

# LES POMPES VENO-MUSCULAIRES du membre Inférieur

Docteur Jean-François UHL

*Chirurgien vasculaire - membre de l'Académie de Chirurgie*

*Chaire d'anatomie numérique (UNESCO)*

*Professeur d'Anatomie de l'Université de La Plata (Argentine)*

*Directeur de recherche - URDIA Université Paris Descartes*

ARMV Paris Jeudi 14 Juin 2018



Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture



Chaire UNESCO en  
enseignement et recherche  
en anatomie numérique  
Université Paris Descartes



[www.jfuhl.com](http://www.jfuhl.com)

# Plan de cet exposé:

1. Généralités sur le retour veineux
2. Anatomie des PVM
3. Physiologie de l'activation
4. Conséquences pratiques

Phlebology OnlineFirst, published on January 10, 2014 as doi:10.1177/0268355513517688

*Original Article*

## **Anatomy of the veno-muscular pumps of the lower limb**

**Jean-François Uhl and Claude Gillot**

## **Phlebology**

Phlebology

0(0) 1-14

© The Author(s) 2014

Reprints and permissions:

[sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav](http://sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav)

DOI: 10.1177/0268355513517688

[phl.sagepub.com](http://phl.sagepub.com)

 SAGE

# Généralités

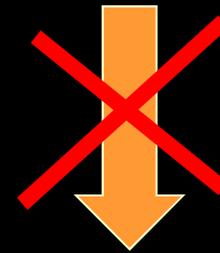
# *Le retour veineux c'est ....*

( lutte contre la pression gravitaire en orthostatisme)

- **Venous pumps**

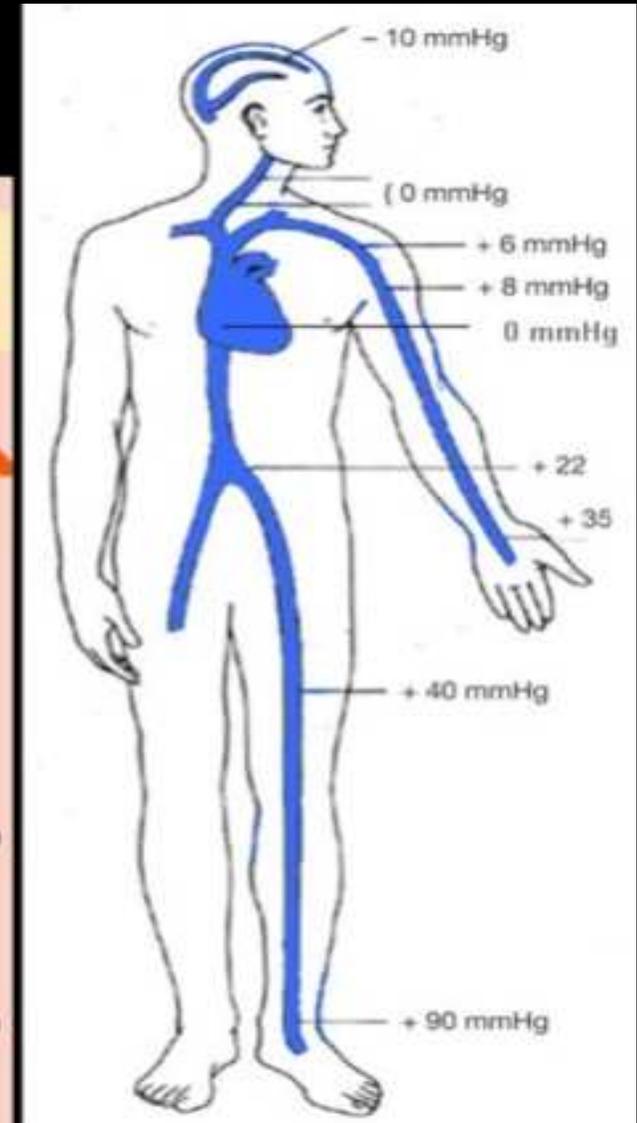
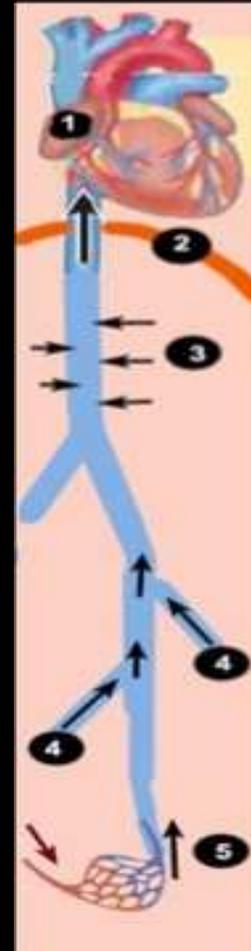


- **Venous valves**



# Mécanismes du retour veineux

- Vis a tergo : pression capillaire résiduelle (5)
- Vis a fronte: Pression négative de l'atrium D et respiration (1,2,3)
- Vis a Latere: pompes veino-musculaires \* (4)



# *Le retour veineux c'est ....*

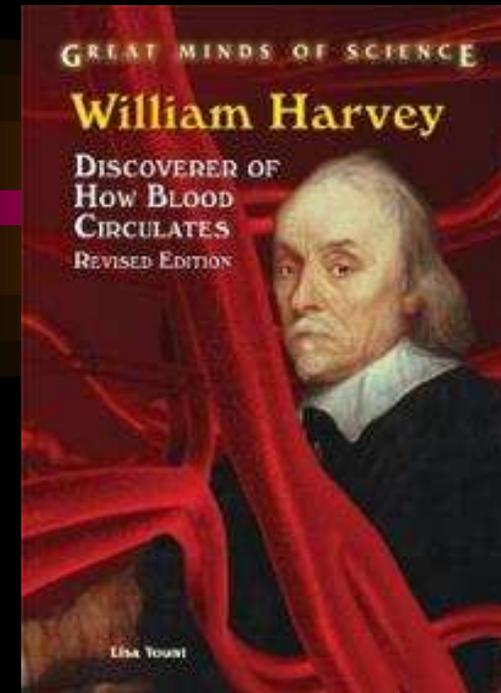
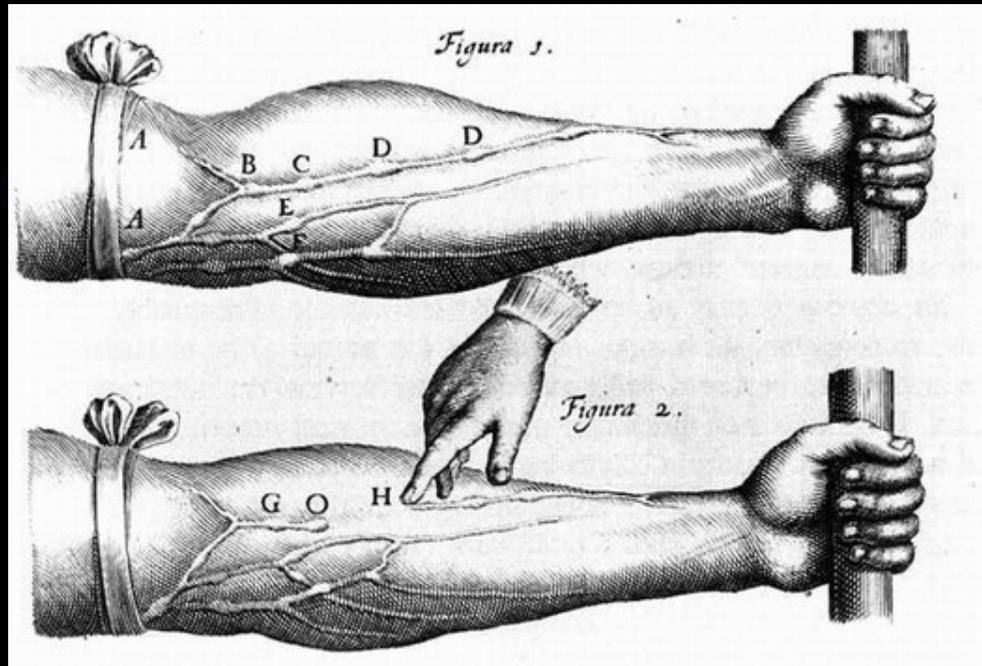
- Une **POMPE ASPIRANTE** (cœur et thorax)
- Une **POMPE REFOULANTE**  
(pompes musculaires du Mb inf. =MOLLET)
- Un système anti-reflux **VALVULES**



# *The valves against reflux*

## One-way VALVES

1618



« de motu cordis et sanguinis »

# ANATOMIE

*Original Article*

**Phlebology**

## **Anatomy of the veno-muscular pumps of the lower limb**

**Jean-François Uhl and Claude Gillot**

Phlebology

0(0) 1–14

© The Author(s) 2014

Reprints and permissions:

[sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav](http://sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav)

DOI: 10.1177/0268355513517686

[phl.sagepub.com](http://phl.sagepub.com)

 SAGE

Phlebology OnlineFirst, published on January 10, 2014 as doi:10.1177/0268355513517686

# *Les 4 pompes musculaires du membre inférieur:*

1- La pompe du pied (veines plantaires)

**2- La pompe jambière (muscle Soléaire)**

**3- La pompe poplitée (m. gastrocnémiens)**

4- Pompes de cuisse (m. Vastes & semi-membraneux)

( en bleu la pompe du mollet )

# *1- La pompe veineuse du pied\**

## **Review article**

### **Anatomy of the foot venous pump: physiology and influence on chronic venous disease**

**J-F Uhl\*<sup>†</sup> and C Gillot<sup>†</sup>**

\*URDIA Anatomy Research Unit EA4465, University Paris Descartes, Paris, France; <sup>†</sup>Varicose Veins Surgical Centre – 113 Avenue Victor Hugo, 75116 Paris, France

\* Uhl J.F, Gillot C. Phlebology 2010;17:151–8  
Uhl J.F, Gillot C. Phlebology 2012 , 27:219-230

# HISTORIQUE

**1861 : Sucquet** : observe dans l'épaisseur de la peau des canaux tendus d'une artériole pré-capillaire à une veinule post-capillaire. Ce dispositif shunte le réseau capillaire et facilite le passage artério-veineux. Ces canaux s'observent dans les zones de fortes pressions de la plante du pied et de la paume de la main. (zone dermique : transpiration liée à une hyper vascularisation)

**1885 : Bourceret** [1] met en évidence un fin plexus de veines intra et sous-dermiques sur toute la plante du pied. (**Figure 1**) Ce réseau se draine directement dans les veines marginales médiale et latérale, et par de fines perforantes graisseuses dans les veines plantaires médiales et latérales.

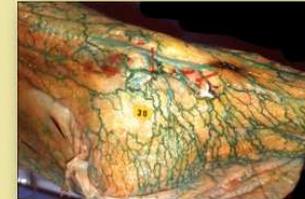
**1889 : Braune** [2] observe une arcade antérieure qui se draine par les veines interdigitales et s'ouvre dans les veines dorsales. (**Fig 2**) Il confirme le fin plexus décrit par Bourceret.

**1890 : F. Lejars** [3] est le premier à parler d'une pompe veineuse animée par la marche : la semelle veineuse. Il décrit de gros vaisseaux superficiels qui forment un véritable lac plantaire. (**Figure 3**) Mais ces grosses veines superficielles ont été injectées par voie artérielle sous une forte pression, et cette observation de Lejars constitue en réalité un artéfact technique.

**1992 : J.H.Scurr** [15] : par pléthysmographie : enregistre des changements de volume, il évalue la quantité de sang éjectée au niveau de la plante du pied lors des contractions à 20-30 ml

**1993 : Gardner et Fox** démontrent l'existence de la pompe veineuse plantaire qui est déclenchée par l'appui de la plante du pied au sol, synchronisée avec la contraction successive des autres chaînes musculaires...

