

### Choix du matériau d'un tensiomètre

Pour contrôler la pression artérielle, il faut pouvoir la mesurer. La société **Spengler**, spécialisée dans les matériels médicaux, commercialise dans ce but le **tensiomètre AutoTensio SPG 300**

#### Objectifs de l'étude :

**Choisir la famille de matériaux optimale pour la coque du brassard**

Afin de réaliser la mesure de la pression artérielle, le flux sanguin doit être coupé au préalable grâce à un garrot. Cette fonction garrot est réalisée sur le tensiomètre **SPG 300** en comprimant l'artère radiale qui passe dans le poignet, grâce au brassard gonflable (figure 2).

Le document technique **DT2** décrit la constitution du brassard gonflable et sa déformation lors du gonflage de la poche. On s'intéresse plus particulièrement ici à la déformation de la coque **4b** située à l'intérieur du brassard (figure 3).

Le choix du matériau de la coque est ici prépondérant. Ainsi, il est essentiel que le matériau de la coque soit suffisamment élastique pour supporter la déformation lors de l'enfilage du brassard. De plus, le volume de la poche gonflée dépend de la rigidité de la coque. En effet, si la coque est très rigide la pression dans la poche déformera peu la coque et le volume de la poche sera faible. Inversement, si la coque est très déformable, la pression dans la poche va écarter la coque du poignet et la poche se gonflera pour occuper cet espace.



Figure 3: Coque 4b

La conception du brassard et le choix du matériau de la coque du brassard sont guidés par la déformation engendrée par le gonflage de la poche.

En effet, la coque doit permettre une déformation élastique suffisante pour permettre l'enfilage du brassard tout en ne subissant pas d'endommagement à cause de la pression exercée par la poche gonflable.

Quand un matériau est soumis à une contrainte, il se déforme élastiquement puis éventuellement plastiquement jusqu'à la rupture.

La déformation limite dans le domaine élastique est donnée par la relation suivante :

$$\varepsilon_f = \frac{C \cdot K_{IC}}{\sqrt{\pi} \cdot a_c \cdot E} \quad (1)$$



Figure 1 : tensiomètre SPG 300

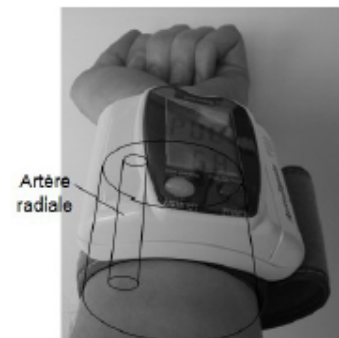


Figure 2 : Compression artère



## TD révisions choix PMP

- avec :
- $\varepsilon_f$  déformation limite en % ;
  - $E$  module de Young en MPa ;
  - $K_{IC}$  ténacité en  $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$  ; (La ténacité est la propriété d'un matériau à supporter la fissuration)
  - $a_c$  longueur de la plus grande fissure contenue dans le matériau en m ;
  - $C$  constante dépendant de la géométrie qui vaut généralement  $1 \text{ m}^{1/2}$ .

Les meilleurs matériaux pour la conception de la coque limitée par la déformation sont ceux qui ont les plus grandes valeurs de l'indice de performance  $M_1$  afin de maximiser la déformation sans risquer l'endommagement.

$$M_1 = \frac{K_{IC}}{E} \quad (2)$$

- 1) Afin de choisir le matériau adapté, on décide tout d'abord de choisir de sélectionner les matériaux ayant un module d'Young supérieur à 0,4 GPa. Selon le document DR1 quels sont les matériaux (ou groupe de matériaux) à éliminer selon ce critère
- 2) Quel est le matériau ayant le plus grand module d'Young ?
- 3) Quel est le matériau ayant la plus grande Ténacité ?
- 4) Par lecture du diagramme d'Ashby, quel est le matériau de la famille des alliages techniques ayant le coefficient  $M_1$  le plus élevé ?
- 5) Finalement quel est le matériau ayant un module d'Young supérieur à 0,4 GPa et ayant le coefficient  $M_1$  le plus élevé ?

