

JOURNÉE DE RECHERCHE TRANSLATIONNELLE SUR LES SYSTÈMES BIOMÉDICAUX CARDIO-VASCULAIRES

- BIOMÉDICAL DEVICES

« *PHLÉBOSTHÈNE : OUTIL D'ÉVALUATION DE L'INSUFFISANCE VEINEUSE* »

par Florent VEYE

Michel DAUZAT, Isabelle QUERE, Antonia PEREZ-MARTIN, Sandrine MESTRE,
Bruno JOUVENCEL, Jean TRIBOULET,
Nicolas BERRON,
Xavier SAUDEZ

jeudi 20 novembre 2014

SOMMAIRE

○ Introduction

- L'Insuffisance Veineuse Chronique
- La Compression Médicale Elastique
- Problématique

○ Matériel et Méthodes

- Plateforme de mesure
- Protocole de mesure

○ Résultats

- Répartition des pressions d'interface
- Relations Aire/Pressions/Effort
- Relations Aire/Effort
- Modélisation

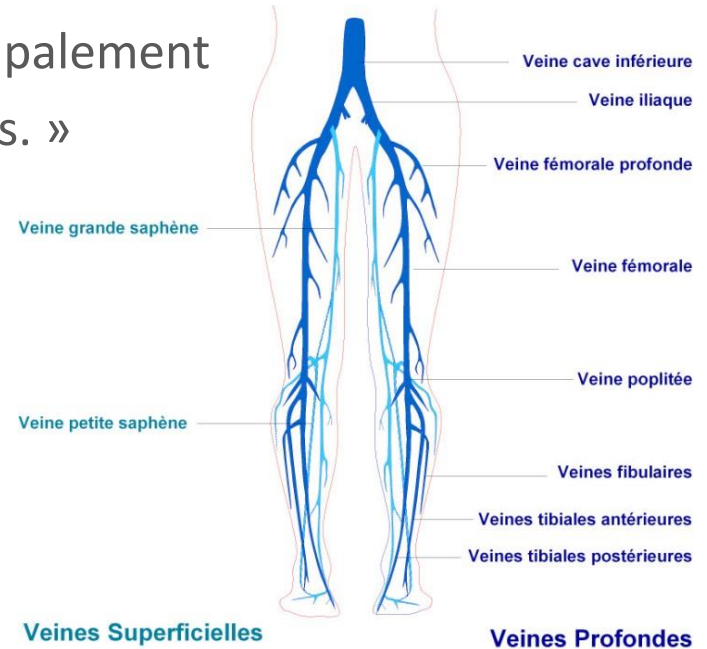
○ Conclusion et Perspectives

INTRODUCTION

L'INSUFFISANCE VEINEUSE CHRONIQUE

○ Définition

« Maladie de longue durée affectant principalement le réseau de veines des membres inférieurs. »

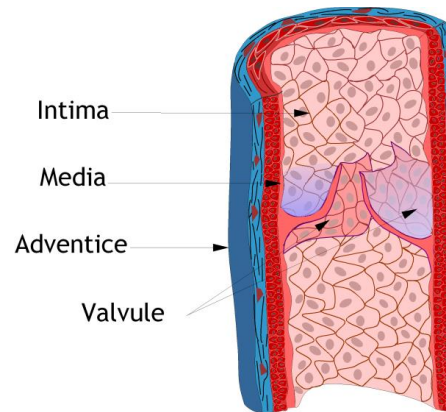


○ Manifestations

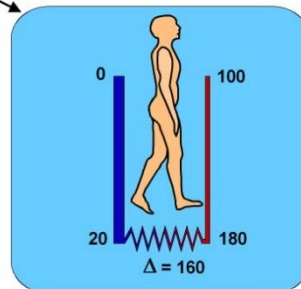
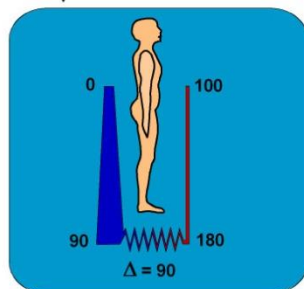
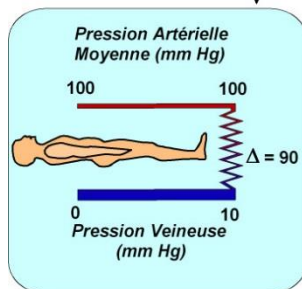
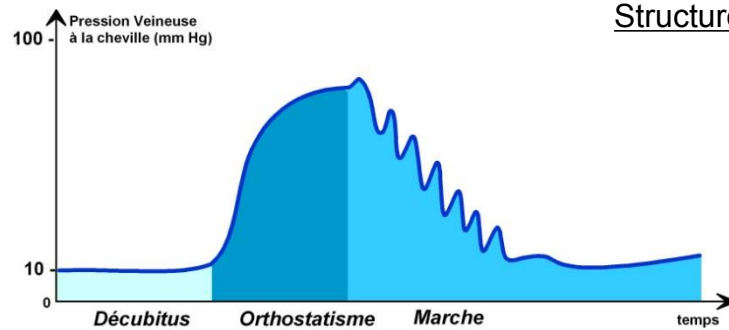