**Figure 1**



Semelle de Bourceret

**Figure 2**



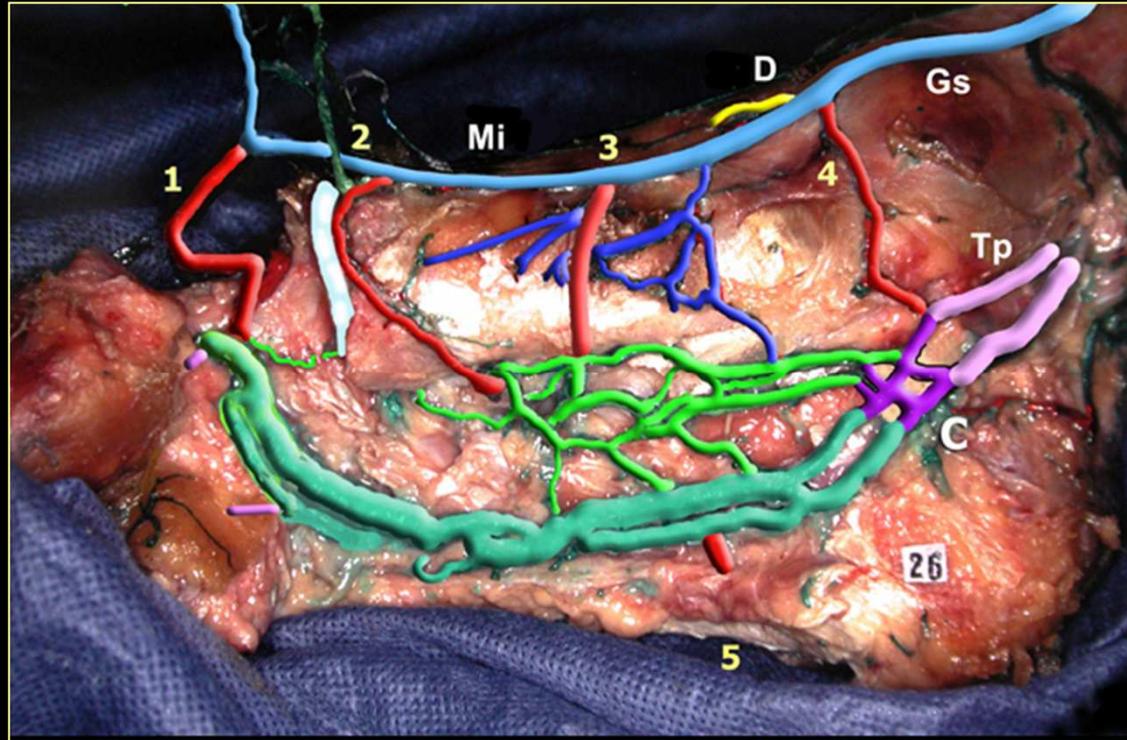
Arcade de Braune

**Figure 3**



Semelle de Lejars

# La pompe du pied: les veines plantaires

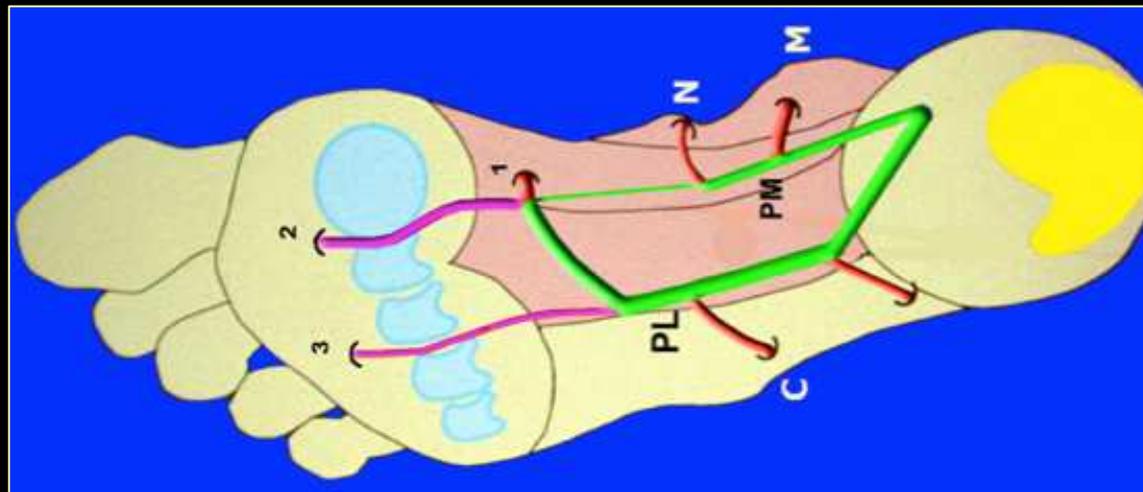


La pompe du pied est  
située au niveau

Des **veines plantaires**

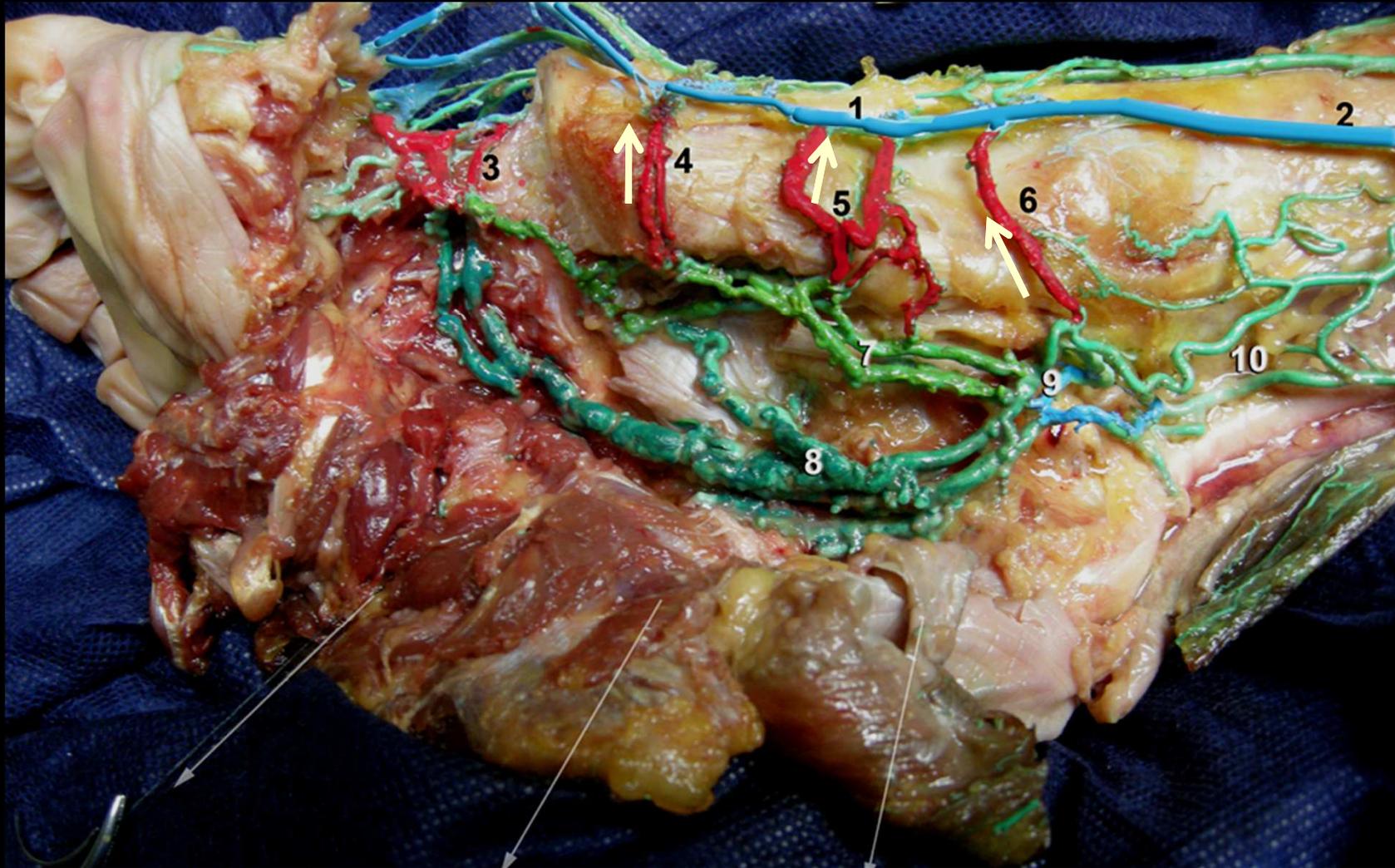
**Latérales.** (et non de

La semelle de Lejars)



Projection plantaire  
Des veines du pied

# *L'unité fonctionnelle médiale*

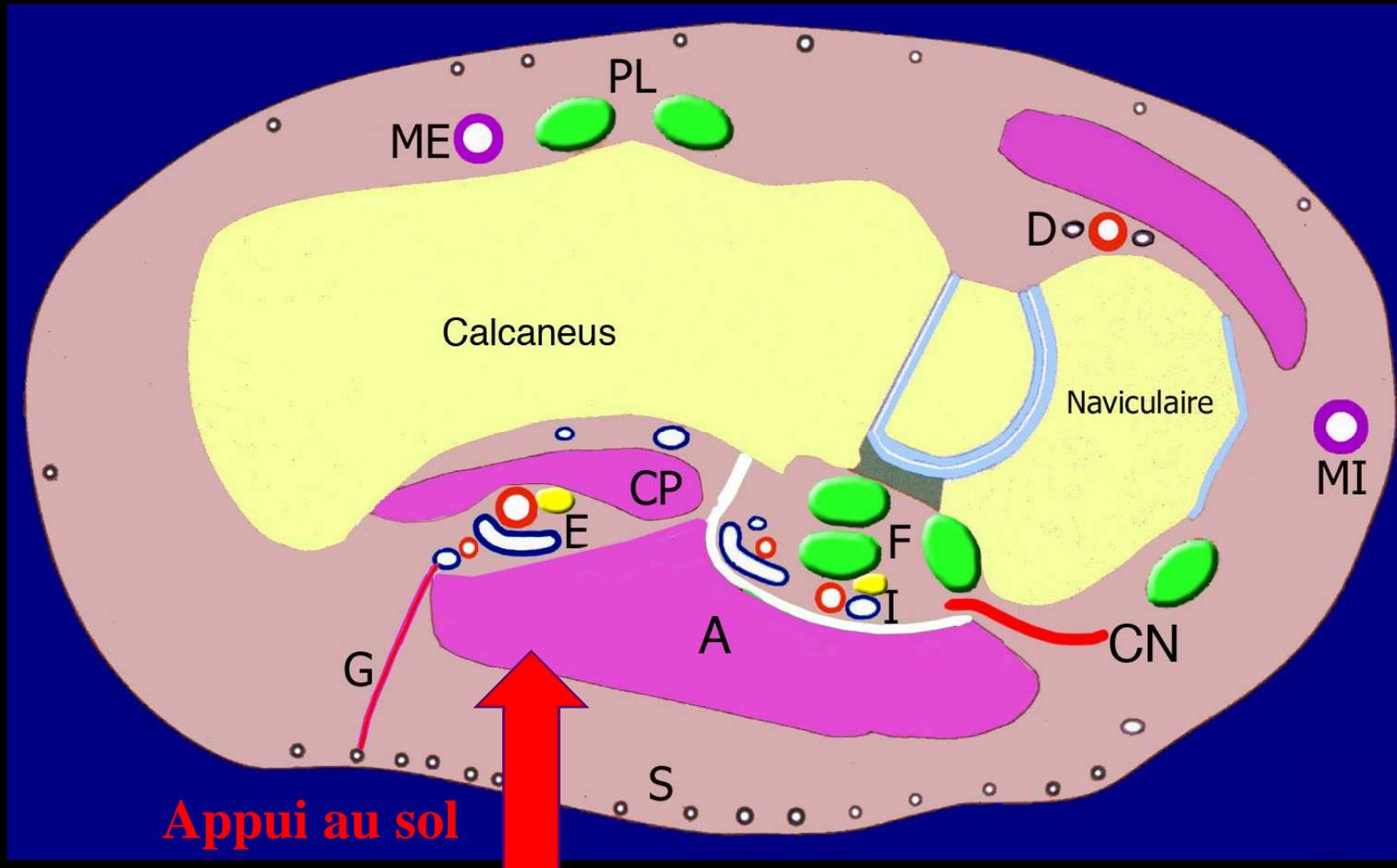


La particularité du pied est.... L'existence de perforantes non valvulées à flux bidirectionnel 3 à 6 colorées en rouge, autorisant le sang profond (8,9) à gagner le réseau superficiel (1,2)



## *Coupe longitudinale médiale du pied*

Les veines plantaires latérales (E) sont écrasées lors de l'appui au sol entre les 2 muscles CP (carré plantaire) et A (abd. de l'Hallux)  
Mise en tension de l'**aponévrose plantaire** lors de l'impulsion ++



# *3D ANATOMY of the foot*

## **Review article**

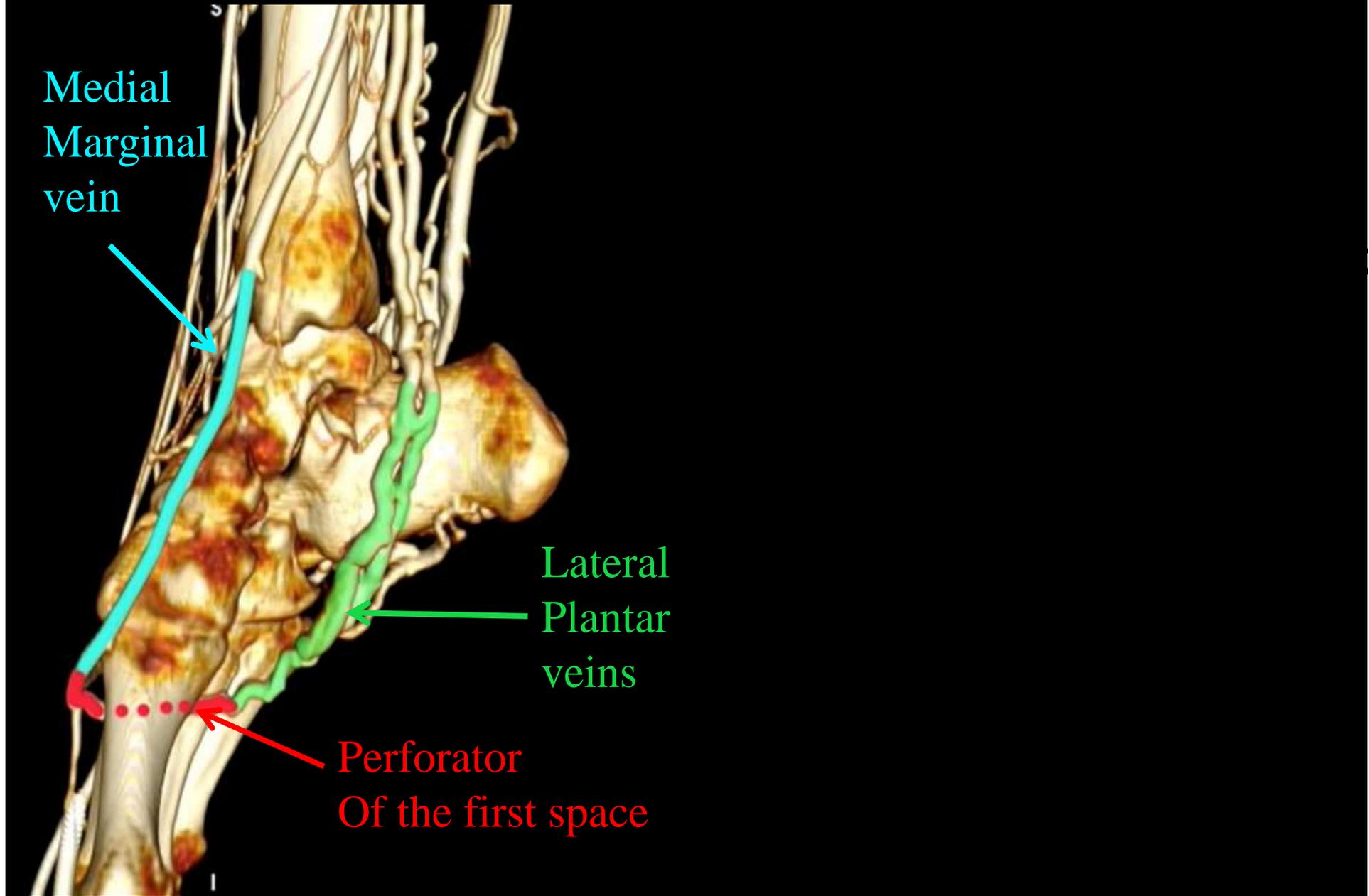
### **Three-dimensional modelling of the venous system by direct multislice helical computed tomography venography: technique, indications and results**

**J F Uhl\***<sup>†</sup>

\*Varicose Vein Surgical Center, 113 Avenue Victor Hugo, 75116 Paris; <sup>†</sup>URDIA Research Unit EA4465, University Paris Descartes, 45 rue des saints pères, Paris 75006, France

*Phlebology* 2012;**27**:270–288. DOI: 10.1258/phleb.2012.012J07

# Modelisation 3d par phleboscanner



# Modelisation 3d par phleboscanner

Medial  
Marginal  
vein

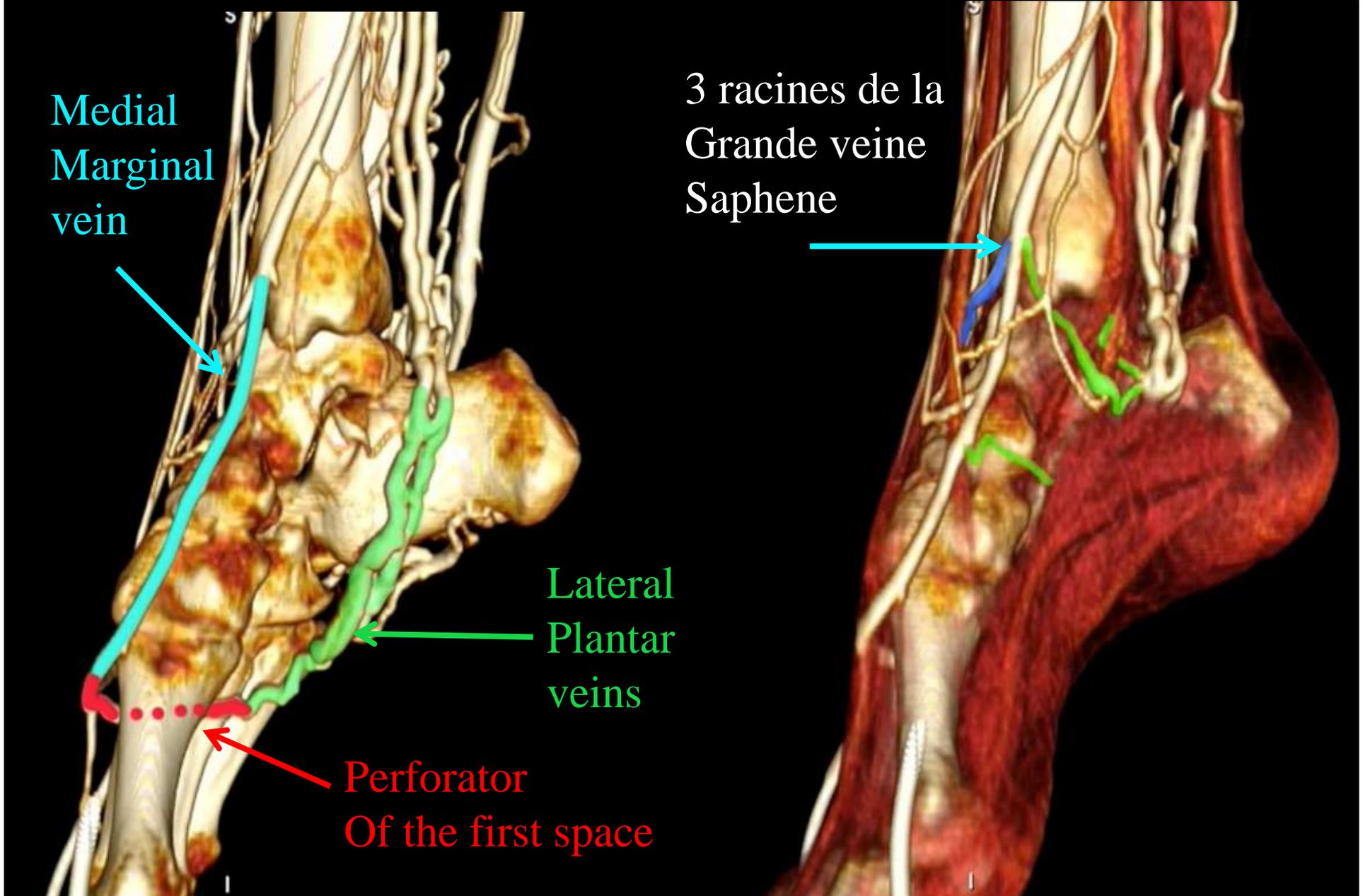


Lateral  
Plantar  
veins

Perforator  
Of the first space



3 racines de la  
Grande veine  
Saphene



WL: -136 WW: 430

*Mo*

S

L

A

P



I



# STASE VEINEUSE MAJEURE



# STASE VEINEUSE MAJEURE



Veines vertes sont la  
Semelle de Lejars et

**NON** la pompe plantaire

# POMPE PLANTAIRE



**INVESTIGATION  
OF THE FOOT  
SEVERE VENOUS STASIS  
and DILATATION of  
THE PLANTAR SOLE**

# CONCLUSION

La pompe pompe veineuse plantaire siège dans les **veines plantaires latérales**, un réservoir sanguin de 15 à 25 ml qui est éjecté vers les veines tibiales postérieures à chaque pas lors de l'appui du pied au sol.