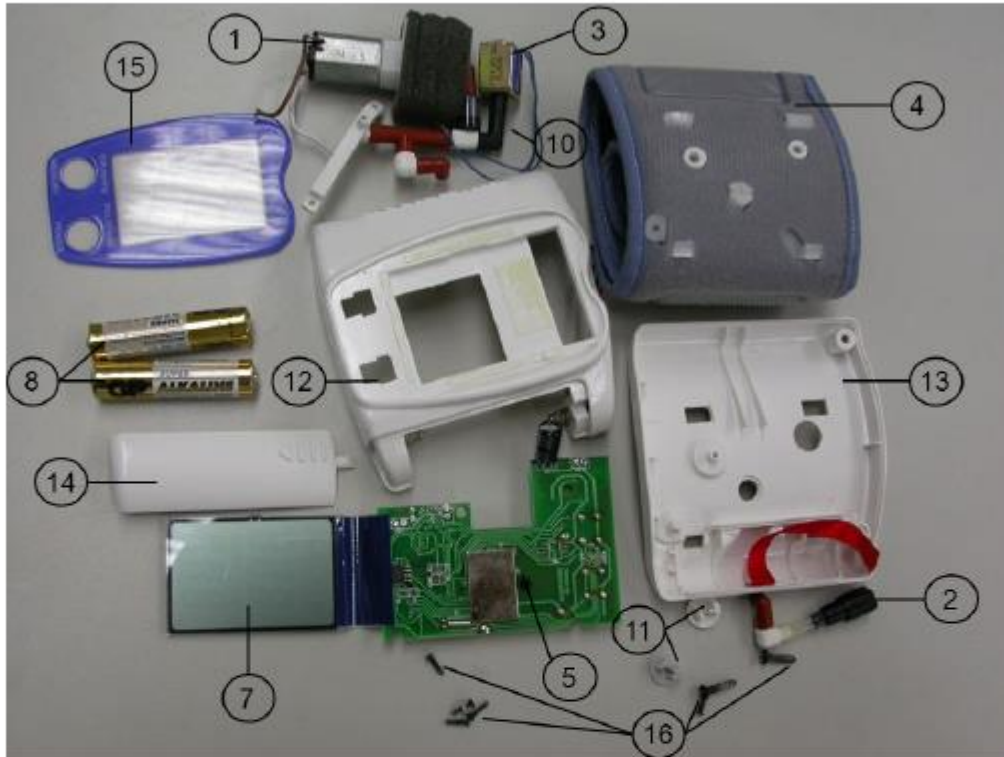
Des considérations économiques orientent le choix vers des matériaux non métalliques. Ainsi les polymères sont privilégiés. Afin de respecter la fonction de service : *ne pas occasionner de gêne ni de danger pour l'utilisateur*, il convient de réduire la masse de la coque. Pour cela, il s'agit de maximiser l'indice de performance suivant :

$$M_2 = \frac{E}{\rho} \quad (3)$$

- avec :
- $\rho$  masse volumique en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;
  - $E$  module de Young en MPa.

- 6) Identifier sur le DR2 le ou les polymères techniques les plus adaptés à la maximisation du critère  $M_2$ .
- 7) Quel est (sont) alors le(s) matériau(x) à privilégier.