L'INSUFFISANCE VEINEUSE CHRONIQUE

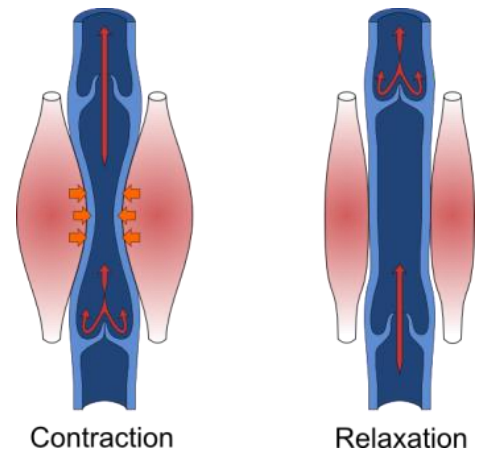
○ Mécanismes



Structure d'une veine



Evolution de la pression veineuse à la cheville



Mécanisme de pompe veineuse

L'INSUFFISANCE VEINEUSE CHRONIQUE

○ Mécanismes

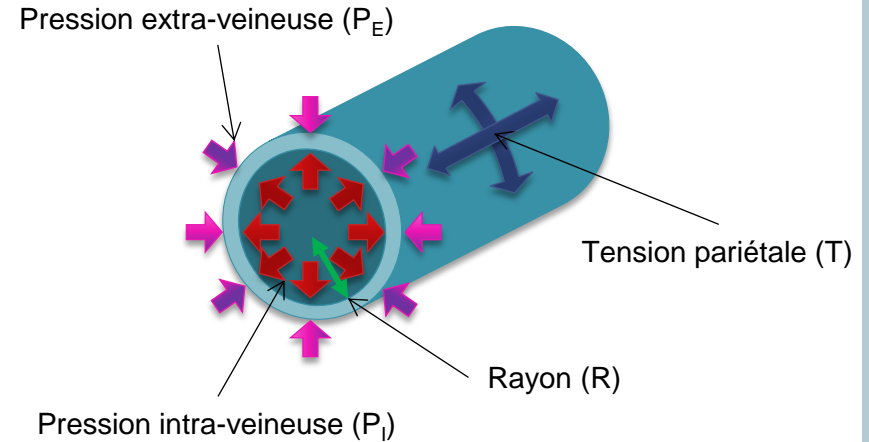
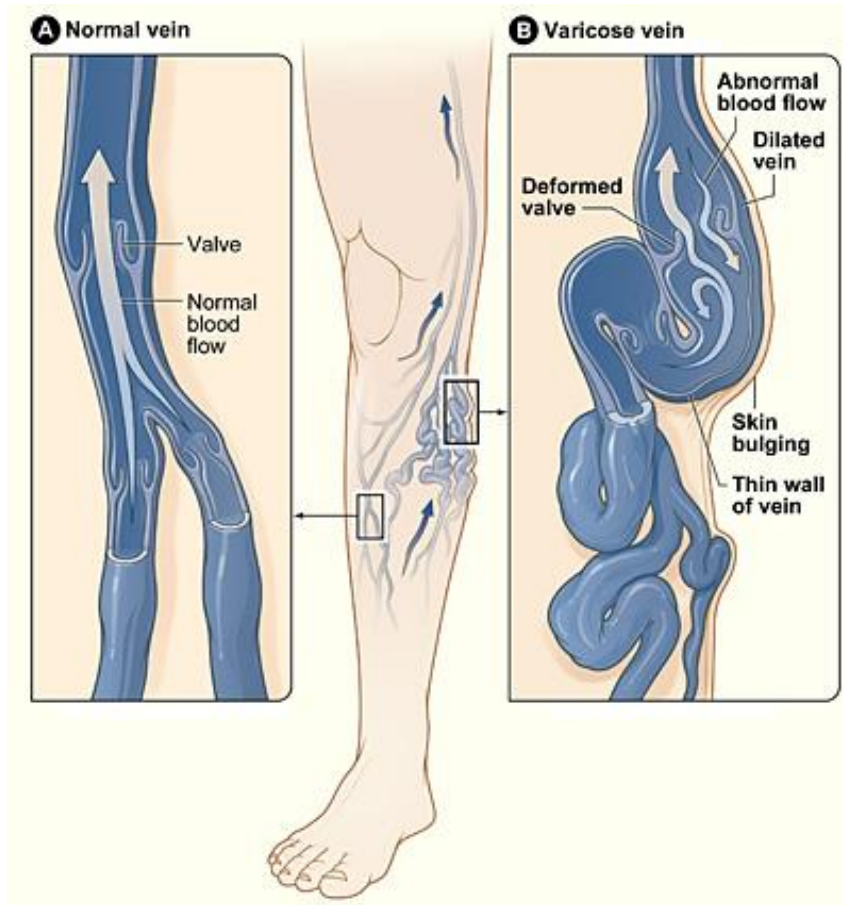


Schéma d'une veine

$$P_{Transmurale} = P_I - P_E = \frac{T}{R}$$

Loi de Laplace

avec P en kPa,
 T en kPa.cm,
 R en cm

L'INSUFFISANCE VEINEUSE CHRONIQUE

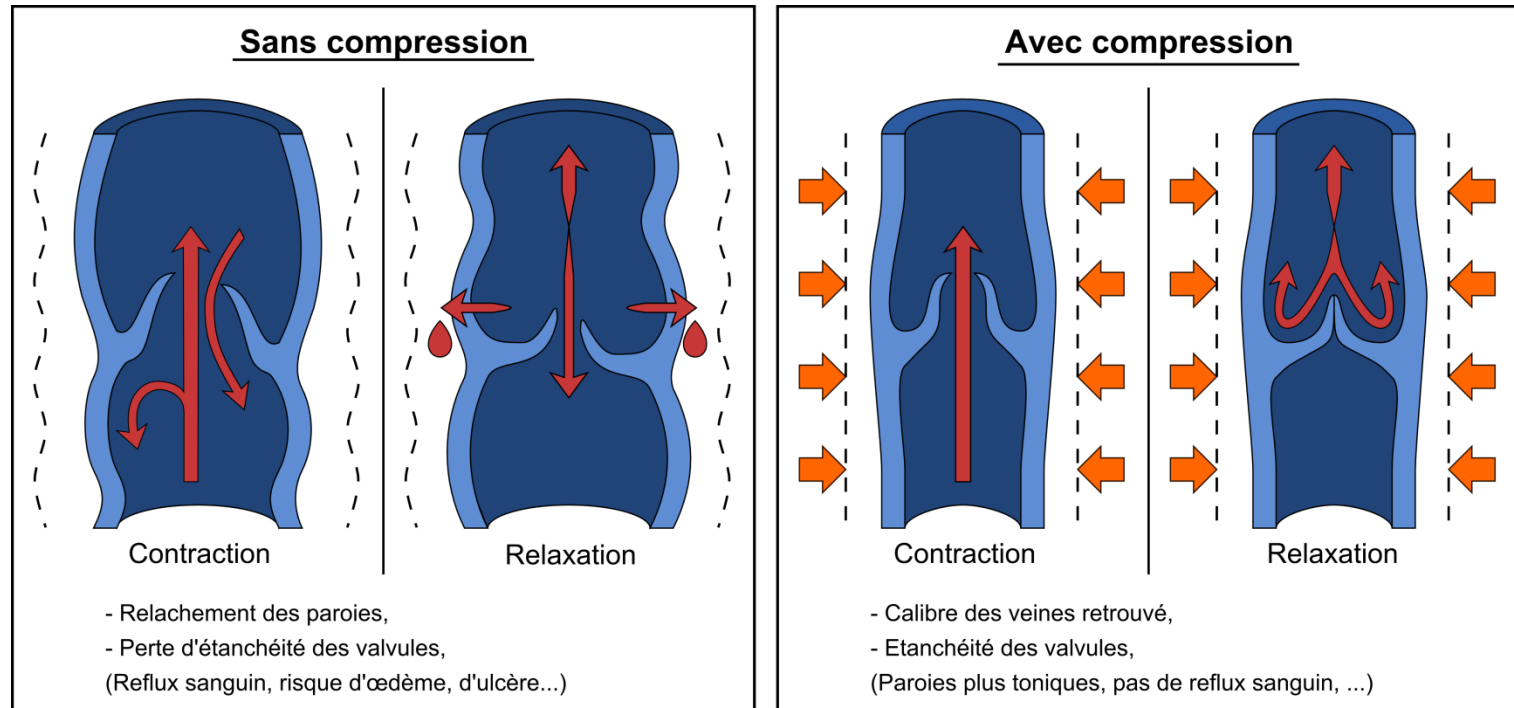
○ Traitements

- Règles hygiéno-diététiques,
- **Orthèses de compression,**
- Médicaments veinotoniques,
- Sclérothérapie,
- Chirurgie.



