

# LES POMPES VEINO-MUSCULAIRES du membre Inférieur

Jean-François UHL

*Chirurgien vasculaire - membre de l'Académie de Chirurgie  
Chaire d'anatomie numérique (UNESCO)  
Directeur de recherche - Université Paris Cité*

[jeanfrancois.uhl@gmail.com](mailto:jeanfrancois.uhl@gmail.com)



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



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

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:

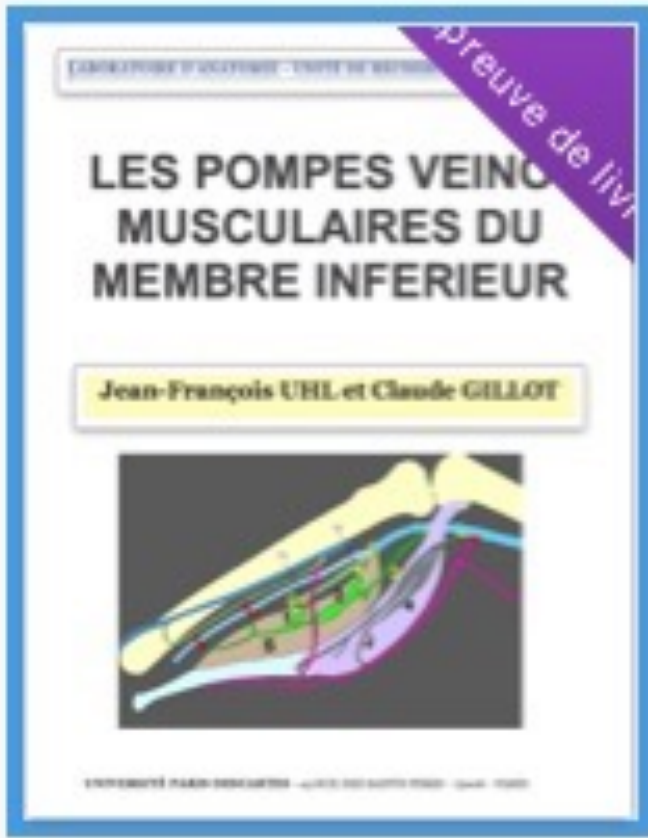
[sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav](http://sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav)

DOI: 10.1177/0268355513517688

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

 SAGE

# 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

# Plan :

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



# Généralités

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

( lutte contre la pression gravitaire en orthostatisme)

- **Pompes musculaires**

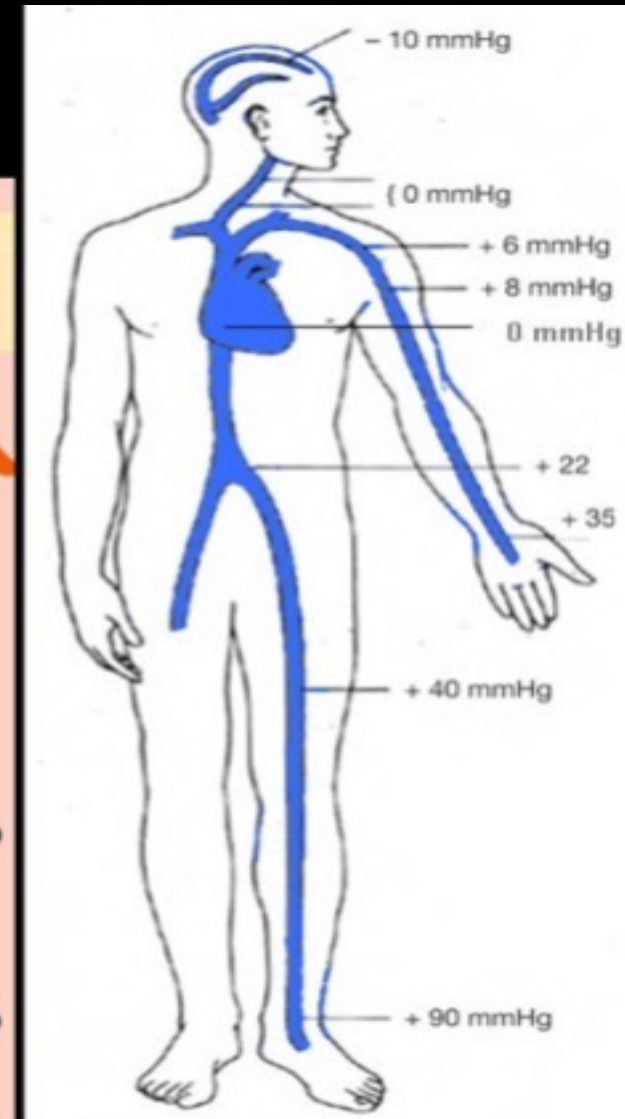
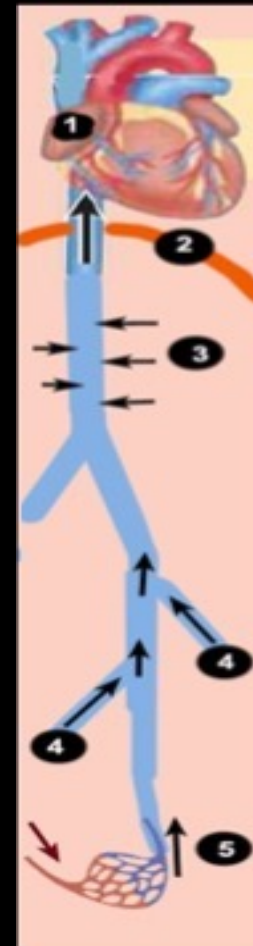


- **Valvules**



# Mécanismes des pompes

- 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**

# Vis a fronte

## SECTION 3

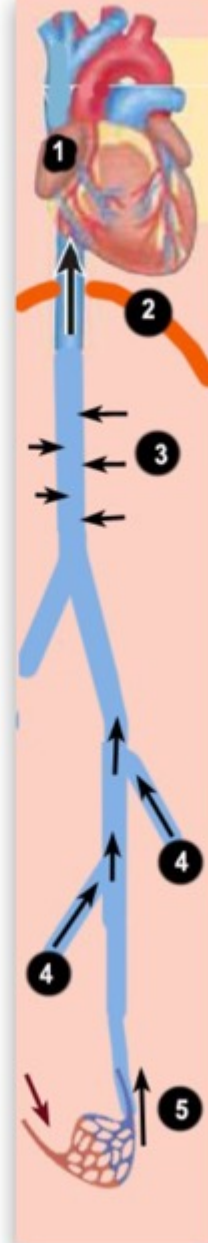
### Aspiration cardio-thoracique

La **Vis a fronte**:    suction cardiaque **1** (onde p)      
                                  et pompe diaphragmatique **2** (fonctionnement de la ventilation)    

Le gradient de pression dépend des **pressions intra-thoraciques et intra-abdominales**:

- **Inspiration** = Diminution de la pression intra-thoracique donc effet d'aspiration vers le coeur ( $\Delta P = 5$  mmHg)
- **Expiration forcée** = Elévation de la pression intra-abdominale donc compression de la veine cave et augmentation du retour veineux.
- **Manoeuvre de Valsalva** = expiration forcée à glotte fermée (SURPRESSION)  
Elévation de la pression intra-thoracique donc donc diminution du retour veineux et du débit cardiaque droit.
- **Manoeuvre de Müller** = inspiration à glotte fermée après expiration forcée (DEPRESSION)  
Baisse de la pression intra-thoracique et augmentation du retour veineux. Elévation de la postcharge ventriculaire.

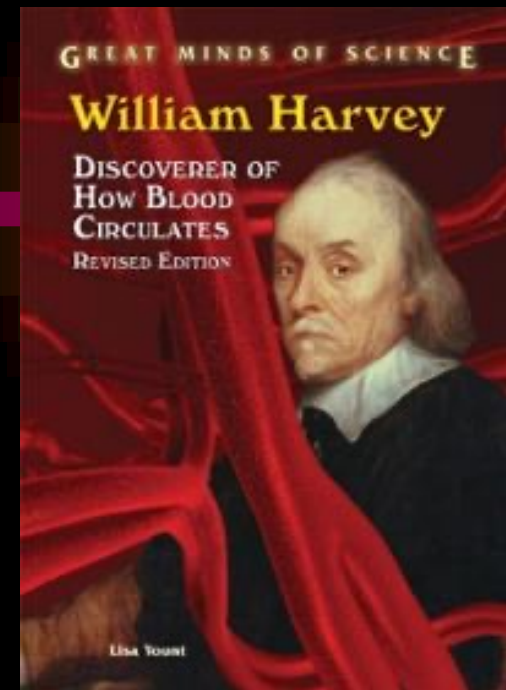
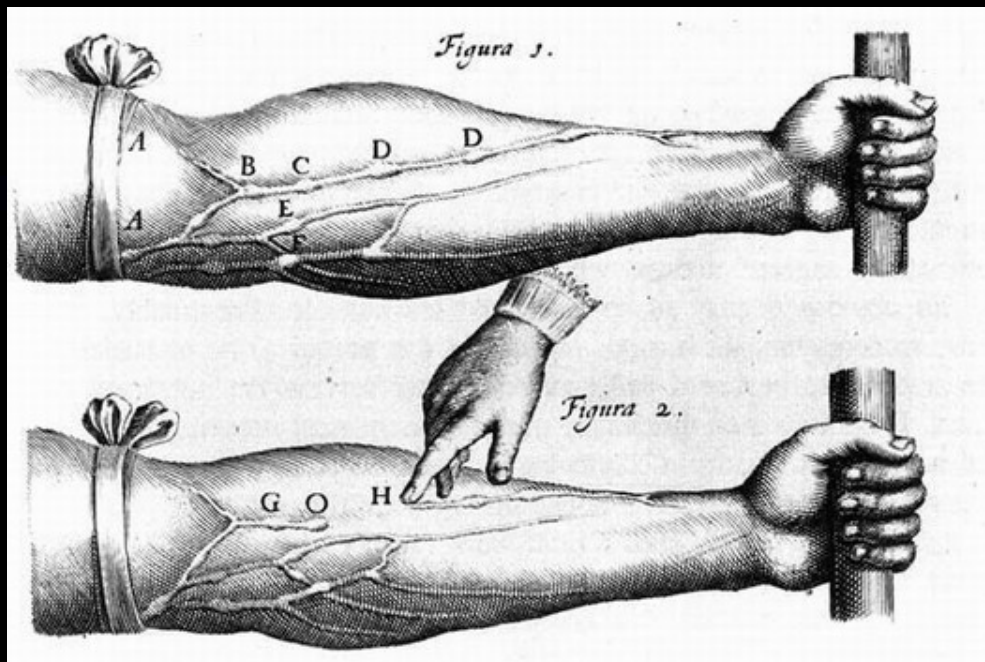
	INSPIRATION	EXPIRATION FORCEE	VALSALVA	MULLER
Pr. intra thoracique	-	+ (abdo)	+	-
Retour veineux	+	+	-	+



# Les valves anti-reflux

unidirectionnelles

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)

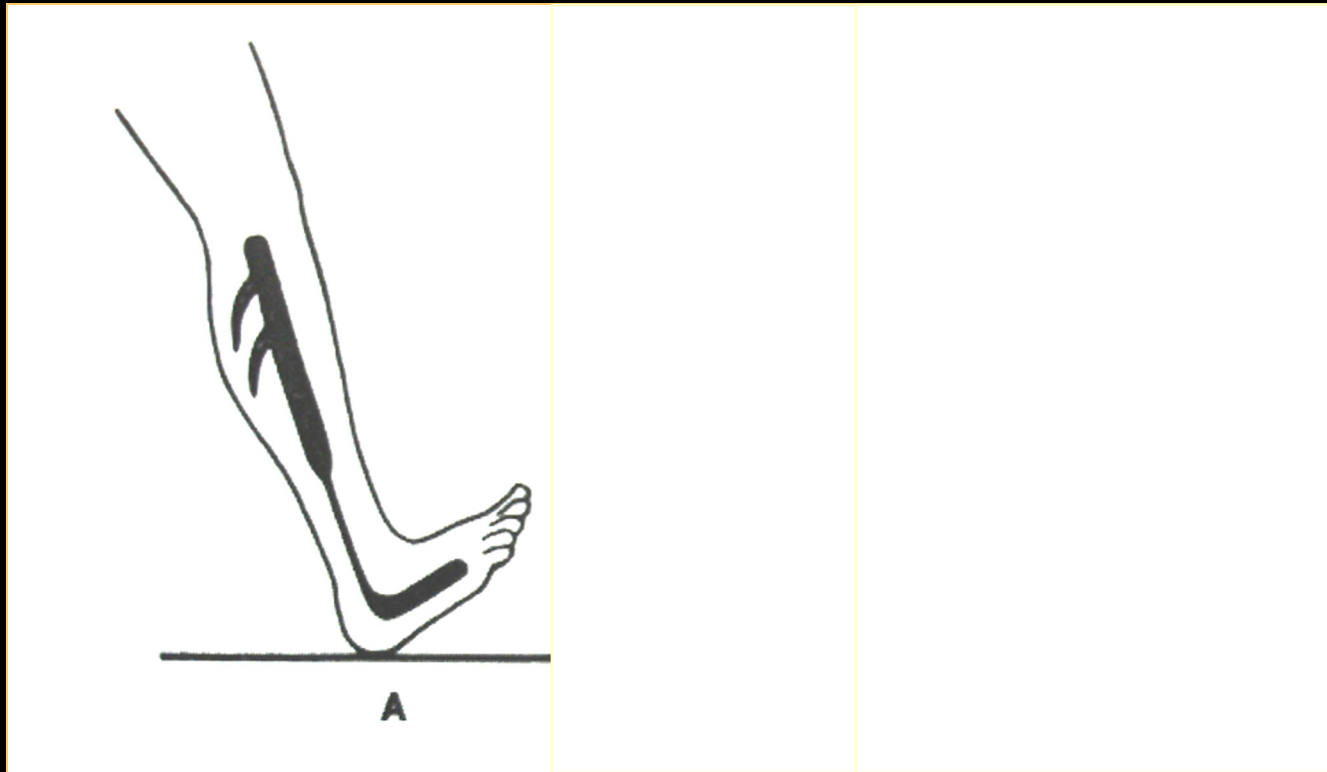


**Phlebology OnlineFirst, published on January 10, 2014 as doi:10.1177/0268355513517686**

RAPPEL ESSENTIEL  
d'Anatomie fonctionnelle



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



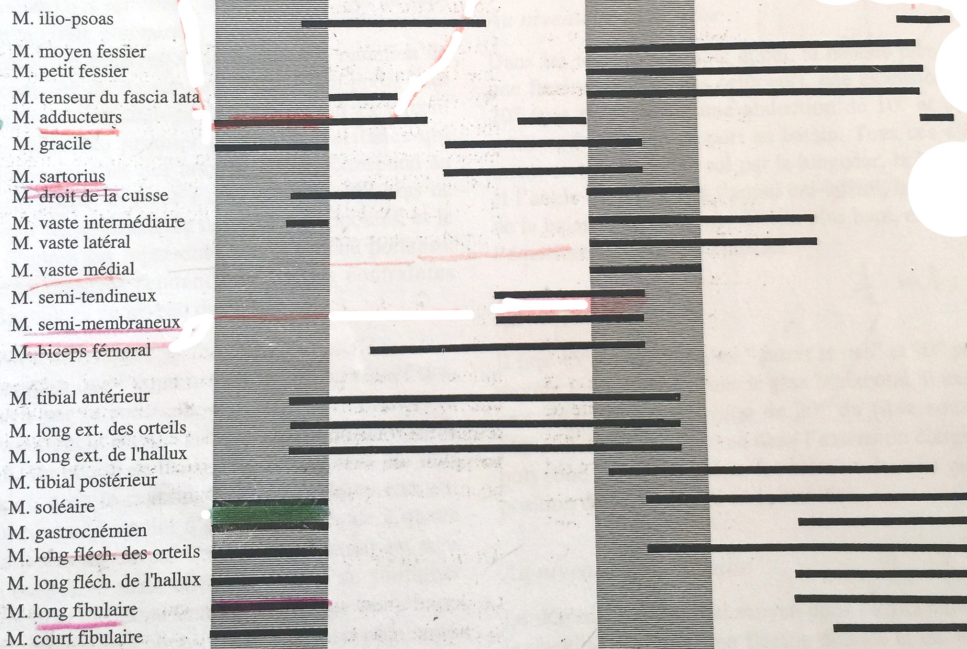
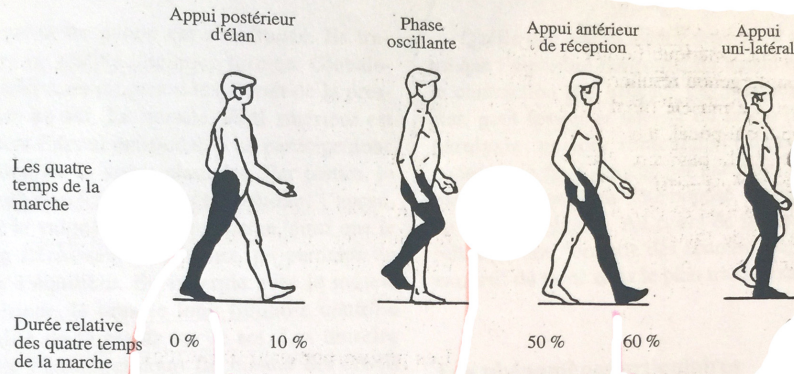
A: activation de la pompe distale du mollet