**Document technique DT1 : description des composants**



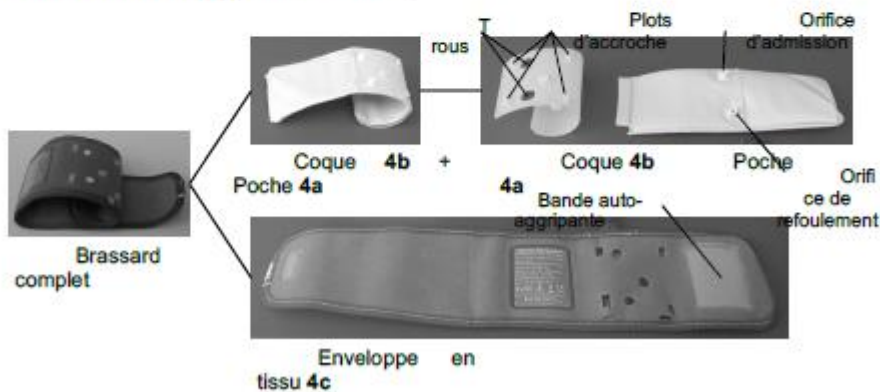
Désignation	Matériau	N°	Nombre
Compresseur à membrane KPM-14A-3A2		1	1
Vanne de fuite à 300 mmHg		2	1
Électrovanne de décharge : IS1903B KHPE		3	1
Brassard gonflable	PEBD	4	1
Carte électronique contenant le microcontrôleur, le buzzer et le capteur de pression capacitif		5	1
Écran LCD		7	1
Piles AA 1.5 V		8	2
Tube de circulation d'air	Silicone	10	6
Boutons	6120(ABS)	11	2
Carter supérieur	6130(ABS)	12	1
Carter inférieur	6130(ABS)	13	1
Capot piles	6120(ABS)	14	1
Vitre de protection écran		15	1
Vis d'assemblage		16	8



**Document technique DT2 : constitution du brassard gonflable**

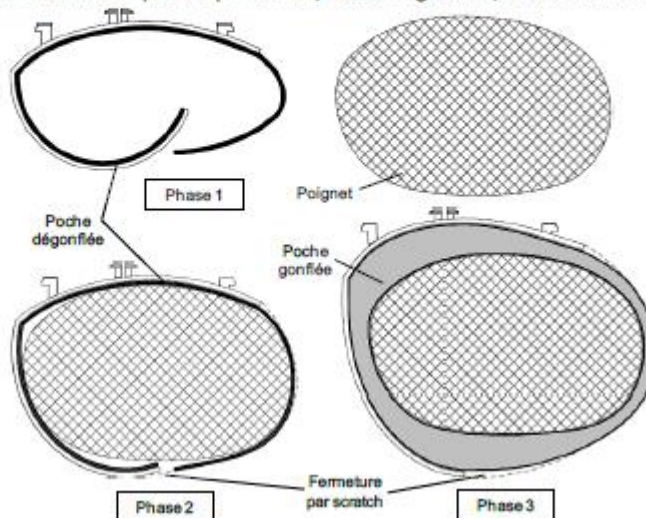
Le brassard est composé de trois éléments :

- ◆ une poche gonflable **4a** qui vient comprimer le poignet lorsque son volume augmente ;
- ◆ une coque déformable **4b** fixée au carter inférieur **13** (voir **DT1**) du tensiomètre par quatre plots d'accroche, et percée de deux trous laissant passer l'orifice d'admission en air comprimé et l'orifice de refoulement d'air de la poche gonflable **4a** ;
- ◆ une enveloppe en tissu **4c** qui contient les deux premiers éléments et que l'utilisateur fixe à son poignet grâce à une bande auto-agrippante (« scratch »).



La mise en place du brassard et le gonflage de la poche se décompose en 3 phases :

- ◆ la phase 1 montre l'appareil avant l'enfilage ;
- ◆ la phase 2 consiste à enfiler le brassard ; dans cette phase, la coque **4b** se déforme pour s'adapter au poignet ; l'enveloppe **4c** est ensuite fermée grâce au système à scratch ;
- ◆ la phase 3 consiste à gonfler la poche **4a** ; dans cette phase la coque **4b** se déforme à nouveau sous l'effet de la pression exercée par la poche **4a**; celle-ci gonflée, entoure et comprime le poignet.