LA COMPRESSION MÉDICALE ÉLASTIQUE

○ Mécanismes



LA COMPRESSION MÉDICALE ELASTIQUE

○ Types d'orthèses

- Bandes
- Bas (chaussettes, collants, manchons, ...)



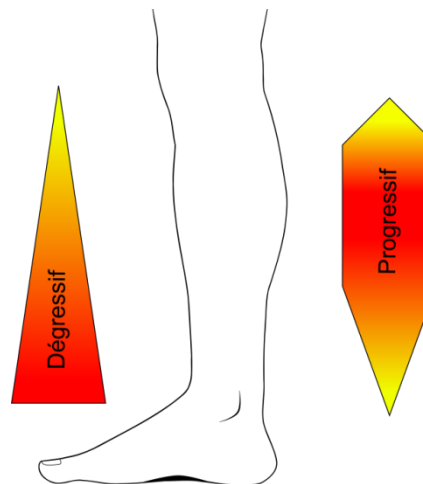
○ Classification

[1] NF G30-102B.

[2] European Committee of Standardization.

	Norme Française ^[1]	Classification ECS ^[2]
Classe I	de 10 à 15 mmHg	de 15 à 21 mmHg
Classe II	de 15,1 à 20 mmHg	de 23 à 32 mmHg
Classe III	de 20,1 à 36 mmHg	de 34 à 46 mmHg
Classe IV	> 36 mmHg	> 49 mmHg

○ Gradients



PROBLÉMATIQUE

○ Médicale

Comment comparer l'efficacité des différents types (classes, gradients) d'orthèses de compression médicale?

○ Technique

Comment évaluer l'action de la compression médicale élastique sur les tissus du membre traité?

- par une méthode non-invasive,
- reproductible,
- facile à mettre en place.

PROBLÉMATIQUE

- Schéma de principe

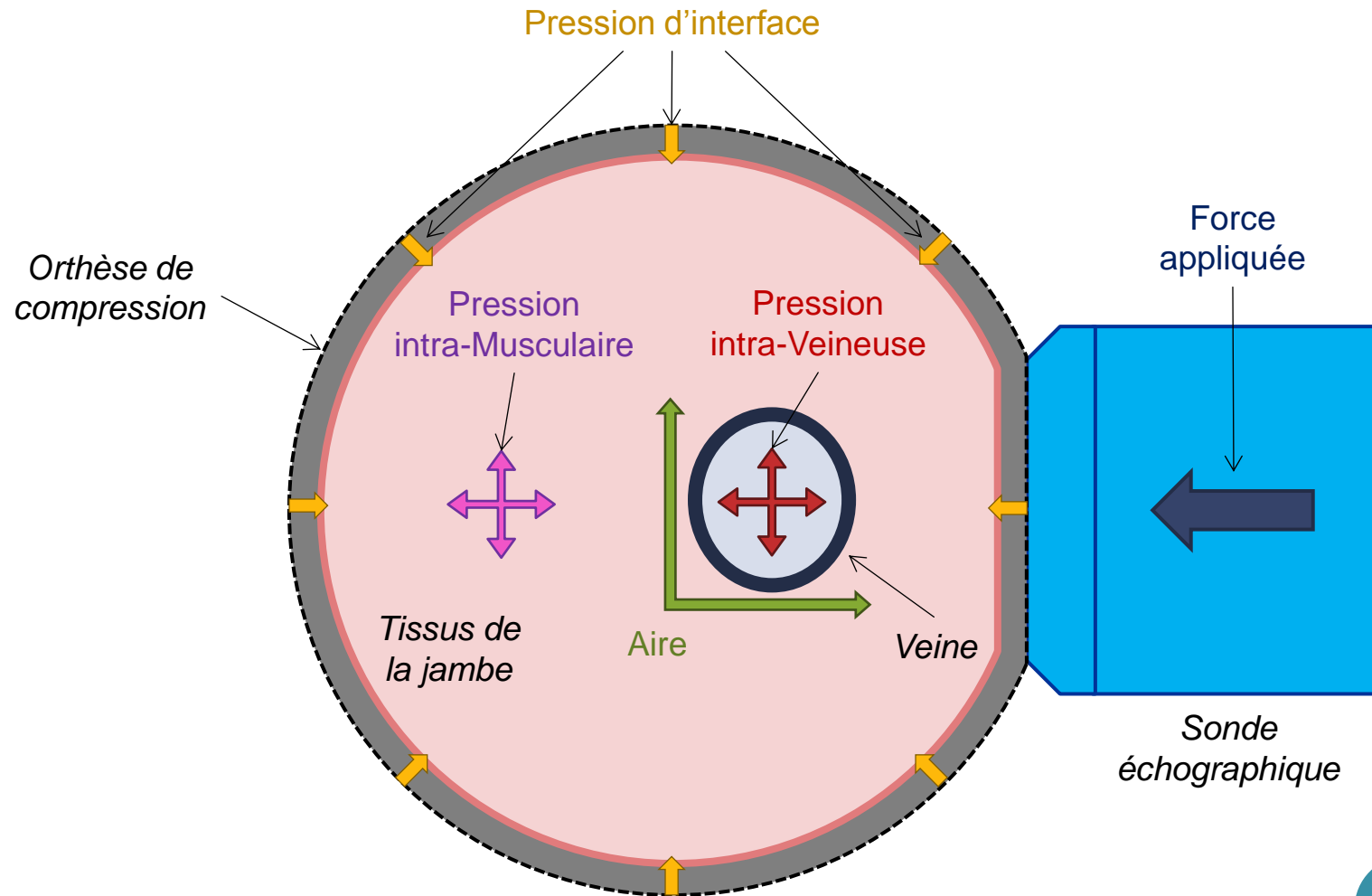
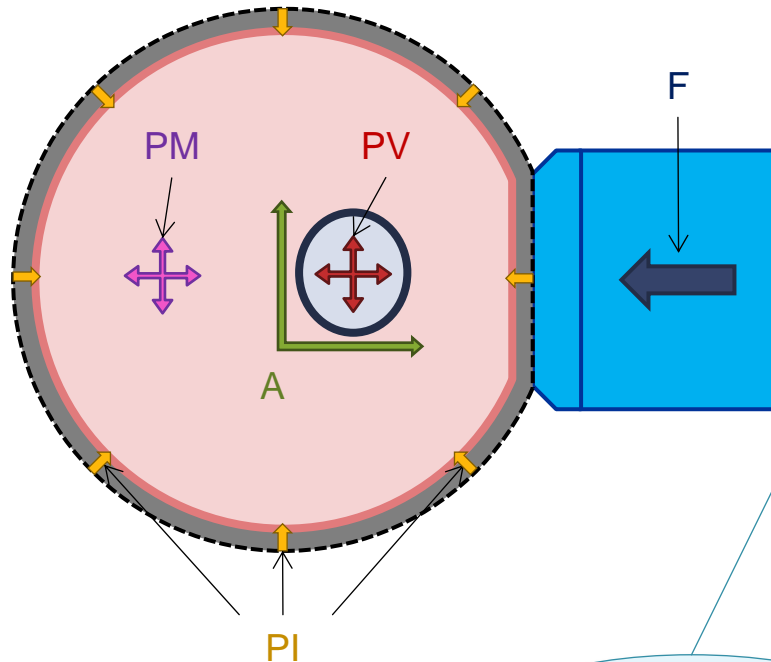


