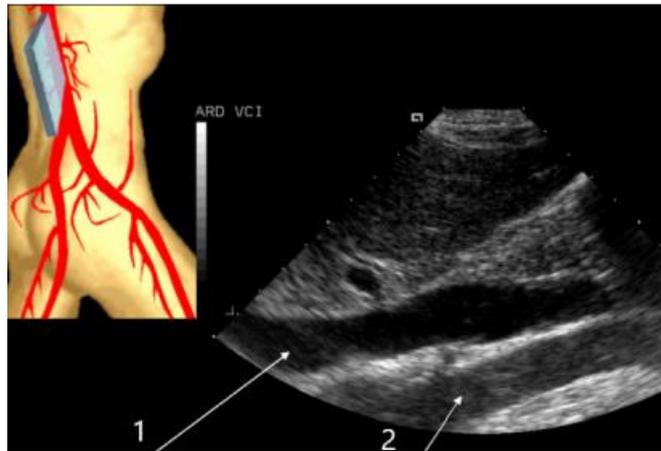
A noter : la veine cave inférieure se situe à droite et l'aorte abdominale à gauche.

On effectuera une rotation en coupe transversale pour l'évaluation du diamètre antéro-postérieur sur la paroi externe (adventice - adventice)

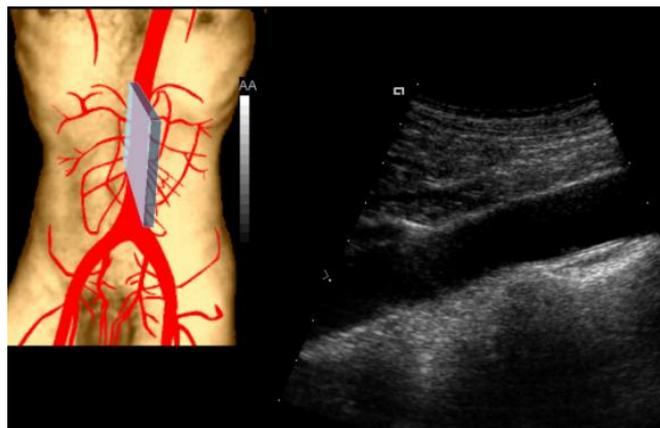
Descendre le long de la ligne ombilico - xiphoidienne avec la sonde en transversal jusqu'à bifurcation aortique.



*Aorte abdominale partie haute*



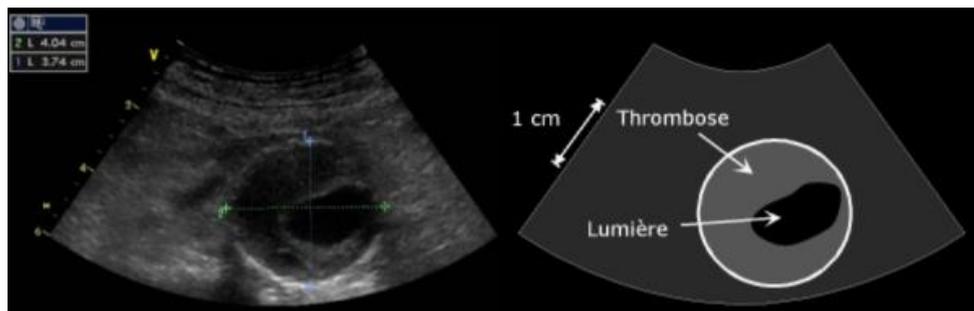
*Veine cave inferieure (1) et aorte (2)*



*Aorte abdominale moyenne*

Il est intéressant de noter qu'un appareil d'échographie ultraportable type VSCAN® ou Butterfly® obtient des performances similaires aux échographes standards. (34)

La découverte fortuite d'un anévrisme de l'aorte abdominale doit systématiquement faire rechercher un anévrisme poplité.



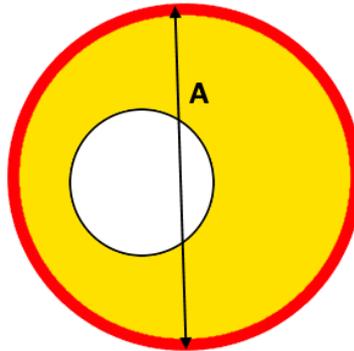
*Exemple d'anévrisme de l'aorte abdominale visualisé en échographie*

### **Mesure de l'anévrisme**

Le diamètre mesuré et pris en compte pour définir l'AAA est le diamètre antéro-postérieur.

#### *Obtention d'une section circulaire*

- Prendre au moins 3 clichés.
- Mesurer le diamètre antéro-postérieur (A).
- Faire au moins 3 mesures et prendre la moyenne de ces 3 mesures.



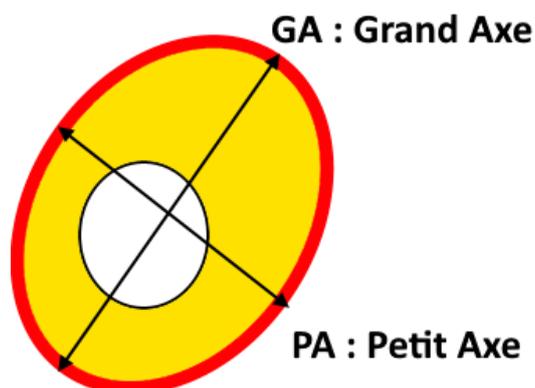
*Diamètre mesuré (A) au niveau de la paroi externe*

*Dans le cas de l'obtention d'une section éллиptique malgré les efforts pour obtenir une section circulaire :*

- Prendre au moins 3 clichés.
- Le diamètre moyen mesuré (A) est considéré comme la moyenne du grand axe (GA) et du petit axe (PA)

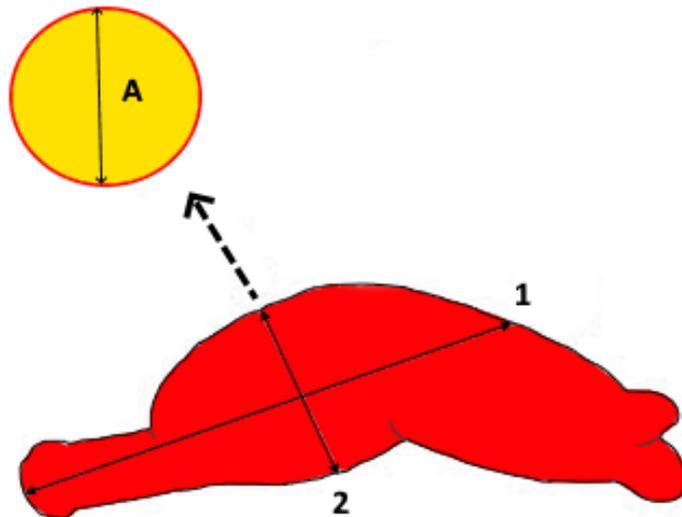
$$A = \frac{GA+PA}{2}$$

- Faire au moins 3 mesures et prendre la moyenne de ces 3 mesures.



*Mesure du diamètre de l'anévrisme lorsqu'une section circulaire ou elliptique ne peut être obtenue :*

- On repère l'axe du flux dominant (1).
- On dessine une orthogonale à cet axe au niveau de la dilatation maximale (2).
- Mesurer le diamètre (A), adventice-adventice, à ce niveau.
- On prend au moins 3 clichés et fait au moins 3 mesures, on prendra alors la moyenne des 3 mesures.



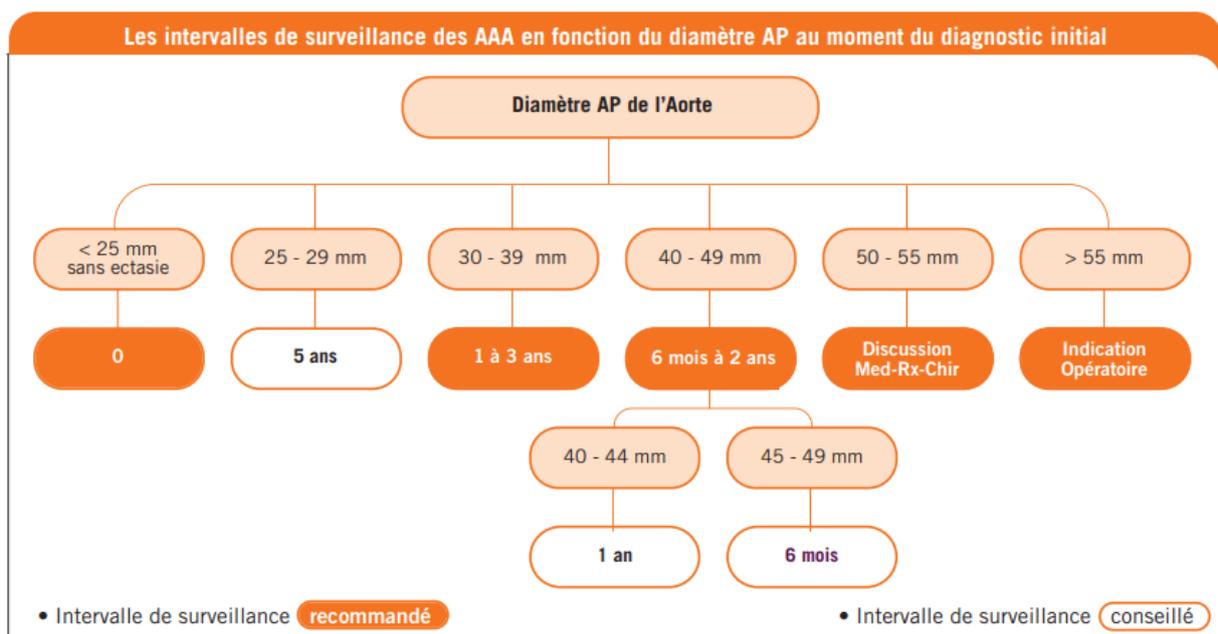
*Mesure orthogonale à l'axe du dominant*

## Interprétation des mesures et prise en charge

### **Intervalle de surveillance et prise en charge des anévrismes de l'aorte abdominale (35–37)**

Il est conseillé que la mesure et la surveillance échographique de l'AAA inclut des informations sur la morphologie de l'AAA (forme, régularité du contour, homogénéité du thrombus).

Il est également conseillé d'apprécier l'évolution de la croissance d'un AAA sur un graphique portant le diamètre de l'AAA en ordonnée et le temps écoulé depuis le 1er examen en abscisse.



A 65 ans ou plus, en cas de mesure de l'aorte avec un diamètre antéro-postérieur inférieur à 25 mm avec parallélisme des bords conservé, sans ectasie, il est recommandé de ne pas répéter le test de dépistage.

Pour un diamètre antéro-postérieur entre 25 et 29 mm (artériomégalie, ectasie mineure) on conseille de revérifier le diamètre de l'aorte abdominale 5 ans plus tard.

Si le diamètre antéro postérieur maximal est supérieur à 29 mm une surveillance est recommandée régulièrement en fonction de la taille de l'anévrisme.

La prise en charge ne se limite alors pas à la taille de l'anévrisme et nécessite une prise en charge globale des facteurs de risque du patient :

- Il est nécessaire de proposer une aide au sevrage tabagisme.
- Une potentielle hypertension artérielle (HTA) doit être recherchée et contrôlée.
- L'hypercholestérolémie doit être prise en charge.
- L'activité physique doit être encouragée avec une prise en charge diététique en cas d'obésité.

Un AAA « petit » qui évoluerait de plus de 0,5 cm en 6 mois est à considérer comme à haut risque de rupture.

Enfin pour un diamètre antéro-postérieur supérieur à 49 mm un avis spécialisé est nécessaire.

#### Anévrismes compliqués nécessitant un avis chirurgical en urgence :

##### ***Anévrismes symptomatiques :***

Tout patient présentant un anévrisme symptomatique, quelle que soit la taille de cet anévrisme, nécessite un avis chirurgical en urgence.

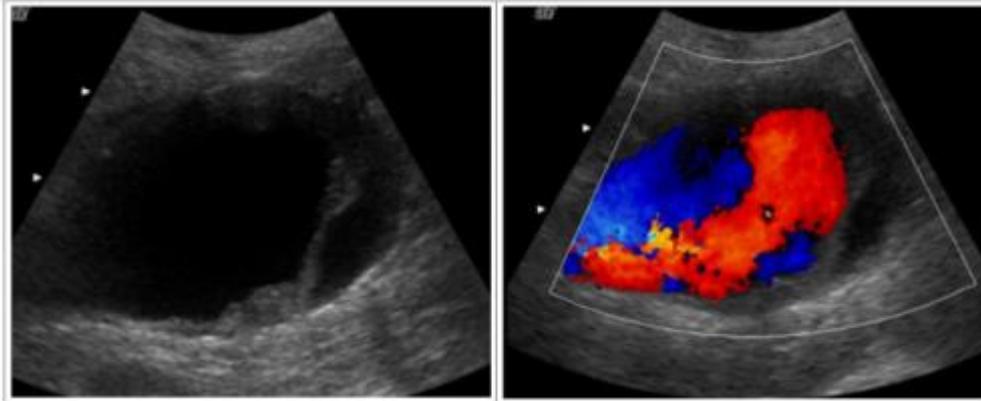
La rupture rétropéritonéale se présente sous la forme d'un hématome hypoéchogène accolé à l'anévrisme, souvent sensible sous la sonde d'échographie.

On ne peut pas éliminer une pré-rupture ou une rupture à l'échographie.

***Images de lyse au sein du thrombus :***

Les images de lyse au sein du thrombus apparaissent sous la forme de zones hypo-échogènes d'allure liquidiennes.

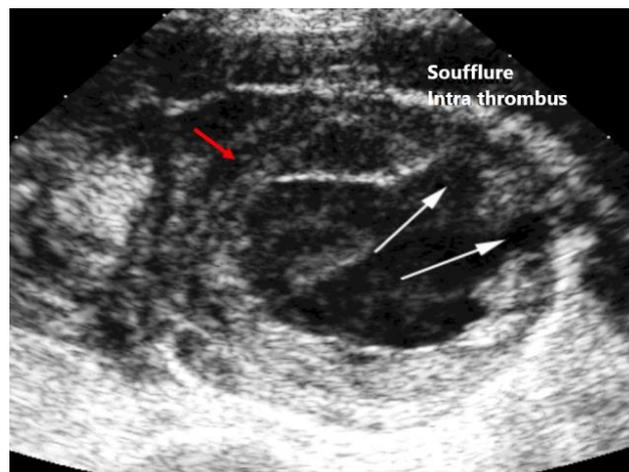
C'est un signe évolutif majeur de l'anévrisme.



*Exemple de lyse au sein du thrombus*

***Présence de soufflure au sein du thrombus :***

Elles se présentent comme une discontinuité de la paroi avec une zone hypo-échogène intra-thrombus. Il s'agit d'un signe de pré-rupture.



*Exemple d'image de soufflures intra thrombus*

Nous retrouverons sur la page suivante une proposition de fiche synthétisant l'ensemble des informations utiles à la pratique de l'échographie vasculaire dans le cadre du dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale.

## Fiche synthétique dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale (AAA):

### Les facteurs de risques :

- l'âge > 65 ans
- le tabagisme chronique
- les antécédents familiaux d'AAA
- le sexe masculin (sex-ratio de 13:1)

### Recommandation de dépistage HAS :

Dépistage Unique, opportuniste et ciblé chez les hommes ayant au moins un des facteurs de risques suivants :

- âge compris entre 65 et 75 ans et tabagisme chronique actuel ou passé.
- âge compris entre 50 et 75 ans et antécédents familiaux d'AAA.

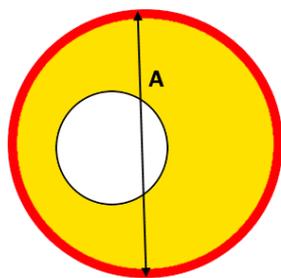
### Protocole

- Patient en décubitus dorsale.
- Sonde convexe 3-5 MHz en réglage vasculaire aortique.
- Balayage de Droite à gauche en coupe sagittal pour repérer la veine cave (à droite) et de aorte (à gauche).
- Toute découverte d'un anévrisme de l'aorte abdominale doit systématiquement faire **rechercher un anévrisme poplité**.

### Mesure du diamètre aortique :

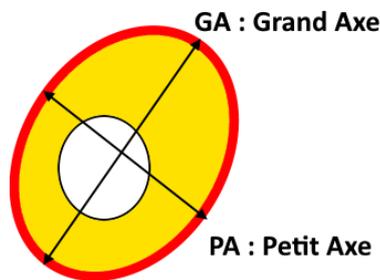
- En coupe transversale pour évaluer le diamètre antéro-postérieur sur la paroi externe (adventice - adventice).
- Dans chaque situation prendre au moins 3 clichés pour obtenir 3 mesures et retenir la moyenne de ces 3 mesures.