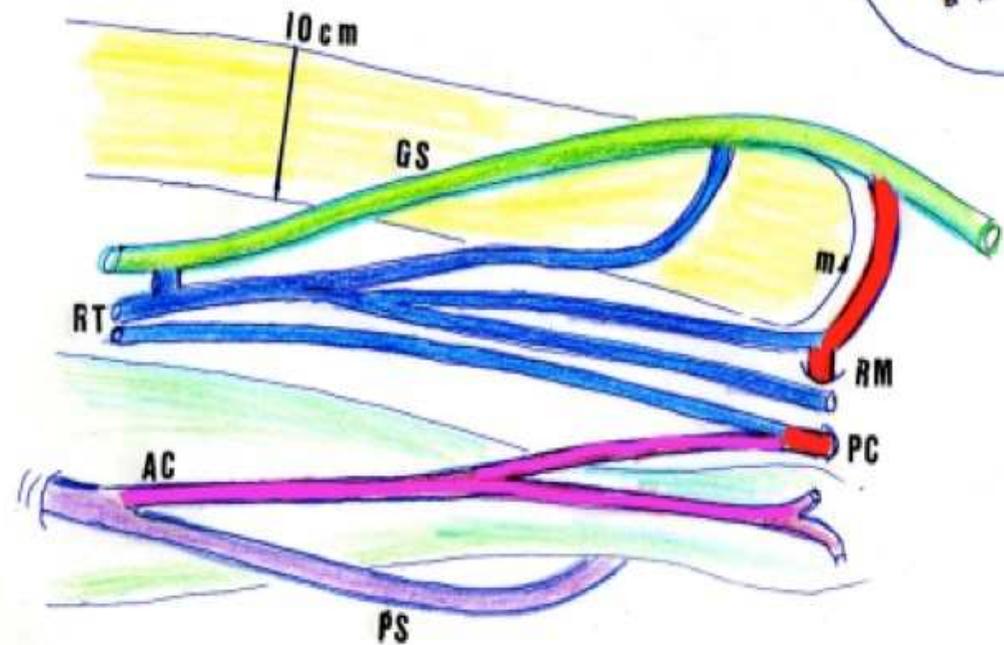
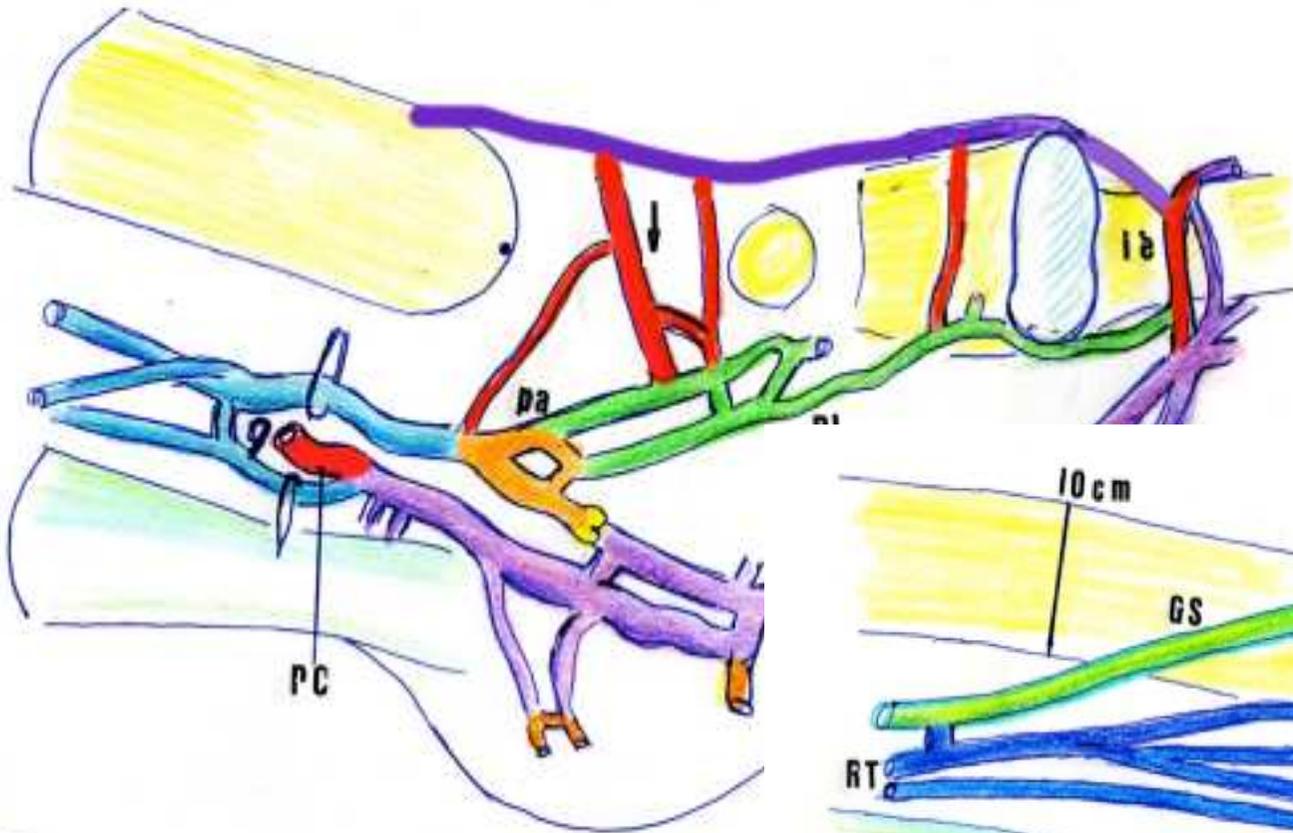
# HEMODYNAMIQUE

La pompe plantaire est vidée à chaque pas  
Le sang est éjecté à chaque systole dans les  
veines profondes de jambe (surtout les VTP)

Mais aussi vers les 2 veines saphènes\* via  
les perforantes du pied +++

\*UHL J.F et al. Phlebolympology - Vol 24. No. 2. 2017

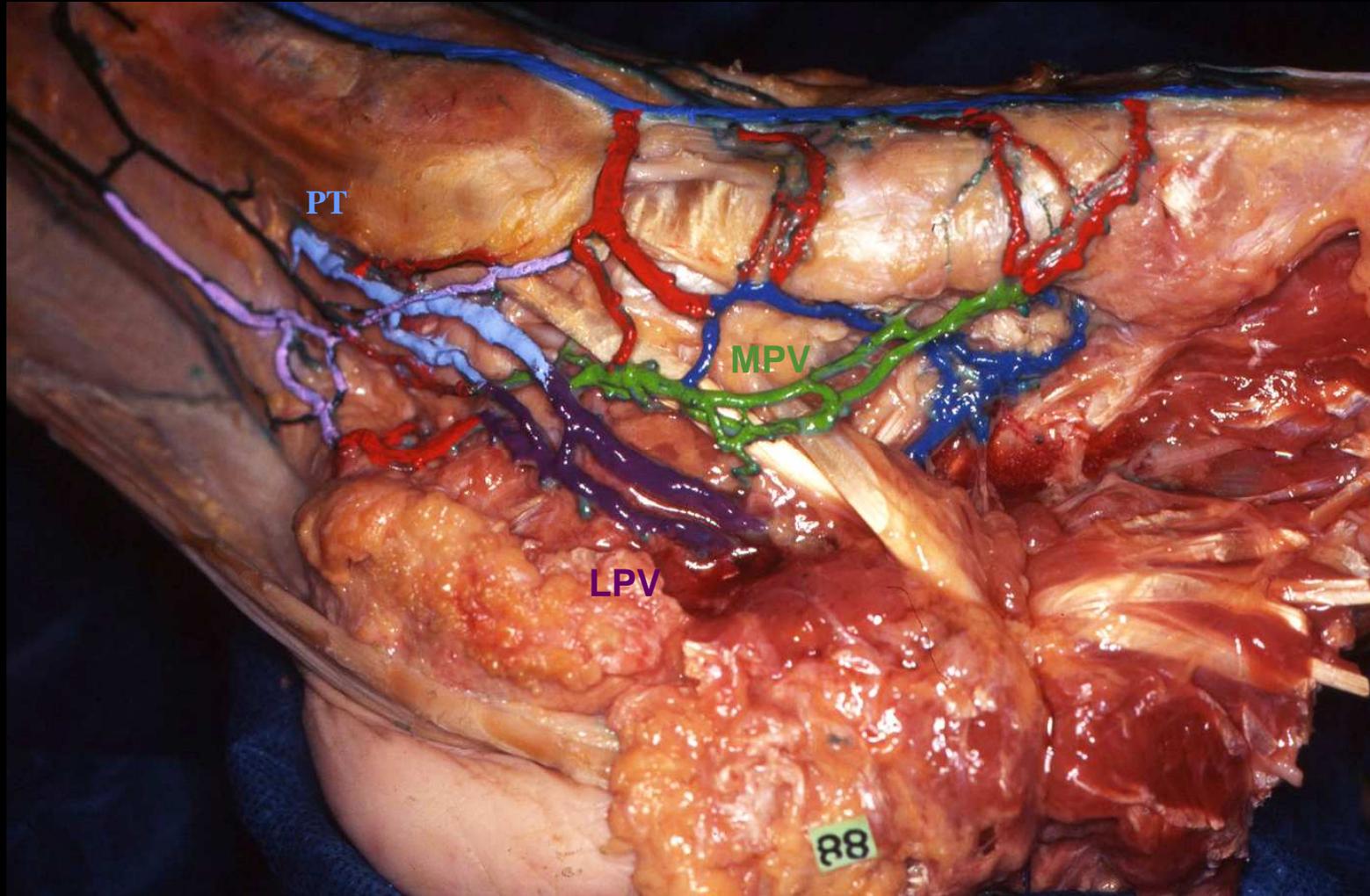
# Voies de sortie de la pompe plantaire



Veine achilléenne

# Voies de sortie de la pompe plantaire (2)

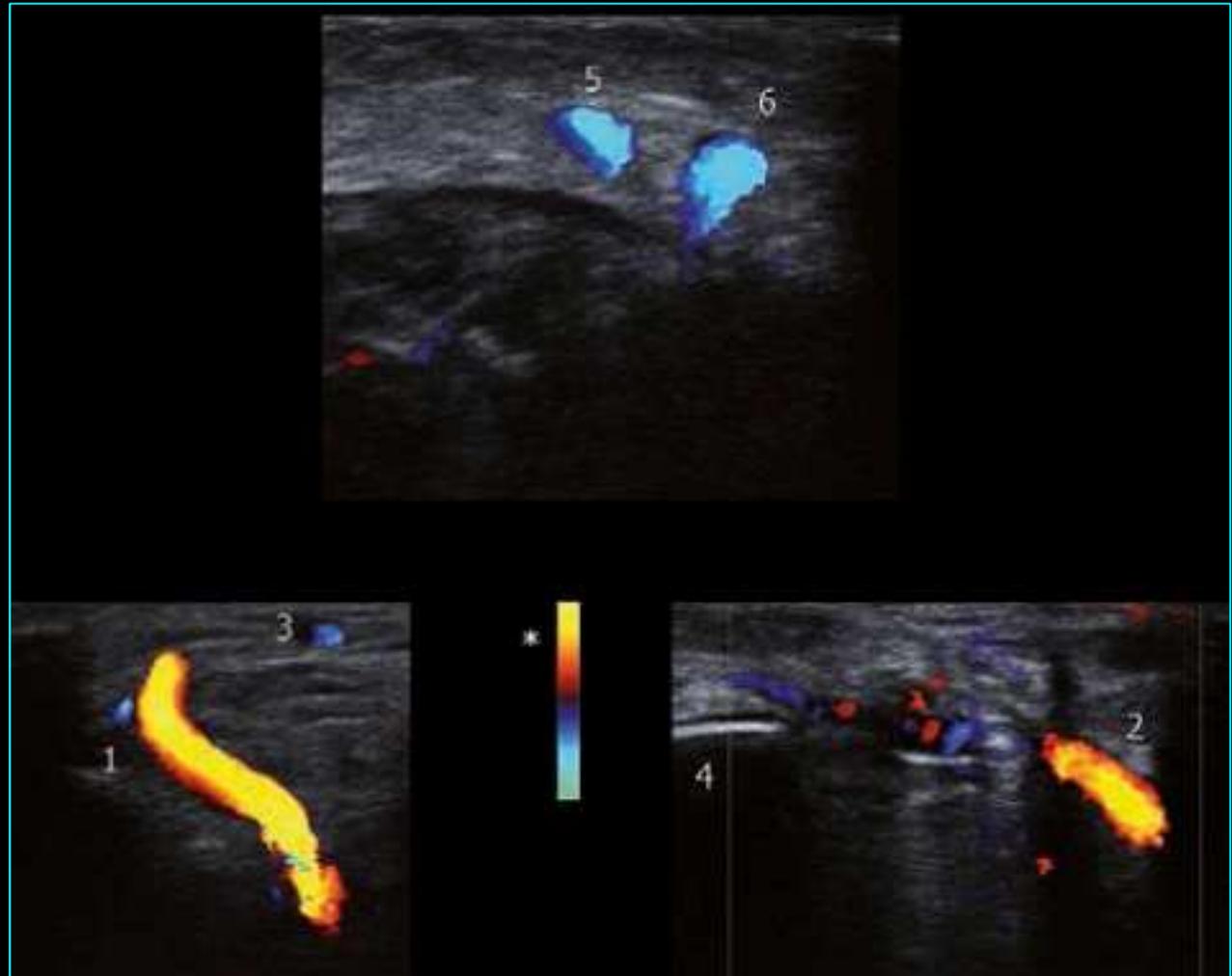
Perforates médiales → GVS



Perforates latérales → PVS

# Flux inversé dans les PVs du pied lors de la systole plantaire (pied normal)

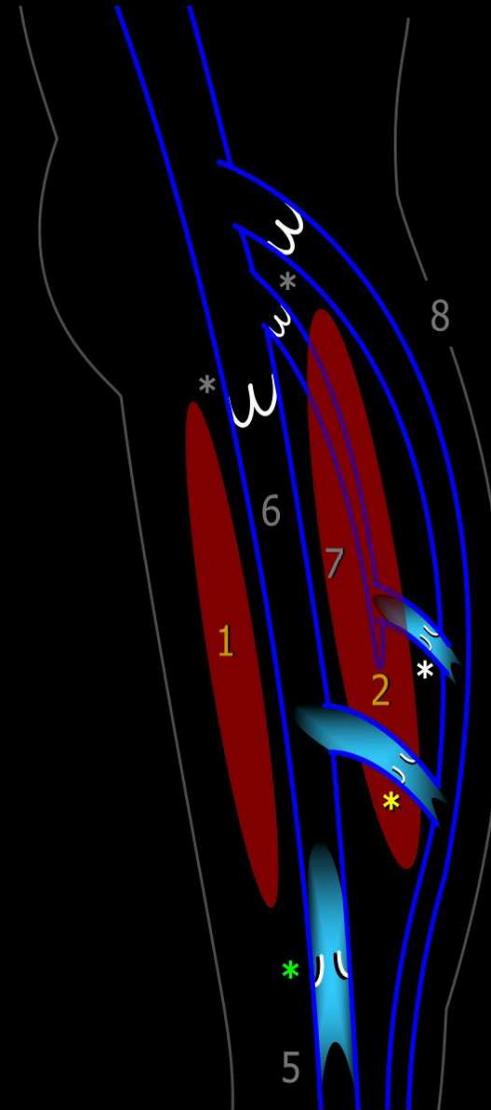
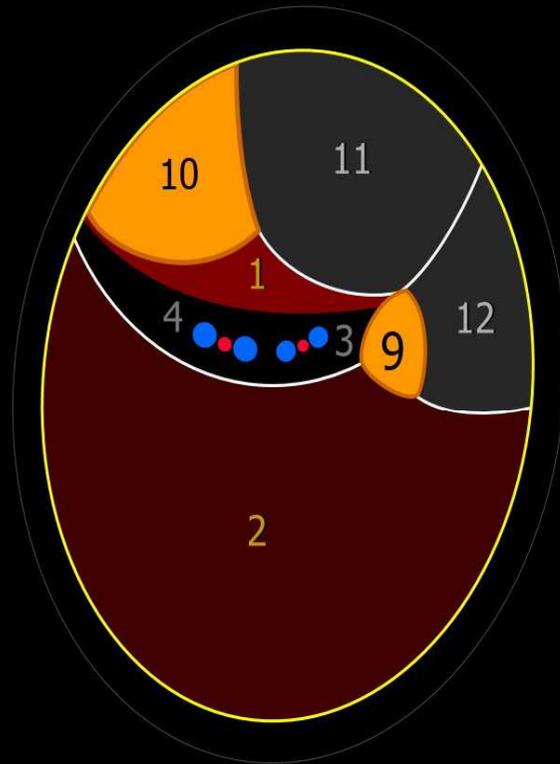
- 1: PV 1<sup>er</sup> esp
- 2: PV infra mall.
- 3: Arcade V dorsale
- 5: V achilléenne
- 6: PVS



EXPLICATION...