B: activation de la pompe plantaire

C: activation de la pompe proximale du mollet

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

# Chaîne complexe d'évènements\*



## Analyse fonctionnelle de la posture et de la marche

\* *Outrequin chapitre 47*

# *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**

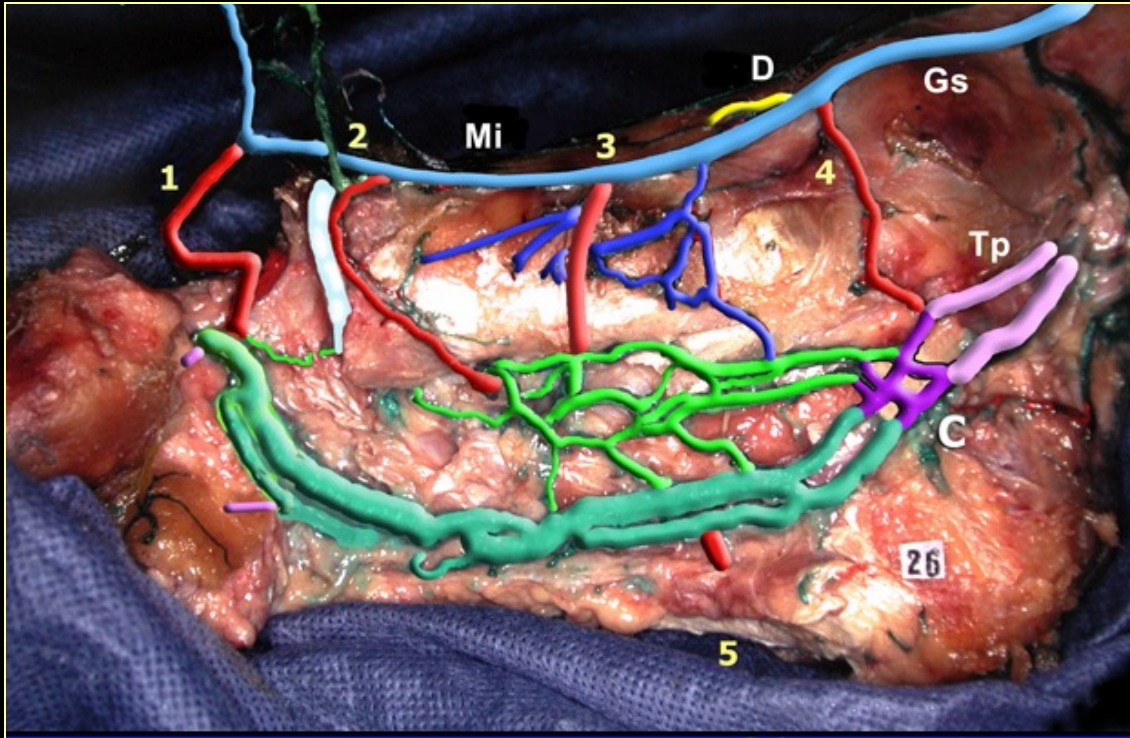
**J-F Uhl\*† and C Gillot†**

\*URDIA Anatomy Research Unit EA4465, University Paris Descartes, Paris, France; †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



# La pompe du pied: les veines plantaires

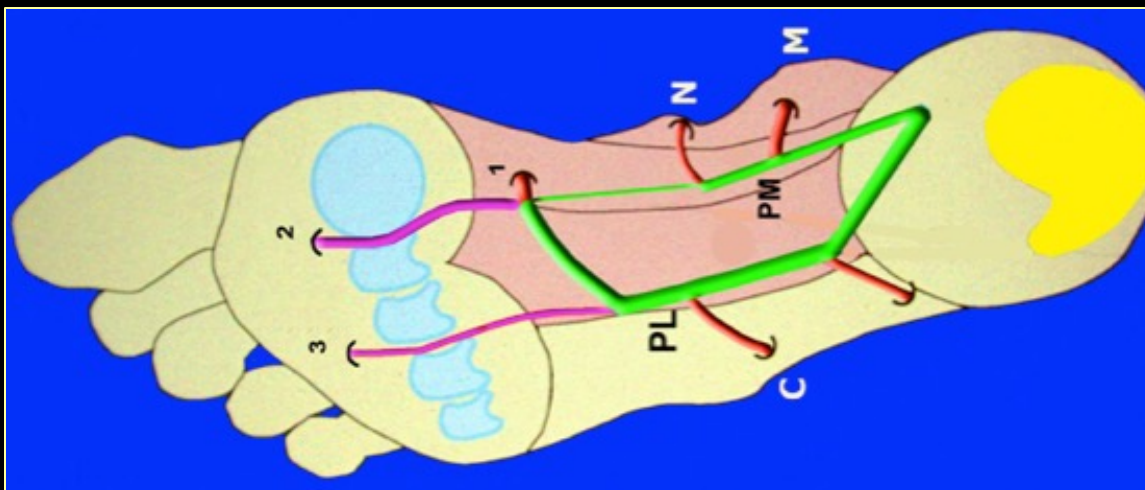


La pompe du pied est  
située au niveau

Des **veines plantaires**

**Latérales.** (et non de

La semelle de Lejars)

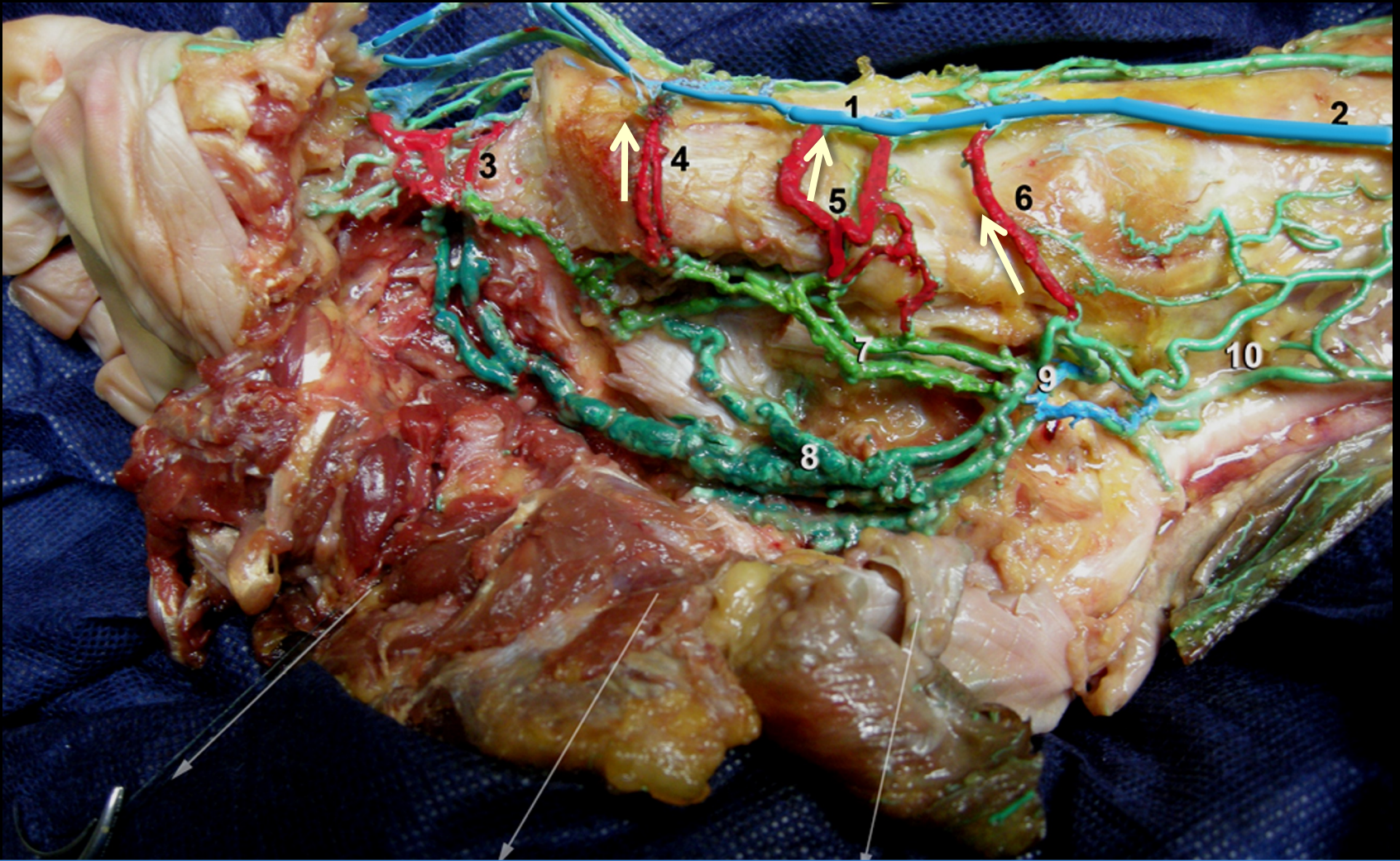


Projection plantaire

Des veines du pied

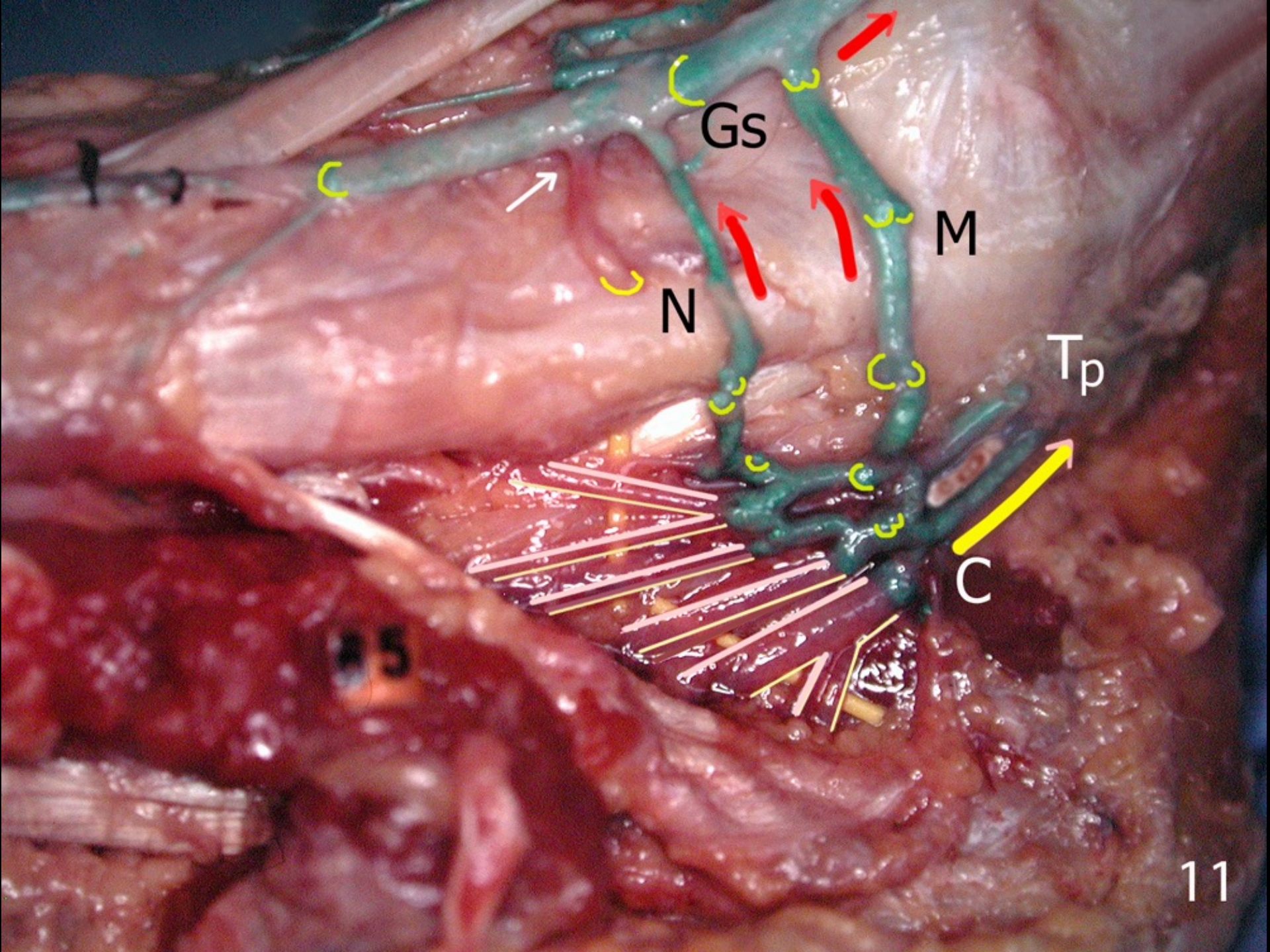


# *L'unité fonctionnelle médiale*



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)