Schéma de la jambe en coupe transversale

PROBLÉMATIQUE

- Hypothèse

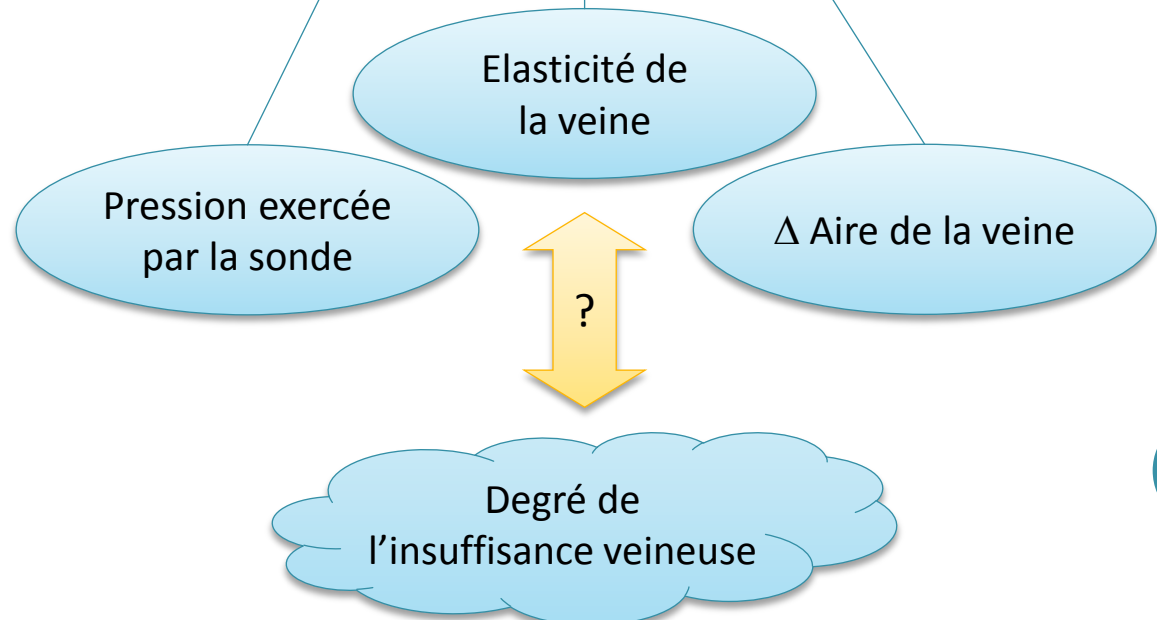


Loi de Hooke

$$\sigma = E \varepsilon$$

$$D = \frac{1}{E}$$

σ : contrainte (N.m^{-2})
 ε : déformation
 E : module de Young (N.m^{-2})
 D : distensibilité ($\text{m}^2.\text{N}^{-1}$)



PROBLÉMATIQUE

- Objectif

Établir un lien de corrélation entre la pression exercée par les orthèses et la tension pariétale veineuse.

- Intérêts

- Valider l'efficacité de ce type de traitement (étude clinique) en vue de la révision de la Liste des Produits et Prestations Remboursables,
- Apporter une nouvelle méthodologie pour l'évaluation de la maladie veineuse chronique,
- Développer un outil d'aide à la prescription d'orthèse de compression veineuse,
- Améliorer la gamme d'orthèses de compression veineuse en proposant des « produits sur-mesure ».

MATÉRIEL ET MÉTHODES

PLATEFORME DE MESURE

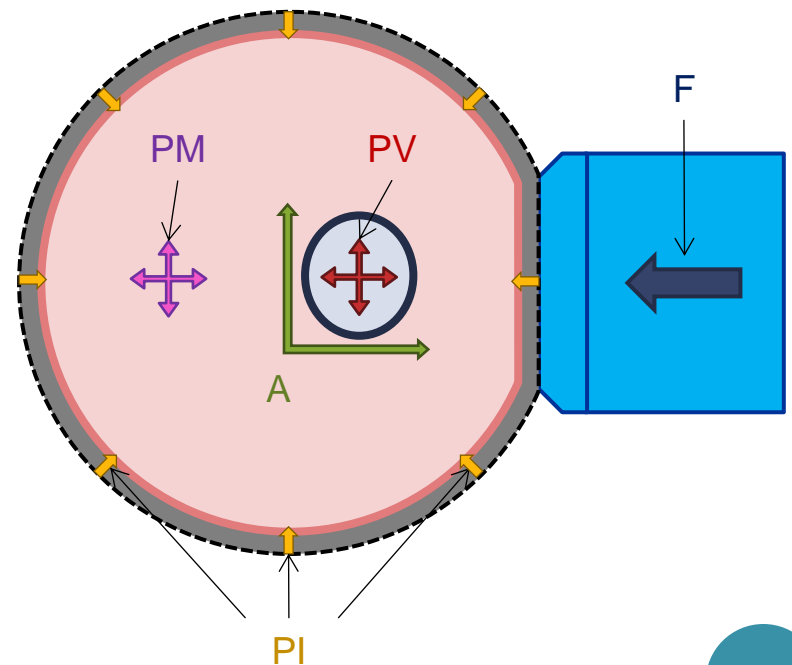
○ Mesures à effectuer

- Mesures non-invasives
 - PI : Pression d'interface
 - A : Aire de la veine
 - F : Force exercée par la sonde échographique

→ **Mesures exploratoires**

- Mesures invasives
 - PV : Pression intraveineuse
 - PM : Pression intramusculaire