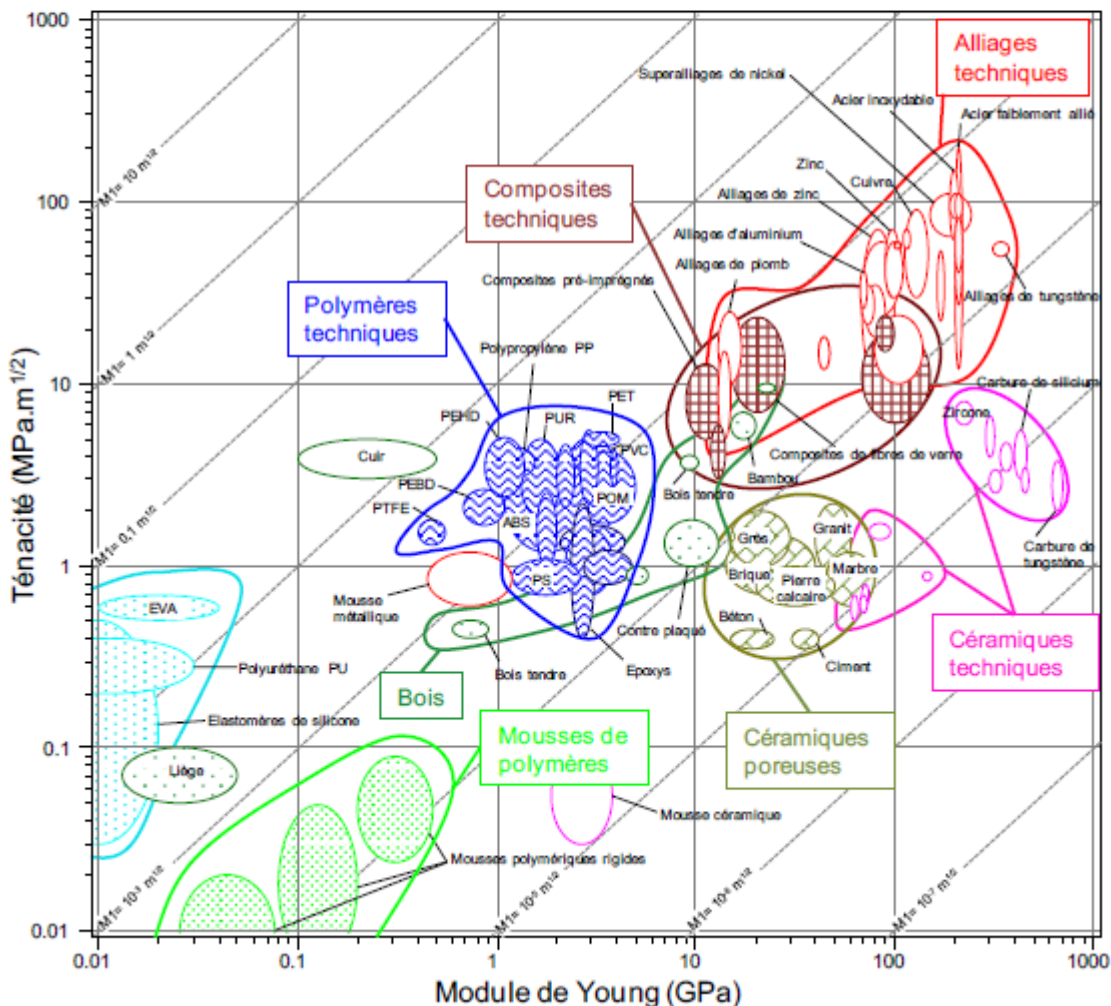
TD révisions choix PMP

Document réponse DR1 : diagramme ténacité / module de Young

Le diagramme d'Ashby ci-dessous se lit de la façon suivante :

- les familles de matériaux (polymères, métaux, céramiques, etc.) sont représentées dans des bulles avec un motif particulier ;
- compte tenu des échelles logarithmiques en abscisse et en ordonnée, les iso-valeurs de l'indice de performance  $M_1$  sont des droites obliques parallèles entre elles, représentées ici en pointillés ; c'est-à-dire que  $M_1$  est constant pour les matériaux situés sur une de ces droites

exemple : les composites pré-impregnés de la famille des composites techniques les plus performants ont un  $M_1$  de l'ordre de  $10^{-3} \text{ m}^{1/2}$ .





TD révisions choix PMP

Document réponse DR2 : diagramme module de Young / masse volumique

Pour ce diagramme on s'intéresse plus particulièrement ici aux polymères techniques.