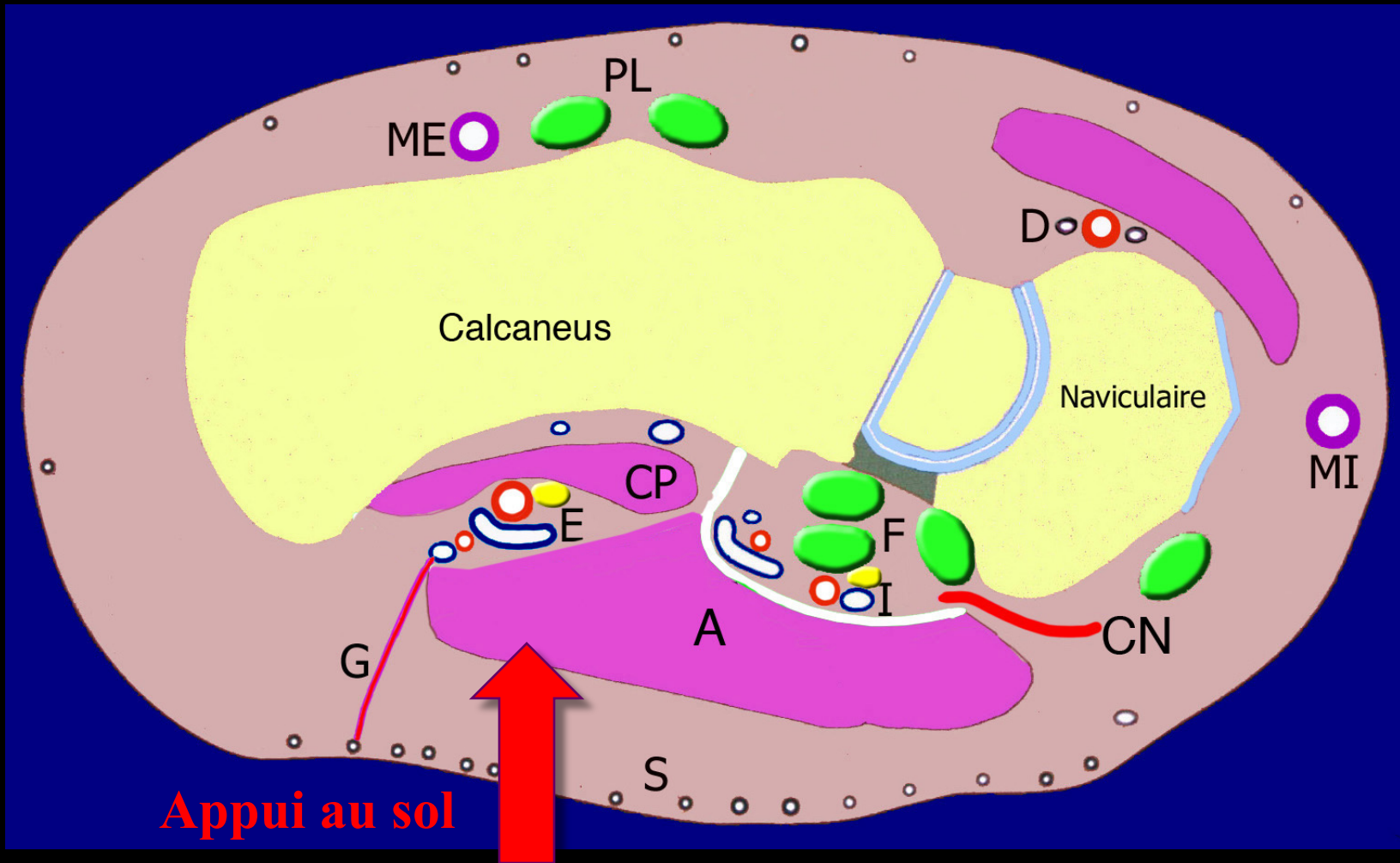






# Coupe longitudinale médiale du pied

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**

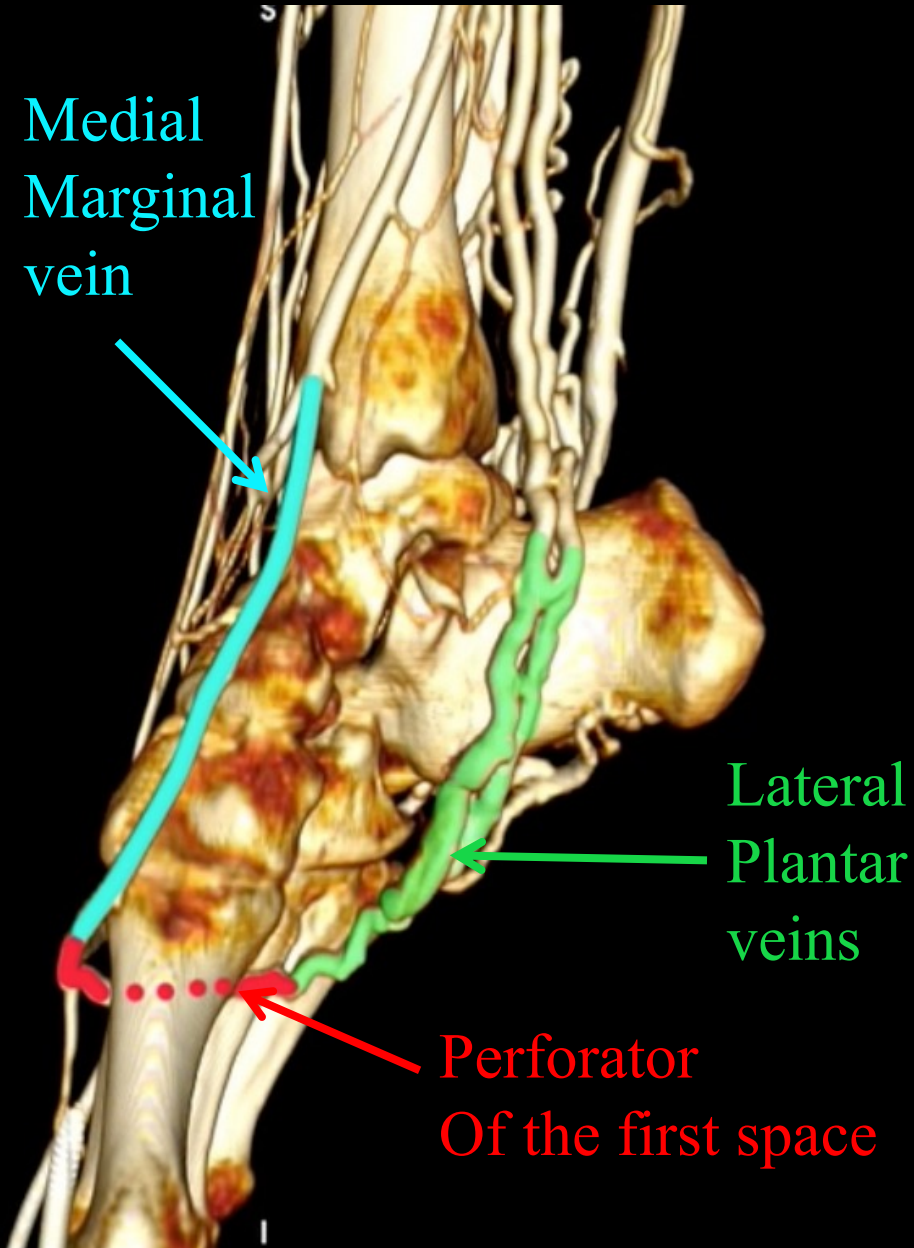
### **Three-dimensional modelling of the venous system by direct multislice helical computed tomography venography: technique, indications and results**

**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

# 3D ANATOMY OF THE FOOT PUMP

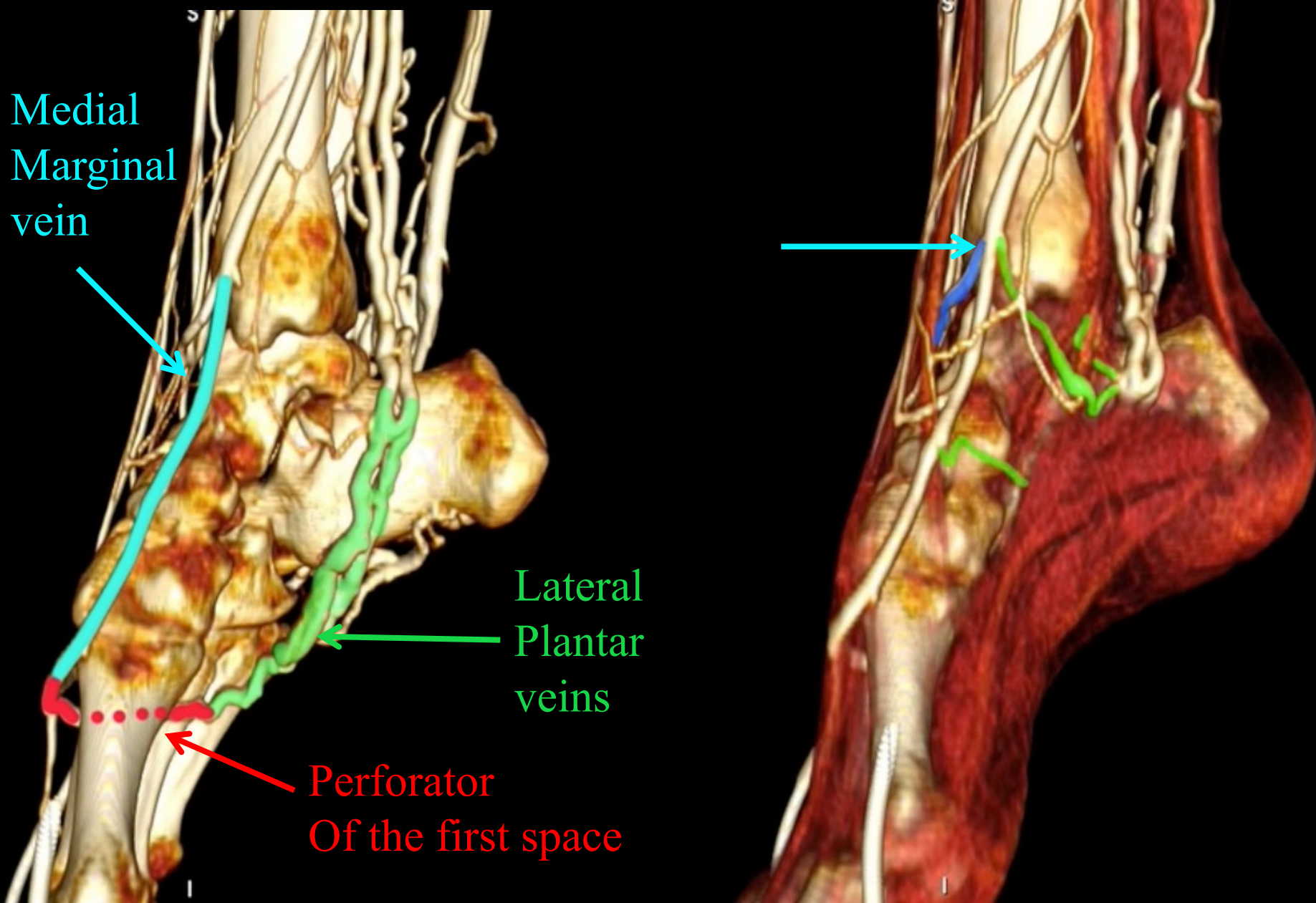


# 3D ANATOMY OF THE FOOT PUMP

Medial Marginal vein

Lateral Plantar veins

Perforator Of the first space



*Mo*

S

L

A

P



I



# *HUGE VENOUS STASIS*



# *HUGE VENOUS STASIS*

Veins in green are  
The sole of Lejars

**NOT**



*FOOT PUMP = plantar vein*



# 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.



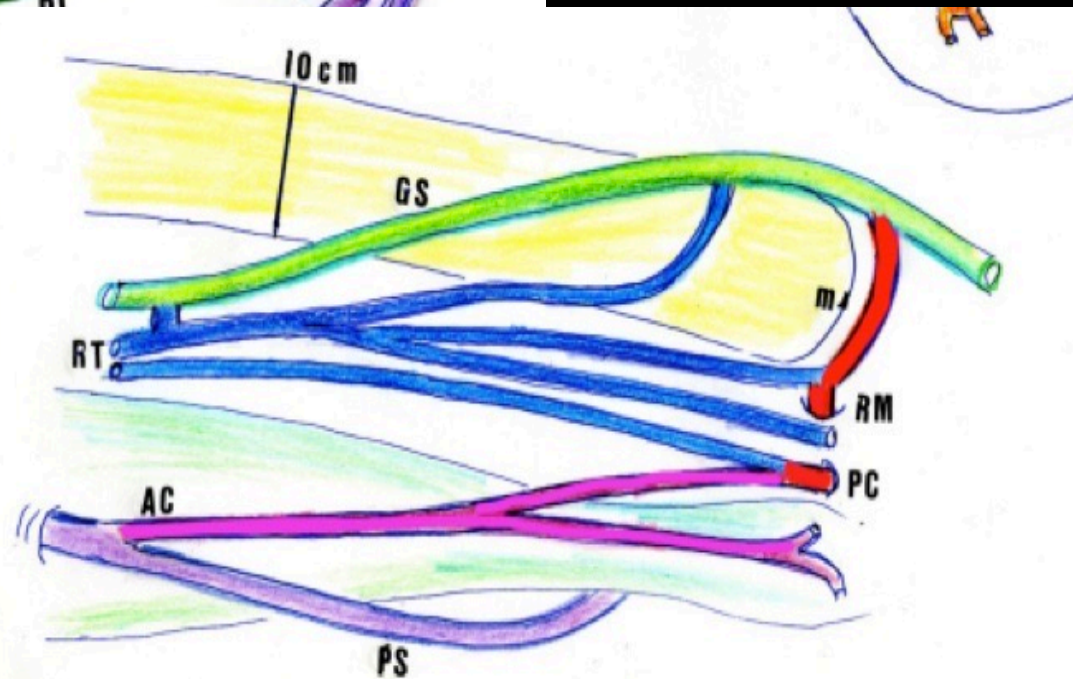
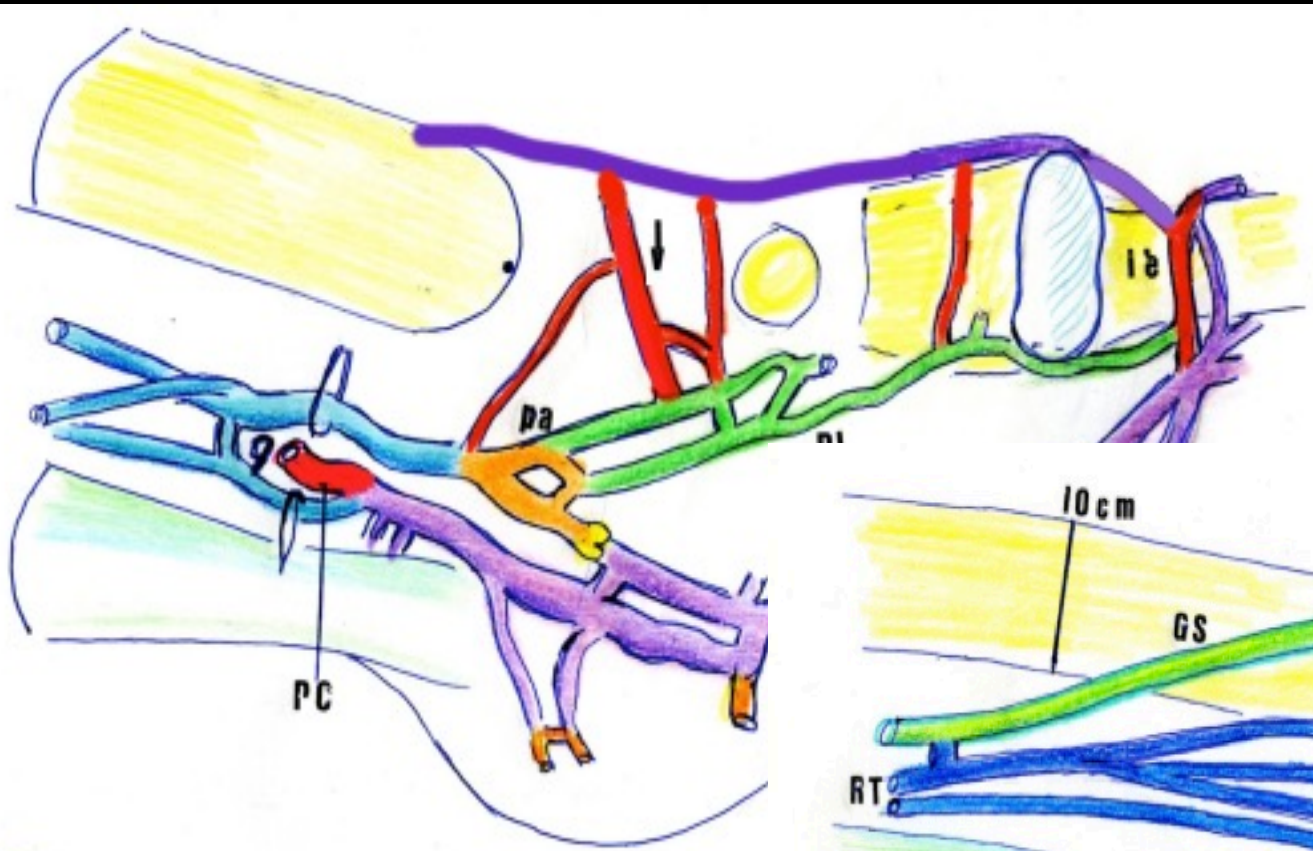
# HEMODYNAMIQUE