→ **Mesures étalons**



PLATEFORME DE MESURE

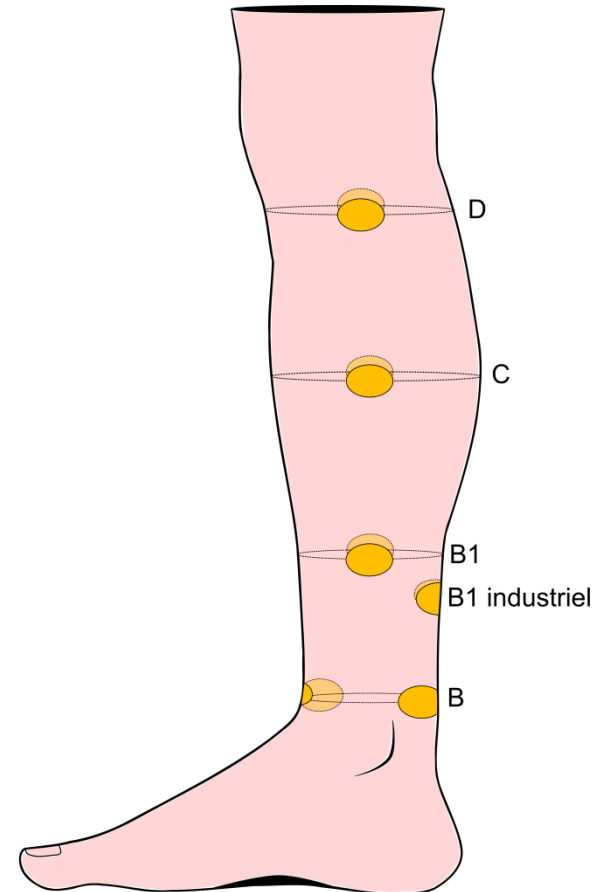
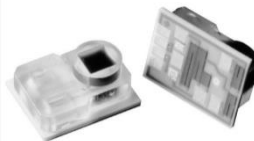
- Mesure des pressions d'interface



Ballonnet plat
(corps d'épreuve)

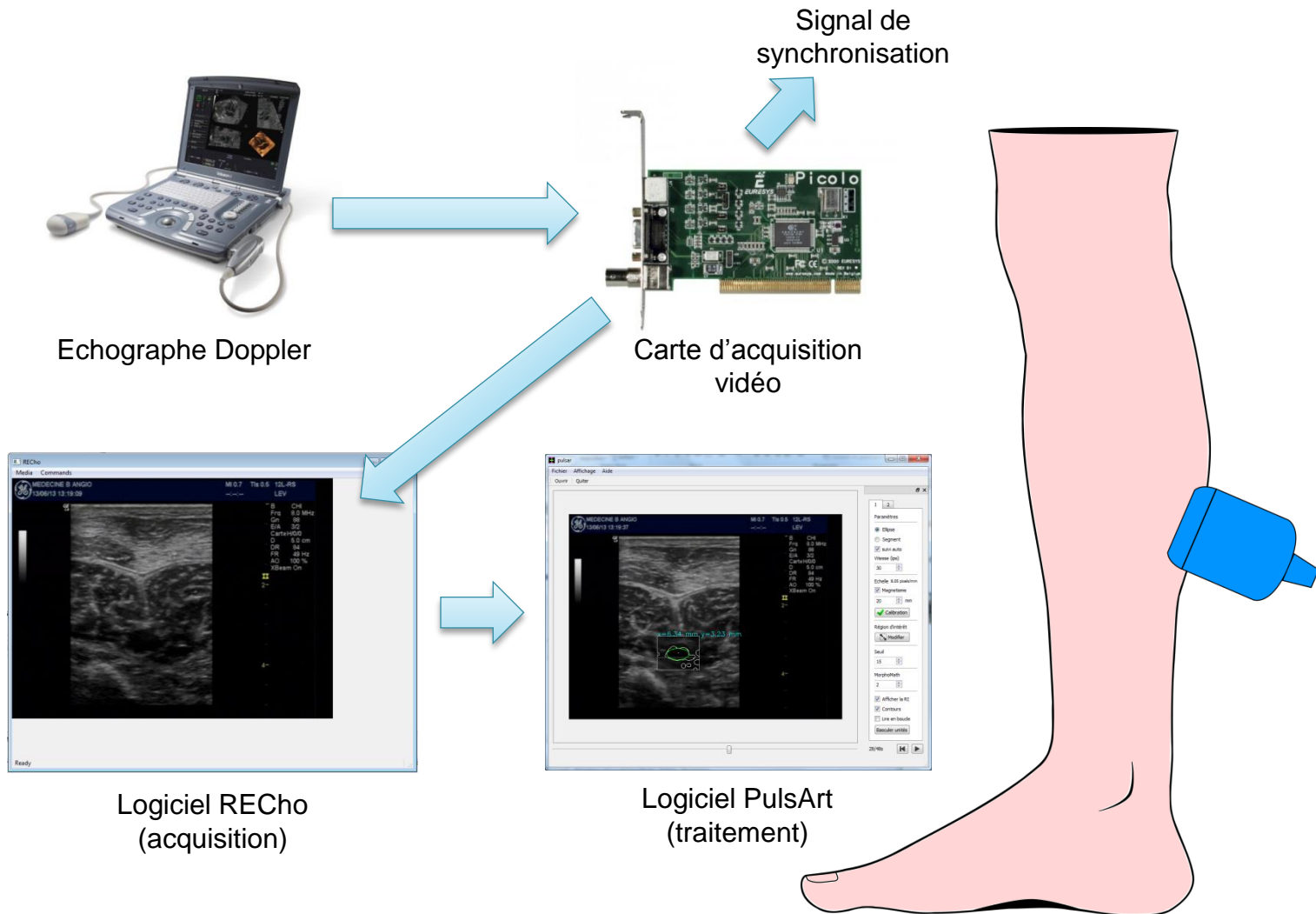


Capteur de pression pneumatique
(jauge de contrainte)



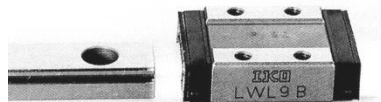
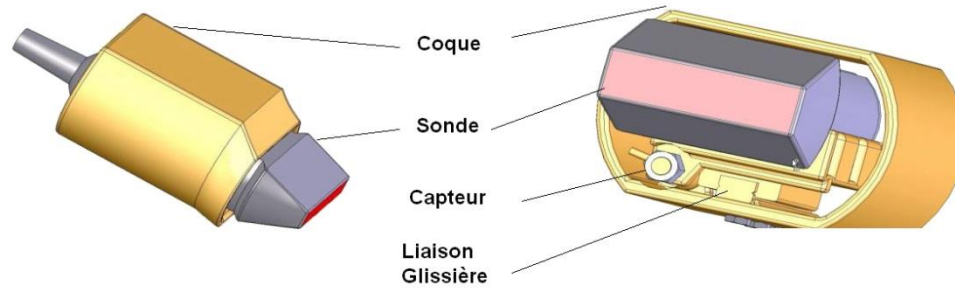
PLATEFORME DE MESURE