Obtention d'une section circulaire



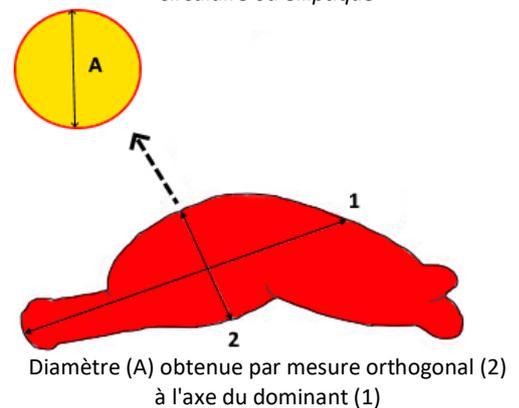
Diamètre (A) mesuré au niveau de la paroi externe

Obtention d'une section éллиptiques



Diamètre mesuré =  $\frac{GA + PA}{2}$

Impossibilité d'obtenir une coupe circulaire ou elliptique



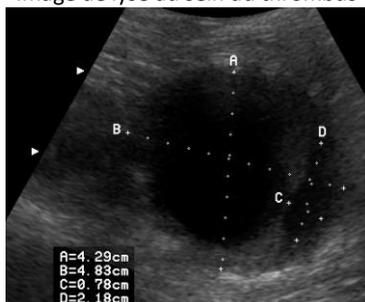
### Interprétation et décision thérapeutique :

Diamètre Antéro-postérieur	<25 mm sans ectasie	25 - 29 mm ou ectasie	30 - 39 mm	40 - 44 mm	45 - 49 mm	> 50 mm	Expansion > 5 mm / 6 mois
Risque de rupture (en % par année)	0	0	0	< 0,5 %	0,5 %	> 3 %	
Prise en charge	Aucune	Surveillance à 5a	Surveillance à 1-3 a	Surveillance à 1 a	Surveillance à 6m	Discussion chirurgical	Discussion chirurgical

### Situation nécessitant un avis chirurgical en urgence :

Tout patient présentant un **anévrisme symptomatique** peu importe la taille de cet anévrisme nécessite un **avis chirurgical en urgence**.

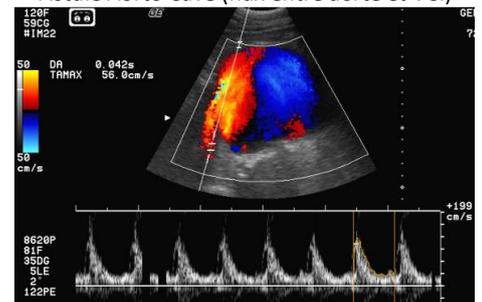
Image de lyse au sein du thrombus ( C - D )



Soufflure intra thrombus (Signe de pré rupture)



Fistule Aorto Cave (flux entre aorte et VCI)



Cotation : DCQM002 : Echographie doppler de l'aorte abdominale, de ses branches viscérales et des artères iliaques : 75,6 €

## B. Recherche de Thrombose Veineuse Profonde

### Rappel anatomique (38–40)

On différencie le réseau veineux des membres inférieurs en veines profondes et superficielles.

L'obstruction d'une veine profonde par un caillot sanguin constitue la thrombose veineuse profonde (TVP) ou phlébite profonde.

La thrombose d'une veine superficielle cause une phlébite superficielle aussi nommée paraphlébite. Les veines superficielles sont également le siège de potentielles varices.

#### ***Réseau veineux profond :***

- Les veines tibiales postérieures et fibulaires sont dédoublées (voir triplés) et satellites des artères, elles s'abouchent pour former le tronc tibio- péronier.
- La veine poplitée est formée par la confluence des veines tibiales antérieures et le tronc tibio- péronier.
- La veine poplitée donnera la veine fémorale, recevant elle-même la veine fémorale profonde et donnant la veine fémorale commune.
- La veine fémorale commune recevra la veine grande saphène.

La veine grande saphène est située en médial et plus superficielle par rapport à la fémorale commune.

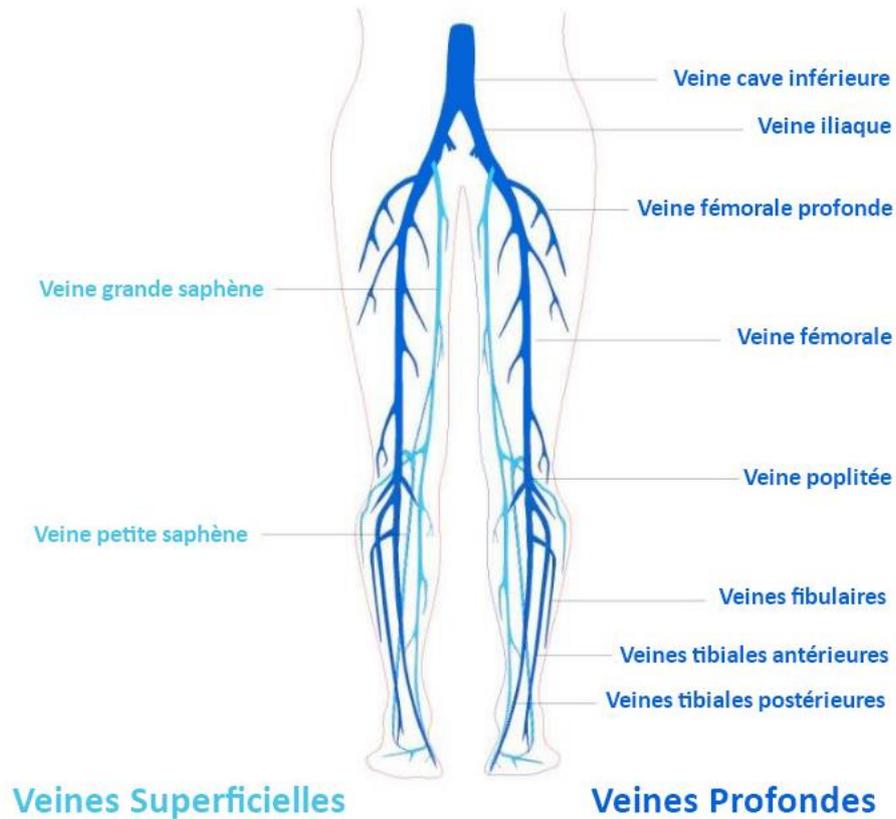
Anatomiquement les veines fémorales sont situées en dedans et postérieures par rapport à l'artère.

La veine iliaque externe suit alors la veine fémorale donnant la veine iliaque commune puis la veine cave.

**Réseau veineux superficiel :**

Il est constitué par de nombreuses veines superficielles, non satellites d'artères, se drainant dans les 2 axes principaux de ce réseau que sont les grandes et petites saphènes.

Ces veines superficielles sont connectées au réseau profond par un grand nombre de veines collatérales perforantes.



## Epidémiologie

La thrombose veineuse profonde est une pathologie de forte prévalence, son incidence en Europe est d'environ 150 cas pour 100000 habitants (41).

En France on dénombre chaque année plus de 100000 évènements thromboemboliques veineux (TVP et embolie pulmonaire).

Certains patients sont plus prédisposés que d'autres aux phlébites, cependant celles-ci surviennent majoritairement à la suite d'une situation à risque.

On identifie les facteurs de risque en fonction du risque relatifs qu'ils représentent (Odds Ratio (OR)). (42)

### ***Facteurs de risque majeur (OR > 10)***

- Fracture d'un membre inférieur
- Hospitalisation pour infarctus, insuffisance cardiaque ou fibrillation atriale il y a moins de 3 mois
- Pose d'une prothèse de hanche ou de genou
- Traumatisme majeur ou touchant la moelle épinière
- Cancer actif

### ***Facteurs de risque modéré (OR 2 - 9)***

- Certaines pathologies auto-immunes (maladie de Crohn par exemple)
- Cathéter veineux central
- Contraception orale par pilule œstroprogestative
- Post-partum
- Thérapies hormonales post-ménopausique
- Infection en cours (principalement pneumonie, pyélonéphrite, HIV)
- Thrombophilie (Facteur V Leiden, déficit en protéine C ou S, déficit en antithrombine)
- Antécédent de thrombose veineuse profonde ou d'embolie pulmonaire

### ***Facteurs de risque faible (OR < 2)***

- Repos au lit de plus de 3 jours
- Diabète
- HTA
- Immobilisation prolongée en position assise de plus de 6 heures (voyage en avion / voiture)
- Age > 40 ans
- Chirurgie par laparoscopie
- Obésité
- Grossesse
- Varices veineuses

## Stratégie diagnostique

### **Clinique**

Pour estimer la probabilité d'un diagnostic de thrombose veineuse profonde il est recommandé d'utiliser un score de prédiction validé (score de Wells modifié) plutôt que le seul jugement clinique. (43)

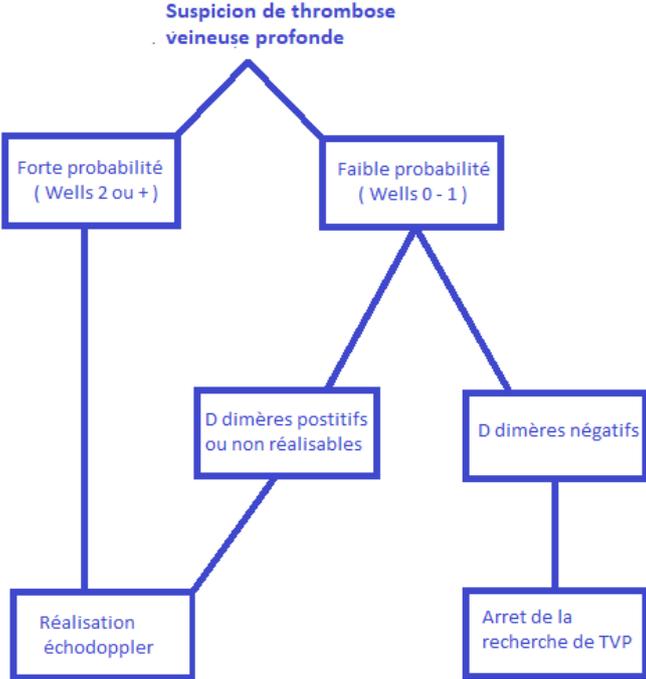
En cas de symptomatologie bilatérale on considèrera la jambe la plus atteinte.

*Score de Wells modifié :*

<u>Variable</u>	<u>Points</u>
<b>Facteurs prédisposants :</b>	
Parésie, paralysie ou immobilisation plâtrée récente des membres inférieurs	1
Chirurgie récente (< 12 semaines ou alitement récent > 3 jours)	1
Cancer évolutif connu (traitement en cours / < 6 mois / palliatif)	1
Antécédent de TVP documentée	1
<b>Signes cliniques :</b>	
Sensibilité le long du trajet veineux profond	1
Augmentation de volume généralisé du membre inférieur	1
Augmentation de volume du mollet > 3 cm par rapport au mollet controlatéral (Mesure 10 cm sous la tubérosité tibial antérieure)	1
Œdème prenant le godet confiné au membre inférieur suspecté	1
Développement d'une circulation collatérale superficielle (veines non variqueuses)	1
Alternative diagnostique au moins aussi probable que la TVP	-2

<u>Résultat</u>	Probabilité clinique
Score ≤ 1	Faible probabilité
Score ≥ 2	Forte probabilité

Stratégie diagnostique devant une suspicion de thrombose veineuse profonde après calcul du score clinique :



### ***Echographie doppler***

Deux méthodes sont utilisées et ont été évaluées pour le diagnostic des thromboses veineuses profondes.

#### *L'examen veineux complet par un opérateur expert :*

Il s'agit de la méthode de référence, utile dans les cas complexes notamment en cas d'examen de 4 points non contributif.

Cet examen est cependant difficile d'accès et chronophage (30 min environ).

#### *La compressibilité en 4 points au niveau des veines poplitées et fémorales communes*

Cette méthode a démontré une bonne spécificité et sensibilité. (44)

Son objectif n'est pas de trouver le thrombus mais de montrer des signes indirects de sa présence.

On note que la présence d'un thrombus flottant isolé entre le creux inguinal et le creux poplité est exceptionnel.

L'examen au lit du patient ou en cabinet permet de diminuer de plus de 80 % le délai diagnostique par rapport à l'examen par le radiologue (délai de 15 heures environ). (45)

Elle permet une réduction des risques liée au transport du patient et des surcoûts causés par la logistique autour de l'examen (transport, hospitalisation, prise en charge en service d'urgence). (46)

Cette technique a l'avantage d'être rapide (entre 5 et 10 min en moyenne).

Le temps de formation pour maîtriser la compression en 4 points est court (2 à 5 heures selon les études).

## Technique échographique adapté à la médecine générale

### **Protocole examen en 4 points (39,47,48) :**

La luminosité de la pièce doit être faible.

Le patient doit être confortablement installé, jambe nue, en décubitus dorsal.

L'examineur se place à droite du patient.

On utilisera du gel hydrosoluble pour permettre une bonne conduction du faisceau ultrasonore.

La durée moyenne de l'examen par un opérateur novice est de 3 à 5 minutes.

Utiliser une sonde linéaire haute fréquence, idéalement 10 - 12 MHz.

L'examen peut cependant être réalisé avec une sonde convexe « abdominale » de 3 - 5 MHz.

Le réglage par défaut est suffisant pour réaliser l'examen, un réglage spécifique "vasculaire veineux" permet d'obtenir un examen de meilleure qualité.

Positionner la sonde de façon à avoir le repère vers soi (habituellement un rappel de curseur se trouve en haut à gauche de l'écran).

Conserver le repère pendant tout l'examen, l'image se déplacera à droite si la sonde glisse vers la droite et inversement à gauche.

L'examen est systématiquement bilatéral et comparatif.

On applique une compression douce et progressive sur la veine.

Une veine normale doit complètement se collaber.

Les veines du membre inférieur se collabent facilement, la pression initiale doit donc être douce.

Le test de compression doit être répété tous les 2-3 cm sur 10 cm environ lors de la translation de la sonde dans l'axe de la veine.

Si la veine ne collabe pas sous la pression cela traduit la présence d'un contenu endovasculaire solide comme un thrombus endoluminal.

Si la veine ne se collabe pas, limiter les manœuvres afin d'éviter de fragmenter le caillot.

En cas de doute, le Doppler couleur peut mettre en évidence l'absence de flux intravasculaire.

*Premier point de compression : au niveau de la veine fémorale :*

Patient en décubitus dorsal, avec une légère flexion du membre et une rotation externe de la cuisse.

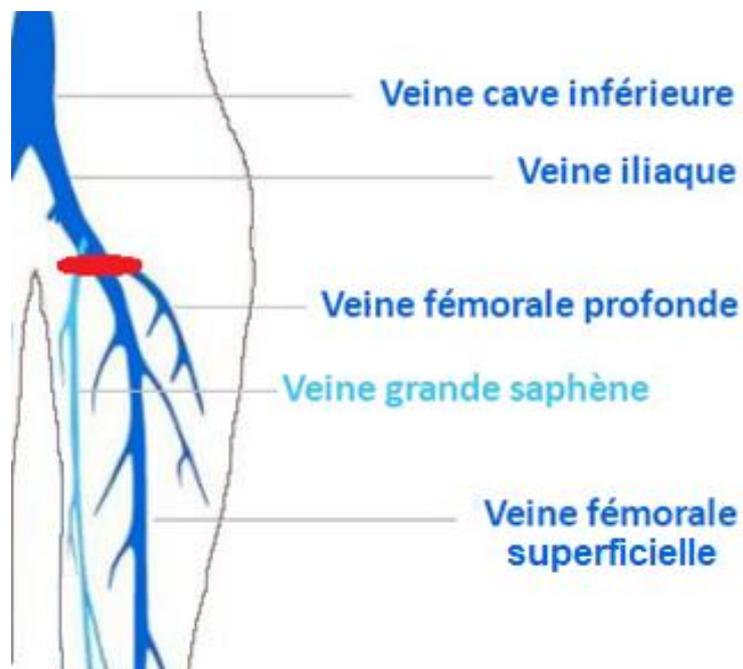
On palpe le pouls fémoral (dans le creux inguinal) permettant un repérage anatomique facile.

La sonde perpendiculaire au grand axe du fémur et des vaisseaux (réalisation d'une coupe transversale).

L'examen débute en haut de la cuisse, au contact de l'arcade crurale.

La veine fémorale est en dedans de l'artère fémorale.