# *Systole of the plantar systole*

outflow goes into the PT veins (open)

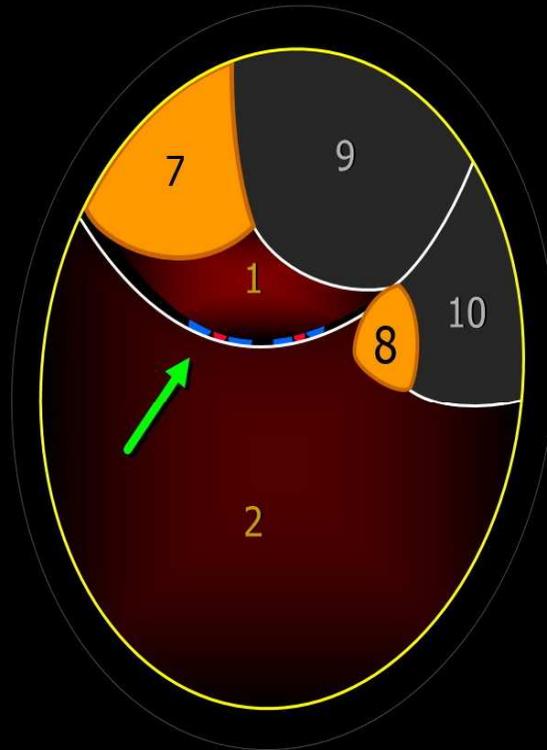


M. Lo Vuolo

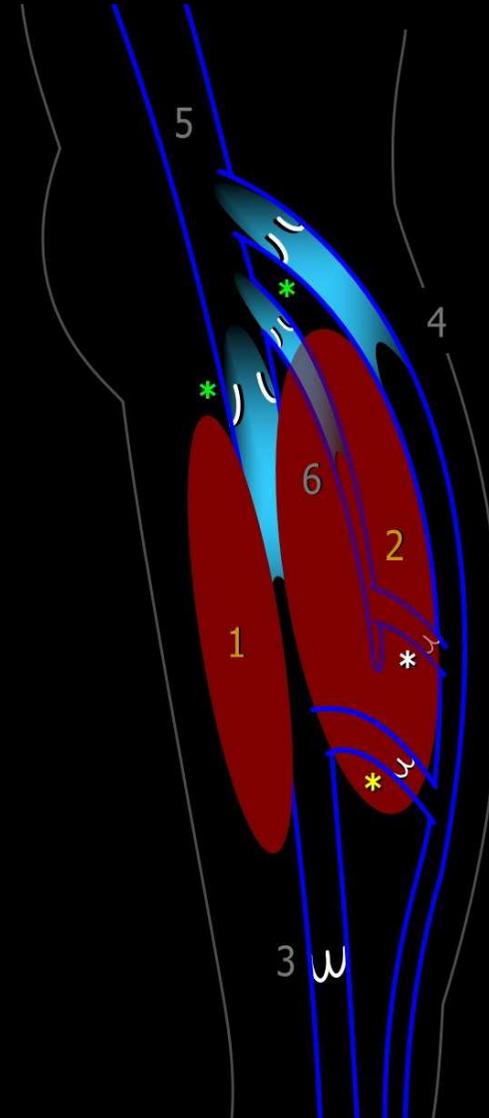
posterior

# *Systole of the calf*

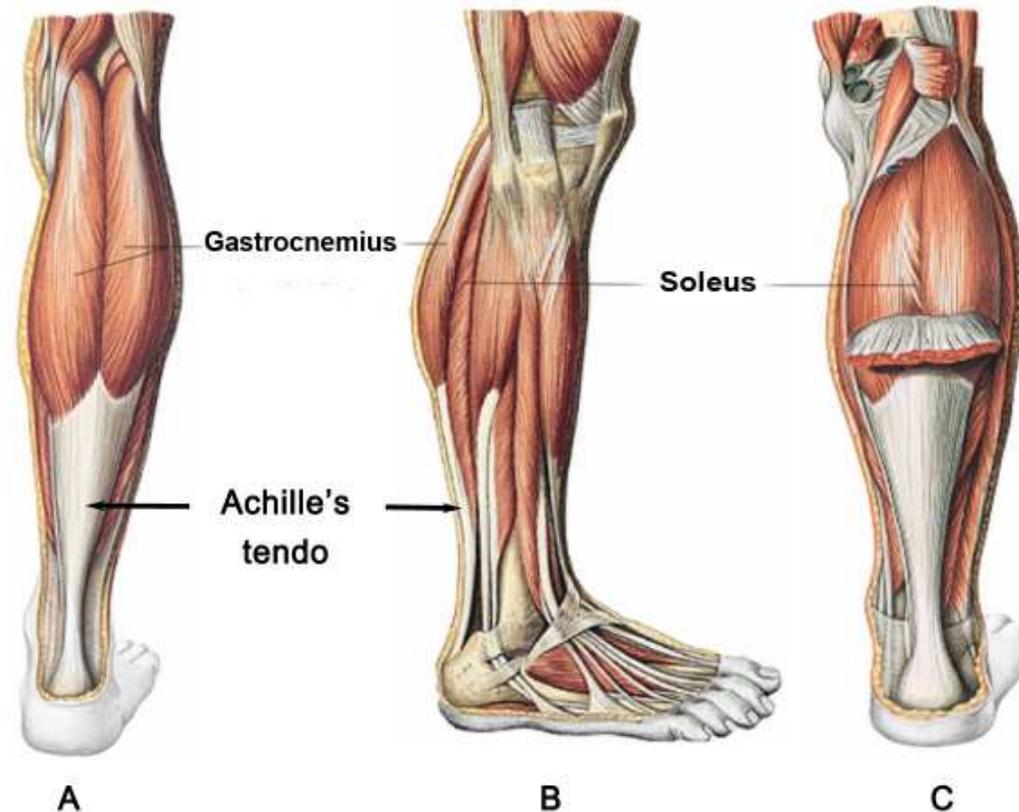
PT veins are closed >> the outflow goes into both saphenous systems +++