- Mesure de l'aire de la veine



PLATEFORME DE MESURE

- Mesure de la force exercée par la sonde échographique



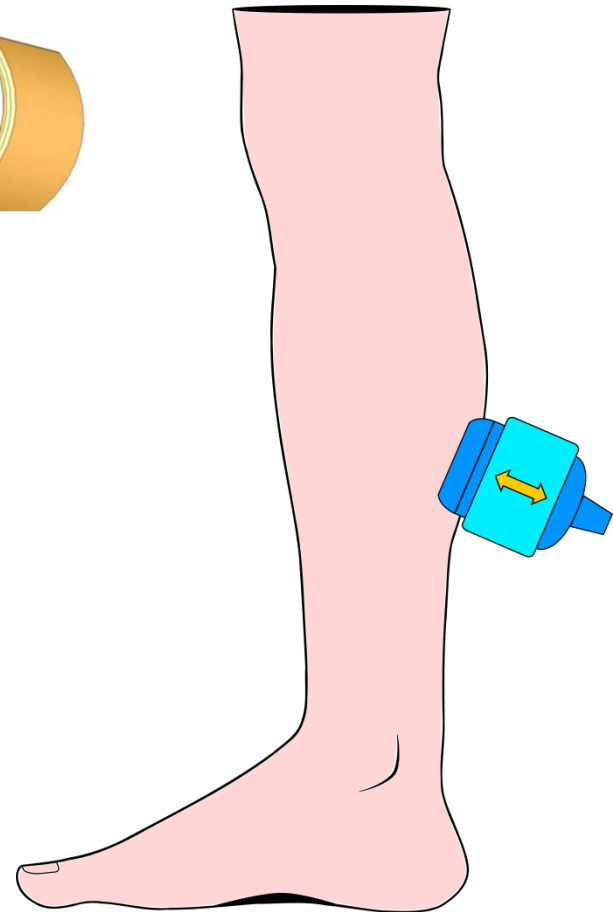
Rail + chariot linéaires



Amplificateur dédié



Capteur de force linéaire (jauge de contrainte)

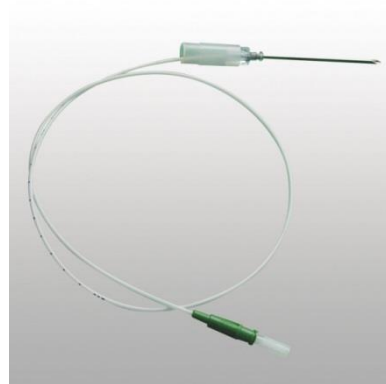


PLATEFORME DE MESURE

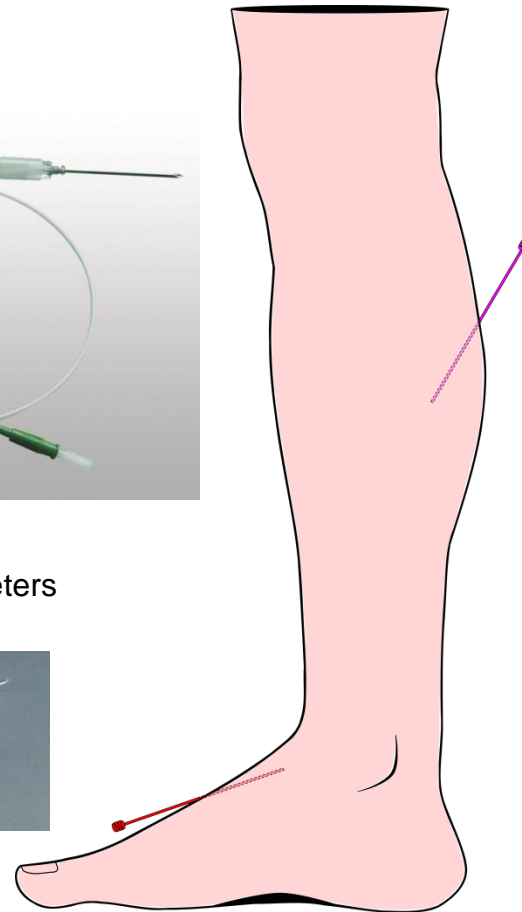
- Mesure des pressions intraveineuse et intramusculaire



Capteur de pression
pneumatique



Cathéters

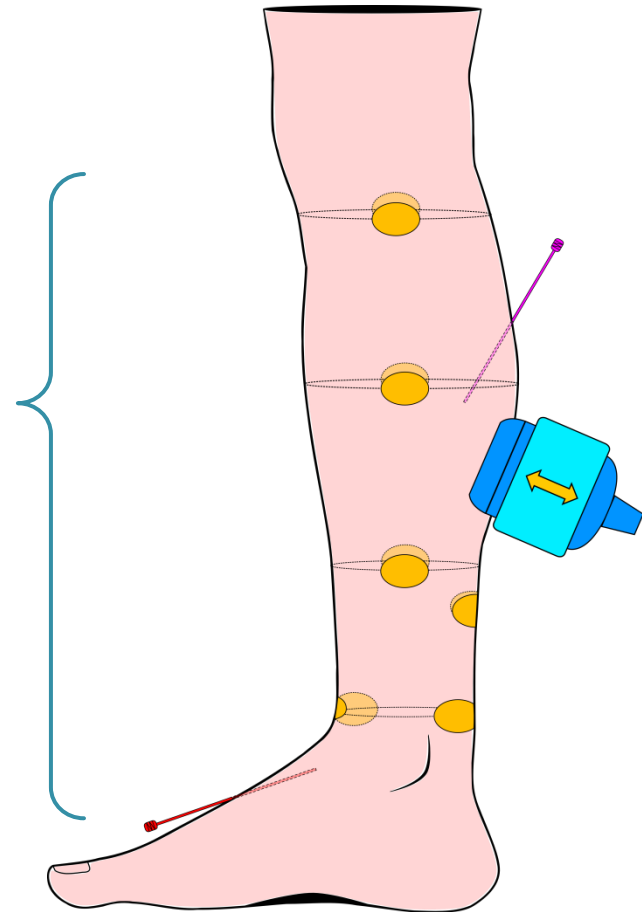


PLATEFORME DE MESURE

- Acquisition et synchronisation des mesures



Système et logiciel d'acquisition + 11 Amplificateurs



PROTOCOLE DE MESURE

○ Patient allongé

- Au repos
- En comprimant la veine avec la sonde échographique
- En contraction (pointe des pieds tendue)