L'examen est poursuivi vers le bas, sur une dizaine de centimètres, jusqu'au confluent des veines fémorales superficielle et profonde.



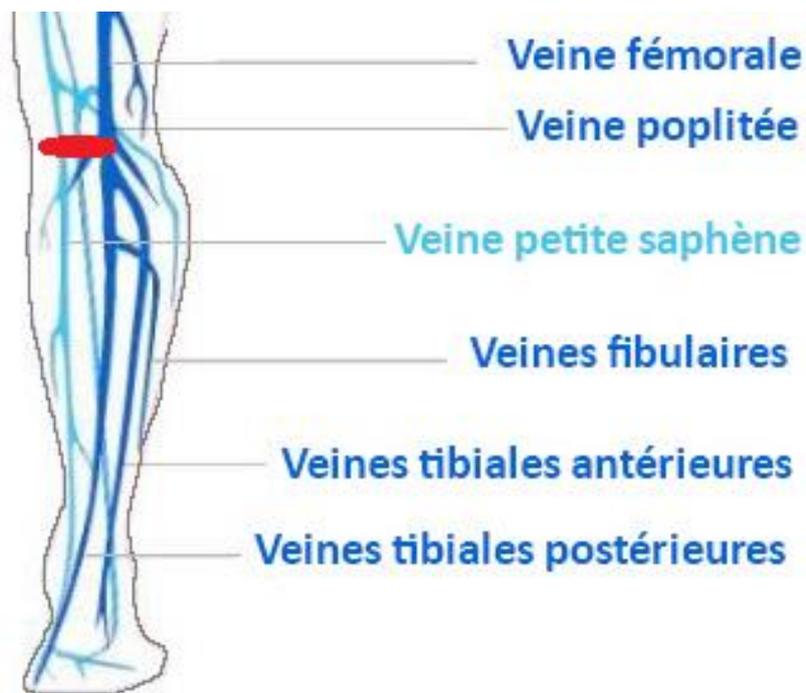
*Deuxième point de compression : au niveau de la veine poplitée :*

Patient en décubitus dorsal, rotation externe de la cuisse et flexion du genou.

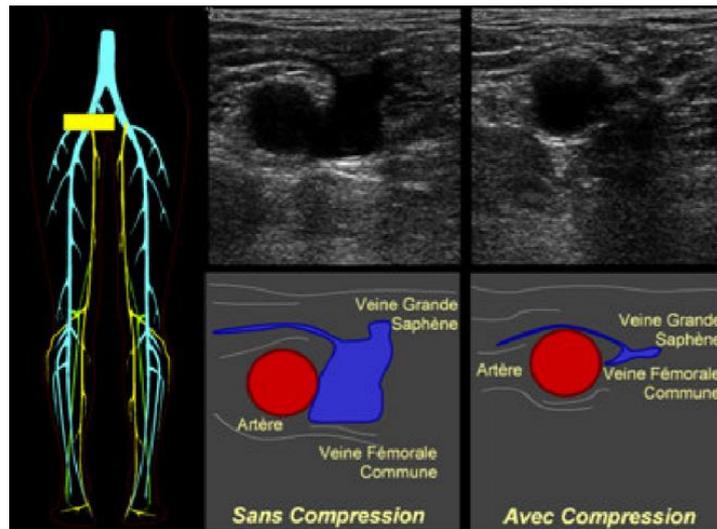
La sonde est placée derrière le genou, perpendiculairement au fémur et aux vaisseaux.

La veine poplitée apparaît en coupe transversale, en arrière de l'artère.

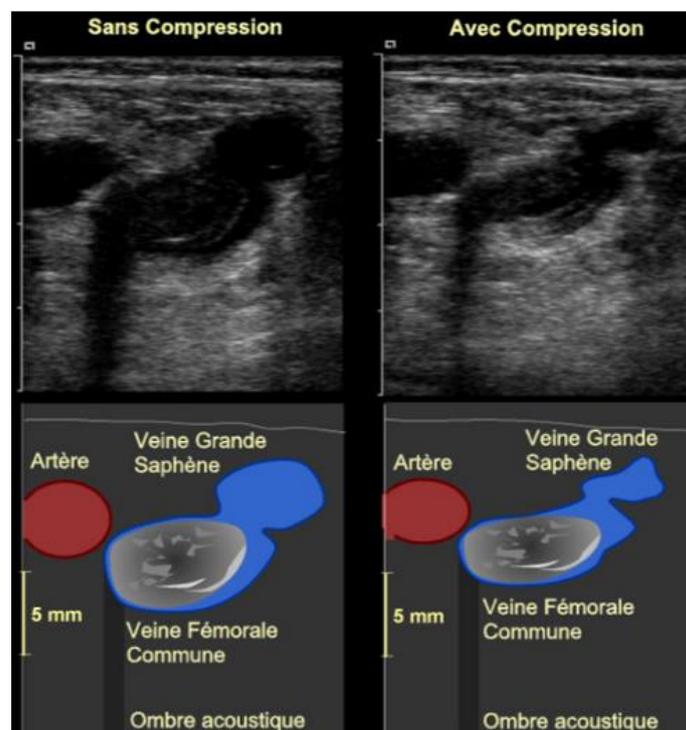
On inclinera la sonde vers le bas afin d'explorer la veine sur une dizaine de centimètres.



**Iconographie :**



*Veine fémorale non thrombosée, se collant après une compression douce*



*Exemple de présence d'une thrombose au niveau de la veine fémorale*

On visualise le thrombus avec la présence d'une ombre acoustique.

La veine grande saphène est dilatée par déviation du flux de drainage veineux au niveau du membre inférieur touché.

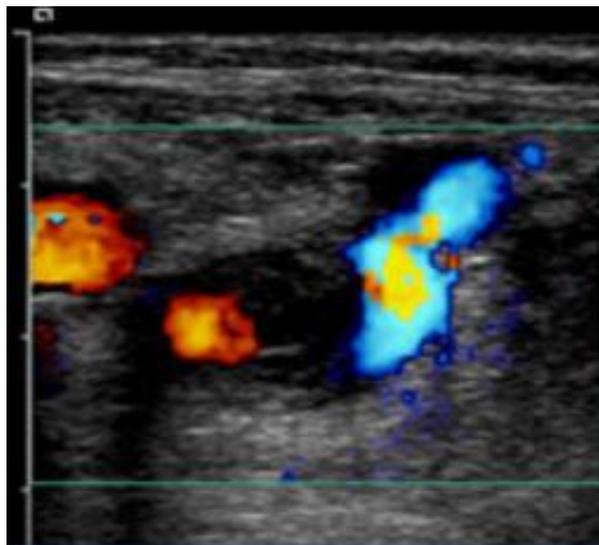
### Caractérisation du thrombus

Outre le diagnostic, l'échographie doppler permet la caractérisation du thrombus, à la fois selon l'âge de ce thrombus et son caractère totalement ou partiellement obstructif.

#### ***Caractère obstructif du thrombus :***

On pourra utiliser le doppler pulsé et le doppler couleur afin de démontrer ou d'infirmer la présence d'un flux sanguin malgré la présence du thrombus.

En cas de doute il est possible d'effectuer une manœuvre de chasse veineuse par compression musculaire d'amont (en appuyant sur le mollet du patient) afin de sensibiliser l'examen.

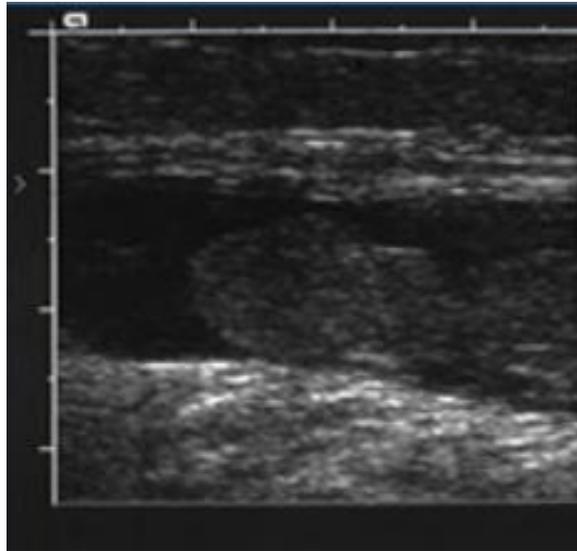


*Exemple de thrombose de la veine fémorale commune avec un thrombus incomplet*

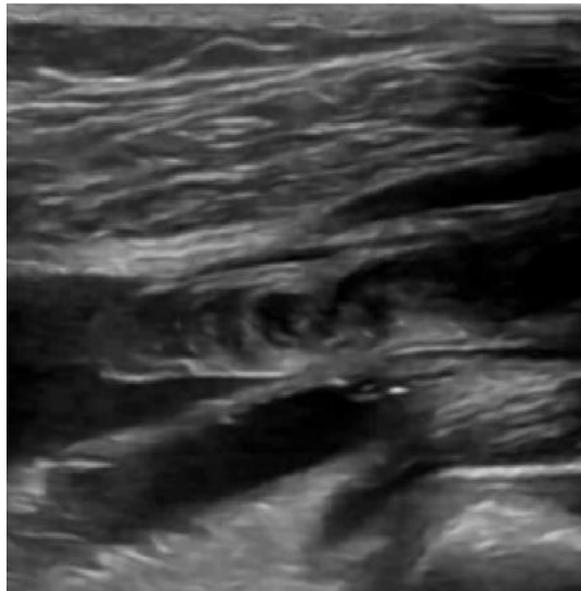
***Thrombus veineux flottant :***

Le thrombus flottant se caractérise par une partie non adhérente à la paroi.  
Il apparaît donc libre dans le flux sanguin.

Sa visualisation fait craindre une embolie pulmonaire dont la fréquence serait augmentée dans ce contexte, mais il n'est pas démontré que l'identification d'un thrombus flottant doit changer la conduite à tenir.



*Exemple de thrombus flottant au niveau de la veine fémorale commune*



*Exemple de thrombus flottant au niveau de la veine poplitée*

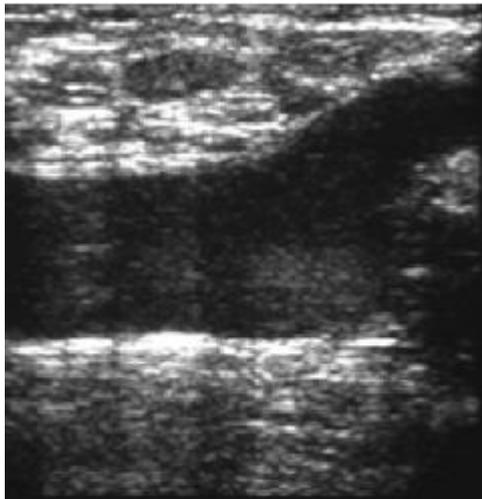
***Age du thrombus :***

On peut déterminer grâce à l'échographie le caractère récent ou non du thrombus.

Un thrombus récent sera davantage homogène, iso ou hypoéchogène.

Il sera déformable sous la sonde (consistance comparable à de la gelée).

Il aura tendance à être large avec une dilatation veineuse.

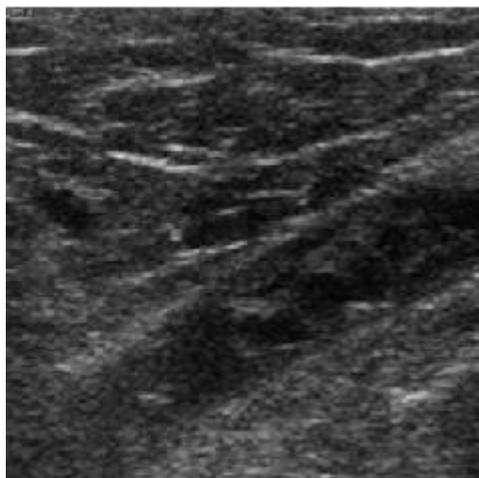


*Exemple de thrombus fémoral récent*

Progressivement il deviendra hétérogène, se solidifiera.

Le diamètre de la veine et du thrombus se réduiront.

Un thrombus ancien prendra un aspect fragmenté.



*Exemple de thrombus fémoral ancien*

### Prise en charge d'une thrombose veineuse profonde (43,49)

Une fois le diagnostic confirmé il est nécessaire d'instaurer un traitement anticoagulant immédiatement actif par anticoagulant oraux direct soit par héparine avec un relais ou non d'anti-vitamine K (AVK).

Il est recommandé de prescrire une compression veineuse bas jarret (chaussettes) (classe 3) en cas de TVP proximale symptomatique pendant au minimum 6 mois.

### ***Prise en charge ambulatoire ou hospitalière ?***

Dans la plupart des cas les TVP sont pris en charge en ambulatoire, l'hospitalisation est recommandée dans les cas suivant :

- Insuffisance rénale sévère (DFG < 30 mL/mn)
- Présence d'une pathologie à risque hémorragique
- Risque intermédiaire ou fort d'embolie pulmonaire
- Contexte ou environnement ne permettant pas une prise en charge optimale à domicile
- TVP proximale avec syndrome obstructif sévère ou de localisation ilio-cave ou de TVP ischémique
- TVP survenant malgré un traitement anticoagulant bien conduit

### ***Traitement médicamenteux***

Le traitement médicamenteux sera initié dès la suspicion diagnostique lorsque la probabilité clinique est forte.

En cas de probabilité clinique intermédiaire il sera initié après diagnostic échographique si les résultats d'investigation peuvent être obtenus en moins de 4h.

En cas de probabilité clinique faible il sera instauré immédiatement uniquement si le délai prévisionnel d'obtention de l'imagerie est supérieur à 24h.

Le traitement sera mis en place pour une durée de 3 mois minimum pour les TVP avec un facteur favorisant transitoire identifié (immobilisation, post partum, contraception par oestroprogestatif...)

La durée sera portée à 6 mois minimum en cas de TVP idiopathique.

L'anticoagulation sera prolongé tant que le rapport bénéfice-risque est en faveur du traitement (cancer actif, TVP récidivante...).

*Anticoagulation par anticoagulant oraux direct (Rivaroxaban, Apixaban...)* :

Ils sont utilisés en première intention.

Ils ne nécessitent pas de surveillance de l'hémostase, cependant ils sont contre-indiqués lors de la grossesse et de l'allaitement ainsi qu'en cas d'insuffisance rénale sévère.

Exemple de schéma posologique :

- Rivaroxaban (Xarelto) (50) : 15 mg matin et soir au cours des repas pendant 3 semaines puis 20 mg pendant 6 mois minimum
- Apixaban (Eliquis) (51) : 10 mg (2x5 mg) matin et soir pendant 1 semaine au cours des repas puis 5 mg matin et soir pendant 6 mois minimum

*Anticoagulation par Héparine de bas poids moléculaire (HBPM) ou Fondaparinux (Arixtra)*

Utilisé en seconde intention en cas de contre-indication aux anticoagulants oraux directs. Il ne nécessite pas de surveillance de l'anticoagulation.

Cependant ils imposent un contrôle plaquettaire 2 fois par semaine.

Ces molécules sont contre-indiquées en cas d'insuffisance rénale sévère.

Exemple de schéma posologique :

- Enoxaparine (Lovenox) : 100 UI par kg deux fois par jours = 0,1 ml /kg deux fois par jour
- Tinzaparine sodique (Inohep) : 175 UI/kg/ j une fois par jour
- Fondaparinux (Arixtra) : 7.5mg/jour en SC pour un poids entre 50 et 100 kg

Une prise en charge est proposée par HBPM seule sans relais AVK pour les patients souffrant d'un cancer actif, en cas de risque hémorragique très élevé ou chez les femmes enceintes.

*Anticoagulation par Héparine non fractionné (HNF)*

Utilisée en cas de contre-indication aux autres molécules (insuffisance rénale sévère).

L'héparine non fractionnée nécessite une surveillance du TCA quotidienne.

On réalise un premier bolus de 5000 UI puis 500 UI/kg/j réparties en 2 injections espacées de 12 h.

### *Relais par Anti Vitamine K (coumadine, warfarine ...)*

Les AVK sont débutés dès le premier jour de traitement par héparine.

Ils sont contre-indiqués chez la femme enceinte.

Le traitement par HBPM peut être interrompu après au moins 5 jours de traitement et l'obtention de 2 INR > 2 à au moins 24 heures d'intervalle.

La cible thérapeutique est définie par un INR entre 2 et 3.

Exemple de schéma posologique :

- Warfarine 5 - 7 mg le soir à heure fixe ; adapter la posologie à l'INR

### ***Bilan étiologique***

Le bilan étiologique dépendra des facteurs de risque du patient, de ses antécédents et de l'étiologie suspectée de la thrombose veineuse profonde.