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

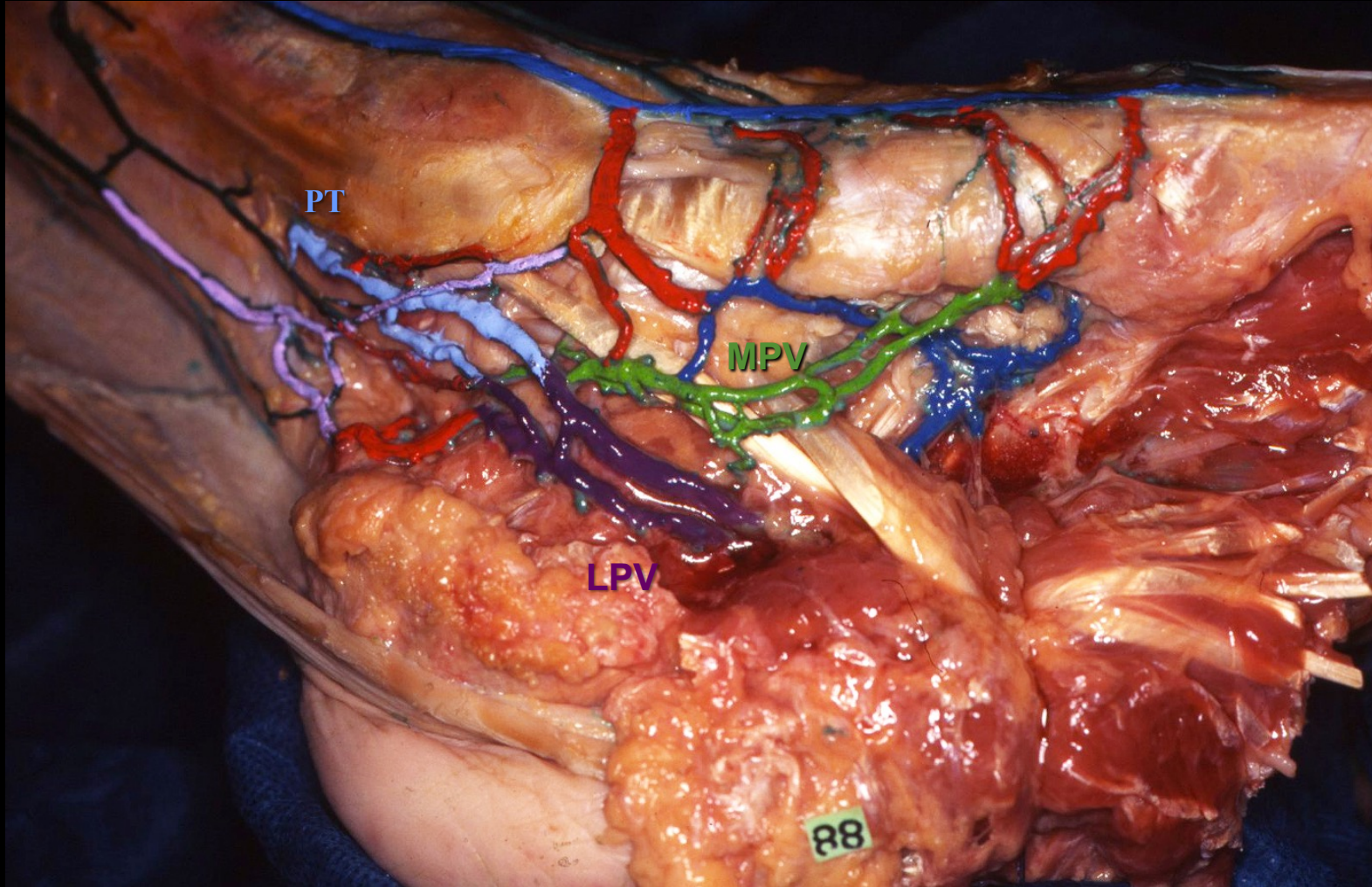
# Voies de sortie de la pompe plantaire



Veine achilléenne

# Voies de sortie de la pompe plantaire (2)

Perforates médiales → GVS

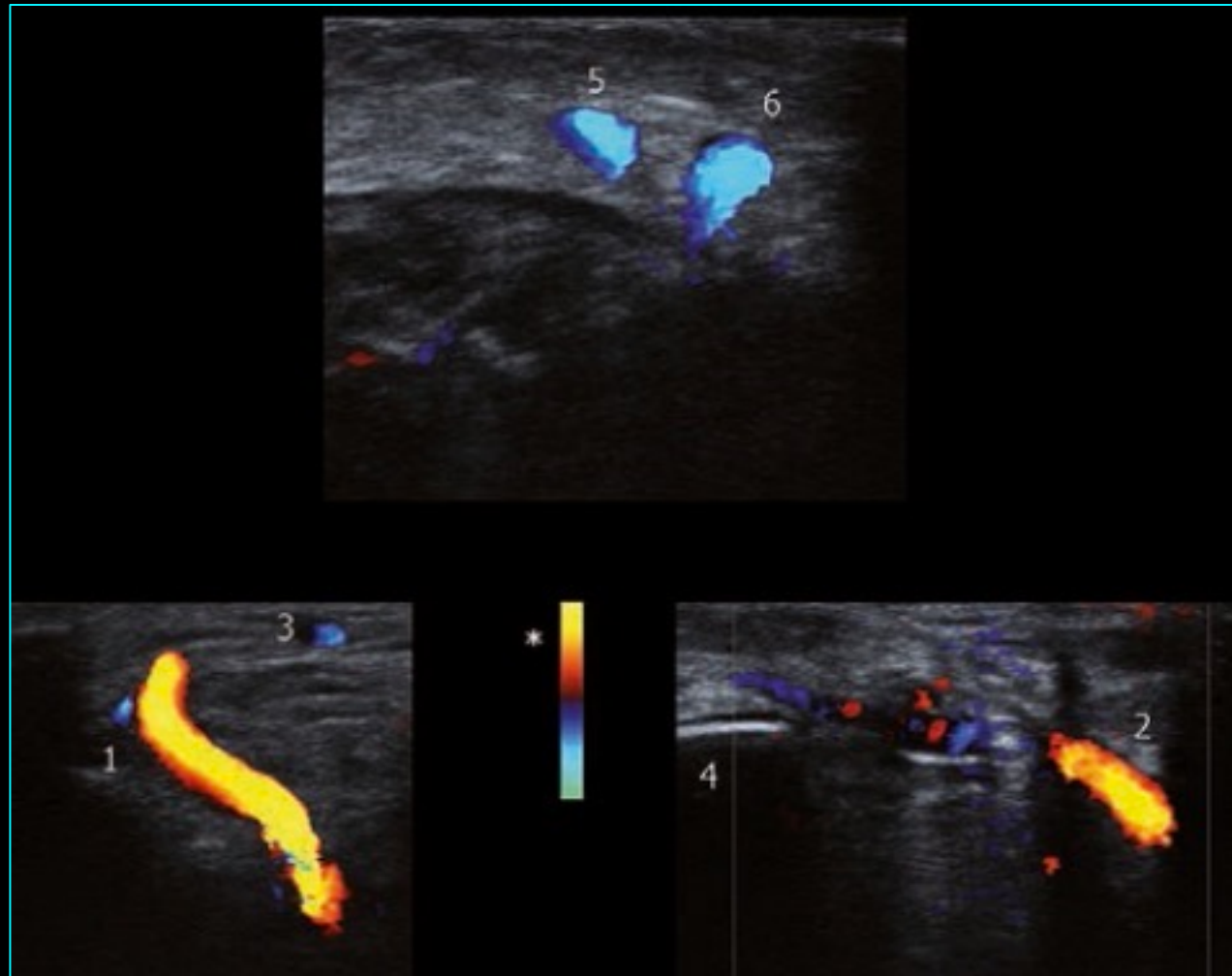


Perforates latérales → PVS



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

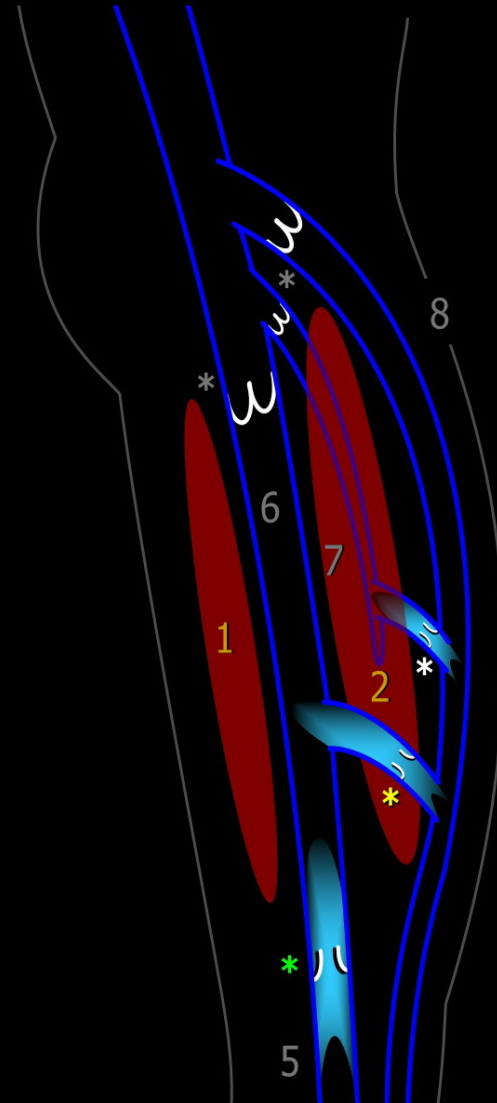
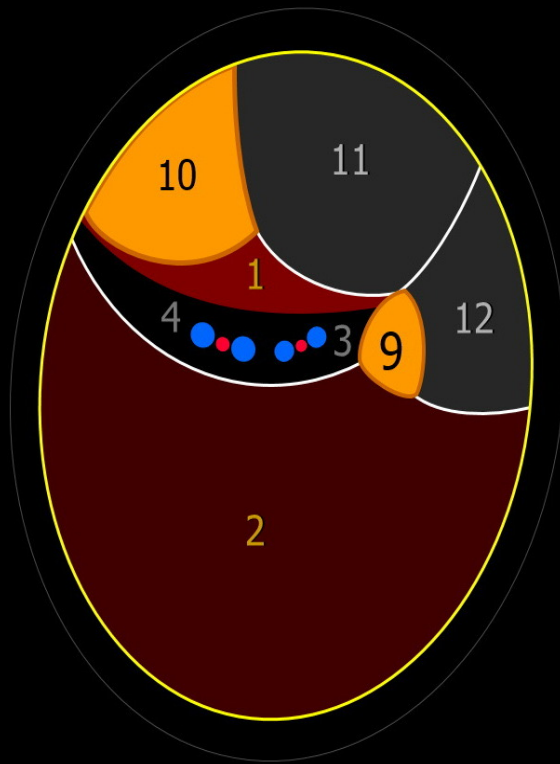
- 1: PV 1<sup>er</sup> esp
- 2: PV infra mall.
- 3: Arcade V dorsale
- 5: V achilléenne
- 6: PVS



EXPLICATION...

# *Systole of the plantar systole*

outflow goes into the PT veins (open)

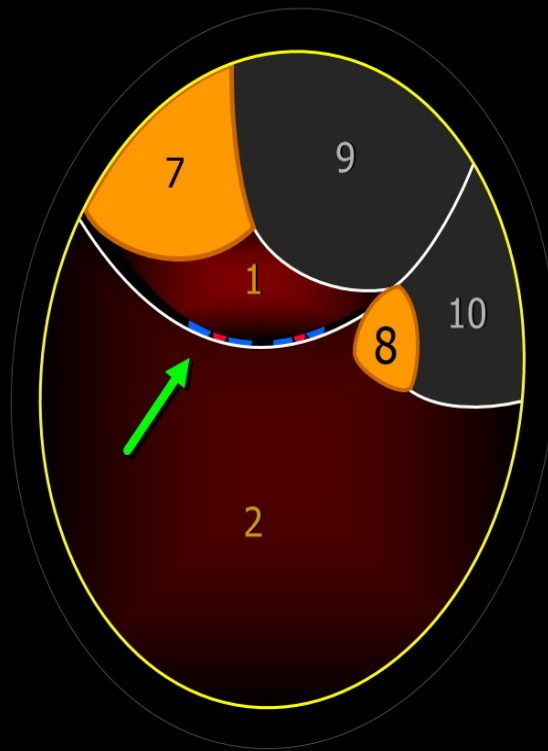


M. Lo Vuolo

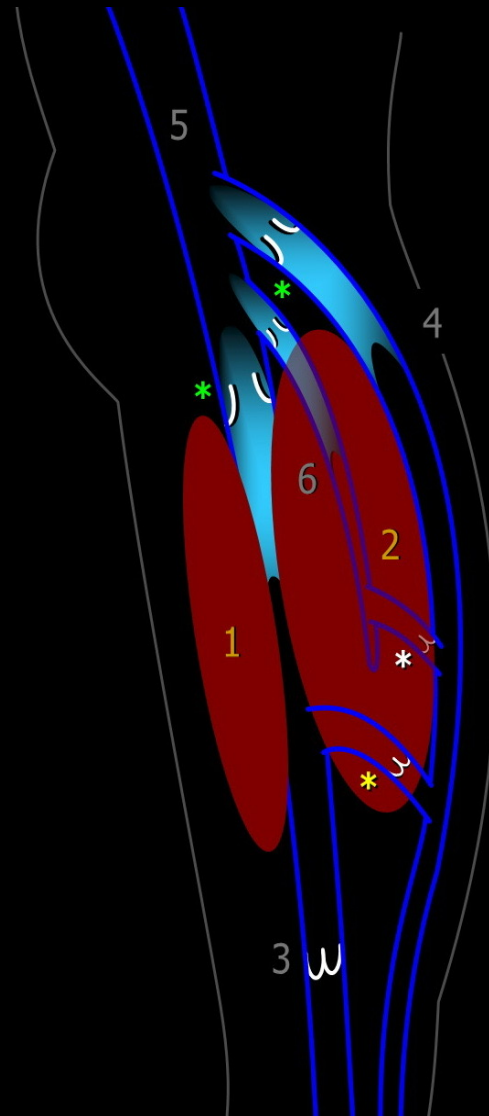
posterior

# Systole of the calf

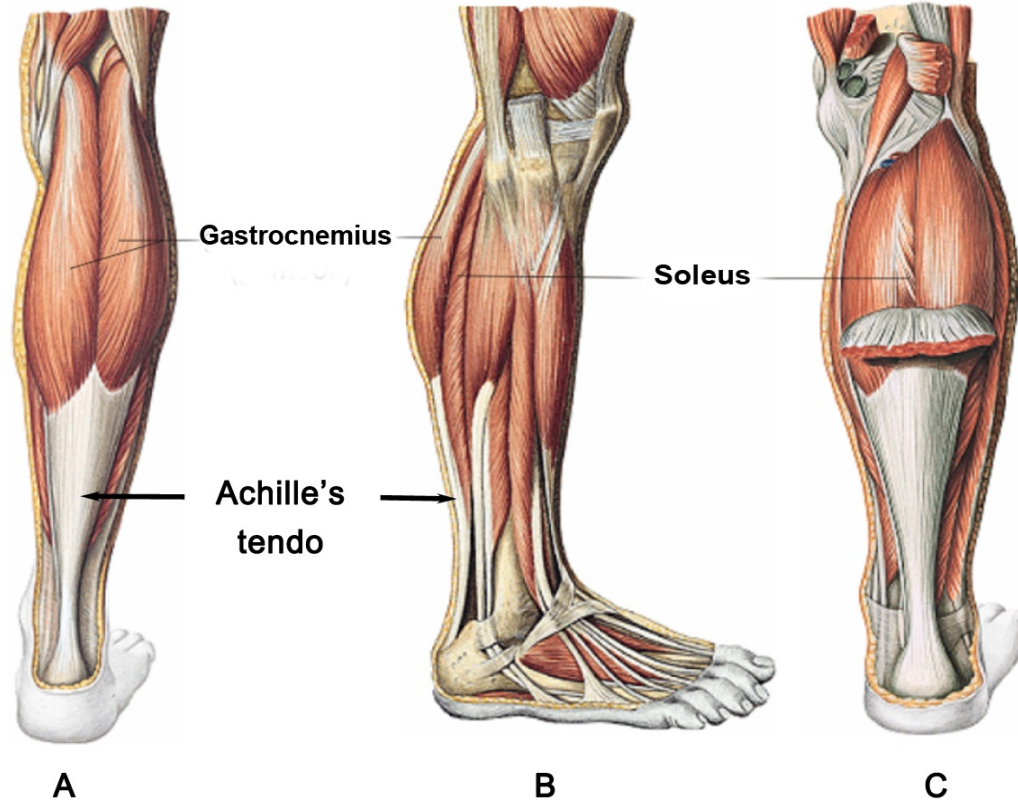
PT veins are closed >> the outflow goes into both saphenous systems +++