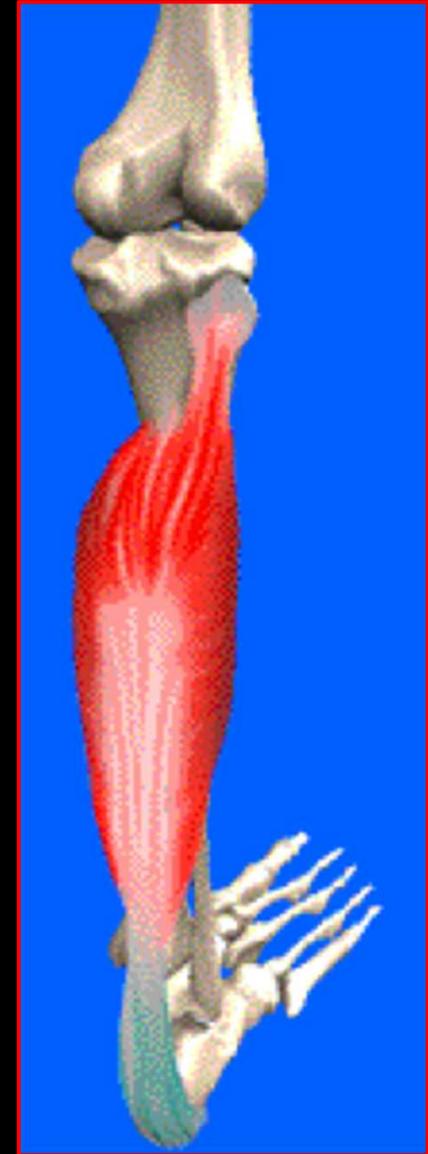
posterior



# La pompe du MOLLET (triceps sural)

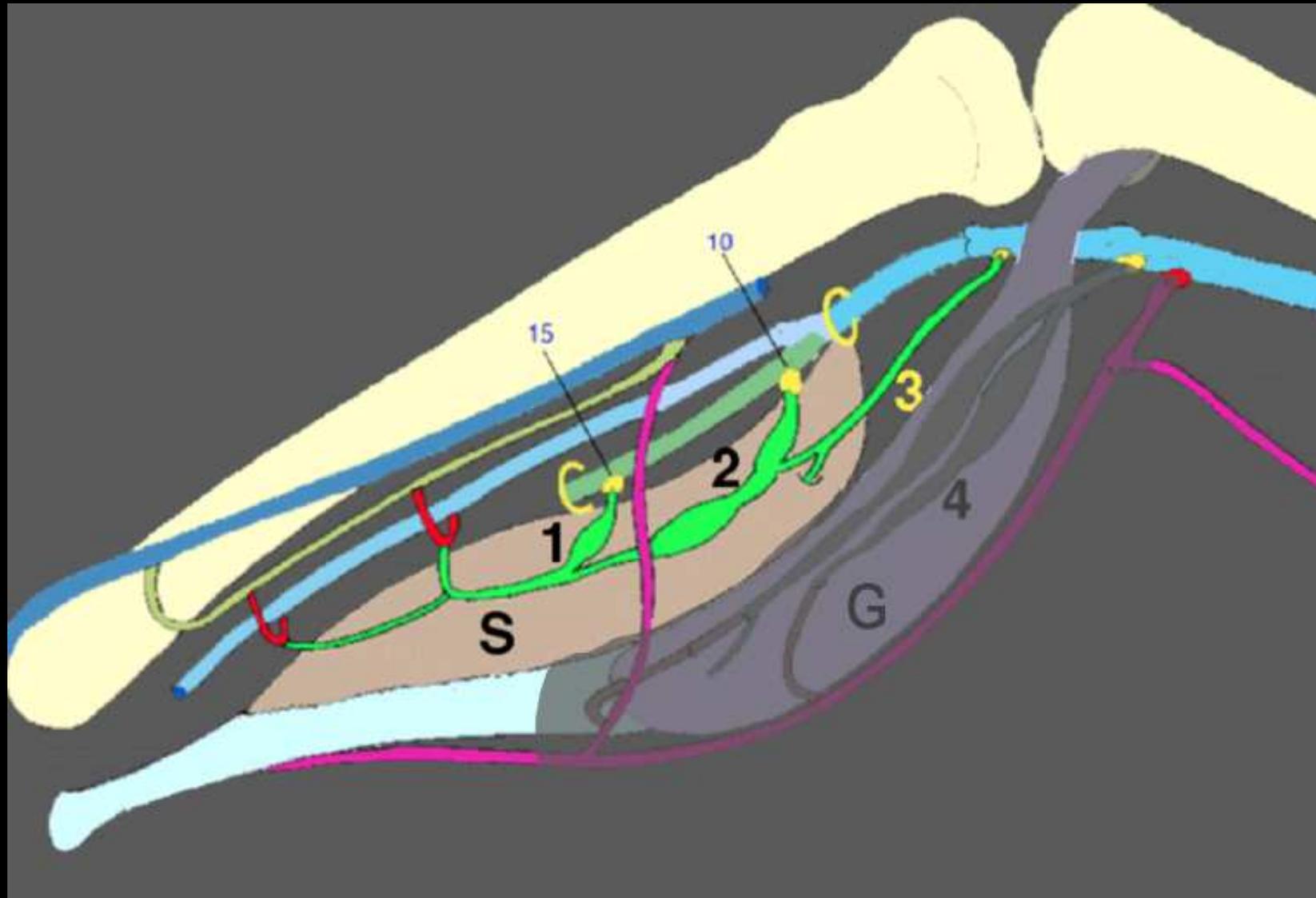


*2- La pompe  
veineuse jambière  
(muscle Soléaire)*

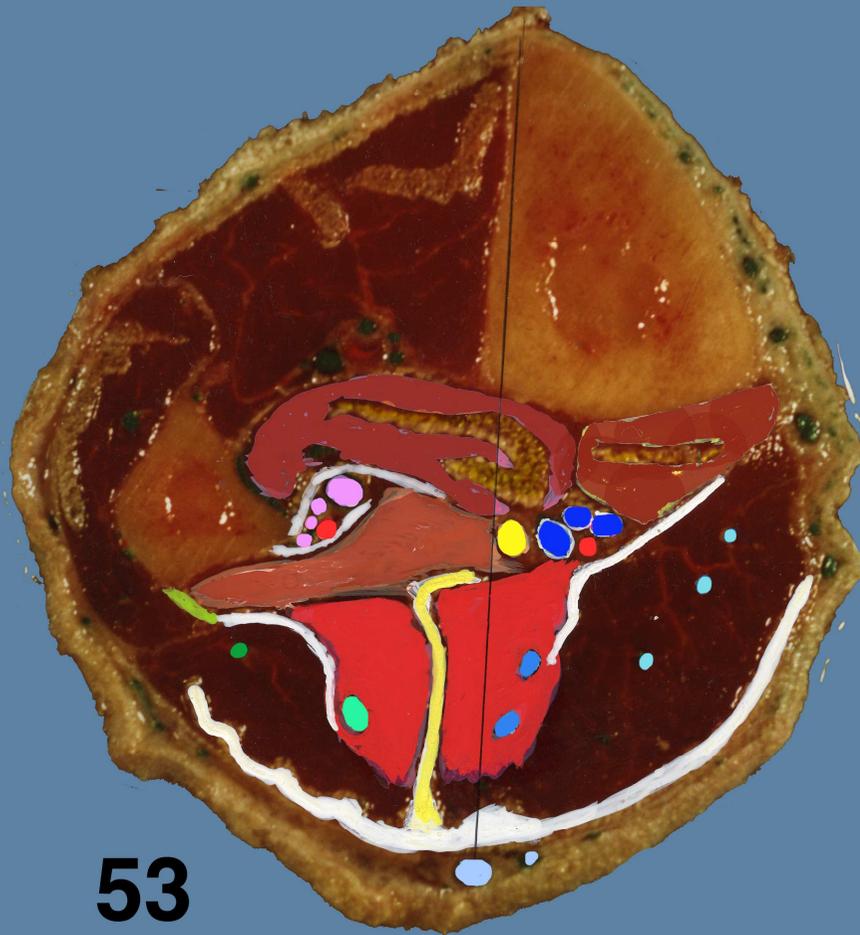


# La pompe jambière (1)

*Siège dans les veines (1,2) du muscle soléaire (S)*



# Le muscle soléaire (Soléus)



53

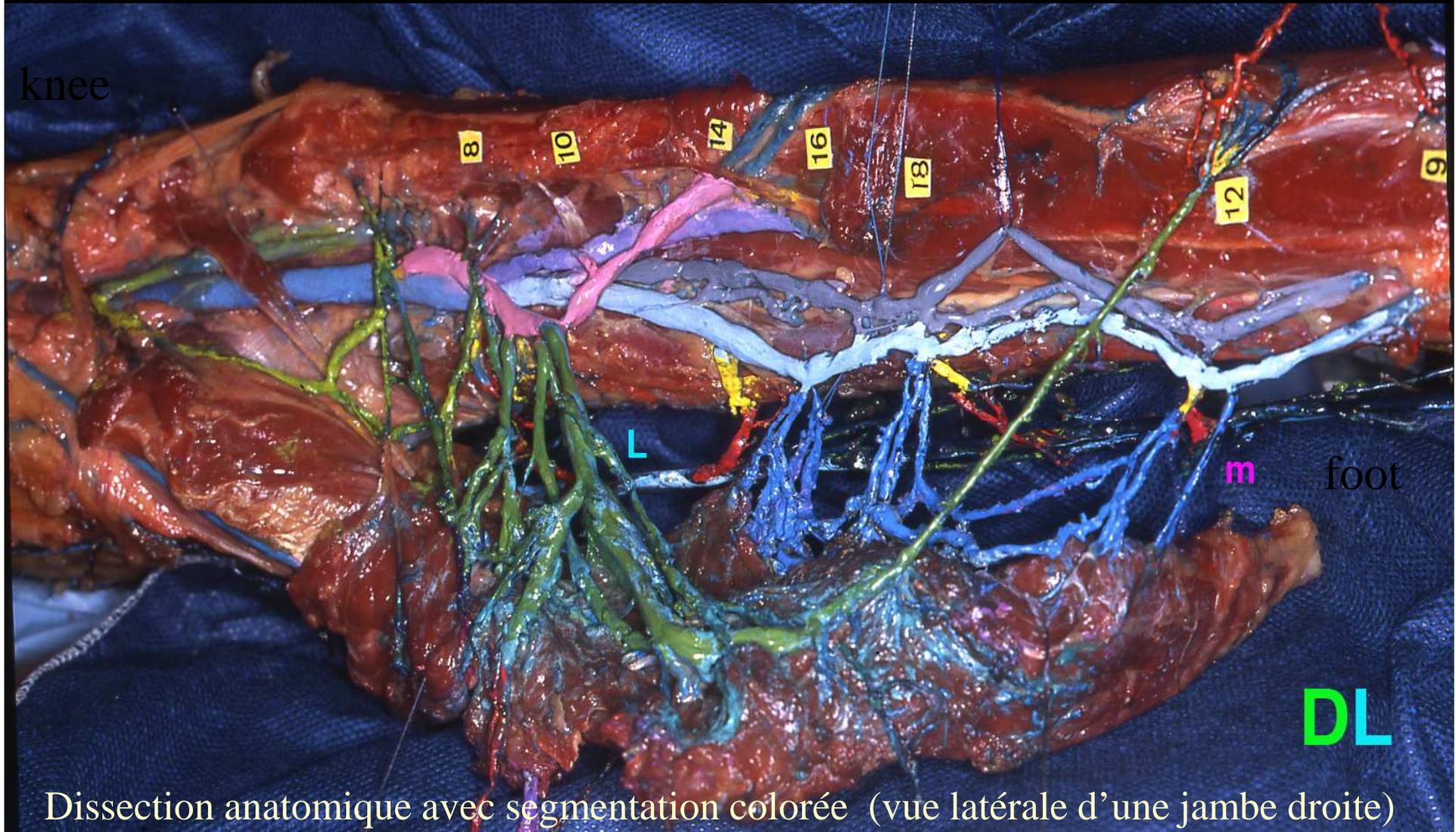


61

# La pompe jambière (2) étagée

*Veines soléaires : 2 parties*

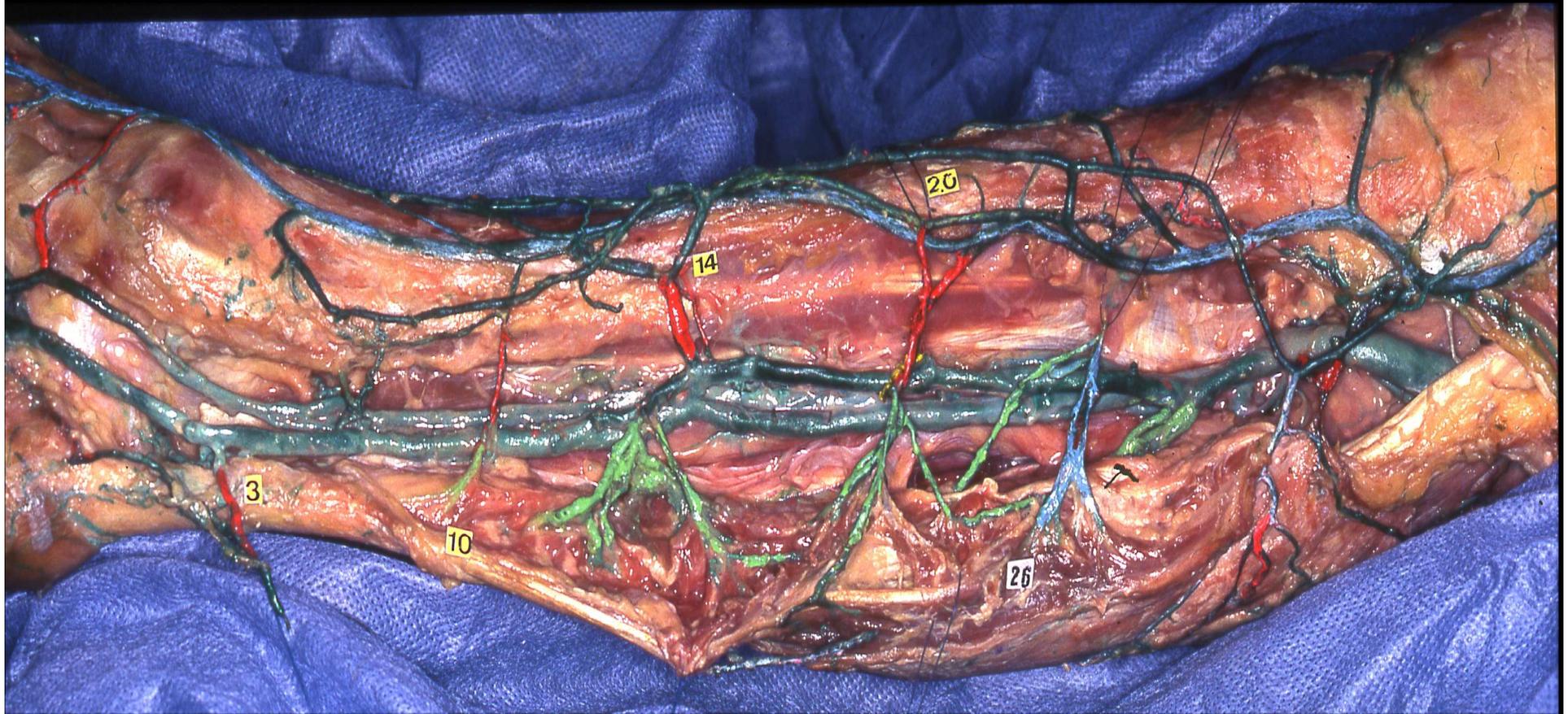
Médio-septales >> Tibiales post.  
Latéro-septales >> Fibulaires



Dissection anatomique avec segmentation colorée (vue latérale d'une jambe droite)

## Les veines médiales ...

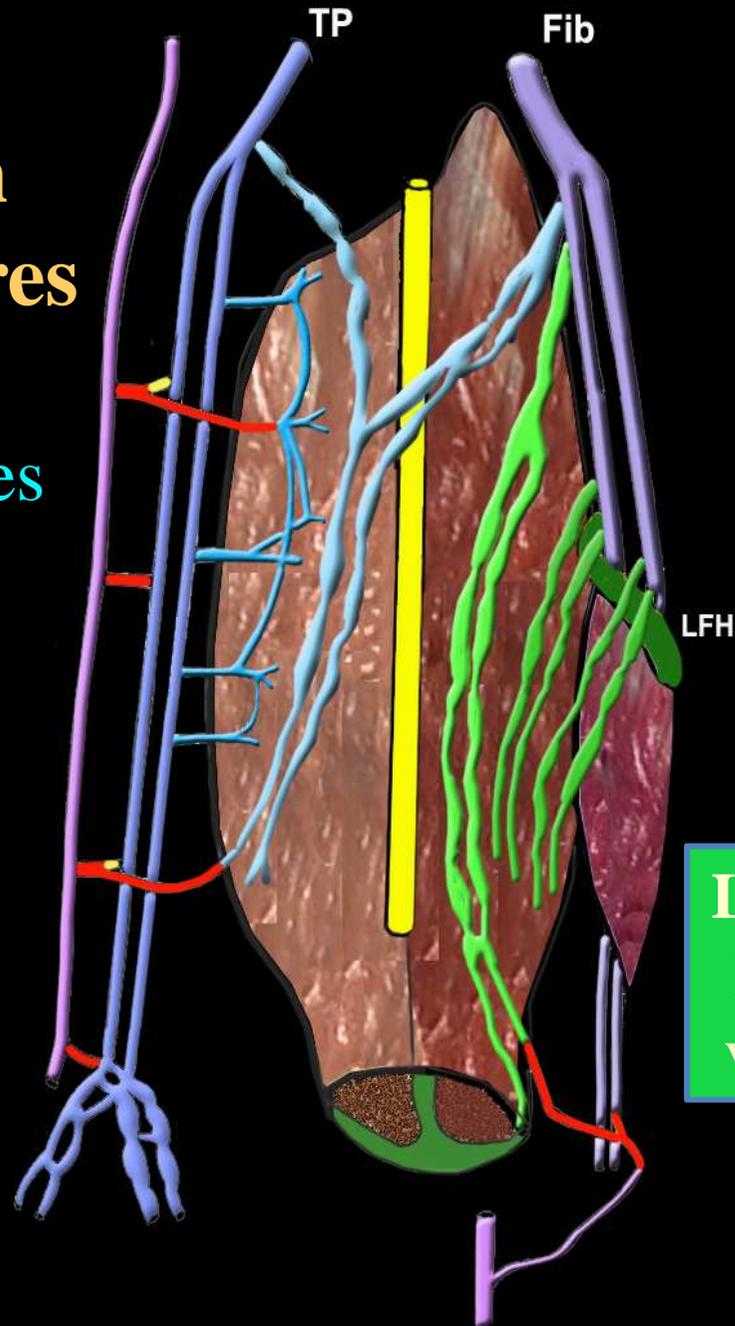
se drainent dans les veines tibiales postérieures et convergent en des niveaux précis qui expliquent le niveau d'implantation des perforantes jambières médiales (en rouge) à 10, 14, 20 cm de la malléole médiale.



**Résumé:**  
**Systematisation**  
**des veines soléaires**

Étagées et dispersées

**Médio septales**  
Horizontales  
étagées  
veines tibiales  
post.



**Latéro septales:**  
Longitudinales  
veines fibulaires

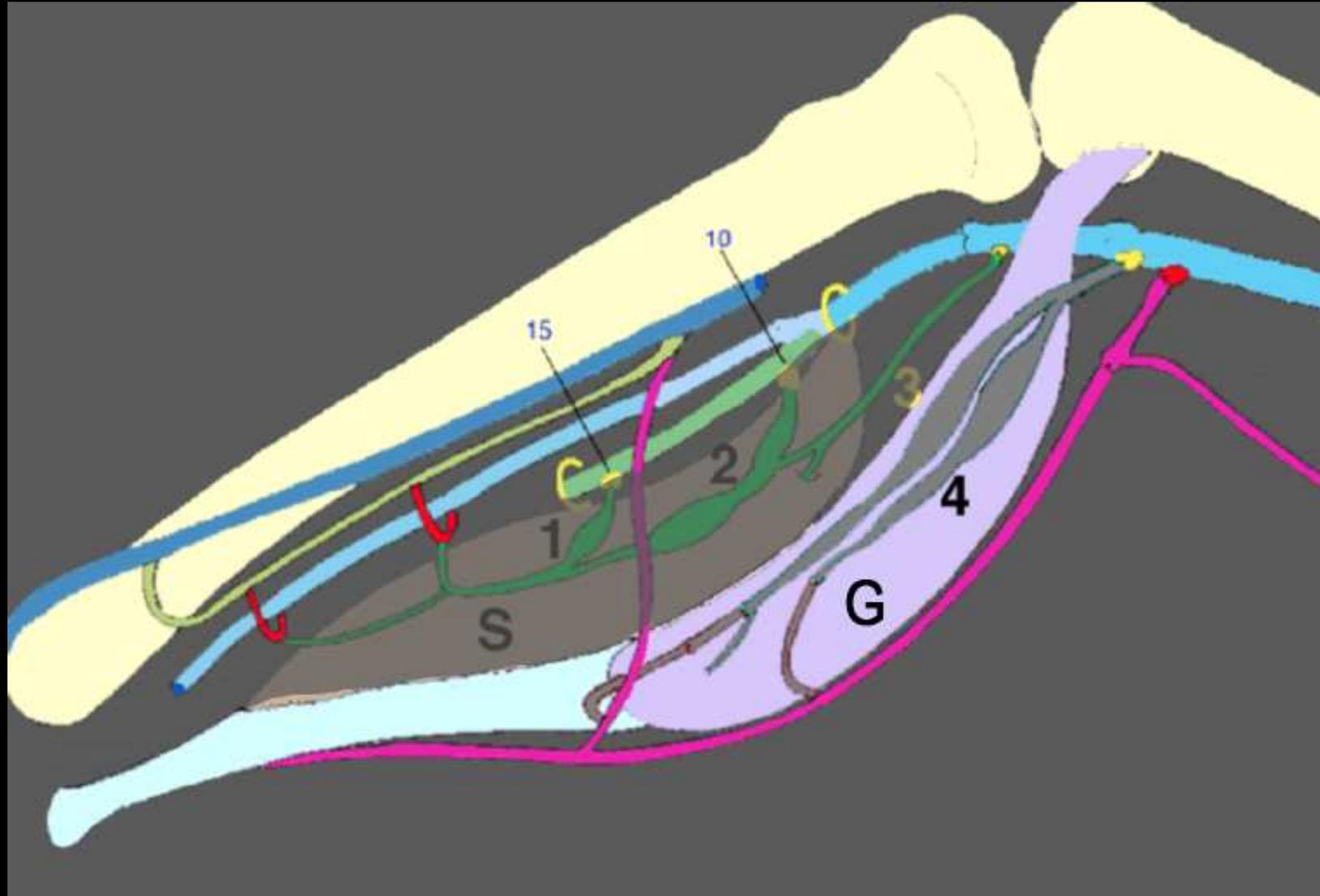
# *3- La pompe veineuse poplitée*

(muscles gastrocnémiens  
ou jumeaux)



# *La pompe poplitée*

*siège dans les veines gastrocnémiennes (4)*



# Les veines gastrocnémiennes

Gastrocnémienne médiale plus grosse avec 2 troncs

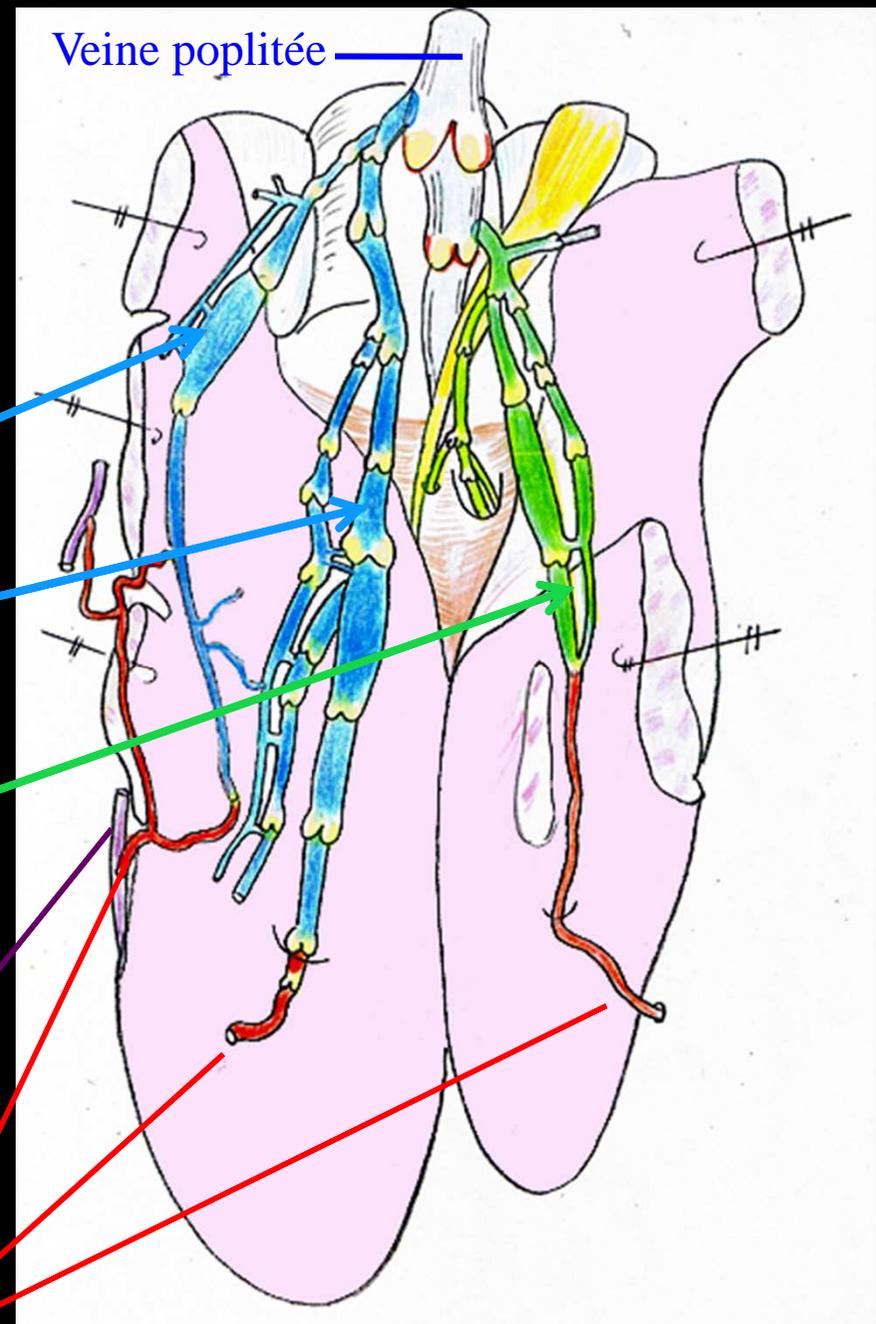
(en bleu) :

- Postéro latéral
- Antéro Médial

Gastroc. latérale plus petite 2 troncs (en vert) :