*En cas de premier épisode de TVP non provoquée :*

Les examens suivants seront nécessaires :

- Rechercher les antécédents néoplasiques personnels et familiaux.
- Réaliser une radiographie de thorax (si un scanner thoracique n'a pas été réalisé pour le diagnostic d'EP).
- Prescrire une numération formule sanguine ainsi que la surveillance du traitement anticoagulant (ionogramme sanguin avec créatininémie, tests hépatiques..)
- Mettre à jour les dépistages recommandés dans la population générale.

*En cas de récurrence sous traitement anticoagulant bien conduit*

Il sera réalisé en plus des examens nécessaire en cas de premier épisode, une recherche d'un cancer occulte (mutation JAK2, scanner thoraco-abdomino-pelvien et/ou PET Scanner. . .)

*La recherche d'un syndrome des antiphospholipides (SAPL) sera indiquée :*

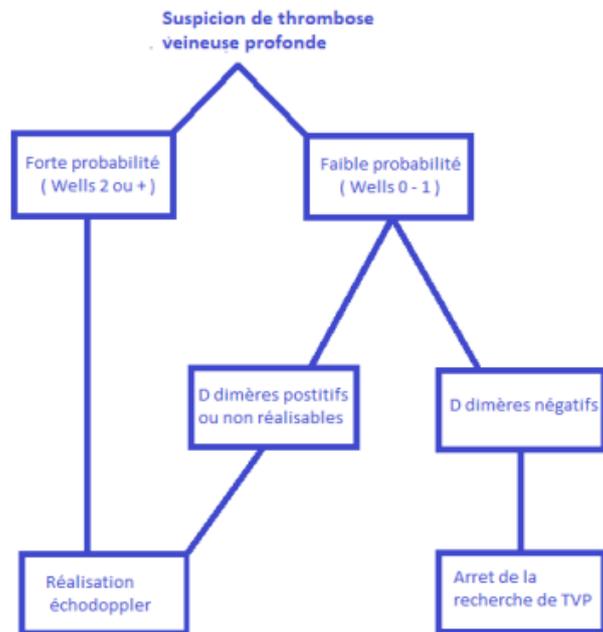
- Chez les patients de moins de 50 ans en cas de premier épisode de TVP proximale ou en cas de thromboses de siège inhabituel (thrombose veineuse cérébrale, thrombose digestive, thrombose des membres supérieurs).
- En dehors de tout contexte en cas d'association à une nécrose cutanée ou d'antécédent de pathologie vasculaire placentaire.

*Un bilan de thrombophilie constitutionnelle sera proposé :*

- Chez les patients ayant un premier épisode de TVP proximale non provoquée, avant l'âge de 50 ans et avec une histoire familiale au 1er degré de thromboses.
- Chez les patients avec un évènement thromboembolique veineux récidivant (au moins un épisode de TVP proximale ou d'EP et au moins un épisode non provoqué, avant 50 ans)
- Chez les patients ayant une thrombose veineuse non provoquée dans des sites atypiques (splanchnique, membre supérieur, cérébrale).

Nous retrouverons sur la page suivante une proposition de fiche synthétisant l'ensemble des informations utiles à la pratique de l'échographie vasculaire dans le cadre de la recherche de thrombose veineuse profonde.

## Fiche synthétique diagnostic de thrombose veineuse profonde :



### Score de wells modifié :

Variable	Points
<b>Facteurs prédisposant :</b>	
Parésie, paralysie ou immobilisation plâtrée récente des membres inférieurs	1
Chirurgie récente (< 12 semaines ou alitement récent > 3 jours)	1
Cancer évolutif connu ( traitement en cours / < 6 mois / palliatif )	1
Antécédent de TVP documentée	1
<b>Signes cliniques :</b>	
Sensibilité le long du trajet veineux profond	1
Augmentation de volume généralisé du membre inférieur	1
Augmentation de volume du mollet > 3 cm par rapport au mollet controlatéral (mesure 10 cm sous la tubérosité tibial antérieur)	1
Œdème prenant le godet confiné au membre inférieur suspecté	1
Développement d'une circulation collatérale superficielle (veines non variqueuses)	1
Alternative diagnostique au moins aussi probable que la TVP	

Résultat	Probabilité clinique
Score ≤ 1	Faible probabilité
Score ≥ 2	Forte probabilité

### Protocole échographique : Examen bilatéral comparatif en 4 points de compression

Sonde linéaire (Idéalement 10 - 12 MHz / possible avec convexe de 3 - 5 MHz ) réglage vasculaire veineux, réaliser des coupes transversales

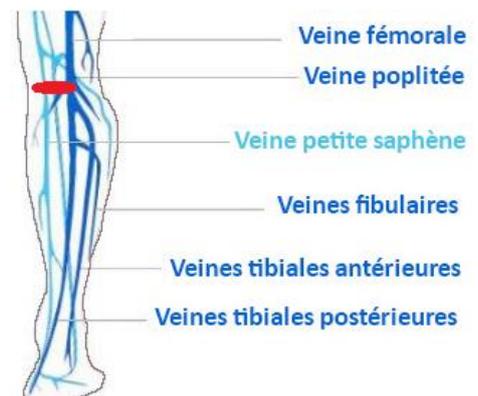
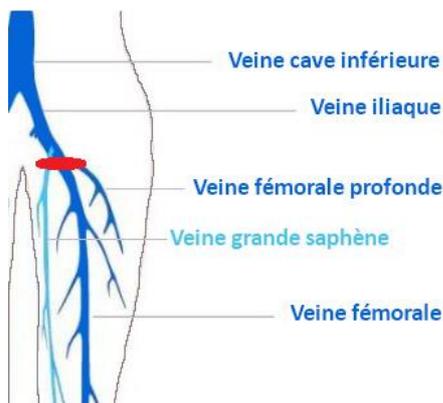
- On applique une compression douce et progressive sur la veine.
- Une veine normale doit facilement et complètement se collaber (le test de compression se fait les 2-3 cm sur 10 cm environ)
- Si la veine ne collab pas sous la pression cela traduit la présence d'un contenu endovasculaire solide comme un thrombus endoluminal.
- Dans ce cas la limiter les manœuvres afin d'éviter de fragmenter le caillots
- En cas de doute, le Doppler couleur peut mettre en évidence l'absence de flux intravasculaire.

#### Premier points de compression : au niveau de la veine fémorale

- Sonde perpendiculaire au grand axe du fémur et des vaisseaux
- Débuter en haut de la cuisse, au contact de l'arcade crurale et poursuivre jusqu'au confluent des v.fémorales superficielle et profonde

#### Deuxième point de compression : au niveau de la veine poplitée

- Sonde derrière le genou, perpendiculairement au fémur et aux vaisseaux
- La veine poplitée apparaît en coupe transversale, en arrière de l'artère
- On inclinera la sonde vers le bas afin d'explorer la veine sur 10 cm environ



### Prise en charge :

Dans la plupart des cas les TVP sont pris en charge en ambulatoire, l'hospitalisation est recommandée dans les cas suivant :

- pathologie à risque hémorragique
- insuffisants rénale sévères (DFG < 30ml/min)
- TVP ischémique ou localisation ilio - Cave
- TVP proximal avec syndrome obstructif
- TVP chez un patient sous anticoagulant
- prise en charge au domicile non optimale

### Quel traitement mettre en place ?

Traitement anticoagulant par anticoagulant oraux direct le plus souvent qui ne nécessite pas de surveillance de l'hémostase :

- **Rivaroxaban (Xarelto)** : 15 mg matin et soir au cours des repas pendant 3 semaines puis 20 mg pendant 3- 6 mois minimum
- **Apixaban (Eliquis)** : 10 mg (2x5 mg) matin et soir pendant 1 semaine au cours des repas puis 5 mg matin et soir pendant 3-6 mois minimum Par Héparine avec un relais d'anti vitamine K ou sans relais en cas de contre-indication aux AOD (Grossesse / insuffisance rénale sévère)

Durée de 3 mois en cas de facteur favorisant transitoire, 6 mois pour les TVP idiopathique et prolongé selon le bénéfice risque (Cancer /récidive...)

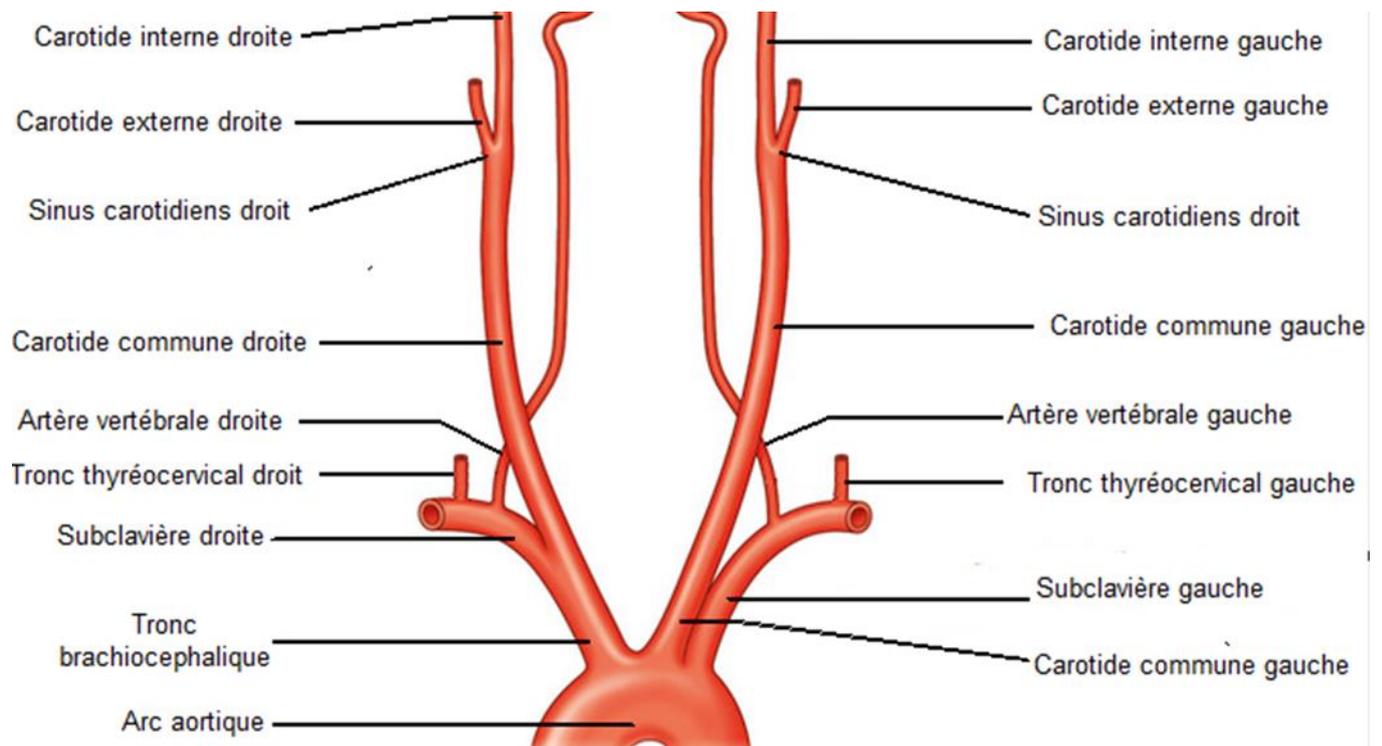
Prescrire une compression veineuse bas jarret (chaussettes) (classe 3) en cas de TVP proximale symptomatique pendant au minimum 6 mois

**Cotation :** EJQM003 : échographie doppler des veines des membres inférieurs et des veines iliaques pour recherche de TVP : 75,6 €

### C. Dépistage de l'atteinte asymptomatiques des troncs supra aortique

#### Rappel anatomique :

On englobe sous le terme de troncs supra-aortiques (TSAO) les trois artères issues directement de la crosse aortique : le tronc artériel brachiocéphalique (TABC), l'artère carotide primitive gauche et l'artère sous-clavière gauche.



### ***Artères carotidiennes***

Les artères carotides communes présentent à leur extrémité supérieure une dilatation appelée bulbe carotidien (ou sinus carotidien). Elles ne donnent aucune branche collatérale.

L'artère carotide commune droite provient de la bifurcation du tronc artériel brachio-céphalique (TABC).

L'artère carotide commune gauche provient directement de la crosse aortique.

Les veines jugulaires sont externes par rapport aux artères carotidiennes droite et gauche.

L'artère carotide interne a un diamètre de 8 mm et s'étend de la bifurcation carotidienne jusqu'à la base du crâne où elle pénètre dans le rocher par le trou carotidien.

L'artère carotide externe s'étend de la bifurcation jusqu'à 4 à 5 cm au-dessus de l'angle de la mâchoire où elle donne ses branches terminales.

A son origine elle est en dedans et en avant de la carotide interne puis elle croise la face antérieure de la carotide interne.

Ses branches collatérales sont repérables en échographie, la principale et première de ses branches est l'artère thyroïdienne supérieure.

Les variations anatomiques des artères carotidiennes sont fréquentes.

La plus fréquente est une bifurcation carotidienne haute située sous ou rétro-mandibulaire.

### **Artères sous clavières :**

Son diamètre est de 12 mm, elle donne 4 principales branches collatérales supérieures :

- L'artère vertébrale.
- Le tronc thyrocervical.
- Le tronc thyro-bicervico-scapulaire.
- L'artère scapulaire postérieure.

La sous-clavière droite naît du TABC en arrière de l'articulation sous-clavière et se termine au milieu du bord postérieur de la clavicule pour donner l'artère axillaire.

L'artère sous-clavière gauche naît quant à elle directement de la crosse de l'aorte.

### **Artère vertébrale :**

Elle naît de la sous-clavière et est toujours médiale en dehors de l'artère carotide commune.

L'artère vertébrale se divise en 4 segments :

- V0 : origine ostiale.
- V1 : segment pré transversaire.
- V2 : segment inter-transversaire en pénétrant dans l'apophyse transverse de C6.
- V3 : Segment axoïdo-atloïdien entre le trou transverse de C2 et le trou occipital.  
Ce segment s'anastomose à des branches de la carotide externe jouant un rôle de suppléance majeure en cas d'oblitération carotidienne.
- V4 : Segment intracrâniens.
- Le tronc basilaire est formé de l'union des segments V4 droite et gauche.

Les variations anatomiques des artères vertébrales sont fréquentes :

- L'asymétrie de calibre avec une artère vertébrale prédominant à gauche dans 40 % et à droite dans 30%.
- Une agénésie dans 6 % des cas (principalement la vertébrale droite).
- L'hypoplasie vertébrale (calibre < 3 mm) dans 26 %.
- Une naissance directement de la crosse aortique (4 %).

## Epidémiologie (52,53)

L'accident vasculaire cérébral (AVC) touche chaque année environ 140 000 nouveaux patients en France et 12,22 millions dans le monde.

Il s'agit de la troisième cause de mortalité en France (1ère cause chez la femme et 3e chez l'homme), la première cause de handicap acquis de l'adulte et la deuxième cause de démence après la maladie d'Alzheimer.

Parmi les accidents vasculaire cérébraux 80 % sont d'origine ischémique.

Les sténoses carotidiennes asymptomatiques touchent environ 7% des femmes et plus de 12 % des hommes de plus de 70 ans. (54)

La présence d'une sténose carotidienne asymptomatique augmente le risque annuel d'AVC ischémique homolatéral.

Cette augmentation du risque (environ 1 %) est négligeable pour les sténoses inférieures à 70% mais devient significative pour les sténoses serrées (> 70 %). (55)

### ***Facteur de risque des AVC ischémique (56–58)***

#### *Facteurs de risque non modifiables :*

- L'âge :
  - L'AVC a un taux d'incidence multiplié par deux tous les 10 ans après 55 ans.
  - 25 % des AVC surviennent chez les moins de 65 ans et plus de 50 % chez les personnes de 75 ans et plus.
- Le sexe masculin.
- L'ethnie.
  - Les personnes d'origine africaine, hispanique et sud-asiatique sont plus à risque d'AVC ischémique.
- Les causes génétiques et antécédents familiaux d'AVC.

#### *Facteurs de risque modifiables :*

- L'hypertension artérielle (> 160/90 mmHg) :
  - 54% des AVC sont attribuable à une hypertension artérielle.
- La fibrillation atriale :
  - En quadruplant le risque d'AVC ischémique, il s'agit du premier facteur de risque d'origine cardiaque.
- Le diabète.
- L'hypercholestérolémie :
  - La présence d'un syndrome métabolique semble d'après les études doubler le risque d'AVC ischémique.