posterior



# La pompe du MOLLET (triceps sural)



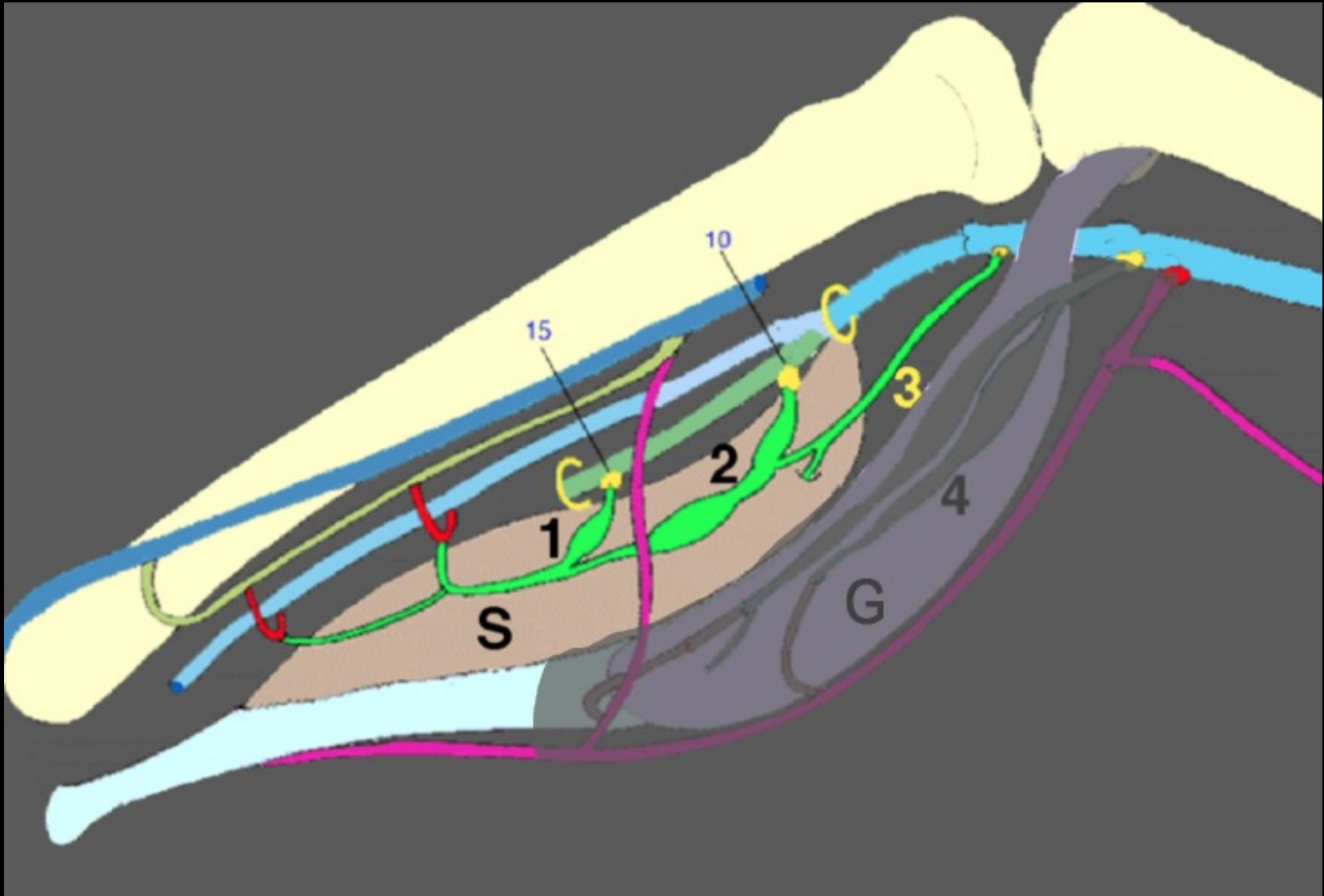


*2- La pompe  
veineuse jambière  
(muscle Soléaire)*

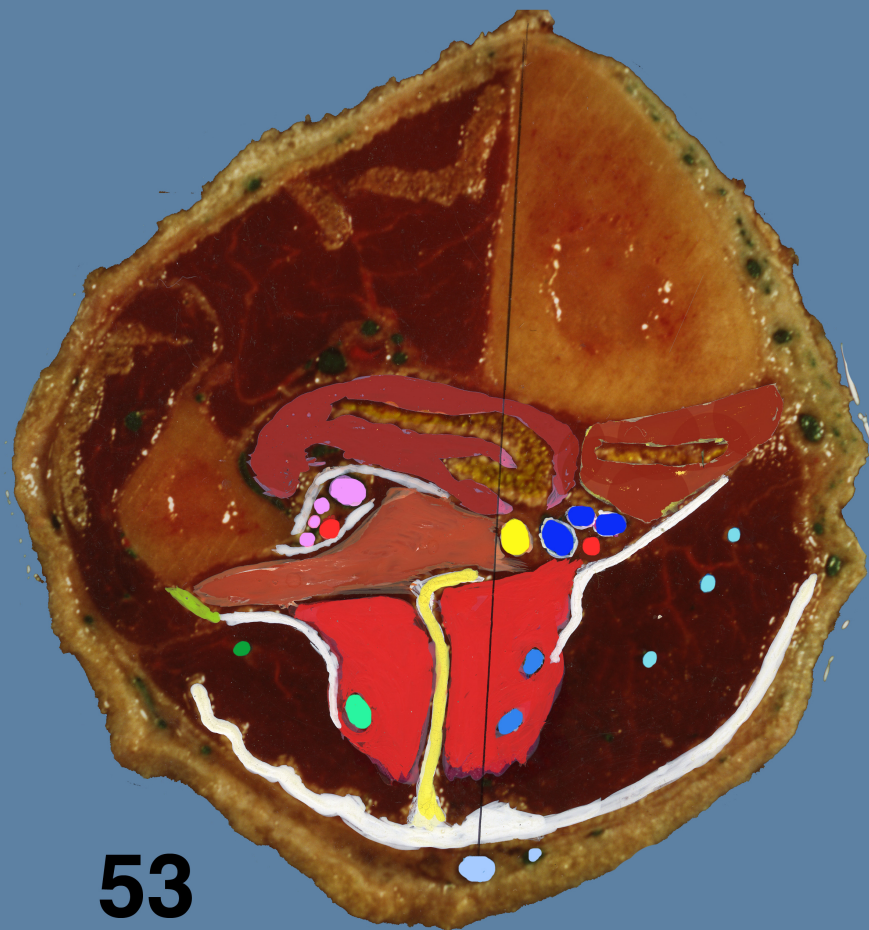


# La pompe jambière (1)

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



# Le muscle soléaire (Soléus)



53



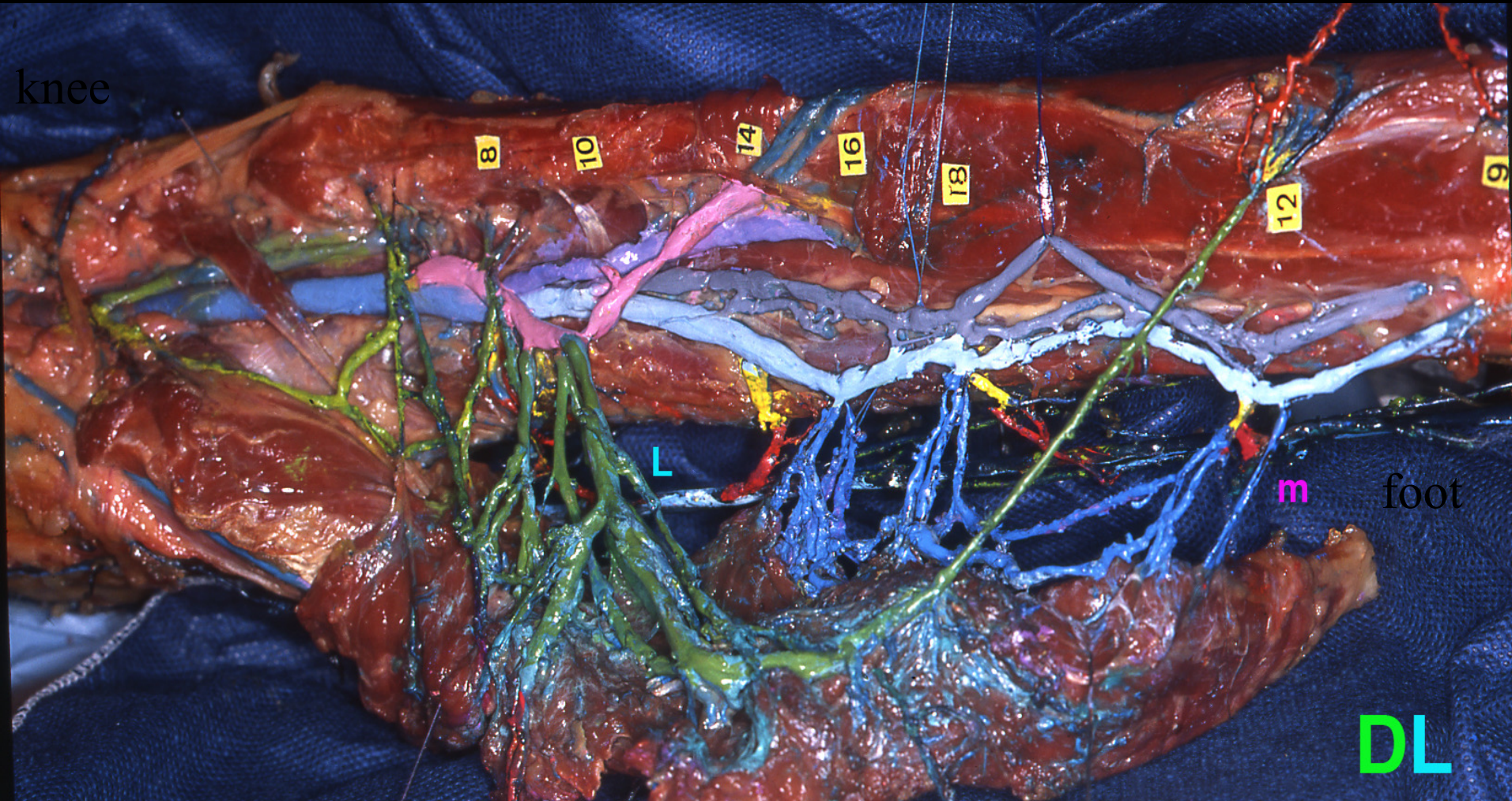
61



# La pompe jambière (2) étagée

*Veines soléaires : 2 parties*

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

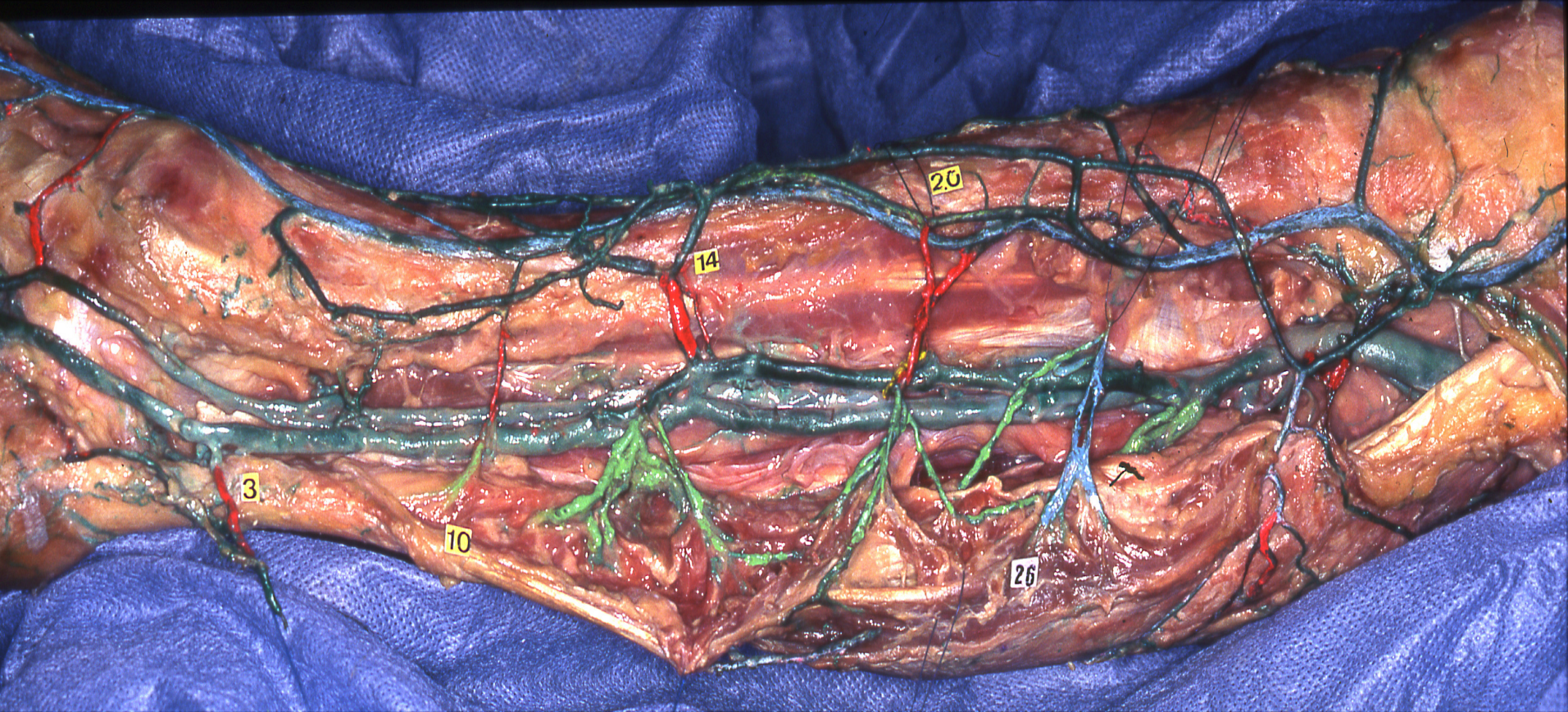


Dissection anatomique avec segmentation colorée (vue latérale d'une jambe droite)