○ Patient debout

- Au repos
- En comprimant la veine avec la sonde échographique
- En contraction (sur la pointe des pieds)

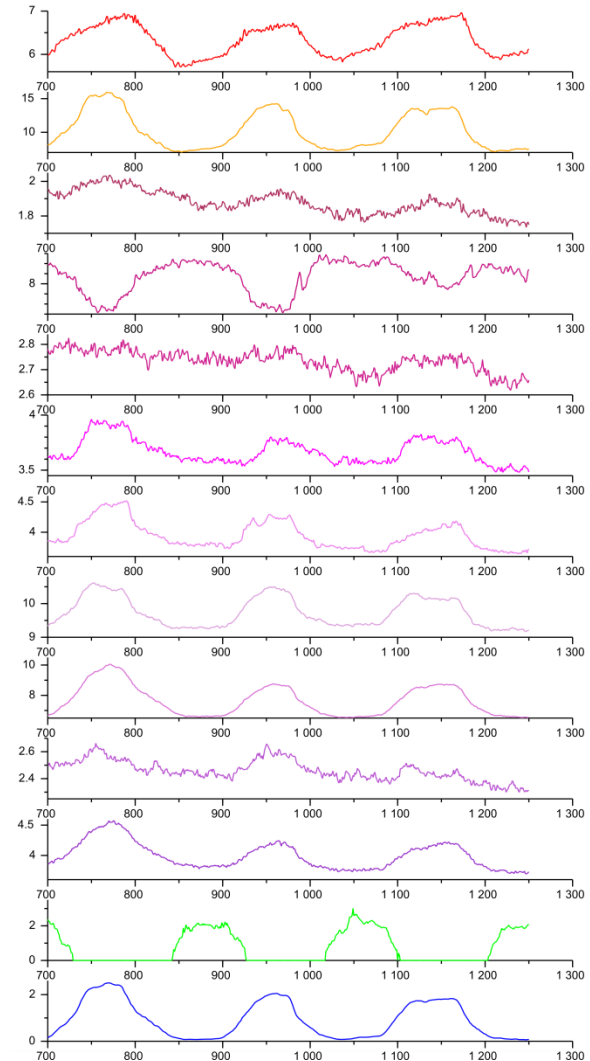
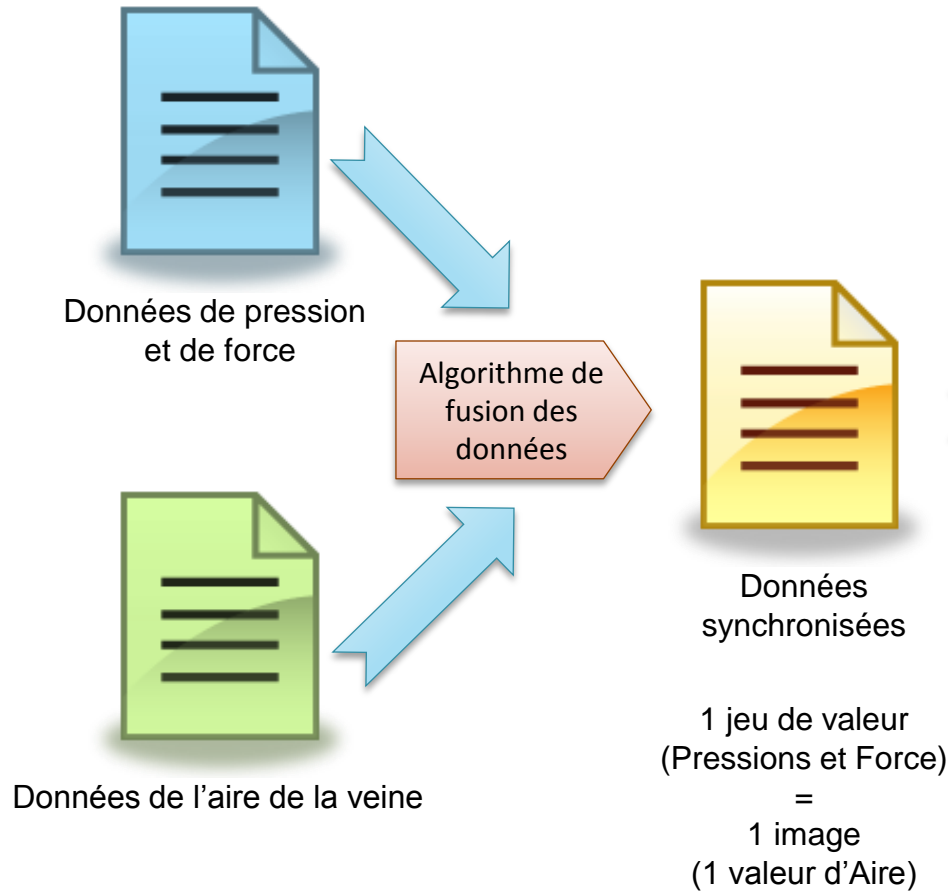


○ Séquences d'une série de mesures

- sans compression (chaussette normale)
- compression dégressive Classe 2
- compression dégressive Classe 3
- compression progressive