- Le tabagisme :
  - Le tabac double le risque d'AVC et le quadruple avant 50 ans.
  - Près de 19 % des AVC sont imputables au tabac.
- L'obésité :
  - C'est un facteur de risque à la fois médical avec une composante génétique et lié au style de vie (association d'une alimentation hypercalorique à un comportement sédentaire).
  - Le risque d'infarctus cérébral est augmenté de 22% en cas de surpoids (IMC de 25 à 29 kg/m<sup>2</sup>) et de 64 % en cas d'obésité (IMC > à 30 kg/m<sup>2</sup>).
- L'alcool :
  - Pour les infarctus cérébraux, la relation entre AVC et consommation d'alcool n'est pas linéaire :
  - Dans de nombreuses études une faible consommation (< 2 verres de vin par jour pour un homme et < 1 verre par jour pour une femme) semble un facteur protecteur.
  - L'alcoolisation aiguë (binge drinking) est quant à elle un facteur de risque prouvé d'AVC.
- L'absence d'activité physique :
  - Elle est directement liée aux autres facteurs de risque cardio-vasculaires en favorisant l'hypertension artérielle et l'obésité.
  - La sédentarité augmente de 25 à 30 % le risque d'AVC.
  - L'activité physique régulière (30 min minimum par jour) est quant à elle un facteur protecteur.
- L'alimentation :
  - Les études retrouvent un effet néfaste du sel (chlorure de sodium) et d'une alimentation trop riche en graisses.
  - On retrouve à contrario un effet bénéfique de la consommation de fruits et légumes.
- Le stress :
  - C'est un facteur intriqué avec de nombreux autres, il augmente le risque d'hypertension artérielle, la prise de poids et les comportements addictifs (alcool, tabac ...).

***Chez quels patients réaliser un examen de dépistage ? (59)***

On ne retrouve pas de bénéfice au dépistage systématique des atteintes des TSAO, cependant certaines situations cliniques rendent la réalisation d'une échographie de dépistage pertinente.

En termes de coût et efficacité, le dépistage des atteintes des TSAO n'apparaît pertinent que pour la population à très haut risque. (60)

Cela concerne les patients avec des facteurs de risque vasculaires importants, on réalisera alors une échographie pour rechercher une sténose carotidienne serrée asymptomatique.

Le dépistage sera pertinent en présence d'un souffle carotidien audible ou d'une asymétrie tensionnelle de découverte fortuite.

L'échographie des TSAO sera réalisée dans le cadre du bilan vasculaire d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI), d'une coronaropathie, ou d'une autre localisation athérosclérose connue.

Ce bilan vasculaire sera également utile avant une chirurgie à risque neuro-vasculaire.

Enfin l'échographie des TSAO chez un patient asymptomatique sera pertinente pour le suivi d'un artériopathie cervicale connue.

### Diagnostic des atteintes des troncs supra-aortiques asymptomatique :

L'examen clinique seul, en particulier l'auscultation carotidienne, ne permet pas un dépistage satisfaisant des sténoses carotidiennes significatives.

Un grand nombre de souffles cervicaux ne sont pas dus à une sténose carotidienne. De plus l'absence de souffle n'exclue pas la présence d'une sténose significative. (61)

Des investigations plus poussées sont donc indiquées pour les patients chez qui une atteinte des TSAO peut être suspectée. (62)

### ***Echographie doppler***

L'échographie est actuellement la méthode de choix pour le dépistage des sténoses significatives. (63)

Cet examen réalisé correctement permet d'exclure avec une sensibilité de 98 % une sténose de haut grade (70-99%). (64)

### ***Angiographie conventionnelle***

Longtemps considérée comme l'examen de référence, elle présente des risques de complication non nuls (0,5-1 % de déficits neurologiques permanents).

### ***Angiographie par résonance magnétique***

Il s'agit davantage d'une méthode de quantification que de détection des sténoses carotidiennes.

L'objectif est de visualiser l'ensemble de l'arbre vasculaire de la crosse aortique jusqu'aux vaisseaux intracrâniens en utilisant un agent de contraste (chélates de gadolinium).

Les contre-indications sont la présence d'un pacemaker, la claustrophobie, un corps étranger métallique intraoculaire.

Plusieurs études montrent que la conjonction de l'angiographie par résonance magnétique et du bilan ultrasonographique permettrait de poser avec certitude le diagnostic de sténose.

### ***Angioscanner cervical***

Il s'agit d'une technique semi-invasive de quantification des sténoses nécessitant l'injection d'une quantité d'iode très inférieure à celle requise pour une artériographie.

Il permet une visualisation de la bifurcation carotidienne et une mesure de la sténose concordante avec l'angiographie intra-artérielle dans plus de 90 % des cas.

Les limites de l'angioscanner sont les suivantes :

- Une concordance avec l'artériographie moindre pour les sténoses modérées.
- La présence de calcifications peut fausser l'appréciation du degré de sténose.
- Les contre-indications liées à l'injection d'iode (allergie, insuffisance rénale, diabète...).

## Technique échographique adaptée à la médecine générale

### ***Différentes techniques échographiques***

La Société Française de Médecine Vasculaire décrit 3 niveaux d'examen en fonction de l'indication. (65)

#### *L'examen de niveau 1 :*

Il s'agit d'un examen ciblé, simplifié dont l'objectif est de répondre à une question simple et précise et convient particulièrement à la pratique du généraliste.

Il s'adresse au patient asymptomatique sur le plan neurovasculaire (absence de déficit focalisé passé ou présent).

L'examen typique est celui de dépistage, il correspond à une recherche de lésion d'athérosclérose carotidienne, sa réponse est binaire : présence d'une lésion sténosante oui / non.

L'examen est alors ciblé sur une question précise limitée (notifiée dans le compte-rendu d'examen).

L'exploration est limitée :

- Aux axes carotidiens (examen de dépistage des sténoses carotidiennes asymptomatiques).
- A l'axe artériel opéré (contrôle post-opératoire immédiat).
- Aux artères sous-clavières ± vertébrales (intéressant dans le bilan d'une anisotension par exemple).

On utilise une description lésionnelle simplifiée :

- Dans la norme / Athérosclérose sans irrégularité de la lumière.
- Plaque présente < 50% diamètre.
- Sténose 50-70% diamètre.
- Sténose > 70% diamètre.
- Occlusion ou sténose peuso-occlusive.

#### *Examen de niveau 2 :*

Il s'agit de l'examen standard de référence et correspond à l'examen diagnostique standard complet, son objectif est d'établir un descriptif lésionnel précis.

Il s'adresse au patient symptomatique sur le plan neuro-vasculaire ou présentant des lésions occlusives hémodynamiquement significatives sur les axes artériels cervicaux.

Il comprend l'examen systématique des axes carotidiens, des artères sous-clavières, et des artères vertébrales, avec description de toutes les lésions mises en évidence (quantification hémodynamique et morphologique).

### *Examen de niveau 3*

Il s'agit d'un examen complet suffisamment détaillé, précis et fiable permettant de se dispenser de tout autre examen artériographique.

Son objectif est un bilan lésionnel et hémodynamique exhaustif quelle que soit l'indication.

Il s'adresse au patient symptomatique sur le plan neurovasculaire, candidat à une chirurgie ou une angioplastie carotidienne ou vertébrale, éventuellement sans artériographie pré-opératoire.

Il comprend l'analyse détaillée exhaustive anatomique, morphologique et hémodynamique des artères cervicales et intracrâniennes.

## Protocole de l'examen adaptée à la médecine générale (30,65)

La luminosité de la pièce doit être faible.

Le patient doit être confortablement installé, torse nu, en décubitus dorsal, tronc et tête légèrement inclinés à 30° par rapport au plan du lit.

Eviter la flexion de la tête sur le thorax gênant l'examen de la carotide interne haute mais aussi l'hyperextension dorsale de la tête, apte à engendrer un étirement de l'axe carotidien.

On utilise une sonde linéaire (fréquence de 5-12 Mhz), mais il est souvent utile d'utiliser une sonde micro-convexe (5 – 8 Mhz) qui permet une meilleure accessibilité à certains segments. On utilisera du gel hydrosoluble pour permettre une bonne conduction du faisceau ultrasonore.

Positionner la sonde de façon à avoir le repère vers soi (habituellement un rappel de curseur se trouve en haut à gauche de l'écran) ou vers la tête du patient.

Conserver le repère ainsi pendant tout l'examen.

L'image se déplacera à droite si la sonde glisse vers la droite et inversement à gauche.

Si on décale la sonde vers le haut, l'image se déplacera vers la gauche ; si la sonde est orientée vers le bas l'image se déplacera vers la droite.

### ***Balayage en mode B puis repérage en doppler couleur :***

Débuter par un balayage en mode B des axes carotidiens de manière bilatérale en repérant la carotide commune, la bifurcation, la carotide interne et externe.

On note ainsi dans une coupe transversale puis longitudinale les infiltrations athéromateuses, la régularité des parois et on repère d'éventuelles ulcérations.

Si besoin régler le gain 2D afin de distinguer les plaques hypoéchogènes des plaques hyperéchogènes.

Passer en mode couleur en réglant la PRF selon les vitesses circulatoires (environ 3000 - 4000 ).

Le réglage de la PRF est bon s'il permet de détecter le flux sur l'ensemble de l'artère sans aliasing ou overpainting (pixels de couleurs diffus sur le champ d'examen).

On pourra également utiliser les fonctions d'orientation de la fenêtre couleur afin d'améliorer l'angle de réception du signal doppler continu.

Le mode Doppler couleur permet ainsi de révéler les plaques hypoéchogènes par soustraction.

Il est également essentiel pour repérer les sténoses et ajuster le tir doppler à l'endroit le plus serré.

### **Examen de la carotide commune :**

Une fois le repérage effectué en mode couleur sur la carotide commune, on effectue un tir doppler pulsé.

Il est essentiel que l'angle entre la sonde et le vaisseau soit inférieur ou égal à 60°. Afin de corriger cet angle il est nécessaire d'incliner la sonde vers la mandibule ou la clavicule.

Le volume d'échantillonnage doit couvrir le diamètre interne du vaisseau. Enfin on règle la correction d'angle qui s'oriente dans le sens du flux du vaisseau.

Une fois la courbe Doppler gelée on mesure (fonction trace ou clac / automatique / manuel si fonction non gérée par l'échographe) :

- Le pic de vitesse systolique (PS) (normal à 89 +/- 17 cm/sec).
- Le pic de vitesse diastolique (PD) (normal à 26 +/- 5 cm).
- On mesure l'index de résistance (IR) entre ces 2 pics :  $IR = \frac{PS - PD}{PS}$ .

On note que l'index de résistance ne se mesure que sur la carotide commune, il s'agit d'un critère indirect en cas d'asymétrie entre la carotide commune gauche et droite.

En présence d'une plaque calcifiée causant une ombre acoustique, le tir doppler se fera en aval immédiat de la plaque (il permettra par extrapolation d'évaluer le degré de sténose).

### **Examen des carotides internes et externes :**

Différents critères permettent de bien différencier les carotides internes et externes :

- La carotide interne se distingue par un diamètre habituellement plus important.
- La carotide interne est habituellement plus externe sur son trajet.
- Contrairement à la carotide externe, l'interne ne possède pas de branche collatérale.
- Le spectre doppler pulsé de la carotide interne est de type non résistif (biphasique) avec persistance d'un flux télédiastolique non nul.

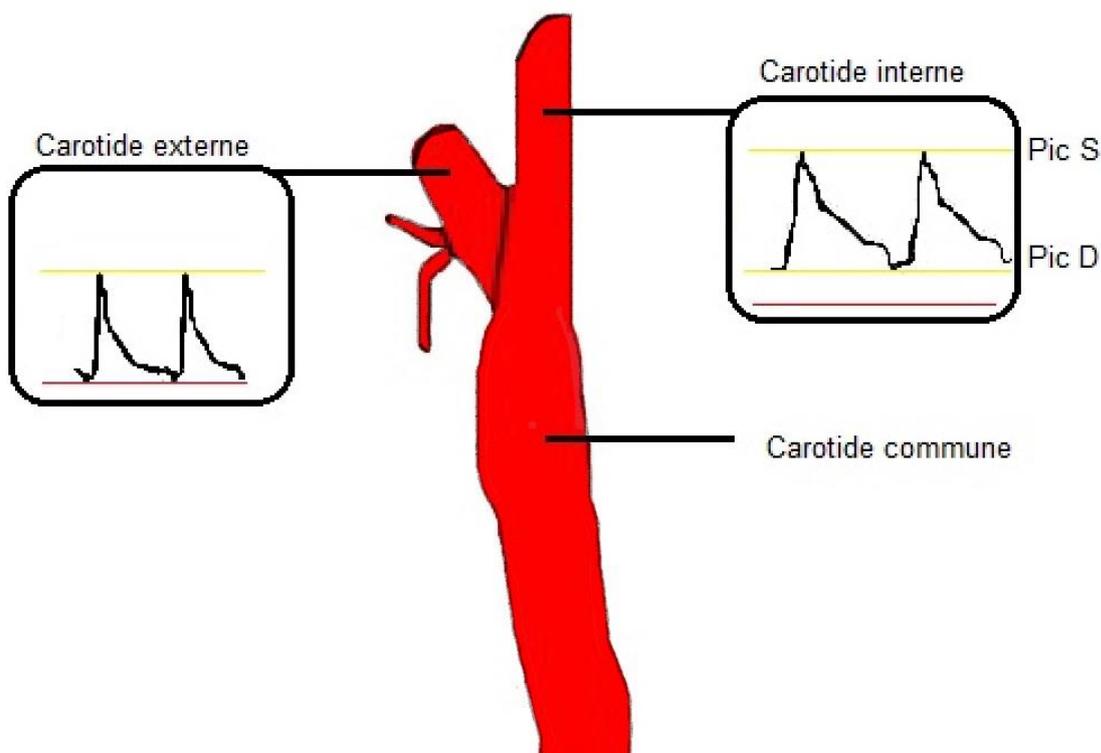
On effectue un tir doppler sur la carotide interne en conservant un angle inférieur ou égal à 60° et en utilisant la correction de l'angle.

- Le pic de vitesse systolique normal est de 65 +/- 10 cm.
- Le pic télédiastolique normal est quant à lui de 26 +/- 5 cm.

Il n'est pas nécessaire de faire un tir doppler sur la carotide externe. S'il est réalisé on obtient un flux triphasique de type résistif (musculaire).

#### **A noter :**

- En cas de sténose serrée le flux est accéléré, il sera alors utile d'augmenter la PRF afin d'obtenir une meilleure acquisition.
- En cas de sténose pré-occlusive il sera à l'inverse nécessaire de diminuer la PRF.



*Différence de spectre Doppler pulsé des carotides interne et externe*

### ***Examen des vertébrales***

Réaliser une coupe transversale sur la carotide commune, augmenter la profondeur, diminuer la vitesse PRF (1500 environ).

On becque ensuite de la sonde de 45° environ vers le rachis pour dégager les apophyses transverses, apparaissant sous la forme de cône hypoéchogènes successifs.

Les artères vertébrales (section V2) prennent un aspect de pont entre les apophyses.

On analysera leur flux en mode couleur continue puis en doppler pulsé, il doit être de même sens et de même type (non résistif) que le flux des carotides internes.

### ***Examen des sous clavières :***

Se placer dans le creux sus-claviculaire et orienter la sonde vers la tête de l'humérus.

On dégage l'artère sous clavière en coupe longitudinale tout d'abord en mode B.

On analyse ensuite le spectre en doppler pulsé, il est de type résistif.

## Images pathologiques

### ***Plaques athéromateuses :***

Une plaque athéromateuse se définit par un épaissement localisé échogène de la lumière artérielle d'au moins 0,5 mm ou de plus de 50 % de l'épaisseur intima-média.

Contrairement à la sténose, son rapport de diamètre est inférieur à 25 %.

$$\text{Rapport de diamètre : } \frac{D - d}{D}$$

- D = Diamètre moyen intima - média
- d = Plus petit diamètre luminal circulant

Les principales zones touchées par les plaques d'athéromes sont les bifurcations carotidiennes.

### ***Sténoses***

Une sténose se définit par un rapport de diamètre supérieur à 25 %.

Elle est significative sur le plan hémodynamique si elle réduit le diamètre luminal de plus de 70 %.

#### *Caractéristique de la sténose :*

La surface peut être régulière ou irrégulière.

On parle d'ulcération en cas de defect > 2 mm.

La texture de la sténose peut être homogène ou non.

On décrira également l'échogénicité de la sténose. A noter, l'iso échogénicité se décrit par rapport au muscle sterno-cléido-mastoïdien.

### Quantification de la sténose :

Les techniques de mesure du degré de sténose se basent sur 2 études Américaine (NASCET) et européenne (ECST).