# 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.



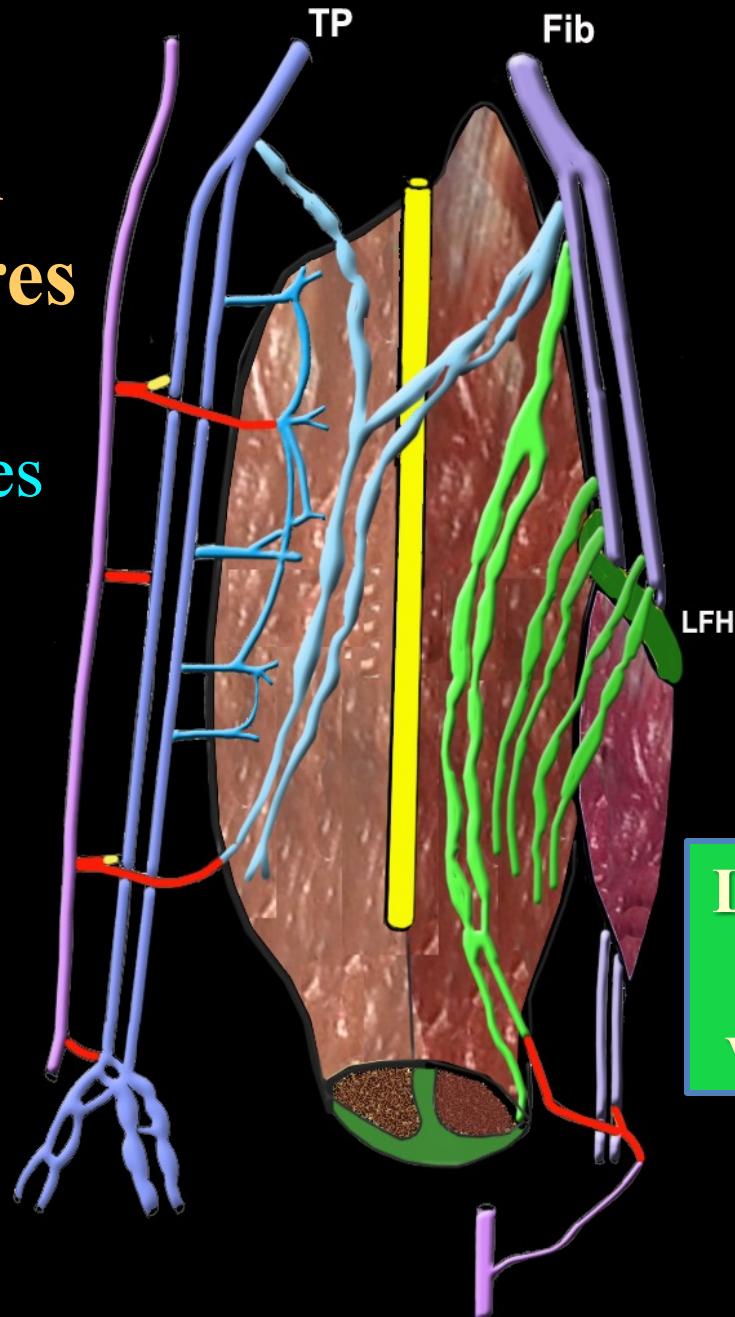


# Résumé:

## Systematisation des veines soléaires

Étagées et dispersées

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



**Latéro septales:**  
Longitudinales  
veines fibulaires

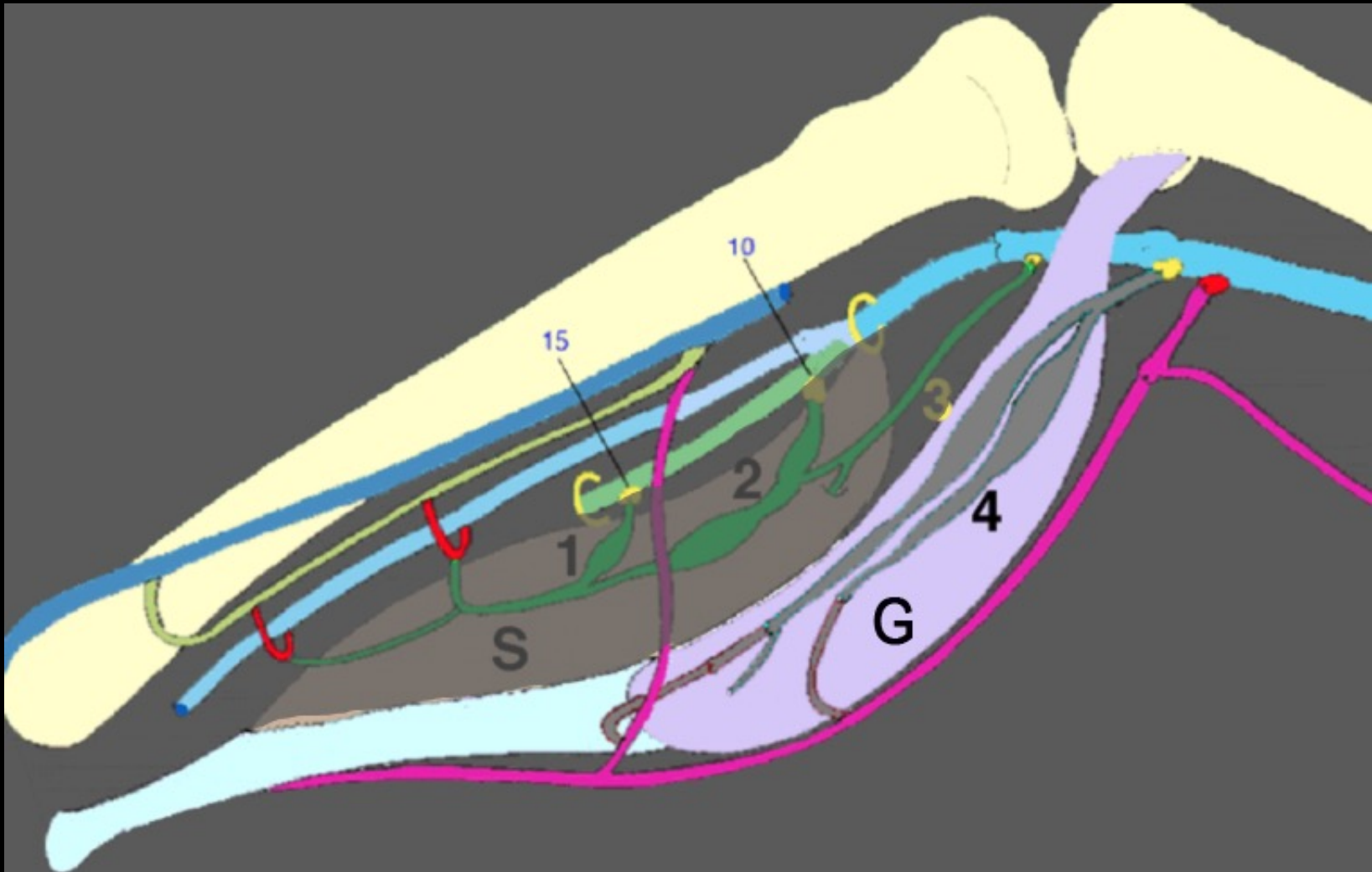
# *3- La pompe veineuse poplitée*

(muscles gastrocnémiens  
ou jumeaux)



# *La pompe poplitée*

*siège dans les veines gastrocnémiennes (4)*





# Les veines gastrocnémiennes

Gastrocnémienne médiale plus grosse avec 2 troncs

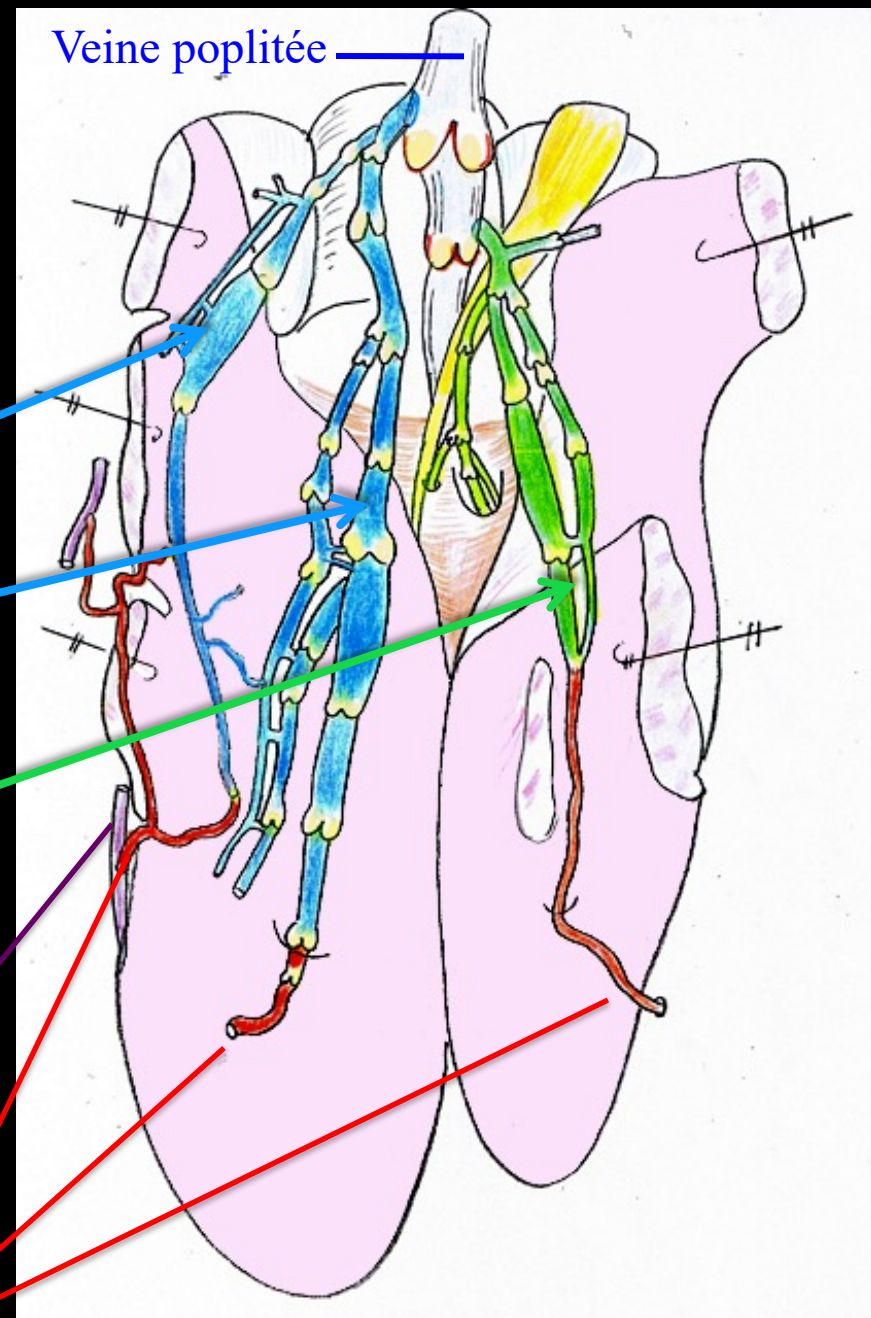
(en bleu) :

- Postéro latéral
- Antéro Médial

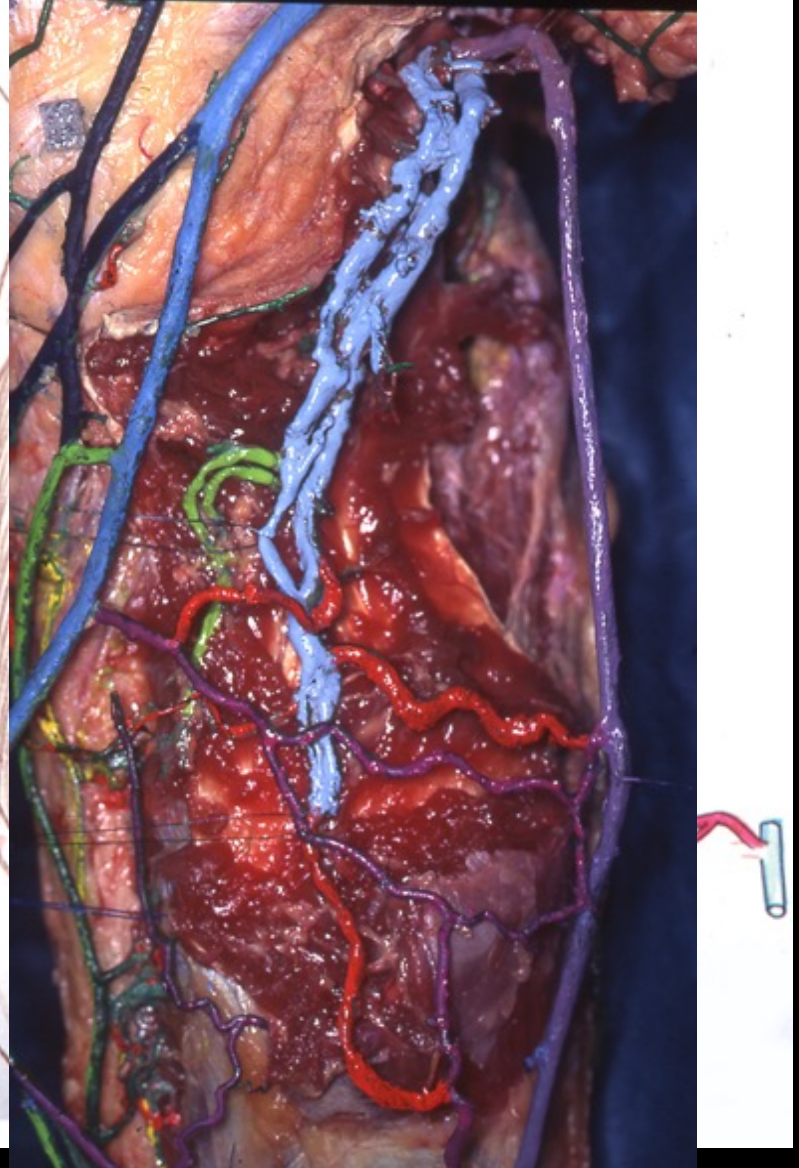
Gastroc. latérale plus petite 2 troncs (en vert) :