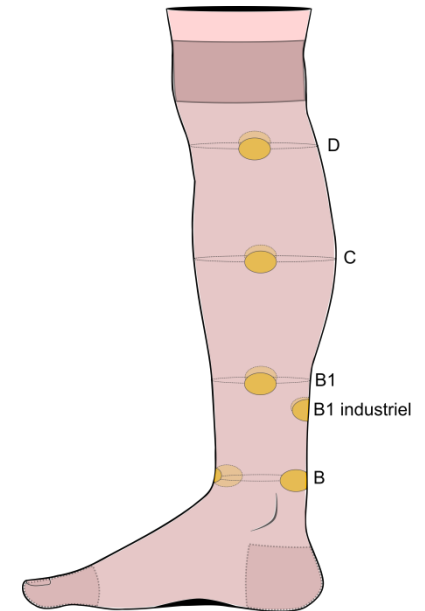
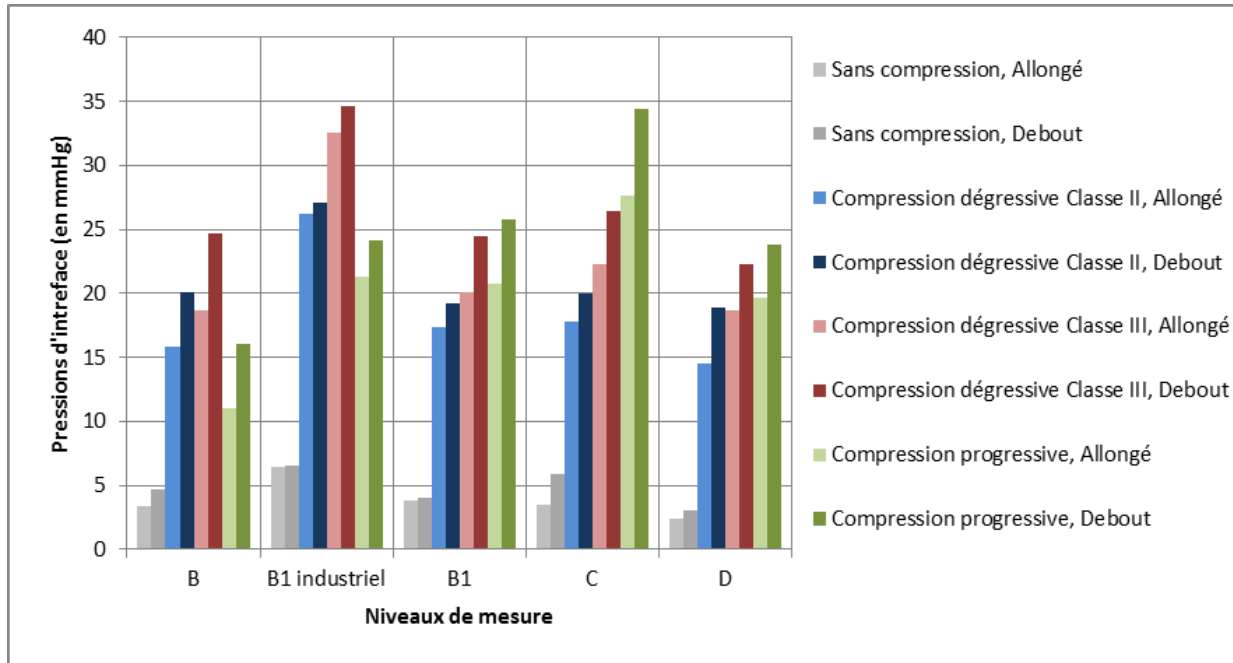
PROTOCOLE DE MESURE

- Collecte des données



RÉSULTATS

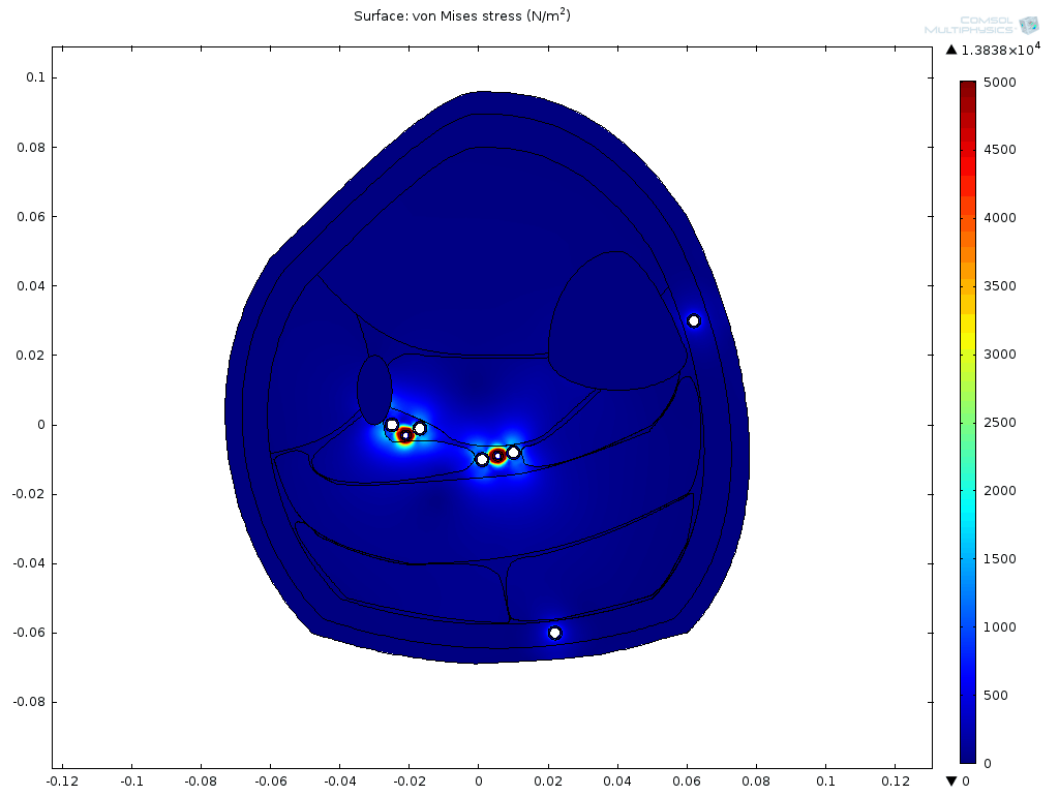
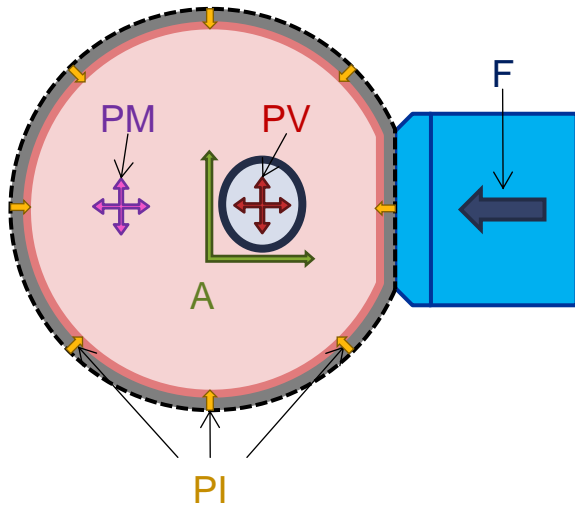
RÉPARTITION DES PRESSIONS D'INTERFACE



Répartition des pression d'interface par niveau de mesure en fonction de types de compression, chez un sujet sain

MODÉLISATION

Travaux de stage Ingénieur Polytech (A. CAM)



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

○ Premiers résultats significatifs

- Somme de données conséquente

Pression d'interface, Aire de la veine, Force exercée par la sonde échographique, Pression intraveineuse, Pression intramusculaire, 3 types de compression, statique, dynamique...

- Analyse et recoupement en cours

○ Étude clinique

- Tests effectués sur la moitié des patients (≈ 100 au total)
- Mesures invasives à inclure

○ Perfectionner et durcir le système expérimental pour le porter vers une solution industrielle

- Outil d'assistance au diagnostic pour les médecins
- Outil de contrôle qualité pour les industriels du textile
- Pré-maturation effectuée, maturation en cours

MERCI DE VOTRE ATTENTION