Pour l'évaluation du degré de sténose carotidien interne on utilise des critères vélocimétriques qui correspondent à la méthode NASCET, celle-ci se rapporte au diamètre régulier de la carotide en aval de la sténose. (66)

La technique ECST fait quant à elle référence au plus grand diamètre du bulbe carotidien. (67)

Pour évaluer une sténose carotidienne il faut combiner les différents critères en gardant un angle de tir Doppler inférieur à 60°.

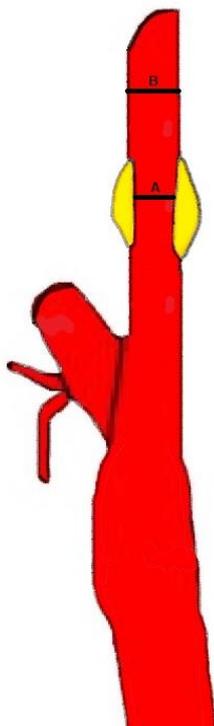
Les pics de vitesse systolique et la mesure de la sténose par la méthode NACET sont les principaux critères.

Les autres critères (rapports des vitesses et vitesses télédiastoliques) sont additionnels. (63)

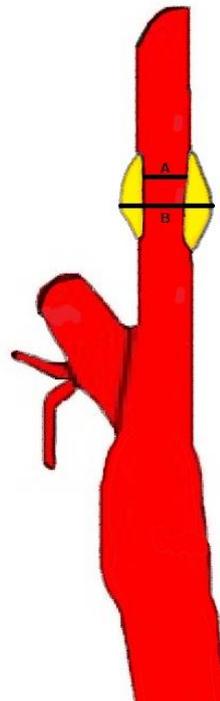
Calcul du degré de sténose par méthode NASCET :

$$\% \text{ de sténose} = \frac{1-A}{B} \times 100$$

- A est le diamètre de la sténose
- B le diamètre de l'artère de référence.



Méthode Nord-Américaine NASCET



Méthode Européenne ECST

Critère d'évaluation direct du degré de sténose de la carotide interne (selon la conférence de consensus de San Francisco 2002) :

Diamètre de Sténose	Pic de vitesse systolique (cm/sec)	Degré de sténose (% NASCET)	Vitesse télédiastolique maximale (cm/sec)	Rapport des vitesses systolique	Rapport des vitesses diastoliques
Absence	< 125	Non visible	< 40	< 2	< 2,5
< 50 %	< 125	< 50 %	< 40	< 2	< 2,5
50 - 69 %	125 - 230	≥ 50 %	40 - 100	2 - 4	< 3,3
≥ 70 %	> 230	≥ 50 %	> 100	> 4	> 3,3
Pseudo occlusion	Haut, bas ou indétectable	Visible	Visible	Visible	Visible
Occlusion totale	Indétectable	Lumière indétectable			

Il n'existe pas de critère d'évaluation sur le plan hémodynamique d'une sténose de la carotide commune, externe ou de la vertébrale.

Pour les carotides externes ou communes on évaluera leur significativité par la présence de la répercussion de la sténose sur les flux en aval :

- Une sténose modérée se traduira par une accélération du flux sans répercussion sur le flux en aval.
- Une sténose serrée provoquera un amortissement du flux d'aval.

**Cas spécifique :**

Une sténose serrée > 80 % en diamètre se traduit en doppler pulsé caractéristique en " coup de râteau ".

Pour la vertébrale une sténose ostiale peut ne pas avoir de répercussion en aval du fait de l'élasticité de l'artère.

Les plaques dites à risques se caractérisent par des irrégularités, des ulcérations et une hypoéchogénicité.

En cas de plaque très calcifiée la sténose n'est pas visualisable en échographie, les critères de NASCET ne sont donc pas applicables.

La seule mesure réalisable est alors celle du flux en aval, la valeur de vitesse retrouvée est alors tout de même assez proche des valeurs attendues.

En cas de plaque calcifiée étendue ou de difficulté de mesure du flux d'aval, d'autres examens d'imagerie peuvent être utiles.

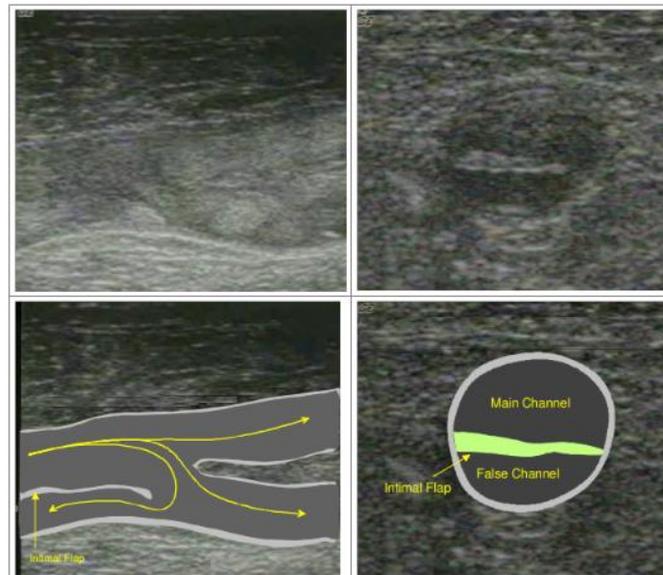
L'occlusion se traduit par l'absence de flux enregistré. Son diagnostic ne peut être porté sur la seule absence de Doppler couleur, il est impératif de réaliser un tir pulsé qui aura l'avantage d'être plus sensible.

## Dissections

La dissection se traduit par un dédoublement de la paroi de l'artère, il se produit un décollement entre l'intima et la média avec un flap intimal mobile dans la lumière de l'artère.

L'aspect échographique typique est celui d'une oblitération, avec classiquement une sténose régulière longue sans plaque d'athérome.

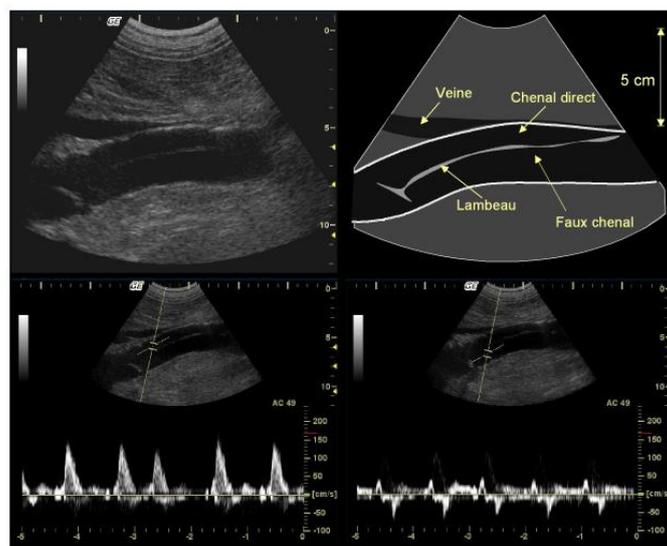
En mode B, on peut voir le flap intimal sous la forme d'un liseré hyperéchogène intraluminal.



Exemple d'une dissection carotidienne commune visualisée en échographie mode B (68)

En mode couleur on observe une sténose filiforme avec une dilatation d'aval.

Enfin, en mode pulsé, l'aspect est bifide avec une encoche systolique profonde et des vitesses lentes.



Visualisation du spectre doppler au niveau d'une dissection de la carotide commune

## Prise en charge et suivi des sténoses carotidiennes asymptomatiques

### ***Pour une sténose carotidienne inférieure à 60 %***

La prise en charge est médicale et passe par :

- Un sevrage tabagique.
- La mise en place d'un antiagrégation plaquettaire (Aspirine : 75 à 325 mg par jour).
- Le contrôle tensionnel avec un objectif tensionnel inférieur à 140 mmHg / 90mmHg, utiliser en première intention un Inhibiteur de l'enzyme de conversion (IEC) ou un antagoniste des récepteurs de l'angiotensine II (ARA II).
- Un contrôle des glycémies.
- Un traitement par statine (objectif LDLc : > 1g/L ).
- La lutte contre la surcharge pondérale.
- Une activité physique d'au moins 30 min par jour.

La présence d'une sténose asymptomatique justifie une surveillance échographique (69) :

- Pour une sténose inférieure à 50% chez un patient dont les facteurs de risque cardio-vasculaires sont maîtrisés, il n'y a pas lieu de réaliser un nouvel examen systématique avant 3 ans.
- Devant une sténose carotidienne entre 50 et 59 %, un contrôle entre 6 et 12 mois est justifié selon la maîtrise des facteurs de risque cardiovasculaires en plus du traitement médical optimal.

### ***Pour une sténose carotidienne de diamètre entre 60 et 69 % :***

La prise en charge des sténoses entre 60 et 69 % doit se discuter au cas par cas en fonction des facteurs de risque du patient, un avis vasculaire est donc nécessaire.

### ***Pour une sténose carotidienne serrée de 70 % ou plus de diamètre :***

Une sténose significative  $\geq 70$  % en diamètre justifie un avis chirurgical et la réalisation d'examen complémentaire d'imagerie (angioscanner ou IRM). (70)

**Résumé de la prise en charge des sténoses asymptomatiques :**

Sténose (diamètre)	< 50 %	50 - 59 %	60 - 69%	≥ 70 %
Prise en charge	Prise en charge médicale	Prise en charge médicale	Discussion au cas par cas	Indication chirurgicale probable
Suivi échographique	3 ans	6 - 12 mois		

Critères en faveur d'une prise en charge chirurgicale des sténoses asymptomatiques (71–73):

- Taux de morbi-mortalité chirurgicale à 30 jours évalué inférieur à 3%.
- Sténose serrée  $\geq 70$  % à haut risque.
- Présence d'infarctus cérébral cliniquement non parlant retrouvé à l'IRM.
- Antécédent d'accident ischémique transitoire.
- Elévation de la créatinine sérique  $> 85$   $\mu\text{mol/L}$ .
- Caractère évolutif et non homogène de la plaque athéromateuse.

Nous retrouverons sur la page suivante une proposition de fiche synthétisant l'ensemble des informations utiles à la pratique de l'échographie vasculaire dans le cadre de la recherche de thrombose veineuse profonde.

# Fiche synthétique dépistage des atteintes asymptomatiques des troncs supra aortiques (TSAO)

## Qui dépister ?

On ne retrouve pas de bénéfice au dépistage systématique des atteintes des TSAO, il se justifie :

- En cas de présence d'un souffle carotidien audible.
- Dans le bilan vasculaire d'une AOMI, d'une coronaropathie, ou d'une autre localisation athérosclérose connue.
- Chez les patients avec d'importants facteurs de risques cardio-vasculaires.
- Dans le suivi d'une artériopathie cervicale connue.
- Pour le bilan pré opératoire avant une chirurgie à risque neuro vasculaire.
- Pour le bilan d'une asymétrie tensionnelle

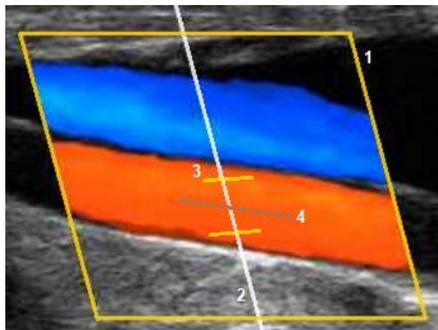
## Protocole de l'examen :

Patient en décubitus dorsal, tronc et tête légèrement inclinés à 30°.

On utilise de préférence une Sonde linéaire (fréquence de 5 - 12 Mhz)

### Examens des Axes carotidiens :

- Premier balayage transversal puis longitudinal en Mode B.
- On passe en mode couleur, régler la PRF selon les vitesses circulatoires (≈ 3000 - 4000 ) et en utilisant si besoins la fonction d'orientation de la fenêtre couleur (1).
- On effectue un tir Doppler pulsé la carotide commune, puis sur l'interne (+- externe).
- L'angle ente la sonde et le vaisseau (2) doit être inférieur ou égal à 60°.
- Le volume d'échantillonnage doit couvrir le diamètre interne du vaisseau (3).
- Enfin on règle la correction d'angle (4) qui s'oriente dans le sens du flux du vaisseau.
- Une fois la courbe Doppler gelée on note les pics de vitesses systolique et diastolique (souvent donné de manière automatique en utilisant la fonction Trace ou Calc).



### Examen des vertébrales

- Réaliser une coupe transversale sur la carotide commune, augmenter la profondeur.
- Béquer la sonde de 45° vers le rachis, dégager les apophyses transverses formant des cônes d'ombre hypo échogènes. Les artères vertébrales (section V2) prennent un aspect de pont entre les apophyses.
- Analyser le flux en mode couleur continue en diminuant la PRF puis en doppler pulsé : le flux doit être de même sens et type (non résistif) que le flux des carotides internes.

### Examen des sous clavières :

- Se placer dans le creux sous claviculaire et orienter la sonde vers la tête de l'humérus
- On dégage l'artère sous clavière en coupe longitudinale tout d'abord en mode B
- On analyse ensuite le spectre en doppler pulsé, il est de type résistif.

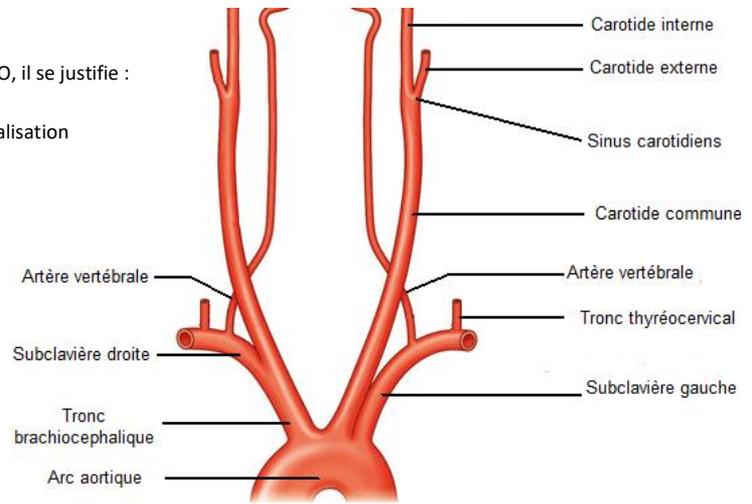
## Prise en charge et suivie des sténoses asymptomatiques :

Sténose	< 50 %	50 - 59 %	60 - 69%	≥ 70 %
Prise en charge	Médicale seule	Médical seule	Discussion au cas par cas	Indication chirurgicale probable
Suivi écho	3 ans	6 - 12 mois		

### Prise en charge médicale :

- Sevrage tabagique
- Anti agrégation plaquettaire (aspirine : 75 à 325 mg/j )
- Contrôle tensionnel (objectif tensionnel inférieure à 140 mmHg/ 90mmHg) avec un I.E.C. ou A.R.A.2 en première intention
- Contrôle des glycémie et dyslipidémie ; Entreprendre un traitement par statine ( objectif LDLc : > 1g/L )
- Lutter contre la surcharge pondérale et encourager l'activité physique quotidienne.

Cotation : ZZQM001 : (69.93€) Échographie doppler transcutanée au lit du malade (sans précision topographique)



Critères permettent de différencier les carotides internes et externes :

- La carotide interne est habituellement plus externe avec un diamètre plus important.
- La carotide externe est la seule à posséder des branches collatérales.
- Le spectre doppler pulsé de la carotide externe est triphasique de type résistif.

### Caractérisation de la sténose :

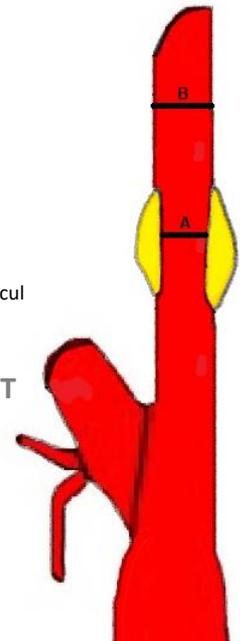
- Noter l'échogénicité
- Présence d'ulcération (> 2mm)
- Régularité / homogénéité

### Quantification de la sténose :

Associer la vitesse systolique mesurée en doppler pulsé au calcul du degré de sténose NASCET :

% de sténose NASCET

$$= \frac{(1 - \frac{A}{B})}{100}$$



Critères d'évaluation du degré de sténose :

Diamètre de Sténose	Pic de vitesse systolique (cm/sec)	% de la plaque (mesuré par NASCET)
< 50 %	< 125	< 50 %
50 - 69 %	125 - 230	≥ 50 %
≥ 70 %	> 230	≥ 50 %
Pseudo occlusion	Haut, bas ou indétectable	Visible
Occlusion	Indétectable	Lumière indétectable

## VI. Discussion

Nous avons étudié dans un premier temps l'intérêt des généralistes qui utilisent l'échographie pour la pratique de l'échographie vasculaire. Cet intérêt est réel chez l'ensemble des médecins interrogés.