Petite Veine Saphène

Perforantes gastrocnémiennes

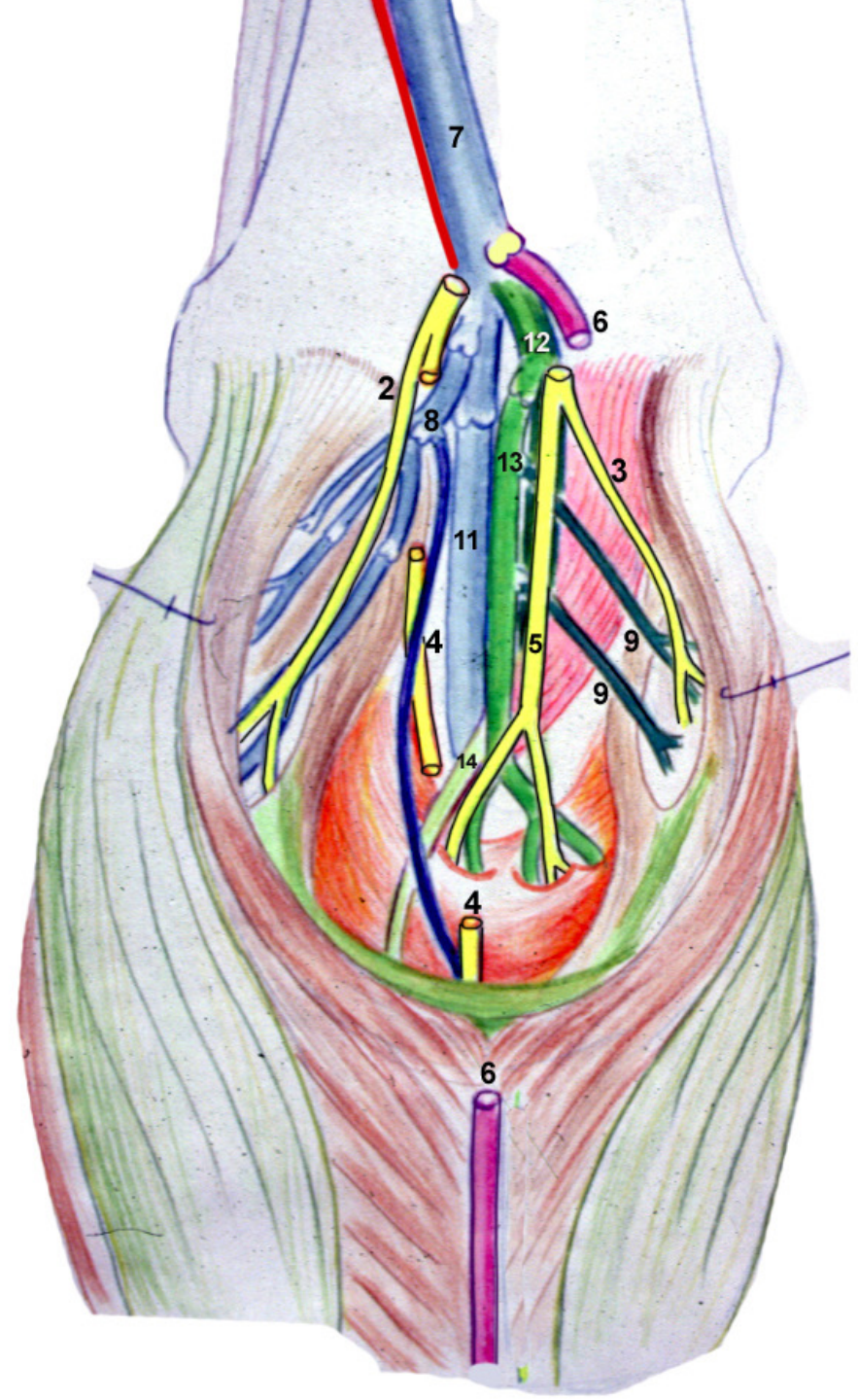


# *Les veines gastrocnémiennes*





# Les veines gastrocnémiennes



# Modélisation 3D du mollet par phlébo-scanner

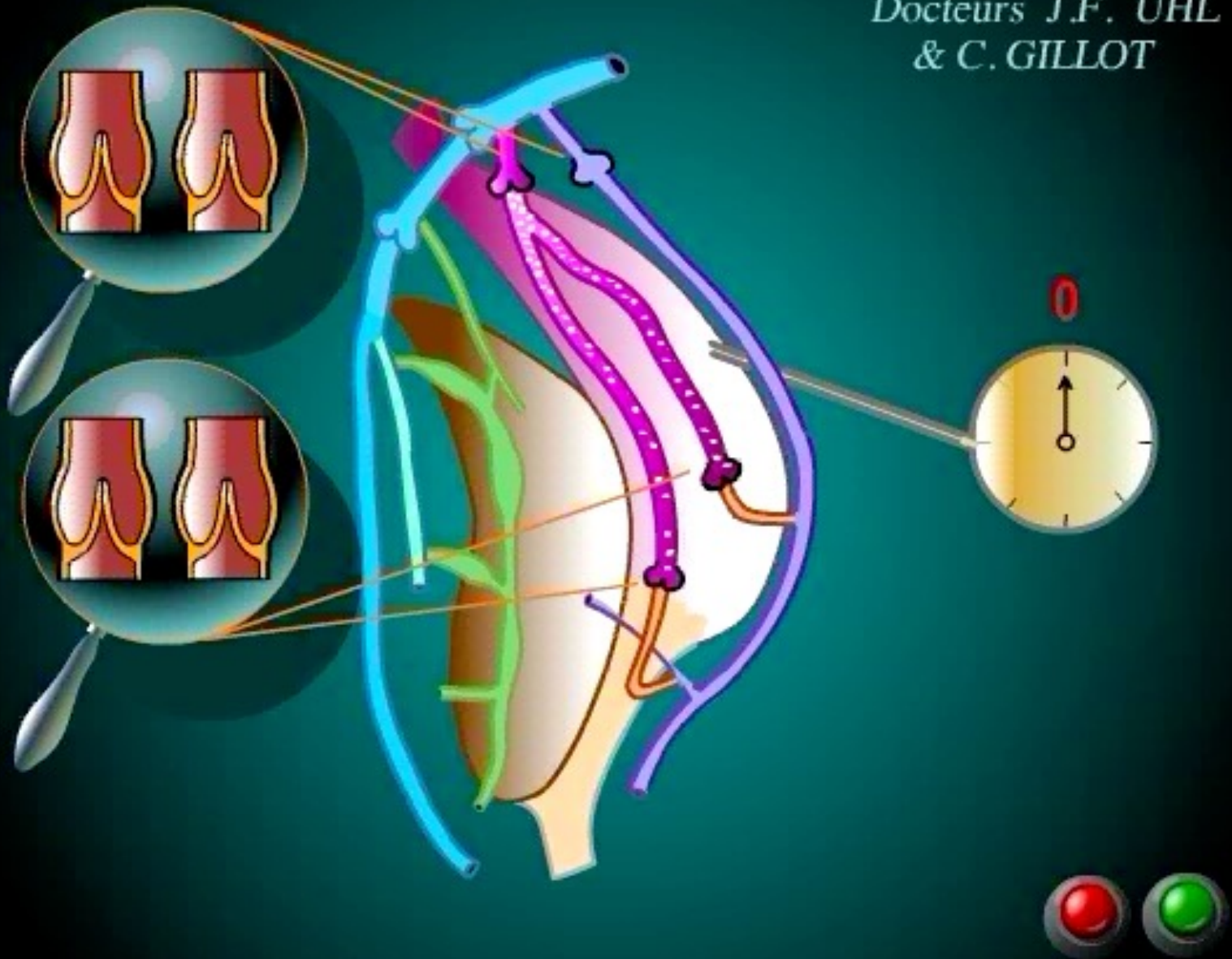
Logiciel dédié (Horos)





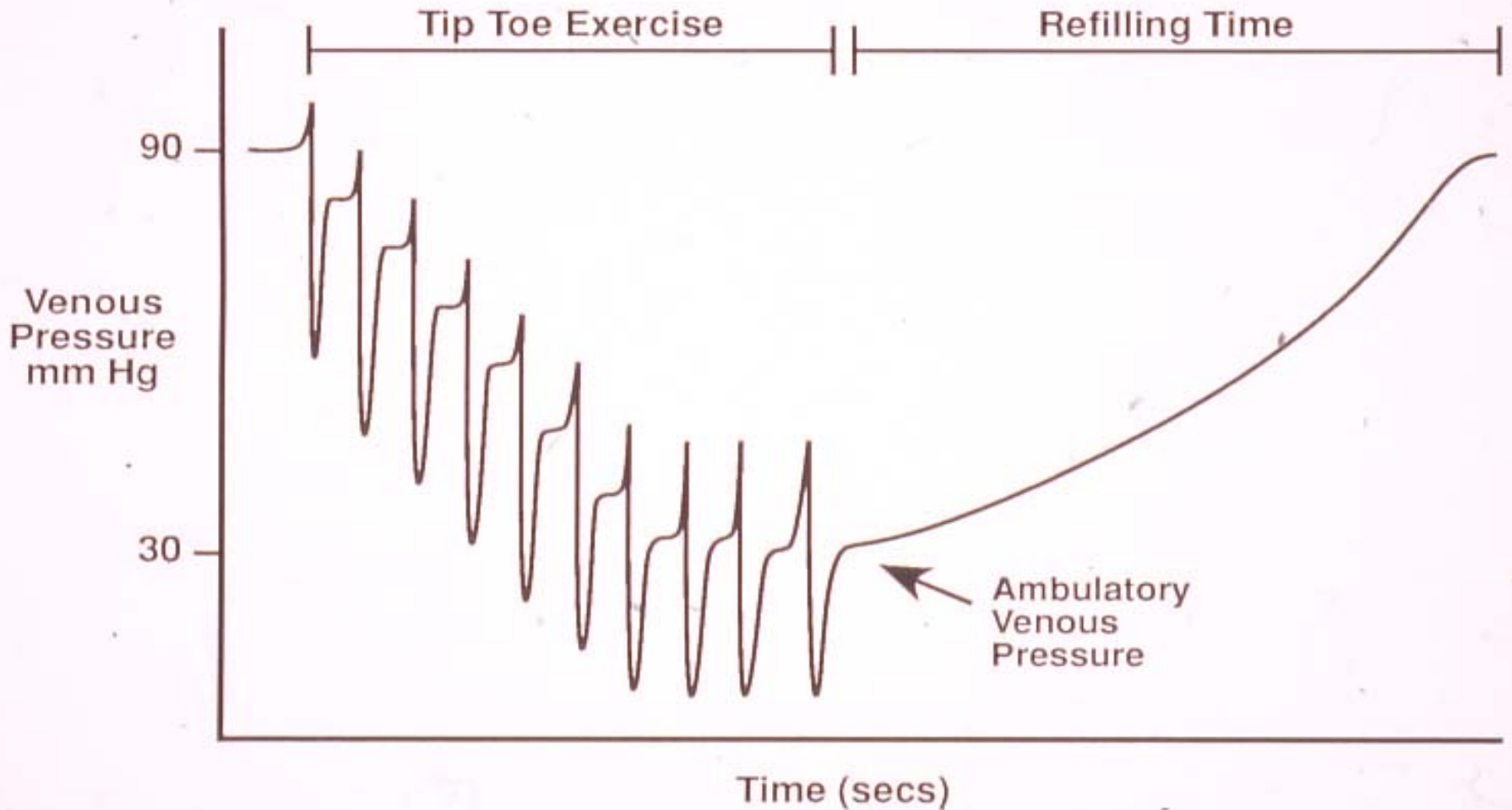
# *La pompe gastrocœnégienne*

Docteurs J.F. UHL  
& C. GILLOT



# LA PRESSION VEINEUSE AMBULATOIRE

## Air plethysmography (mmHg)



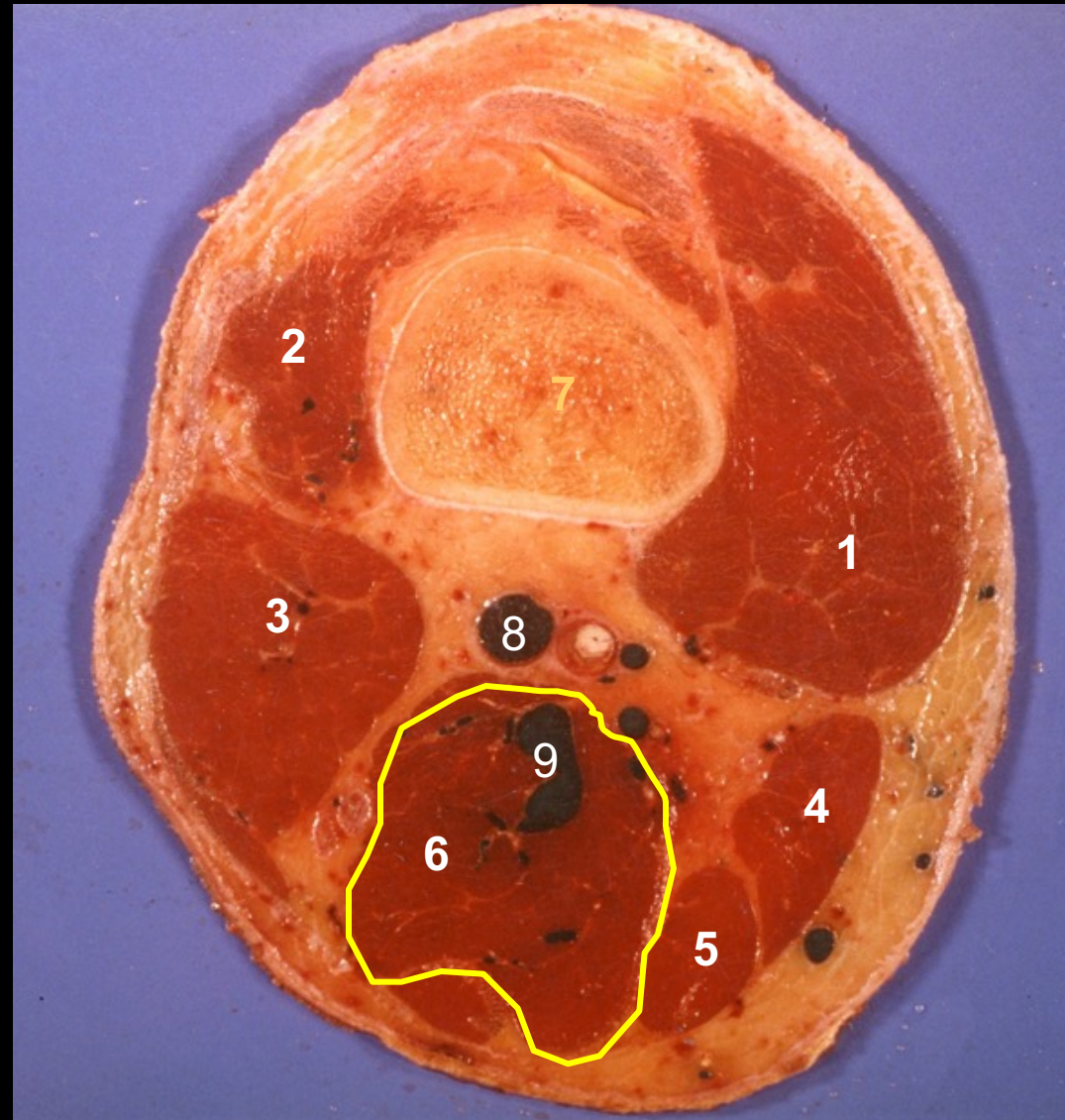
*4- Les pompes  
veineuses de cuisse*

Principalement:

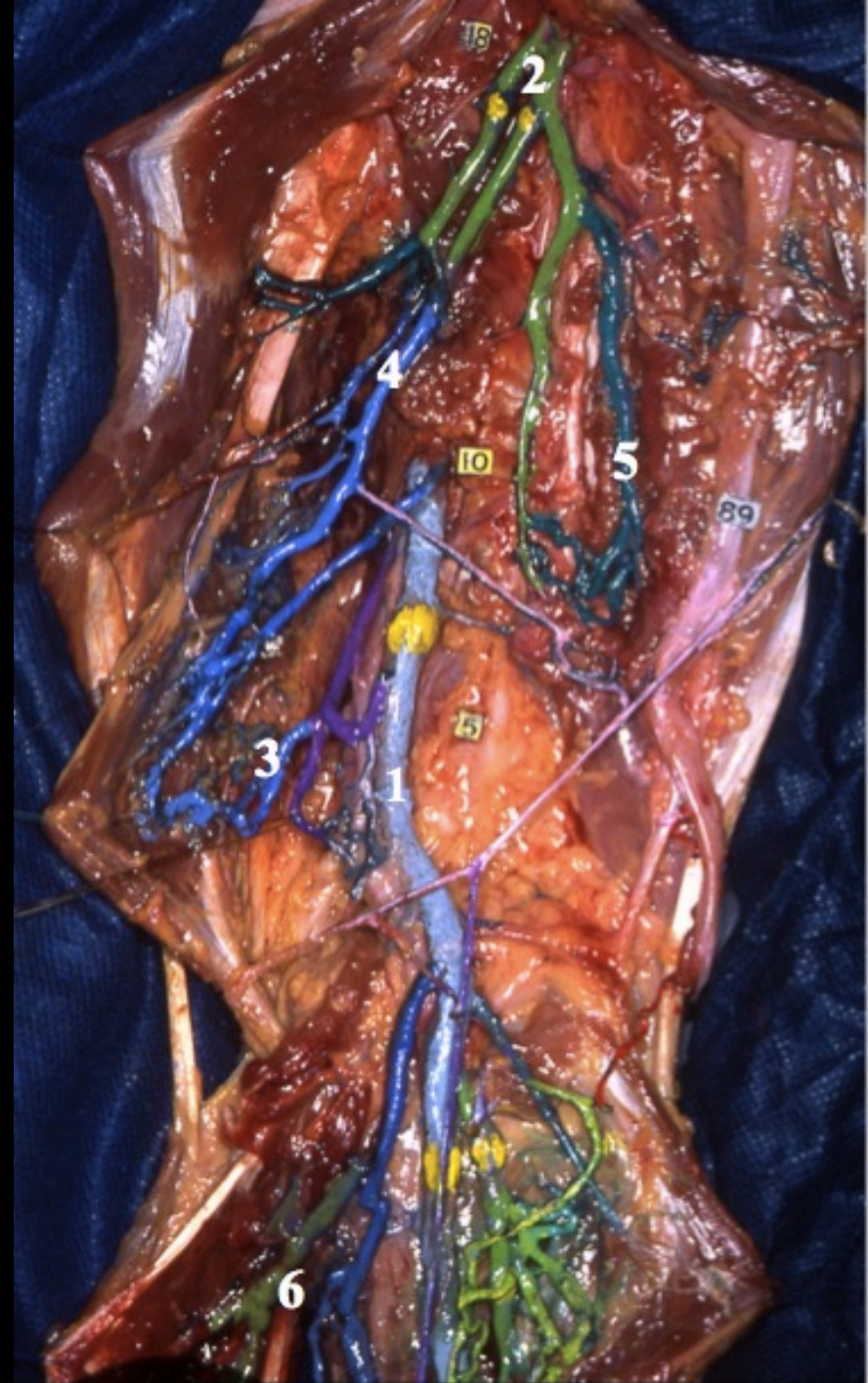
dans le biceps  
et le quadriceps  
& le semi membraneux