Petite Veine Saphène

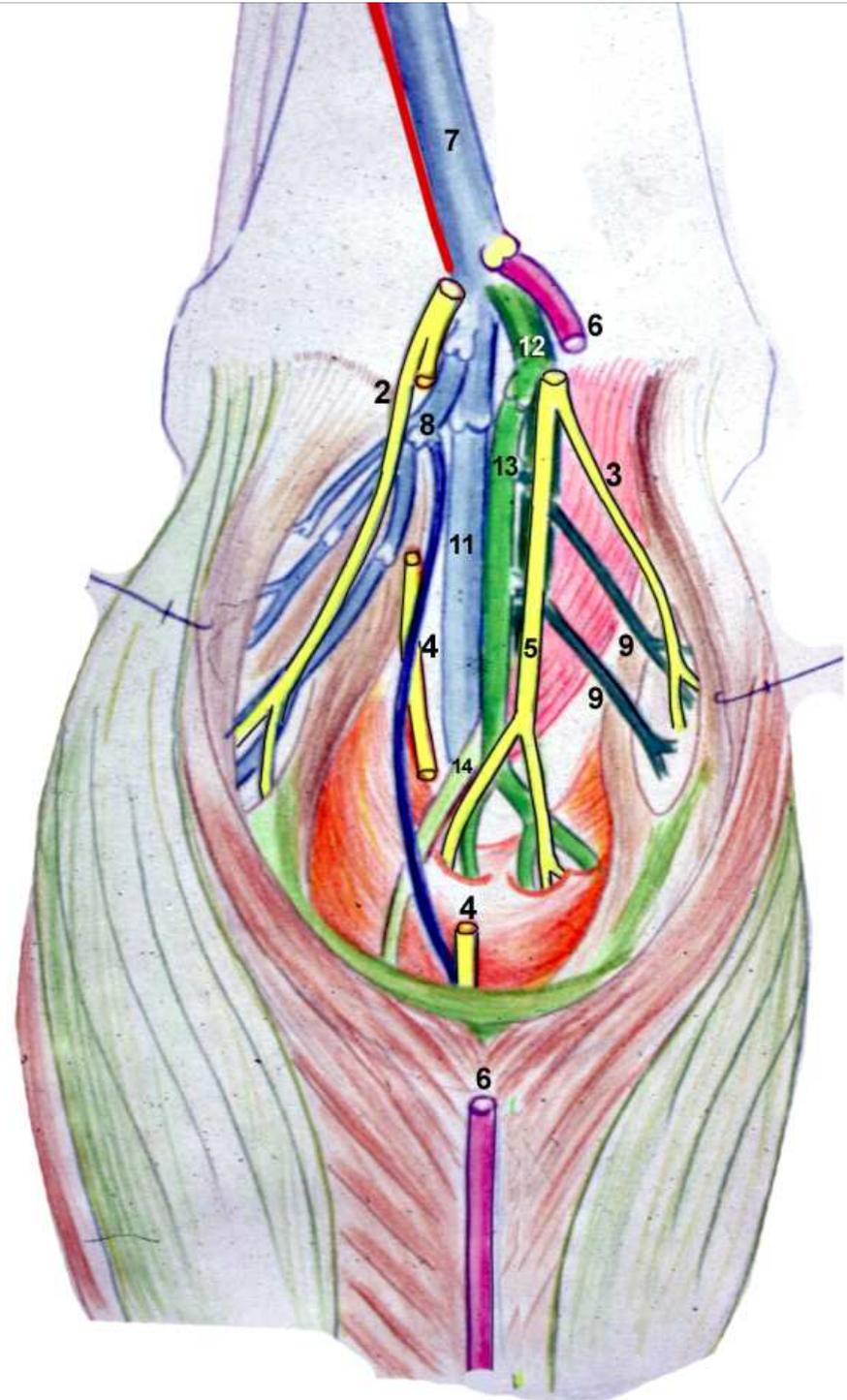
Perforantes gastrocnémiennes



# *Les veines gastrocnémiennes*



# Les veines gastrocnemiennes



# Modélisation 3D de l'anatomie du mollet par phlébo-scanner

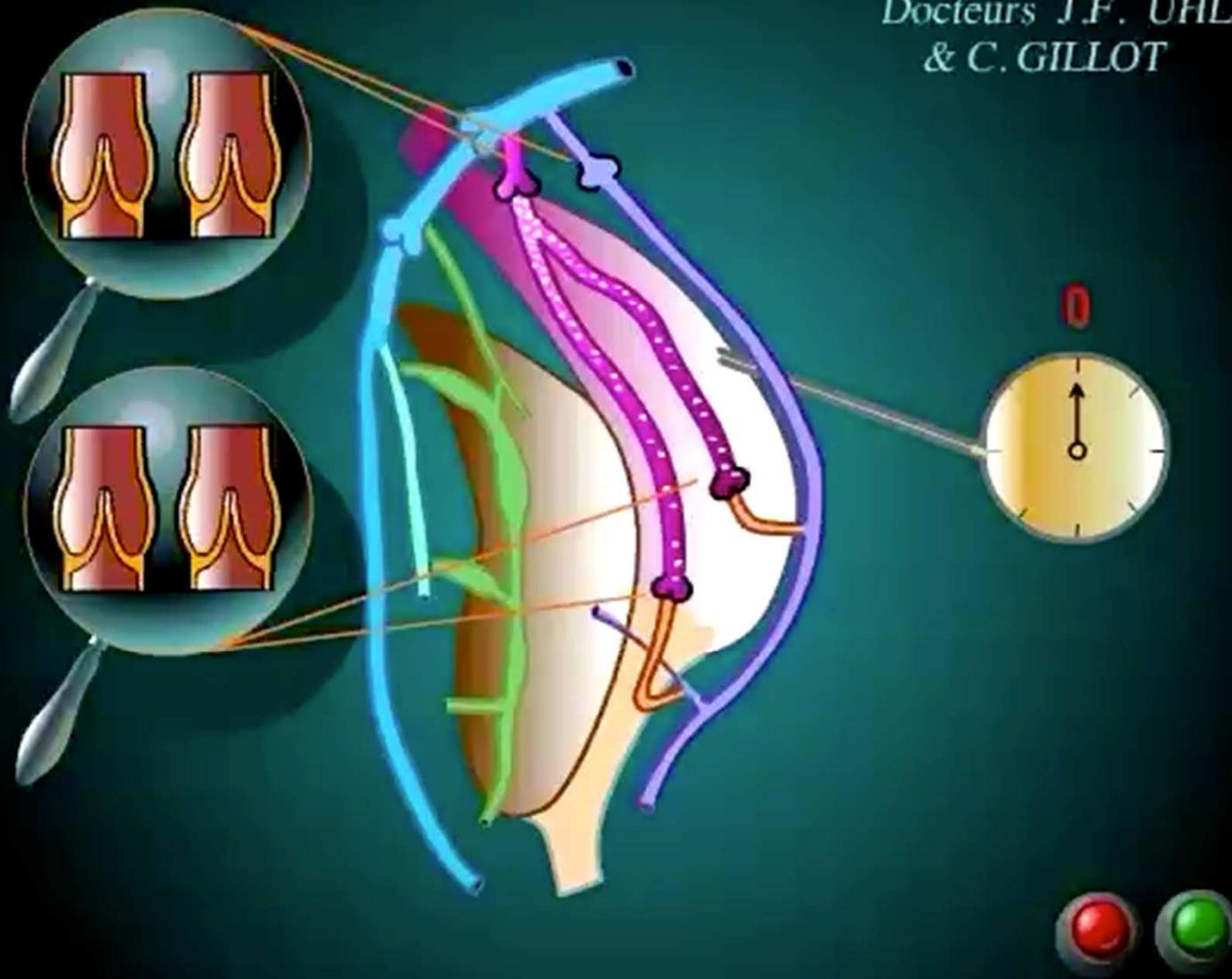


Logiciel dédié gratuit (Horos)