L'objectif principal de notre travail est donc d'encourager la pratique de l'échographie vasculaire via la création d'outils d'aide à la pratique.

Pour cela nous avons repris les bases physiques du fonctionnement de l'échographie. Ces notions, bien que pouvant paraître peu concrètes dans la pratique du médecin dans son cabinet, sont pourtant essentielles pour comprendre les images qui apparaissent sur l'écran de l'appareil échographique.

En effet l'ensemble des données analysées par l'opérateur découle de l'utilisation des différentes notions.

Cela va du renforcement postérieur qui résulte des modifications du milieu traversé par l'onde ultrasonore aux artéfacts par chevauchement des ondes ultrasonores créant une ambiguïté spectrale.

Il nous semble donc essentiel de donner accès à ces outils aux médecins généralistes qui pratiquent l'échographie afin qu'ils comprennent au mieux leur appareil, ses conditions d'utilisation et qu'ils puissent mieux appréhender les images générées au cours de l'examen.

Ces bases physiques prennent tout leur sens lors du réglage de l'appareil.

Bien qu'aujourd'hui, la plupart des appareils modernes sont d'aides au réglage (mode vasculaire artériel et veineux avec auto-gains, correction d'angle ou focalisation automatique des zones d'intérêt) simplifiant grandement la pratique de l'échographie, certains choix de l'opérateur restent indispensables à la qualité de l'examen.

Il s'agit notamment du choix de la sonde en fonction de la profondeur et du type de tissu étudié, qui incombe au seul jugement de l'opérateur et nécessite de connaître certaines bases concernant par exemple la fréquence des sondes.

De plus certaines fonctions telles que la profondeur, l'ajustement de la PRF ou le placement de la zone d'échantillonnage du doppler sont uniquement dépendantes de l'opérateur et ont un impact réel sur la qualité de l'image finale.

Les outils présentés pour aider à la pratique de l'échographie vasculaire par les généralistes n'ont pas été choisis de manière arbitraire.

Ils sont issus de plusieurs cours, notamment des diplômes universitaires visant à former les médecins vasculaires, cardiologues, radiologues ou non spécialiste à la pratique de l'échographie vasculaire ou conventionnelle.

Nous avons ensuite repris des protocoles validés par les sociétés de médecine vasculaire en les adaptant aux contraintes du cabinet de médecine générale.

La plupart des adaptations proposées telles que le temps nécessaire à l'examen ou les zones à explorer sont issues soit d'articles évaluant la pratique de l'échographie vasculaire par des utilisateurs novices, soit des variantes proposées par les sociétés savantes notamment d'urgentistes ou de médecins vasculaires eux-mêmes.

Il nous semblait enfin essentiel de contextualiser ces protocoles en les intégrant au cœur de la pathologie qu'il concerne, ainsi nous avons repris différents aspects qui nous semblait utile de rappeler autour des pathologies retenues.

Nous sommes revenus sur l'épidémiologie des pathologies. L'une de nos problématiques principales étant le dépistage et la prévention il été important pour nous de revenir sur les différents facteurs de risque des atteintes étudiées, et plus précisément sur ceux évitables.

Nous avons ensuite étudié les différentes stratégies diagnostique en insistant sur la place de l'échographie dans ces démarches et nous avons enfin fait une revue des différentes prises en charge et traitements proposés au patient en fonction des situations.

L'objectif de notre démarche étant donc de proposer un support le plus complet et abordable possible afin que l'essentiel des informations puissent être à la disposition du médecin pratiquant l'échographie.

### Forces de notre travail :

Notre travail répond, comme nous l'avons vu, à un intérêt formulé par les généralistes qui pratiquent l'échographie et entre dans une démarche d'élargissement du champ des compétences du généraliste.

L'une des originalités est l'approche avec un abord pas à pas en reprenant la base de la pathologie et les différentes démarches diagnostiques pour aborder ensuite de manière progressive les éléments plus techniques de la pratique échographique.

Cette approche nous permet d'aborder des sujets concrets pour les généralistes, allant des facteurs de risque de la pathologie jusqu'à la prise en charge.

L'un des apports de ce travail est alors de récapituler ces différents éléments en une fiche synthétique.

Ces fiches permettent de condenser en un support facilement lisible les informations essentielles à la pratique des différents examens.

Une autre originalité est le caractère multidisciplinaire de notre recherche. Notre étude s'est fondée sur des protocoles validés de médecine vasculaire, de radiologie mais aussi d'urgence.

Cette multidisciplinarité permet de prendre en compte les visions, problématiques et techniques de différentes spécialités.

De plus nous n'avons pas uniquement concentré notre étude sur la littérature francophone, nous avons également étendu nos recherches aux travaux anglophones.

### Limites de notre travail :

Les différents outils présentés nécessitent une relecture et validation par des experts des différentes spécialités mais également de la part de généralistes habitués à la réalisation des échographies vasculaires dans leur cabinet.

Une évaluation de l'intérêt et du contenu des différents outils proposés par la population cible que sont les généralistes qui pratiquent l'échographie semble également essentiel.

La quantité d'information données dans les différents outils peut limiter leur portée et leur appropriation par les généralistes.

Ces différents protocoles et outils proposés sont très dépendants des avancées en termes de technique, de technologie et de recommandations des sociétés savantes.

Ces outils sont donc voués à évoluer et nécessitent d'être mis à jour régulièrement après leur diffusion.

### Perspective et ouverture :

L'une des perspectives intéressantes de ce travail est la diffusion à large échelle aux médecins intéressés par l'échographie vasculaire des outils présentés.

Cette diffusion peut être grandement facilitée par le format électronique de ces fiches. Nous pourrions également imaginer d'autres formats pour ces fiches, notamment l'augmentation de leur taille, ce qui permettra de faciliter leur affichage dans les salles d'examen des médecins qui pratiquent l'échographie, pour améliorer leur visibilité.

Ces fiches sont comme nous l'avons vu, vouées à être modifiées en fonction des évolutions techniques et technologiques mais aussi des attentes des médecins et de l'évolution des recommandations.

Ce travail ouvre vers d'autres travaux visant à valider ces outils, à évaluer leur intérêt de la part des généralistes qui pratiquent l'échographie.

Nous pourrions également envisager des études sur l'impact de ces fiches sur la pratique des généralistes qui utilisent l'échographie vasculaire.

Enfin nous pourrions concevoir des fiches similaires concernant d'autres pathologies ou indications dans le but d'encourager la pratique de l'échographie par les généralistes.

Nous pourrions également proposer des comptes-rendus types visant à diminuer davantage les freins à cette pratique.

## VII. Conclusion

L'utilisation de l'échographie en médecine générale présente une valeur ajoutée pour vérifier une hypothèse diagnostique sans dépendre d'un délai de réalisation des examens et fournir dans certains cas de manière immédiate une décision thérapeutique.

L'hypothèse énonçant que l'échographe deviendra progressivement le stéthoscope du 21<sup>e</sup> siècle devient de plus en plus concrète.

Comme nous l'avons vu les médecins généralistes sont intéressés par la pratique de l'échographie vasculaire dans leur cabinet.

La pratique de l'échographie et notamment de l'échographie vasculaire par le médecin généraliste répond également à des besoins en termes de dépistage.

Ce dépistage apparaît efficient lorsqu'il est ciblé selon les facteurs de risque du patient comme pour la recherche d'anévrisme de l'aorte abdominale ou l'atteinte des troncs supra aortique chez les patients présentant de forts risques vasculaires.

Il peut être alors inclus dans le suivi du patient par le généraliste et permet ainsi d'assurer une continuité dans la prévention de certaines pathologies cardiovasculaires dans un contexte d'augmentation des difficultés d'accès aux soins et de désertification de l'offre médicale spécialisée dans certaines zones.

Cette pratique du dépistage vasculaire par le généraliste et de diagnostic de certaines pathologies comme les thromboses veineuses profondes répond également à des préoccupations d'économie et de diminution des coûts de santé.

Avec la possibilité de réaliser les examens proches des lieux de vie, voire au chevet du patient, on diminue à la fois les coûts de transport qui peuvent être conséquents pour des patients lourds.

On diminuera également les surcoûts que peuvent représenter ces pathologies en termes d'hospitalisations, de traitements ou d'opérations que peuvent nécessiter les patients si la prise en charge de leur pathologie se voit retardée.

La pratique de l'échographie vasculaire par le généraliste ne vise pas à remplacer celle du médecin vasculaire ou du cardiologue, mais plutôt à permettre aux médecins un accès immédiat aux problématiques cliniques pour une prise en charge plus rapide et une amélioration du suivi. L'intérêt est donc conjoint entre le spécialiste et le généraliste, l'examen par le généraliste permet de réaliser un filtrage actif des patients.

Ainsi dans cette situation d'échange entre médecins, le généraliste pourra orienter vers le médecin vasculaire les patients chez qui il détecte une anomalie ou en cas de doute sur l'imagerie.

Le spécialiste quant à lui se verra moins surchargé par les demandes de consultation et pourra proposer pour les patients chez qui il le juge adéquat un suivi par le généraliste.

Pour encourager cette pratique de l'échographie vasculaire, nous proposons un outil pédagogique sous forme de fiches synthétiques incluant des protocoles échographiques applicables à la médecine générale.

Des études complémentaires sont nécessaires pour valider et confirmer la pertinence de ces fiches pratiques.

## VIII. Bibliographie

1. Hoarau F. L'échographie en médecine générale, est-elle utile ? [Internet]. La Réunion; 2019 [cité 3 nov 2022]. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02341283/document>
2. Nassima Y. Évaluation de l'utilisation de l'échoscopie (ou échographie clinique ciblée) par le médecin généraliste. 2022;36.
3. Andersen CA, Holden S, Vela J, Rathleff MS, Jensen MB. Point-of-Care Ultrasound in General Practice: A Systematic Review. *Ann Fam Med*. janv 2019;17(1):61-9.
4. Aakjær Andersen C, Brodersen J, Davidsen AS, Graumann O, Jensen MBB. Use and impact of point-of-care ultrasonography in general practice: a prospective observational study. *BMJ Open*. 17 sept 2020;10(9):e037664.
5. Mumoli N, Vitale J, Giorgi-Pierfranceschi M, Sabatini S, Tulino R, Cei M, et al. General Practitioner–Performed Compression Ultrasonography for Diagnosis of Deep Vein Thrombosis of the Leg: A Multicenter, Prospective Cohort Study. *Ann Fam Med*. nov 2017;15(6):535-9.
6. Dauphin E. Etude de l'impact d'une formation courte en échographie vasculaire sur la précision de mesure de l'aorte abdominale chez les médecins généralistes néophytes en échographie. :90.
7. Niclot J, Stansal A, Saint-Lary O, Lazareth I, Priollet P. Identification des freins au dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale en médecine générale : étude qualitative auprès de 14 médecins généralistes exerçant à Paris. *JMV-J Médecine Vasc*. 1 mai 2018;43(3):174-81.
8. Laura D. Risque cardiovasculaire global en prévention primaire et secondaire : évaluation et prise en charge en médecine de premier recours. 2020;15.
9. Population par âge – Tableaux de l'économie française | Insee [Internet]. [cité 6 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277619?sommaire=4318291>
10. Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, Grimaud O, Woimant F, Giroud M. L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. *Bull Epidemiol Hebd*. 2017;(5):84-94.
11. Gabet A, Lamarche-Vadel A, Chin F, Olié V. Disparités régionales de la mortalité prématurée par maladie cardiovasculaire en France (2008-2010) et évolutions depuis 2000-2002. *Bull Epidemiol Hebd*. 2014;(26):430-8.
12. Bouet P. Atlas démographie médical ( CNOM) [Internet]. Disponible sur: [https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/analyse\\_etude/1hv7pva/atlas\\_cnom\\_tome\\_2\\_approche\\_territoriale\\_des\\_specialites\\_medicales\\_et\\_chirurgicales\\_-2021.pdf](https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/analyse_etude/1hv7pva/atlas_cnom_tome_2_approche_territoriale_des_specialites_medicales_et_chirurgicales_-2021.pdf)
13. Conseil National Professionnel de Médecine Vasculaire : livre blanc 2015 [Internet]. [cité 22 mars 2022]. Disponible sur: [https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/livre\\_blanc\\_2015.pdf](https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/livre_blanc_2015.pdf)
14. Chiffres clés : Cardiologue [Internet]. Profil Médecin. 2020 [cité 6 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.profilmedecin.fr/contenu/chiffres-cles-medecin-cardiologue/>

15. Assurance maladie : Cardiologues libéraux 2019 [Internet]. [cité 22 oct 2022]. Disponible sur: [https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2021-09\\_cardiologues-liberaux-2019\\_profils-1\\_assurance-maladie\\_0.pdf](https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2021-09_cardiologues-liberaux-2019_profils-1_assurance-maladie_0.pdf)
16. Antoine G. Rochon, Pierre Couture, Alain Deschamps, André Y. Denault. Myocardial Ischemia and Aortic Atherosclerosis. In: Perioperative Transesophageal Echocardiography. David L. Reich, Gregory W. Fischer. 2014. p. Pages 108-124.
17. Claudon M, Mandry D, Felblinger J, Galloy MA, Scheerlinck T. Interet du Doppler large bande (dynaflo®). J Radiol. sept 2004;85(9):1237.
18. Hotta N, Tagaya T, Maeno T, Ayada M, Sato K, Ishikawa T, et al. Advanced dynamic flow imaging with contrast-enhanced ultrasonography for the evaluation of tumor vascularity in liver tumors. Clin Imaging. févr 2005;29(1):34-41.
19. Heling KS, Chaoui R, Bollmann R. Advanced dynamic flow -- a new method of vascular imaging in prenatal medicine. A pilot study of its applicability. Ultraschall Med Stuttg Ger 1980. août 2004;25(4):280-4.
20. Toshiba Medical Systems Corporation 2014. Toshiba's Superb Micro-vascular Imaging: A New Problem-Solving Tool in Pediatric Radiology. 2014.
21. Gabriel M, Tomczak J, Snoch-Ziółkiewicz M, Dzieciuchowicz Ł, Strauss E, Pawlaczyk K, et al. Superb Micro-vascular Imaging (SMI): a Doppler ultrasound technique with potential to identify, classify, and follow up endoleaks in patients after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR). Abdom Radiol N Y. déc 2018;43(12):3479-86.
22. Dauzat M. DIU Echographie & Techniques Ultrasonores - Module Vasculaire. DIU présenté à; 2015; Nime.
23. Celdran J. Indice de pourcelot [Internet]. Echopublisher. Disponible sur: <http://www.echopublisher.com/NewEchobaselimages/Pourcelot.pdf>
24. Pertinence de la mise en place d'un programme de dépistage des anévrismes de l'aorte abdominale en France [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 26 mai 2022]. Disponible sur: [https://has-sante.fr/jcms/c\\_1358519/fr/pertinence-de-la-mise-en-place-d-un-programme-de-depistage-des-anevrismes-de-l-aorte-abdominale-en-france](https://has-sante.fr/jcms/c_1358519/fr/pertinence-de-la-mise-en-place-d-un-programme-de-depistage-des-anevrismes-de-l-aorte-abdominale-en-france)
25. Fleming C, Whitlock EP, Beil TL, Lederle FA. Screening for abdominal aortic aneurysm: a best-evidence systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. Ann Intern Med. 1 févr 2005;142(3):203-11.
26. Campbell WB, Collin J, Morris PJ. The mortality of abdominal aortic aneurysm. Ann R Coll Surg Engl. sept 1986;68(5):275-8.
27. Lederle FA, Simel DL. The rational clinical examination. Does this patient have abdominal aortic aneurysm? JAMA. 6 janv 1999;281(1):77-82.
28. U.S. Preventive Services Task Forc. Screening for Abdominal Aortic Aneurysm: Recommendation Statement. Ann Intern Med. févr 2005;142(3):198-202.
29. Nguyen ATV, Hill GB, Versteeg MPT, Thomson IA, van Rij AM. Novices may be trained to screen for abdominal aortic aneurysms using ultrasound. Cardiovasc Ultrasound. 22 nov 2013;11:42.