# LE MUSCLE SEMI-MEMBRANEUX



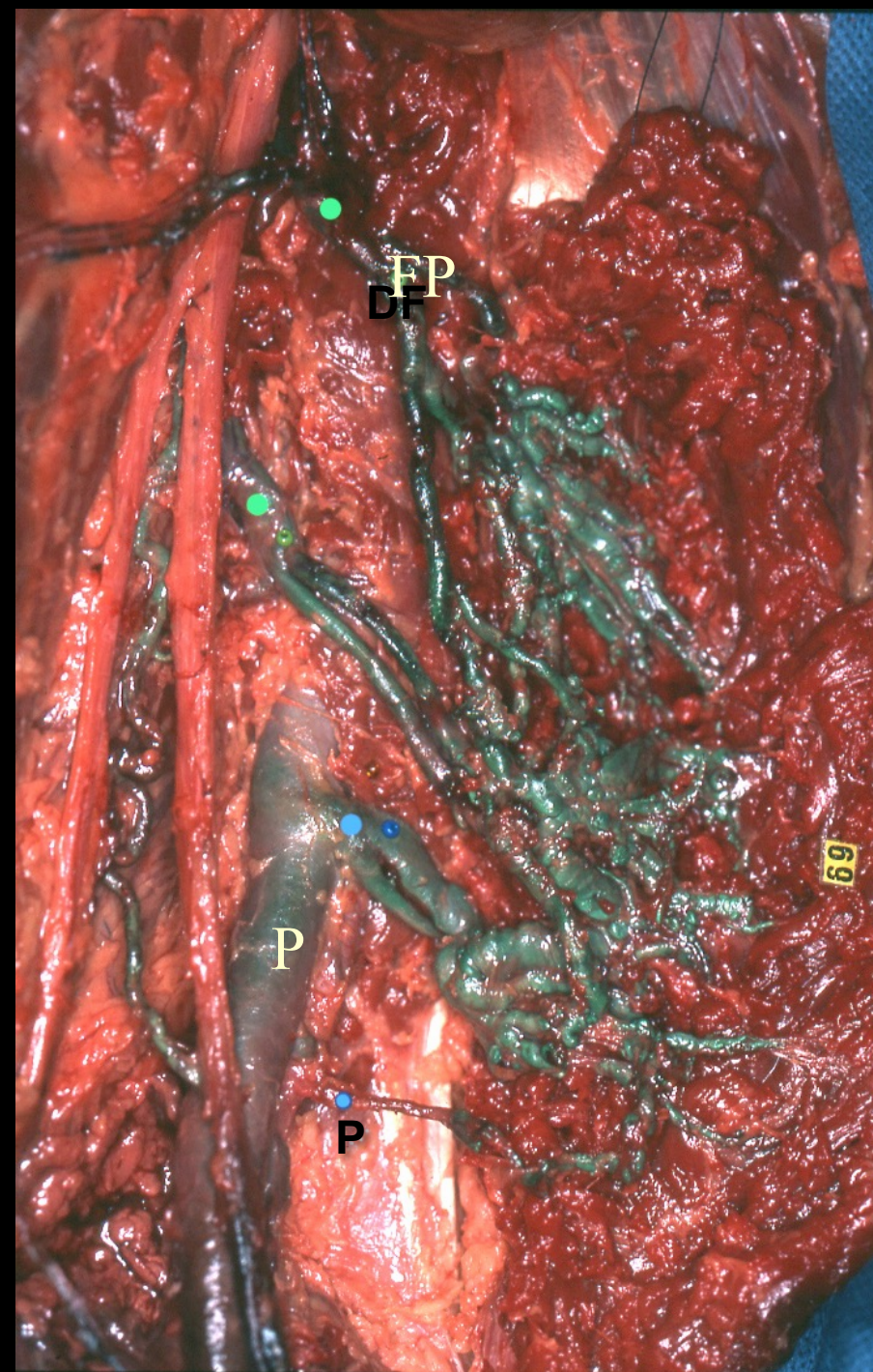
# *LES ARCADES veineuses du semi-membraneux*





## *LES ARCADES veineuses du semi-membraneux*

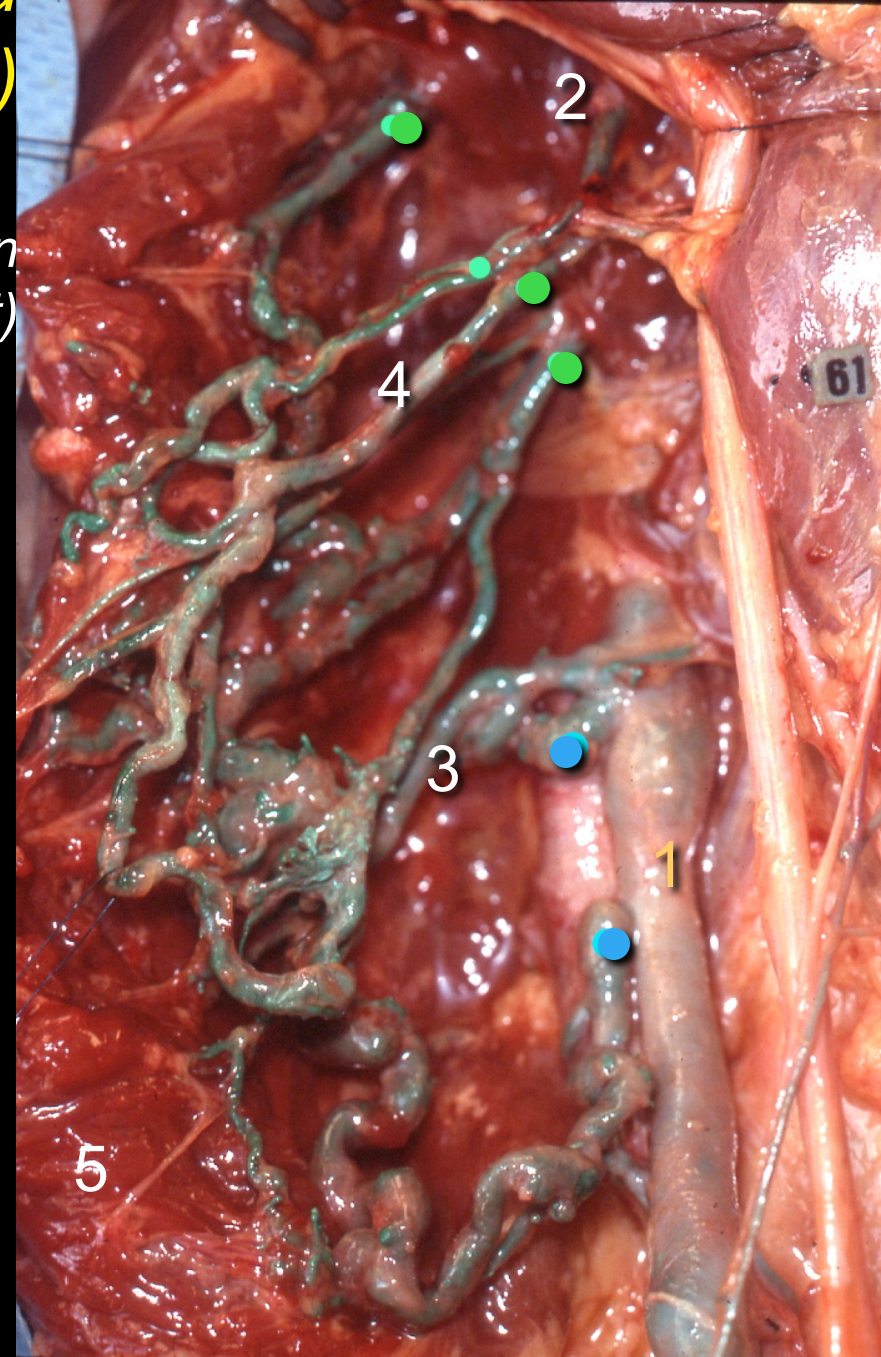
- Elles constituent un **by-pass** entre la veine poplitée (P) et la veine fémorale profonde (FP)



## 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

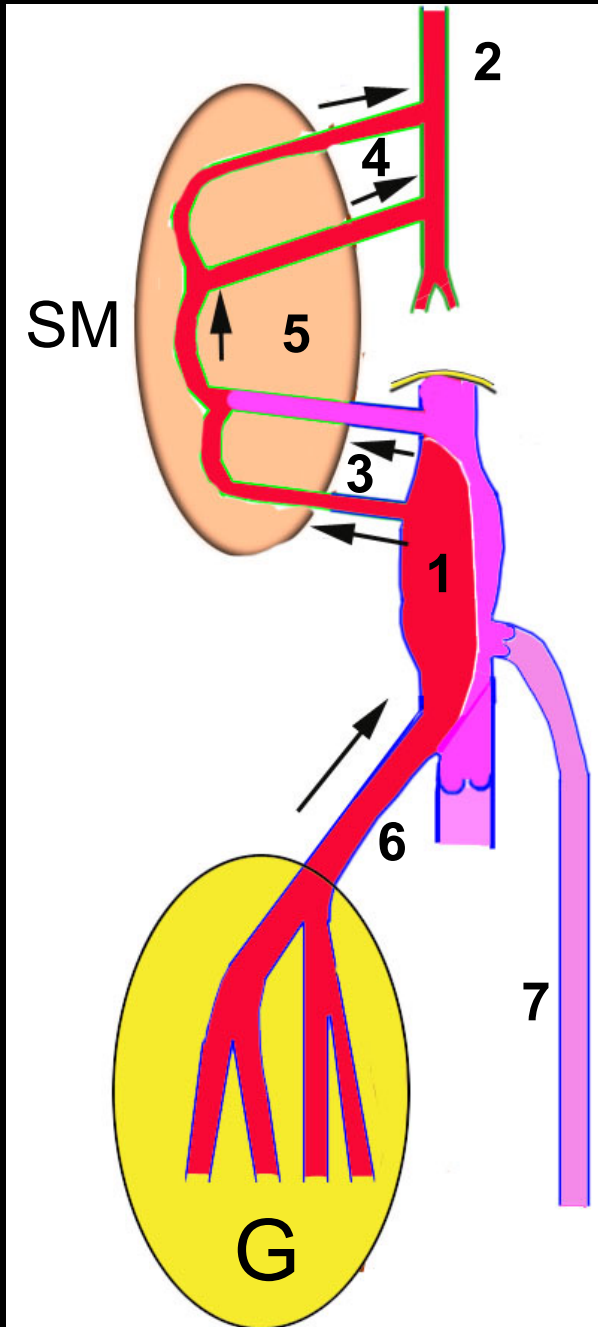




# Synchronisme des pompes musculaires du mollet et du SM

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

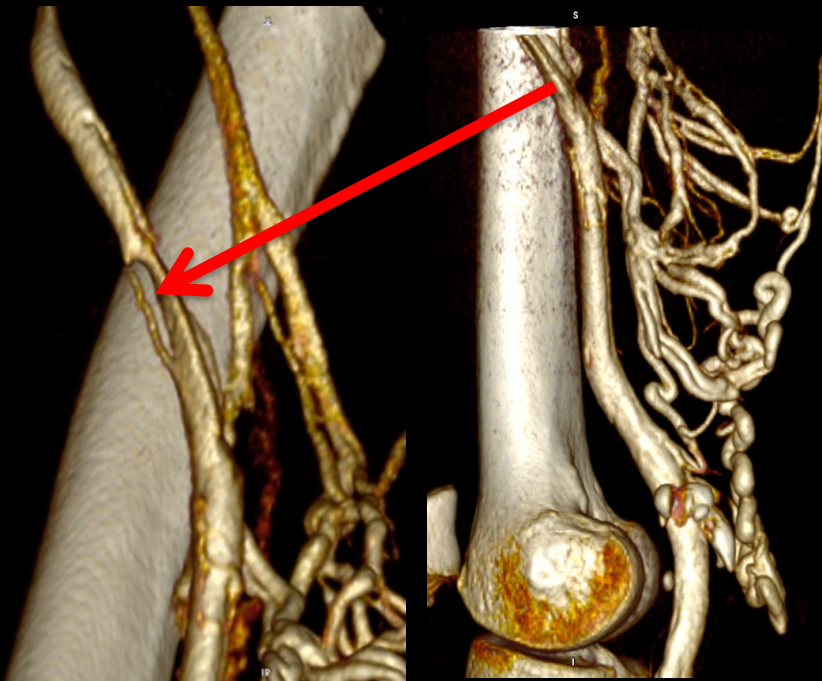
Reflux systolique du moignon PVS

Quel est votre diagnostic ?

Que proposez-vous ?

# ***ARCADES OF SEMIMEMBRANOSUS (CASE REPORT WITH 3D MODELLING)***

- The Semimembranosus venous arcade directly connect the popliteal and the deep femoral veins
- Hunter's canal bypass +++



# 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

# **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.**

## **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 , hôtesse)
- 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 ?*

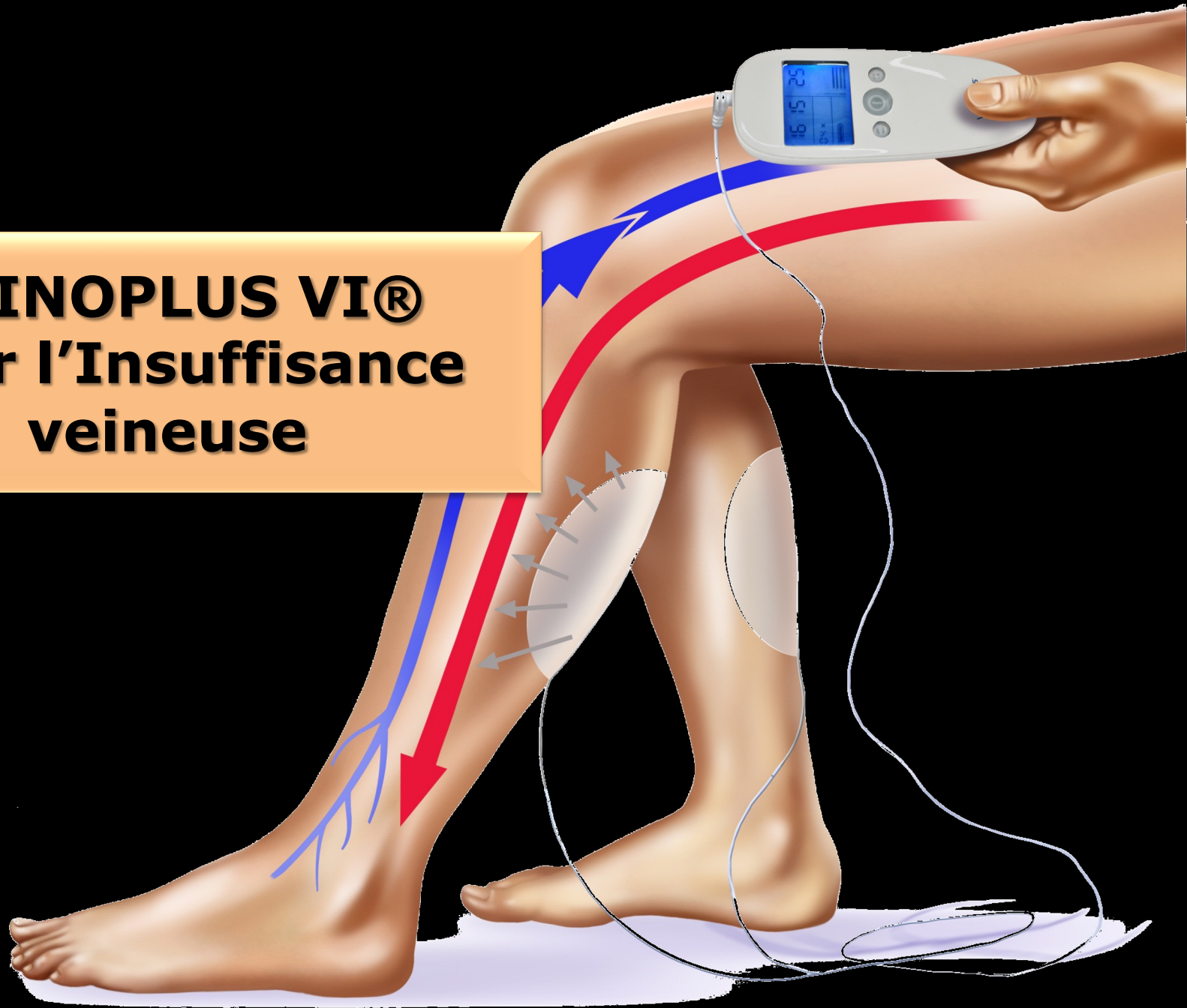
1. Marche +++
2. Compression (et marche)
3. Stimulation électrique



*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 chronique.
- La **COMPRESSION** agit surtout sur le mollet

# Pour en savoir plus...

Tables de dissection virtuelle

Réalité immersive oculus

Atlas d'Anatomie

# ATLAS OF VENOUS ANATOMY

Part II : THORAX and ABDOMEN



Jean-François UHL & Claude GILLOT

## UN LIVRE INDISPENSABLE POUR LES PHLÉBOLOGUES & CHIRURGIENS

**237 pages**

**209 références**

**618 figures**

**174 phlébo-scanners**

**89 cartographies**

**158 schémas en couleur**

**informations et vente:**

[jeanfrancois.uhl@gmail.com](mailto:jeanfrancois.uhl@gmail.com)