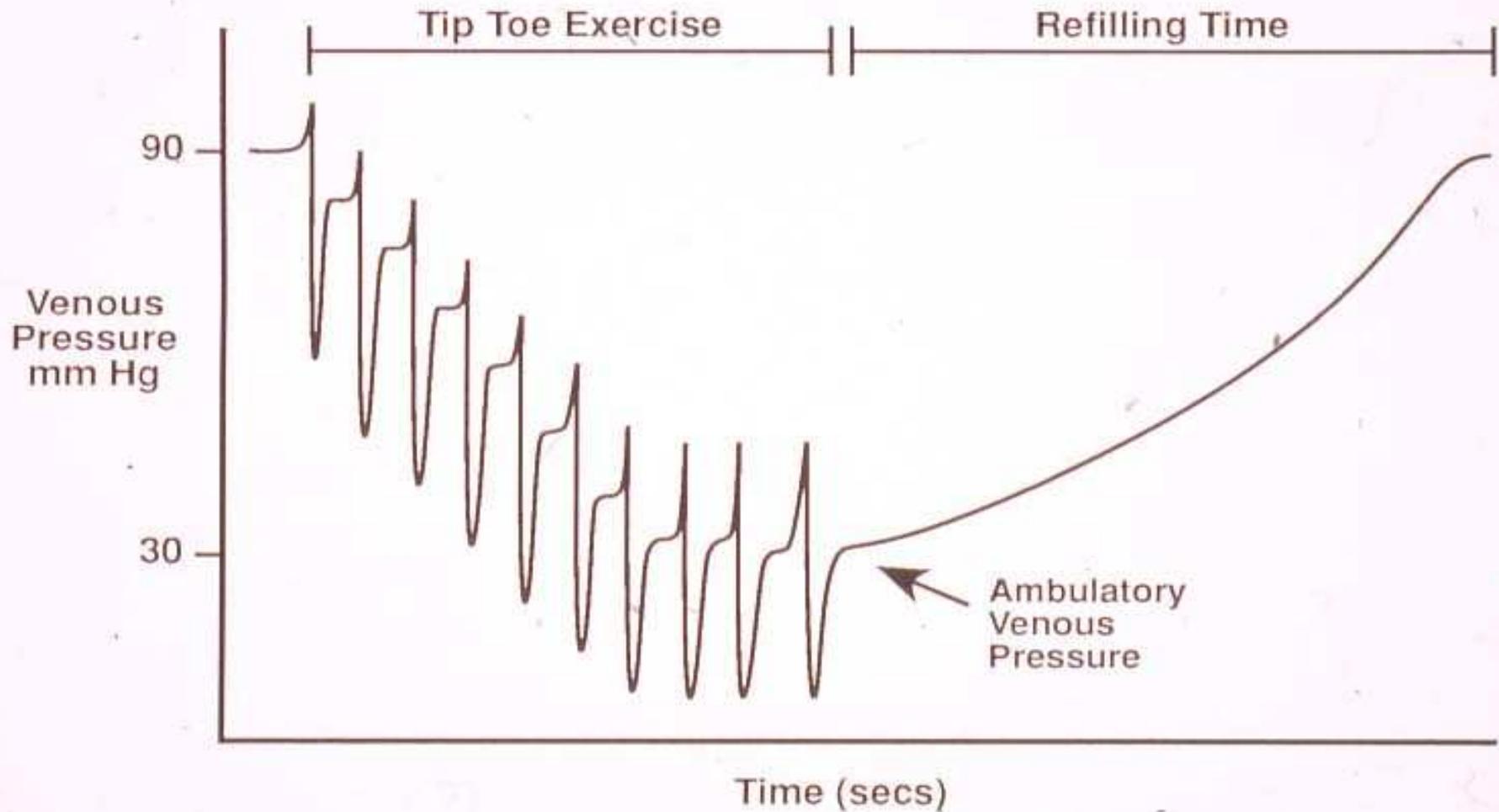
# *La pompe gastrocœnémienne*

Docteurs J.F. UHL  
& C. GILLOT



# **LA PRESSION VEINEUSE AMBULATOIRE**

## ***Air plethysmography (mmHg)***



*4- Les pompes  
veineuses de cuisse*

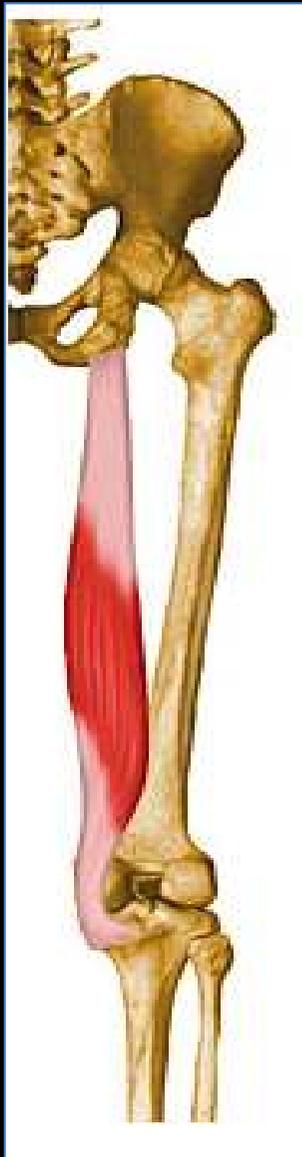
*Are located mainly:*

*in the biceps longus*

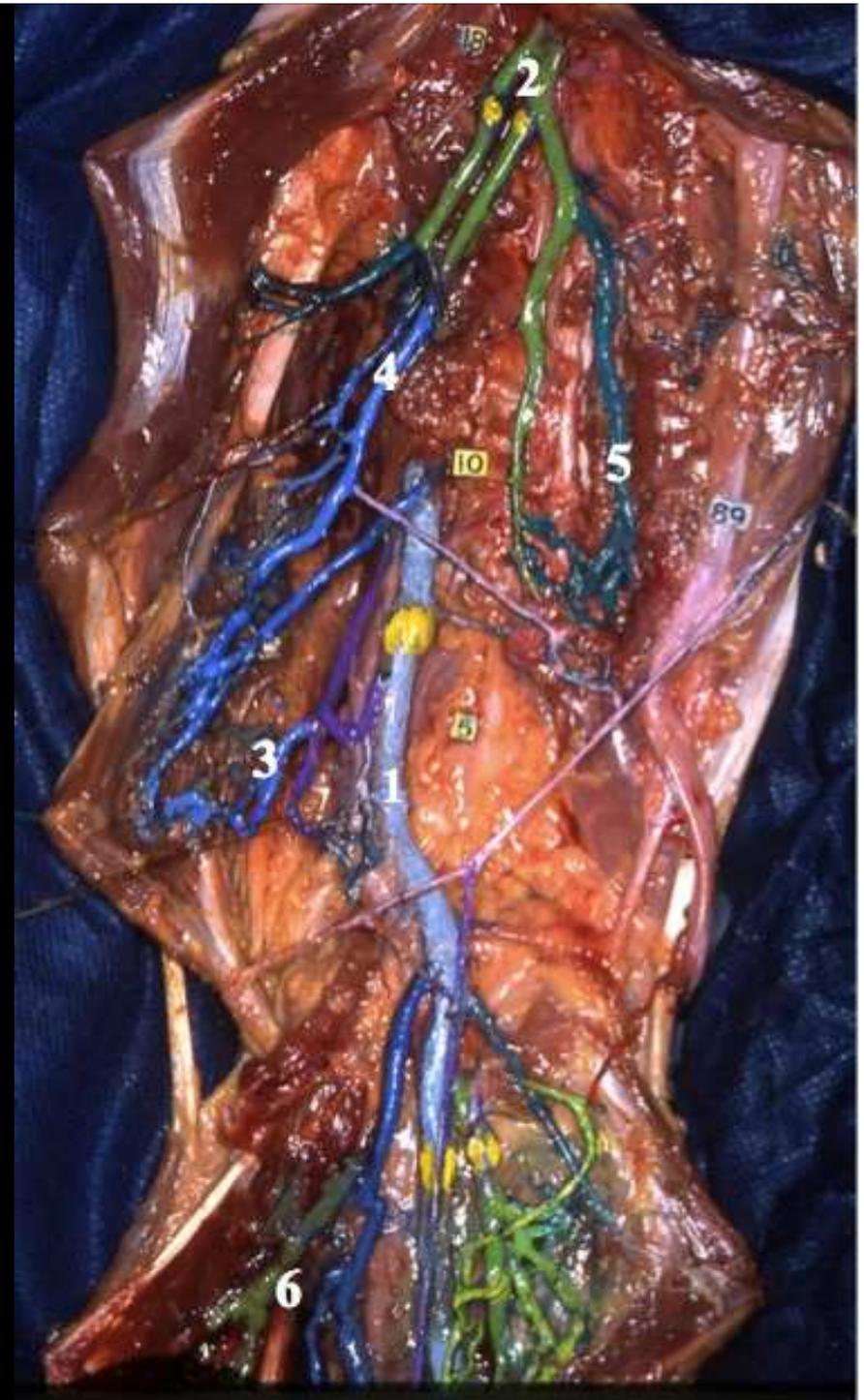
*the quadriceps*

*& the semi membranousus*

# LE MUSCLE SEMI-MEMBRANEUX

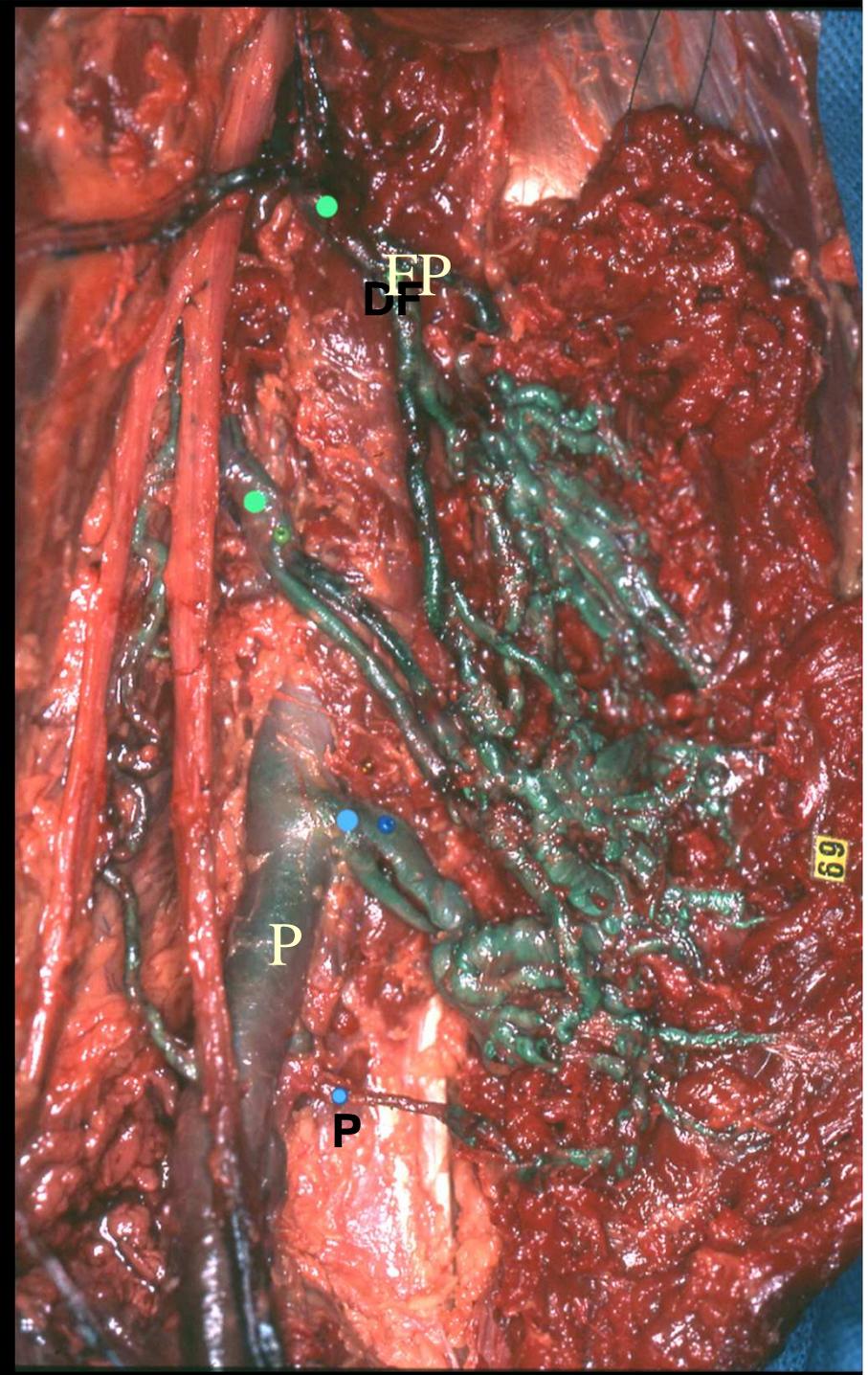


***LES ARCADES veineuses  
du semi-membraneux***



## *LES ARCADES veineuses du semi-membraneux*

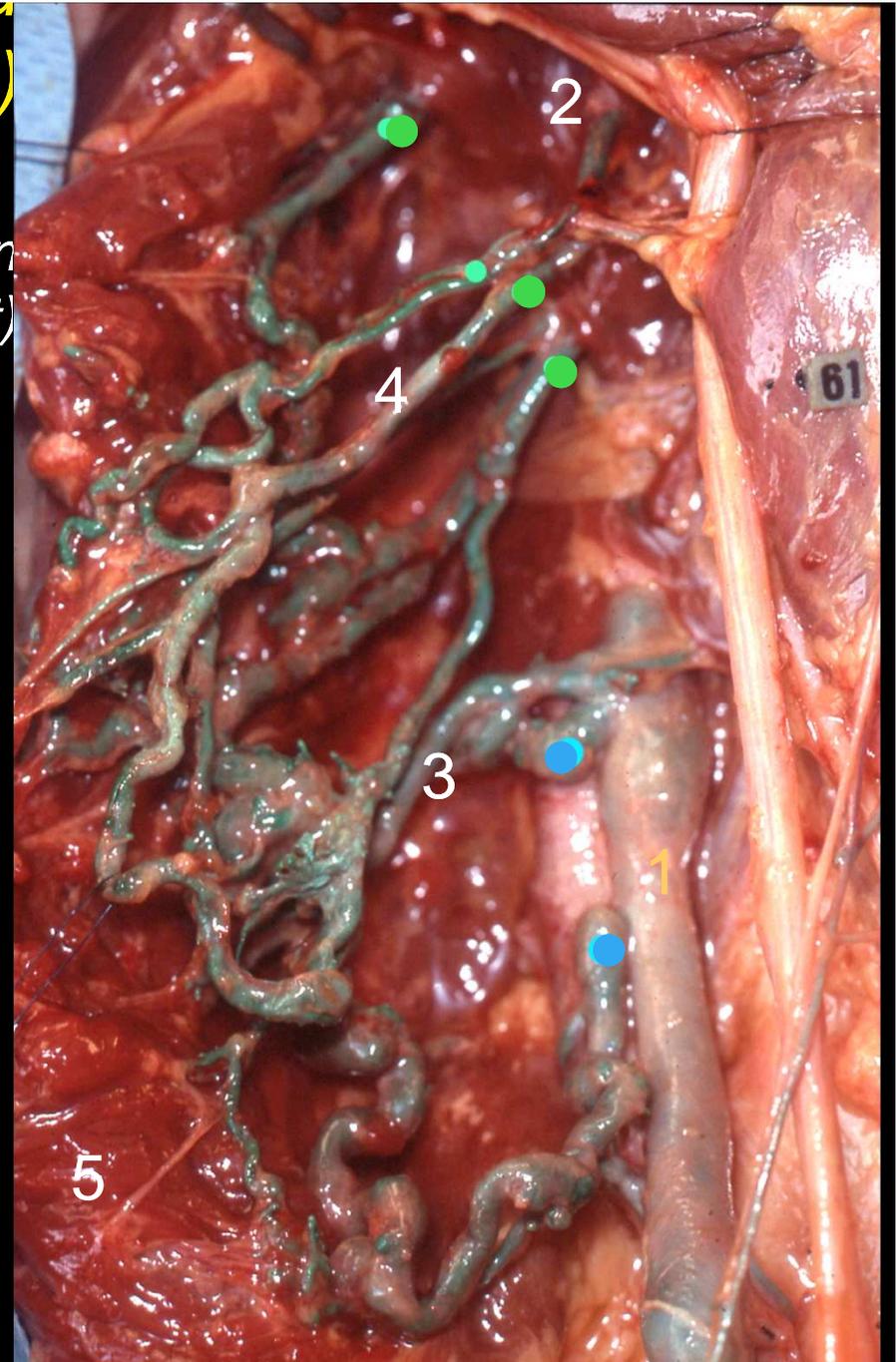
- Elles constituent un **by-pass** entre la veine poplitée (P) et la veine fémorale profonde (FP)



## Arcades veineuses du semi-membraneux (2)

(Dissection anatomique après injection  
de Latex vert au néoprène C. Gillot)

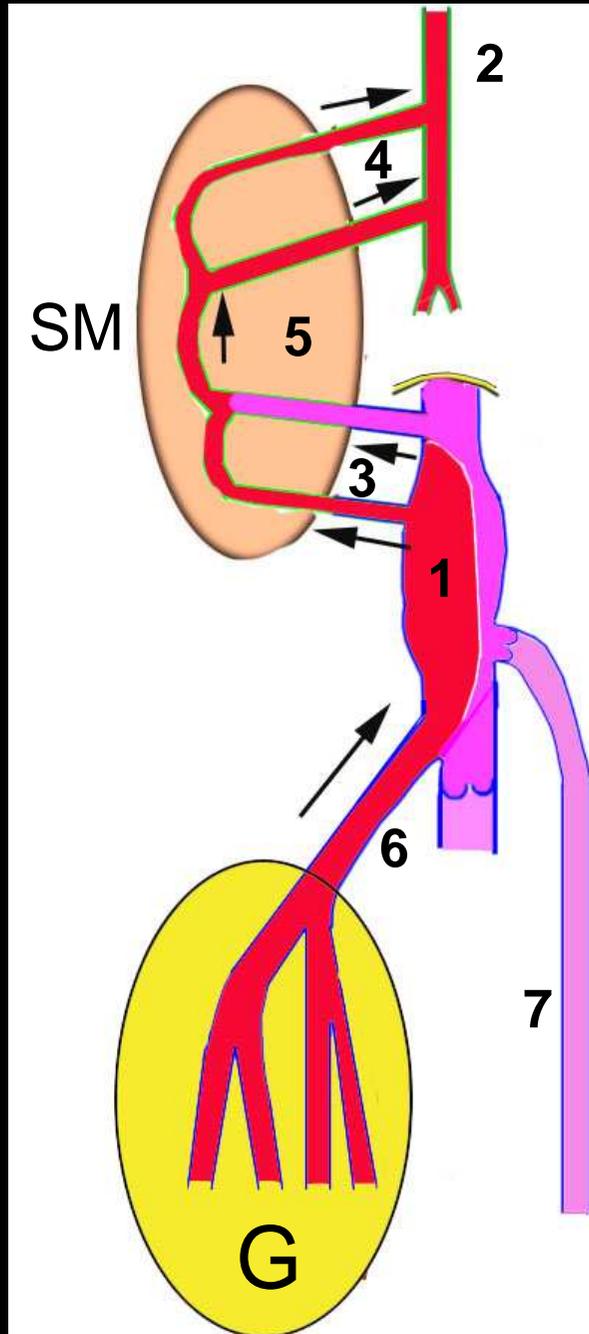
- 1- Veine poplitée
- 2- Veine fémorale profonde
- 3- Arcades afférentes ●
- 4- Arcades éfférentes ●
- 5- Corps charnu du SM



## Synchronisme des pompes musculaires du mollet et du SM

En raison de la puissance de la pompe du mollet, les arcades du SM jouent le rôle de **soupape** de sécurité.

- 1- Popliteal vein
- 2- Deep femoral vein
- 3- Afferent arcades
- 4- Efferent arcades
- 5- Belly of SM muscle
- 6- Gastrocnemial veins
- 7- Small saphenous vein



## *Cas clinique: récurrence après chirurgie PVS*



Stewart 34 ans

Chirurgie PVS il y a 4 ans

Œdème et douleurs

Compression 30 mm Hg

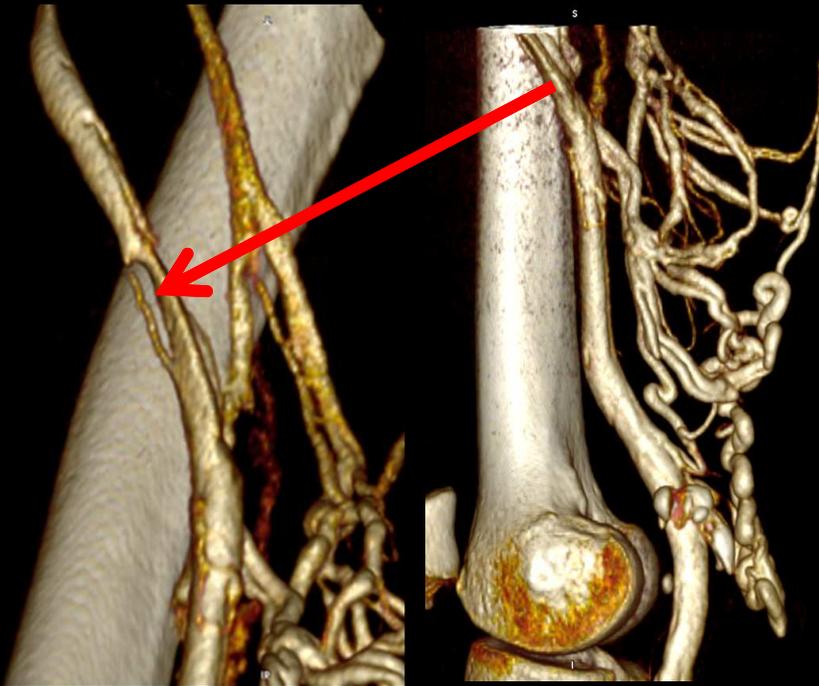
Reflux systolique du moignon PVS

Quel est votre diagnostic ?

Que proposez-vous ?

## CAS CLINIQUE avec MODELISATION 3d

- Les arcades veineuses du SM connectees au moignon PVS
- Constituent un shunt vicariant
- Qui shunte la stenose du
- canal de Hunter+++



# Autres dispositifs anatomiques de lutte contre le reflux

3 dispositifs anatomiques mal connus ont un rôle de freinhémodynamique limitant le reflux en position orthostatique complètent l'action physiologique fondamentale des valvules:

Le canal fibulaire,

Le canal de Hunter

La disposition plexiforme des veines tibiales postérieures

ce sont organisations anatomiques spécifiques ayant un rôle de lutte contre les reflux qu'ils soient rétrogrades physiologiques ou pathologiques.

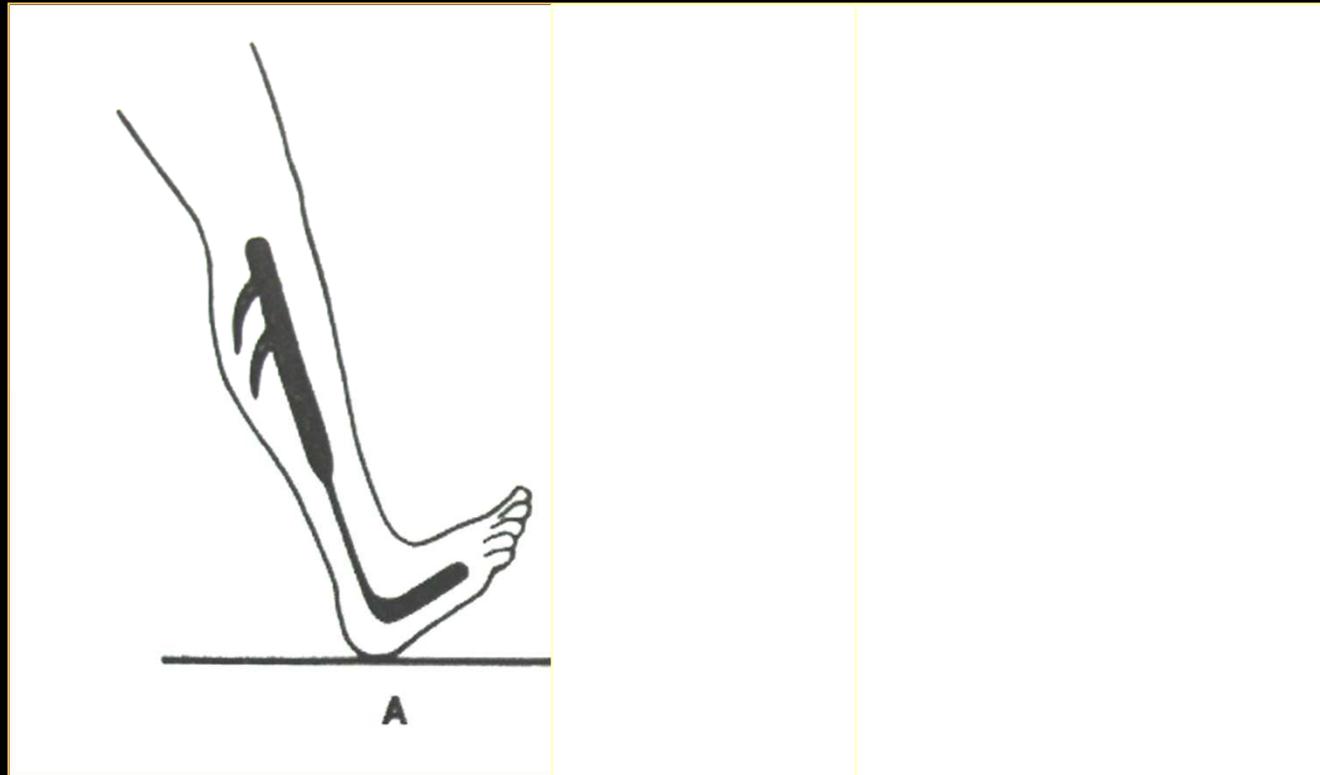
Plus généralement le dispersion des flux veineux de haut en bas, en particulier dans les sites stratégiques comme le confluent condylien ou «virage supra condylien» joue un rôle non négligeable.