30. Quéhé P, Bressollette L. Examen écho doppler artériel des membres inférieurs et de l'aorte abdominale. In: Manuel échographie doppler vasculaire. Presse universitaire François Rabelais.
31. Becker F, Baud JM. Dépistage des anévrismes de l'aorte et surveillance des petits anévrismes de l'aorte : argumentaire et recommandation de la société française de médecine vasculaire. *J Mal Vasc.* 2006;(5):17.
32. Rosenthal TC, Siepel T, Zubler J, Horwitz M. The use of ultrasonography to scan the abdomen of patients presenting for routine physical examinations. *J Fam Pract.* avr 1994;38(4):380-5.
33. Antonia Pérez-Martin, Shuster - Beck I, Laroche J pierre. Echographie Aorte Abdominale [Internet]. [cité 9 nov 2022]. Disponible sur: <https://ultrasonographie-vasculaire.edu.umontpellier.fr/files/2012/08/MD-Aorte-Abdominale-A.pdf>
34. Bonnafy T, Lacroix P, Desormais I, Labrunie A, Marin B, Leclerc A, et al. Reliability of the measurement of the abdominal aortic diameter by novice operators using a pocket-sized ultrasound system. *Arch Cardiovasc Dis.* déc 2013;106(12):644-50.
35. HAS. Pertinence de la mise en place d'un programme de dépistage des anévrismes de l'aorte abdominale en France [Internet]. 2012 [cité 9 nov 2022]. Disponible sur: [https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/fiche\\_Imv\\_017\\_recommandations\\_sfm\\_v\\_pour\\_le\\_suivi\\_des\\_anevrismes\\_de\\_laorte\\_abdominale\\_sous-renale\\_apres\\_depistage.pdf](https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/fiche_Imv_017_recommandations_sfm_v_pour_le_suivi_des_anevrismes_de_laorte_abdominale_sous-renale_apres_depistage.pdf)
36. SFMV. Recommandations de suivi des anévrismes de l'aorte abdominale sous rénale après dépistage [Internet]. [cité 9 nov 2022]. Disponible sur: [https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/fiche\\_Imv\\_017\\_recommandations\\_sfm\\_v\\_pour\\_le\\_suivi\\_des\\_anevrismes\\_de\\_laorte\\_abdominale\\_sous-renale\\_apres\\_depistage.pdf](https://www.portailvasculaire.fr/sites/default/files/docs/fiche_Imv_017_recommandations_sfm_v_pour_le_suivi_des_anevrismes_de_laorte_abdominale_sous-renale_apres_depistage.pdf)
37. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation.* 21 mars 2006;113(11):e463-654.
38. Dr Andrzejewski - Insuffisance veineuse [Internet]. [cité 11 nov 2022]. Disponible sur: <https://www.dr-andrzejewski-audric.fr/insuffisance-veineuse.html>
39. Quéhé P, Bressollette L. Manuel échographie doppler vasculaire. CM médecine. 191 p. (Presse universitaire François Rabelais).
40. Comprendre la phlébite [Internet]. 2020 [cité 11 nov 2022]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/phlebite/definition-facteurs-favorisants>
41. Cohen A, Agnelli G, Anderson F, Arcelus J, Bergqvist D, Brecht J, et al. Venous thromboembolism (VTE) in Europe: The number of VTE events and associated morbidity and mortality. *Thromb Haemost.* 2007;98(10):756-64.

42. Anderson FA, Spencer FA. Risk factors for venous thromboembolism. *Circulation*. 17 juin 2003;107(23 Suppl 1):I9-16.
43. Sanchez O, Benhamou Y, Bertoletti L, Constant J, Couturaud F, Delluc A, et al. Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte. Version courte. *Rev Mal Respir*. févr 2019;36(2):249-83.
44. Kory PD, Pellecchia CM, Shiloh AL, Mayo PH, DiBello C, Koenig S. Accuracy of ultrasonography performed by critical care physicians for the diagnosis of DVT. *Chest*. mars 2011;139(3):538-42.
45. Lensing AWA, Prandoni P, Brandjes D, Huisman PM, Vigo M, Tomasella G, et al. Detection of Deep-Vein Thrombosis by Real-Time B-Mode Ultrasonography. *N Engl J Med*. 9 févr 1989;320(6):342-5.
46. Caronia J, Sarzynski A, Tofighi B, Mahdavi R, Allred C, Panagopoulos G, et al. Resident performed two-point compression ultrasound is inadequate for diagnosis of deep vein thrombosis in the critically ill. *J Thromb Thrombolysis*. avr 2014;37(3):298-302.
47. Frédéric L, Tomislav P, Hayatte A, Frédéric A. Diagnostique d'une TVP en urgence .pdf. In UF Recherche-Enseignement-Qualité, Université Paris 13, Sorbonne Cité, EA 3509, Hôpital Avicenne, 125, rue de Stalingrad, 93009 Bobigny, France; 2015 [cité 10 juill 2022]. Disponible sur: <https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/diagnostic-de-tvp--11-lapostolle-1442329757.pdf>
48. Antonia Pérez-Martin, Shuster - Beck I, Gudrun Böge, Laroche J pierre, Dauzat M. DIUE Echographie : Diagnostique de la TVP du membre inferieur [Internet]. [cité 11 nov 2022]. Disponible sur: <https://ultrasonographie-vasculaire.edu.umontpellier.fr/files/2012/08/MD-Veines-DIUE-Module-Acquisition-2014.pdf>
49. Collège des enseignants de médecine vasculaire, Collège français de chirurgie vasculaire, éditeurs. *Référentiel de médecine vasculaire et de chirurgie vasculaire*. Nouvelle éd. révisée avec dessins mémos. Tours: Presses universitaires François-Rabelais; 2018. (L'officiel ECN).
50. BAYER. Xarelto HCP FR.pdf [Internet]. 2015 [cité 16 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.fagg-afmps.be/sites/default/files/downloads/Xarelto%20HCP%20FR.pdf>
51. AFMPS, PFIZER. Eliquis HCP FR.pdf [Internet]. [cité 16 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.afmps.be/sites/default/files/downloads/Eliquis%20HCP%20FR.PDF>
52. Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, Roth GA, Bisignano C, Abady GG, et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol*. oct 2021;20(10):795-820.
53. Fery-Lemonnier E. Rapport Final AVC [Internet]. [cité 21 oct 2022]. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/avc\\_-\\_synthese\\_seule\\_rapport\\_final\\_-\\_vf.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/avc_-_synthese_seule_rapport_final_-_vf.pdf)
54. de Weerd M, Greving JP, de Jong AWF, Buskens E, Bots ML. Prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis according to age and sex: systematic review and metaregression analysis. *Stroke*. avr 2009;40(4):1105-13.
55. Norris JW, Zhu CZ, Bornstein NM, Chambers BR. Vascular risks of asymptomatic carotid stenosis. *Stroke*. déc 1991;22(12):1485-90.

56. Tu JV. Reducing the global burden of stroke: INTERSTROKE. *The Lancet*. 10 juill 2010;376(9735):74-5.
57. Boehme AK, Esenwa C, Elkind MSV. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res*. 3 févr 2017;120(3):472-95.
58. Moran JF. Chapter 9 - Neurologic complications of cardiomyopathies and other myocardial disorders. In: Biller J, Ferro JM, éditeurs. *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2014 [cité 12 nov 2022]. p. 111-28. (Neurologic Aspects of Systemic Disease Part I; vol. 119). Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702040863000096>
59. Wolff T, Guirguis-Blake J, Miller T, Gillespie M, Harris R. Screening for Carotid Artery Stenosis: An Update of the Evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*. 18 déc 2007;147(12):860.
60. Qureshi AI, Janardhan V, Bennett SE, Luft AR, Hopkins LN, Guterman LR. Who should be screened for asymptomatic carotid artery stenosis? Experience from the Western New York Stroke Screening Program. *J Neuroimaging Off J Am Soc Neuroimaging*. avr 2001;11(2):105-11.
61. Magyar MT, Nam EM, Csiba L, Ritter MA, Ringelstein EB, Droste DW. Carotid artery auscultation--anachronism or useful screening procedure? *Neurol Res*. oct 2002;24(7):705-8.
62. Rodriguez-Régent C, Naggara O, Beyssen B, Trystram D, Mas JL, Meder JF. Le diagnostic des sténoses carotidiennes. *Arch Mal Coeur Vaiss - Prat*. déc 2012;2012(213):9-12.
63. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis--Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. nov 2003;229(2):340-6.
64. Sabeti S, Schillinger M, Mlekusch W, Willfort A, Haumer M, Nachtmann T, et al. Quantification of Internal Carotid Artery Stenosis with Duplex US: Comparative Analysis of Different Flow Velocity Criteria. *Radiology*. août 2004;232(2):431-9.
65. Becker F. Standards Qualité pour la Pratique de l'Echo-Doppler Cervical en Médecine Vasculaire. *Société Française Médecine Vasc*. :8.
66. Henry J.M. Barnett. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial : Beneficial Effect of Carotid Endarterectomy in Symptomatic Patients with High-Grade Carotid Stenosis. *N Engl J Med*. 15 août 1991;325(7):445-53.
67. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. *Lancet Lond Engl*. 25 mai 1991;337(8752):1235-43.
68. Michel Dazat, Antonia Pérez-Martin, Iris Schuster, Gudrun Böge, Jean-Pierre Laroche. Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie [Internet]. *Ultrasonographie - Echographie - Doppler*. [cité 30 oct 2022]. Disponible sur: <https://ultrasonographie-vasculaire.edu.umontpellier.fr/les-bases/bases-du-doppler-et-imagerie-des-flux/>
69. Güdrun BÖGE, Alessandra BURA-RIVIERE, Michel DADON, Christine JURUS, Jean Pierre LAROCHE. pertinence des soins en echo-doppler [Internet]. *Collège National Professionnel de Médecine Vasculaire*; [cité 30 oct 2022]. Disponible sur: [https://cnpmv.fr/images/pertinence\\_soins/pertinence\\_des\\_soins\\_en\\_echo-doppler.pdf](https://cnpmv.fr/images/pertinence_soins/pertinence_des_soins_en_echo-doppler.pdf)

70. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. JAMA. 10 mai 1995;273(18):1421-8.
71. Nicolaides AN, Kakkos SK, Griffin M, Sabetai M, Dhanjil S, Tegos T, et al. Severity of asymptomatic carotid stenosis and risk of ipsilateral hemispheric ischaemic events: results from the ACSRS study. Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg. sept 2005;30(3):275-84.
72. Kakkos SK, Sabetai M, Tegos T, Stevens J, Thomas D, Griffin M, et al. Silent embolic infarcts on computed tomography brain scans and risk of ipsilateral hemispheric events in patients with asymptomatic internal carotid artery stenosis. J Vasc Surg. avr 2009;49(4):902-9.
73. Ballotta E, Da Giau G, Meneghetti G, Barbon B, Militello C, Baracchini C. Progression of atherosclerosis in asymptomatic carotid arteries after contralateral endarterectomy: a 10-year prospective study. J Vasc Surg. mars 2007;45(3):516-22.

## Annexe : Récapitulatif des différents types de Doppler

Mode de Doppler	Principe de fonctionnement	Avantage	Inconvénient	Indication médicales
<b>Doppler couleur</b>	Etudie les fréquences réfléchies par les globules rouges	Peut enregistrer des flux de très hautes vélocités. Bonne sensibilité pour les flux lents	Mauvaise localisation spatiale des flux (ambiguïté de profondeur)	Etude des flux veineux et artériels
<b>Mode puissance (ou énergie)</b>	Détection des mouvements par comparaison entre deux images B	Peu dépendant de l'angle Ne subit pas d'aliasing Meilleure sensibilité au flux	Perte de la quasi-totalité des informations hémodynamique Grandes sensibilités aux artefacts de mouvement (respiration, battement cardiaque...)	En complément du Doppler couleur Exploration morphologique des gros vaisseaux Exploration micro-vascularisation (foie / rein...) Analyse Vascularisation tumoral
<b>Doppler Large bande (Mode ADF)</b>	Emission d'un burst court en large bande	Meilleure dissociation de 2 vaisseaux proches Permet de séparer les informations entre flux lents et mouvements des tissus avoisinants.	Technologie non présente sur l'ensemble des machines	Etude de la micro-vascularisation distale d'organes (rein / foie) Etude doppler foetal (noeud cordon ombilical) Etude vascularisation tumorale
<b>Mode TDI (Doppler tissulaire)</b>	Filtere focalisant les très basses fréquences	Visualisation des mouvements des tissus à déplacement lent	Essentiellement sur les sondes à basse fréquence	Etude du myocarde recherche de zone hypokinétique dans l'ischémie myocardique
<b>Mode SMI (Super micro imaging)</b>	Algorithme permettant de s'affranchir d'artefact sans perte de signal sur les flux de basse vélocité	Visualisation des flux sanguins de basse vélocité	Uniquement présente sur certaines machines	Suivi post interventionnel vasculaire Caractérisation de la vascularisation ganglionnaire
<b>Imagerie harmonique</b>	Utilisation d'un "produit de contraste" composé de microbulles	Élimine les artefacts de mouvements de paroi et phénomène de blooming	Technologie au stade de la recherche	Au stade de recherche sur les différents domaines utilisant des produits de contraste

**Abréviation :**

- AAA : Anévrisme de l'aorte abdominale
- ADF : Advence dynamique flow
- AVC : Accident vasculaire cérébral
- AVK : Anti-vitamine K
- DFG : Débit de filtration glomérulaire
- HBPM : Héparine de bas poids moléculaire
- HNF : Héparine non fractionné
- HTA : Hyper tension artériel
- IP : Indice de pulsatilité
- IR : indice de résistance
- OR : Odds Ratio
- PRF : Pulse repetition frequency
- PS : Pic de vitesse systolique
- PD : Pic de vitesse diastolique
- SAPL : syndrome des anti-phospholipides
- SMI : Super micro imaging
- TABC : tronc artériel brachio- céphalique
- TDI : Tissue Doppler imaging
- TSAO : Troncs supra aortiques
- TVP : Thrombose veineuse profonde

## SERMENT D'HIPPOCRATE

**Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans **aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions**. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas **usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité**.

**J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.**

Je ne tromperai **jamais leur confiance** et **n'exploiterai pas le pouvoir hérité** des circonstances pour forcer les consciences.

**Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera**. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

**Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés**. **Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers** et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

**Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission**. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

**J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.**

**Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.**

# RÉSUMÉ

## INTRODUCTION :

Les pathologies neuro-cardio-vasculaires sont en augmentation constante et sont la 2<sup>e</sup> cause de mortalité en France. À contrario, l'offre de soins et l'accès aux cardiologues et médecins vasculaires souffre d'une grande disparité, de sorte que certaines zones deviennent de réels déserts vasculaires. Par son innocuité, sa facilité d'accès, sa polyvalence et son approche corrélée à la clinique, l'échographie prend une place grandissante en cabinet de médecine générale. Cependant la pratique de l'échographie vasculaire par le généraliste reste marginale, même chez ceux équipés d'échographe.

## MÉTHODE :

Nous avons d'abord réalisé une étude quantitative observationnelle sous la forme d'un questionnaire diffusé auprès de 210 internes et généralistes faisant de l'échographie. L'objectif principal de ce questionnaire est de mettre en avant l'intérêt des médecins généralistes pour la pratique de l'échographie vasculaire.

Secondairement, nous avons repris des protocoles validés et réalisé une recherche bibliographique des bonnes pratiques afin de les synthétiser sous forme de fiches résumées.

L'objectif principal de ce travail est donc d'encourager la pratique de l'échographie vasculaire chez les généralistes intéressés par l'échographie.

## RÉSULTATS :

Nous avons reçu 48 réponses pour notre questionnaire. L'ensemble des médecins interrogés ont déclaré leur intérêt pour la pratique de l'échographie vasculaire dans leur cabinet.

Parmi les indications proposées, la majorité des généralistes interrogés ont déclaré leur intérêt pour deux d'entre elles : le dépistage des anévrismes de l'aorte abdominale et les diagnostics de thrombose veineuse profonde. Notre étude a permis ensuite de revenir sur les bonnes pratiques en termes de dépistage et de prise en charge de l'anévrisme de l'aorte abdominale, des thromboses veineuses profondes et des atteintes des troncs supra-aortiques.

Nous avons proposé un outil pédagogique sous forme de fiches synthétiques incluant des protocoles échographiques validés afin que les généralistes puissent se les approprier.

## CONCLUSION :

La pratique de l'échographie et notamment de l'échographie vasculaire par le médecin généraliste répond à des besoins de dépistage et de diminution des coûts de santé.

Ce dépistage apparaît efficient lorsqu'il est ciblé selon les facteurs de risque du patient.

La pratique de l'échographie vasculaire par le généraliste ne vise pas à remplacer celle spécialiste mais a un intérêt conjoint en améliorant le suivi, le dépistage et en assurant un filtrage actif des patients.

Des études complémentaires sont nécessaires pour valider et confirmer la pertinence des fiches pratiques proposées.

Mots clefs : Échographie, médecine générale, vasculaire, anévrisme aorte abdominale, thrombose veineuse profonde, tronc supra-aortique.