Correction :

a) Inventaire des données

Nommons :

- P le poids total
- P1 le poids de la jambe s'appliquant en A son centre de masse
- P2 le poids du pied s'appliquant en B son centre de masse
- F la force du masseur kinésithérapeute s'appliquant en K

Données :

$$P = 700 \text{ N}$$

$$P1 = 32,5 \text{ N (4,65\% de P)}$$

$$P2 \approx 10 \text{ N (1.45\% de P)}$$

D'après le tableau de Winter, on a :

$$[AK] = 0,567 \cdot 40 = 22,7 \text{ cm}$$

$$[KB] = 0,500 \cdot 20 = 10 \text{ cm}$$

b) Composition des poids de la jambe et du pied

Soit $R \rightarrow$ (vecteur R) la force résultante de $P1 \rightarrow$ (vecteur P1) et $P2 \rightarrow$ (vecteur P2) appliquant en C

- Point d'application de $R \rightarrow$ (vecteur R).

Etant donné que $P1 \rightarrow$ et $P2 \rightarrow$ (vecteur P1 et P2) sont parallèles, de même sens avec $P1 > P2$ ($P1$ est plus grand que $P2$), on peut considérer que le point d'application C de $R \rightarrow$ (vecteur R)

se trouve sur le segment [AB] du côté de $P1 \rightarrow$ (vecteur P1).

On peut alors écrire l'équation

$$P2/P1 = AC/BC$$

$$\leftrightarrow AC/BC = 10/32,5$$

$$\leftrightarrow \mathbf{AC/BC = 4/13}$$

Nous pouvons donc diviser le segment [AB] en 17 (4+13) segments avec C à 4 segments de A (numérateur) et à 13 segments de B (dénominateur).

Le segment [AB] étant l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont les côtés sont les parties distale de la jambe et proximale du pied.

$$\text{D'après Pythagore, on a } [AB] = \sqrt{(22,7^2 + 10^2)} = 24,8 \text{ cm}$$

Chaque segments mesure $24,8/17 = 1,46 \text{ cm}$

Donc [AC] = 4 fois 1,46 = 5,84 cm et [BC] = 13 fois 1,46 = 18,98cm

- Direction et sens de $R \rightarrow$ (vecteur R)

Etant donné que $P1 \rightarrow$ et $P2 \rightarrow$ (les forces P1 et P2) sont parallèles, de même sens, leur résultante aura la même direction et le même sens soit **cranio-ventral par rapport à la jambe**.

- Intensité de $R \rightarrow$ (vecteur R)

Ici $P1 \rightarrow$ et $P2 \rightarrow$ sont parallèles et de même sens, on peut donc additionner leur intensité :
 $R = P1 + P2 = 32,5 + 10 = 42,5 \text{ N}$

c) Résultante de $R \rightarrow$ (vecteur R) et de $F \rightarrow$ (vecteur F).

Soit $R' \rightarrow$ (vecteur R prime) la résultante de $R \rightarrow$ (vecteur R) et $F \rightarrow$ (vecteur F) et D son point d'application

- Bilan des forces composées :

- o $R \rightarrow$ (vecteur R) la résultante de $P1 \rightarrow$ et $P2 \rightarrow$ (vecteur P1 et P2)
 - Point application C
 - Direction et sens : cranio-ventral par rapport à la jambe
 - Intensité = 42,5 N
- o La force $F \rightarrow$ (vecteur F) exercée par le MK
 - Point d'application K
 - Direction et sens : en ventral par rapport à la jambe
 - Intensité = 50 N

- Point d'application de $R' \rightarrow$ (vecteur R prime)

Il se situe sur le segment [CK] légèrement plus proche de K point d'application de la force du MK qui est plus intense que $R \rightarrow$ (vecteur R) ($42,5 < 50 \text{ N}$). Nous pouvons également dire qu'il se trouve au point d'intersection entre la jambe et la droite d'application de $R' \rightarrow$ (vecteur R prime).

Ici les deux forces ne sont pas parallèles et n'ont pas un point d'application commun, c'est pourquoi après avoir fait glisser les vecteurs sur leur droite d'action jusqu'au point d'intersection des 2 droites nous allons utiliser la technique du parallélogramme de Varignon.

- Intensité de $R' \rightarrow$ (vecteur R prime).

Ici l'angle Gamma entre $R \rightarrow$ (vecteur R) et $F \rightarrow$ (vecteur F) mesure 30 degrés car si la jambe était horizontale $K \rightarrow$ (le vecteur K) serait vertical étant donné qu'elle forme un angle de 90 degrés avec la jambe. De plus nous venons de constater que $R \rightarrow$ (vecteur R) est aussi vertical et les deux forces seraient donc parallèles.

Or ici le genou est en flexion de 30° donc $F \rightarrow$ (vecteur F) forme alors également un angle de 30° avec la verticale et par conséquent avec $R \rightarrow$ (vecteur R prime) également.

Nous pouvons ainsi utiliser la formule d'Al Kashi suivante pour trouver l'intensité de $R' \rightarrow$.

$$R' = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2 + 2.F_1.F_2.\cos\alpha)} \text{ où gamma est l'angle entre } F_1 \text{ et } F_2$$

donc

$$R' = \sqrt{(R^2 + K^2 + 2.R.K.\cos(\alpha))} = \sqrt{(42,5^2 + 50^2 + 2.42,5.50.\cos(30))} = 89,4 \text{ N}$$

- Direction et sens de $R' \rightarrow$ (vecteur R prime)

Nous pouvons ici calculer l'angle delta entre $F \rightarrow$ et $R' \rightarrow$ (vecteur F et R prime) grâce à la tangente :

$$\begin{aligned}\tan(\delta) &= R \cdot \sin(30) / K + R \cdot \cos(30) \\ &= 42,5 \cdot \sin(30) / 50 + 42,5 \cdot \cos(30) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

$$\text{Donc } \delta = \tan^{-1}(0,25) = 14$$

Donc $R' \rightarrow$ forme un angle de $90 - 14 = 76^\circ$ par rapport à la partie proximale de la jambe. Il a donc un sens ventro-cranial par rapport à la jambe.

(je vous expliquerai cette formule au prochain cours).