# CONSEQUENCES pratiques pour le phlébologue

1-Penser au pied

2-Vérifier la posturologie

# *Activation des POMPES musculaires par la marche\**



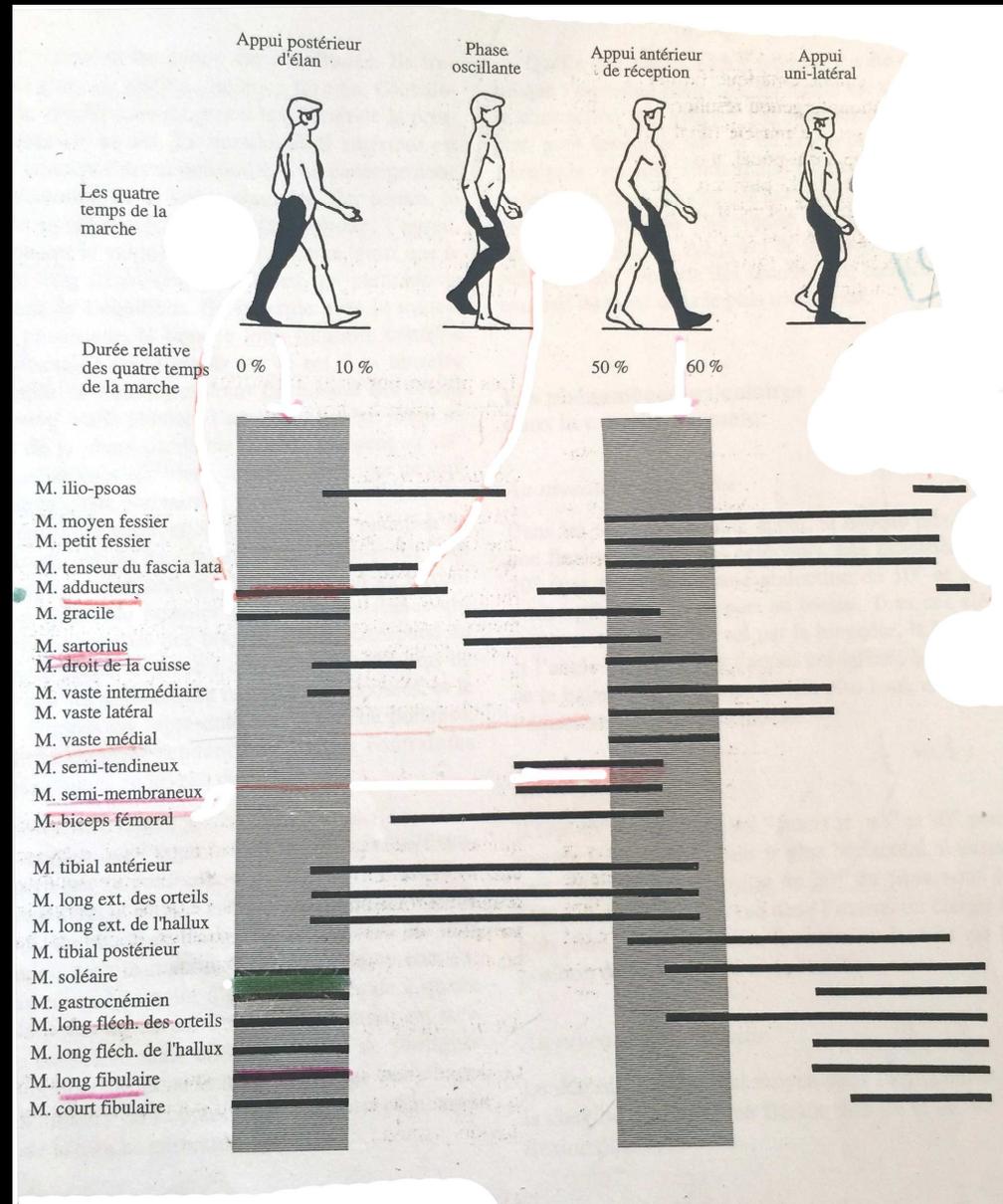
A: activation de la pompe distale du mollet

B: activation de la pompe plantaire

C: activation de la pompe proximale du mollet

*\* From Gardner and Fox John Libbey, London, second edition 1993*

# Chaine complexe d'évènements\*



Analyse fonctionnelle de  
La posture et de la marche

\* *Outrequin chapitre 47*

# **Rôle des troubles de la statique du pied dans la maladie veineuse chronique**

**Il existe une corrélation entre les TSP et la MVC\*,  
symptômes dits veineux et l'obésité.**

**La fréquence des troubles statiques du pied:**

- 18% dans une population « normale »**
- 37% chez les patients veineux ( x 2 )**
- 60% chez les patients veineux et obèses ( x 3 )**

*\* Uhl J.F, Gillot C., Chahim, M. Phlebology 2012, 27 :13-18*

# En pratique...

- **Les TSP doivent être considérés comme un important facteur de risque de la MVC**
- **Ils sont très fréquents ++++ (30 à 40%)**
- **Il est capital de détecter les TSP par l'examen du pied, et de les corriger par une orthèse.**

*\* Uhl J.F, Gillot C., Chahim, M. Phlebology 2012, 27 :13-18*

## **Comment agissent les TSP ?**

**Dysfonctionnement de la pompe plantaire par mauvais appui au sol.**

**Troubles posturaux entraînant un déficit de la pompe du mollet +++**

**Ces 2 points sont améliorés par une semelle de correction\***

*\* Saggini R. et al Int J Immunopathol Pharmacol. 2009 Jul-Sep; 22 (3 Suppl):1-8.*

## **Une étude clinique récente\* confirme**

**La cause souvent **NON VEINEUSE** des symptômes chez les variqueux (50% dans notre étude):**

**Donc toujours bien penser au pied +++**

**L'efficacité clinique des **semelles seules** sur les symptômes et la qualité de vie.**

**à associer à compression et marche**

*\* Uhl J.F , Chahim, M, Allaert F.A. Phlebology Sept 2013.*

## **Conséquence pratique +++**

**Chez tous les patients veineux, il faut systématiquement rechercher des TSP (pied creux ou plat)**

**Leur correction par une orthèse va beaucoup améliorer le patient en stimulant les pompes plantaire et du mollet donc améliorer les symptômes et la qualité de vie.**

**En pratique,  
Comment stimuler  
le retour veineux ?**

# Les Règles d'hygiène veineuse

- Activer les pompes musculaires du Mb inf. surtout le **MOLLET**, véritable « cœur périphérique »  
Le port de talons hauts inhibe la pompe du mollet \*
- Lutte contre l'immobilité et l'orthostatisme = **MARCHE**
- Solliciter l'aspiration cardio-thoracique
- Préserver les valvules (prévention des phlébites)

\* *Filho et al. Vasc Surg 2012;56:1039-44*

# *Obstacles veineux*

- Vêtements trop serrés faisant garrot
- Hyperflexion ou extension du genou = obstacle postural de la veine poplitée >> Coussin sous le talon chez les opérés et alités
- Obésité\* (compression iliaque + hypomobilité)

\* *Van Rij et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 35, 739-44 (2008)*

# *Solliciter l'aspiration thoracique*

- Activer la pompe diaphragmatique (exer. respiratoires)
- Traiter l'insuffisance cardiaque
- Contre l'hyperpression abdominale
  - Constipation
  - Obésité

# *Port d'une compression*

- Indispensable en cas d'insuffisance veineuse
- Utile chez les sujets sédentaires ou les professions exposées (coiffeurs , hôtesses)
- Agit au niveau du **mollet et à la marche** +++
- La compression **inélastique** est plus efficace sur la fraction d'éjection\* (bandes à allongement court)

• *Mosti G. Phlebology 2012 27: 1*

## *Comment activer la pompe du mollet ?*

1. Marche +++

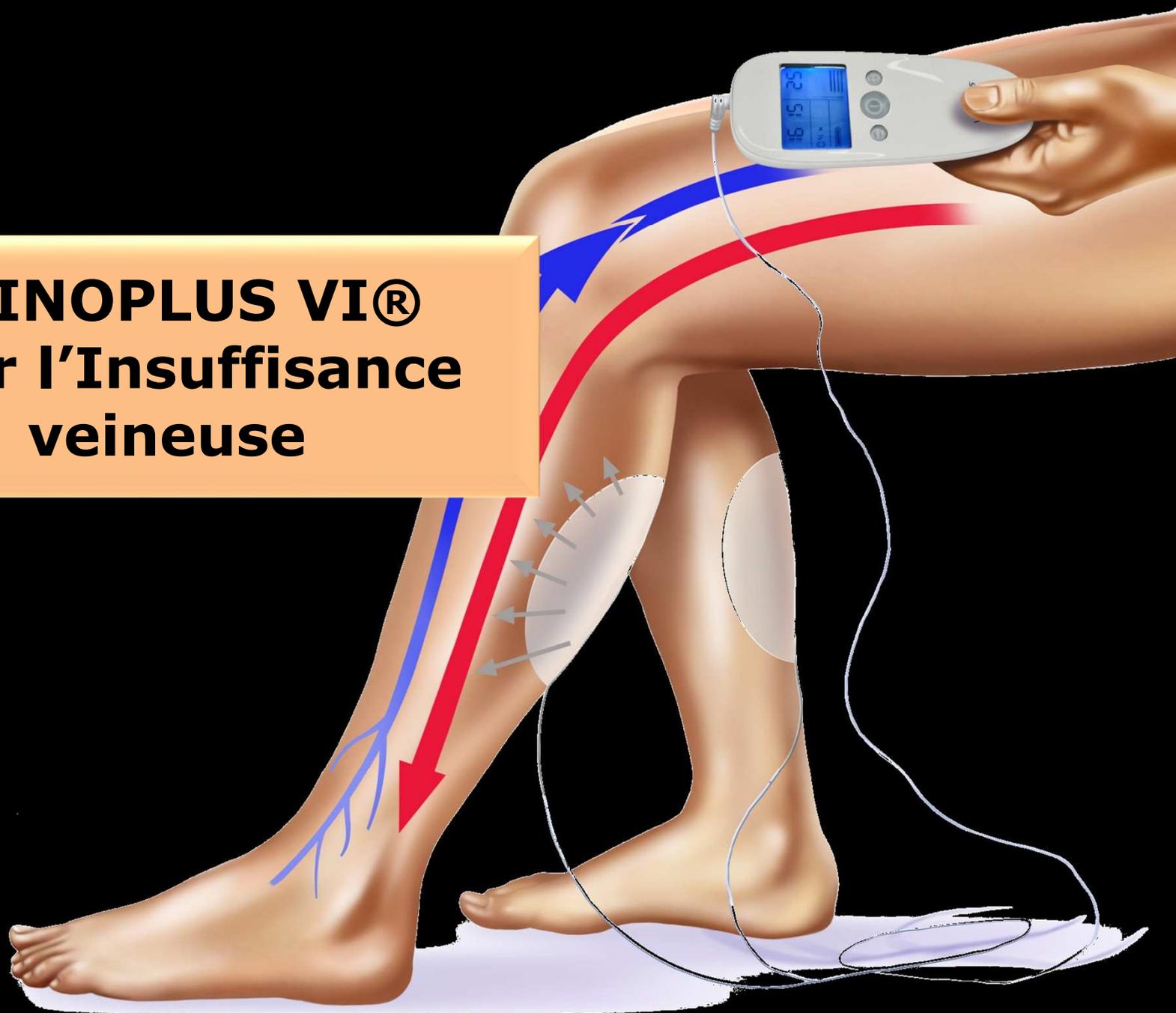
2. Compression (et marche)

3. Stimulation électrique

*Comment agit la compression ?*

Essentiellement sur le mollet

**VEINOPLUS VI®  
Pour l'Insuffisance  
veineuse**



# VEINOPLUS VI®- Hémodynamique

1. Réduction immédiate de la stase veineuse
2. Réduction de l'hypertension veineuse
3. Augmentation vélocité et volume sanguin

*Conclusion*

## *à retenir... (1)*

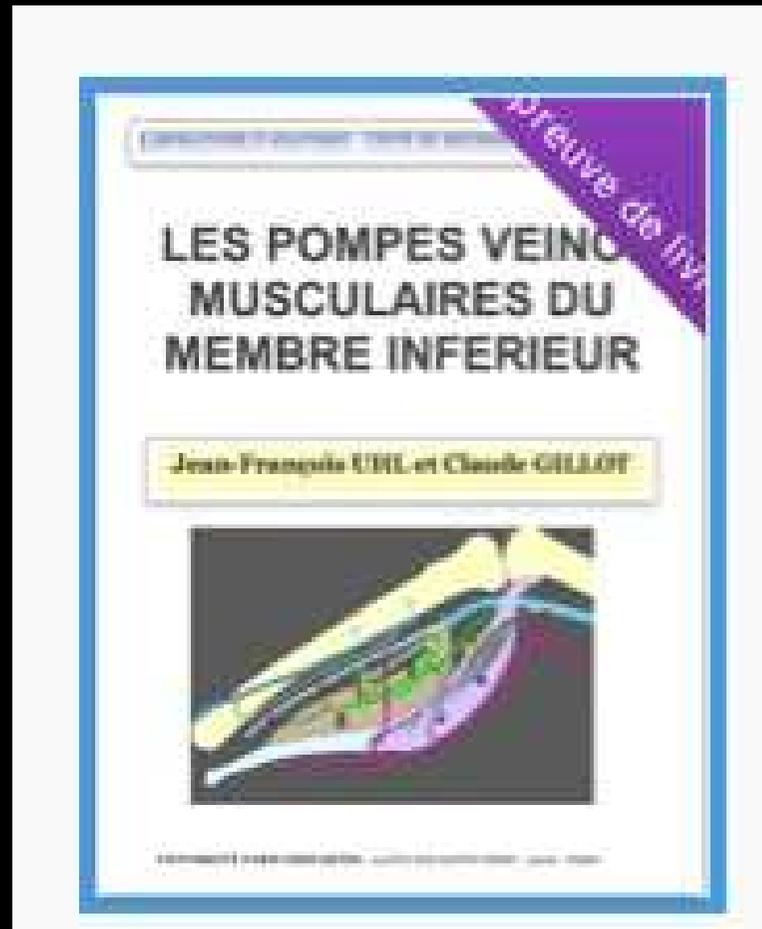
- Les pompes musculaires jouent un rôle capital dans le retour veineux, véritable **cœur périphérique** activant la circulation de retour.
- Le mollet fait partie d'une **chaîne fonctionnelle** : pied – mollet – cuisse qui joue un rôle essentiel dans le retour veineux du membre, complété par l'action anti-reflux des valvules.

## *à retenir... (2)*

- Le **déficit de la pompe** (raideur de la cheville) est un facteur majeur d'insuffisance veineuse.
- La **marche quotidienne** et les activités sportives sont fondamentales pour lutter contre la stase et l'hypertension veineuse chroniques.
- La **STIMULATION ELECTRIQUE** du mollet est une solution innovante chez les gens à mobilité réduite... et les autres !

*Pour en savoir  
plus...*

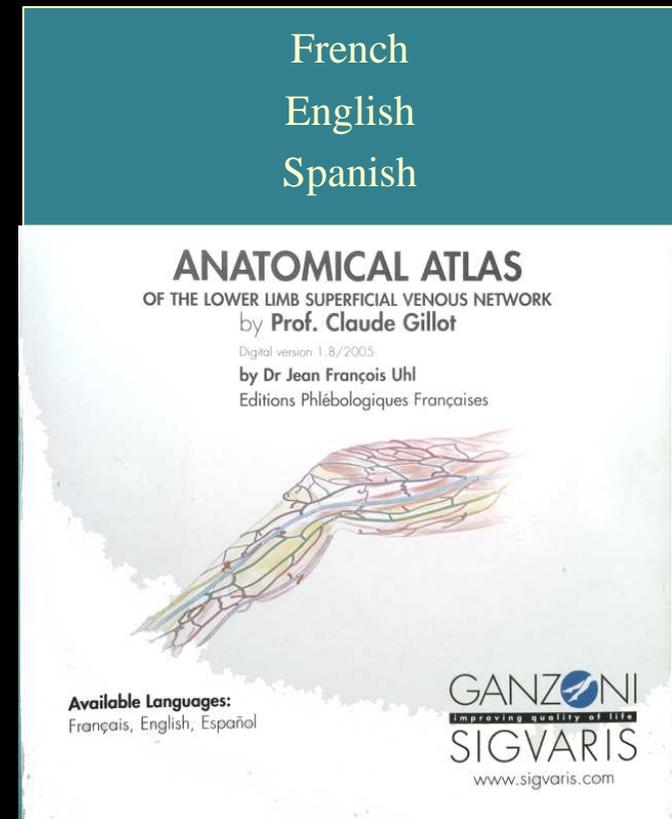
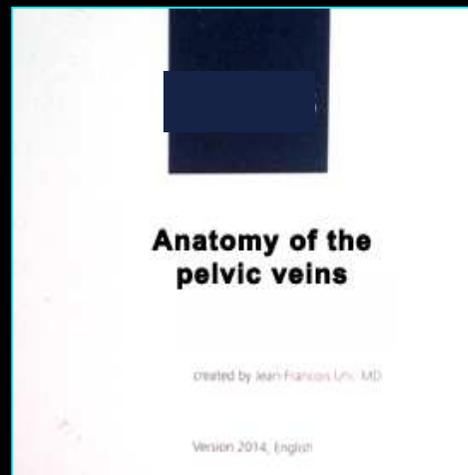
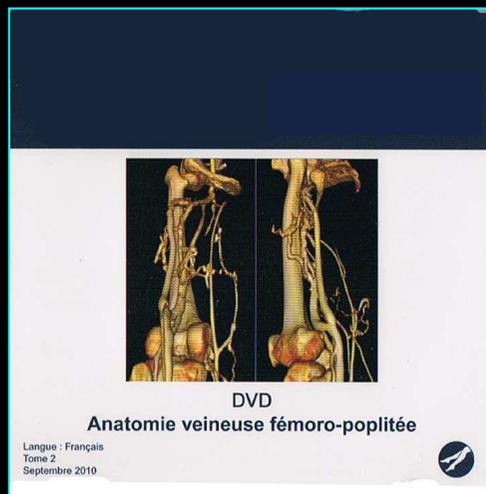
# *ibook gratuit sur Applestore®*



## Table des matières

- Vignettes
- ▶ Vidéo d'introduction
- ▶ 1 Les mécanismes du retour veineux
- ▶ 2 [La pompe veineuse plantaire:](#)
- ▶ 3 Les pompes veineuses du mollet
- ▶ 4 Les pompes de cuisse
- Glossaire

# DVD of venous anatomy & **ATLAS of GILLOT** ([www.jfuhl.com](http://www.jfuhl.com))



# *MULTIMODAL VENOUS IMAGING*

## *Masterclass ... in Paris*



[www.anatomy-masterclass.com](http://www.anatomy-masterclass.com)



Save the date !

7<sup>th</sup>-8<sup>th</sup> July 2018