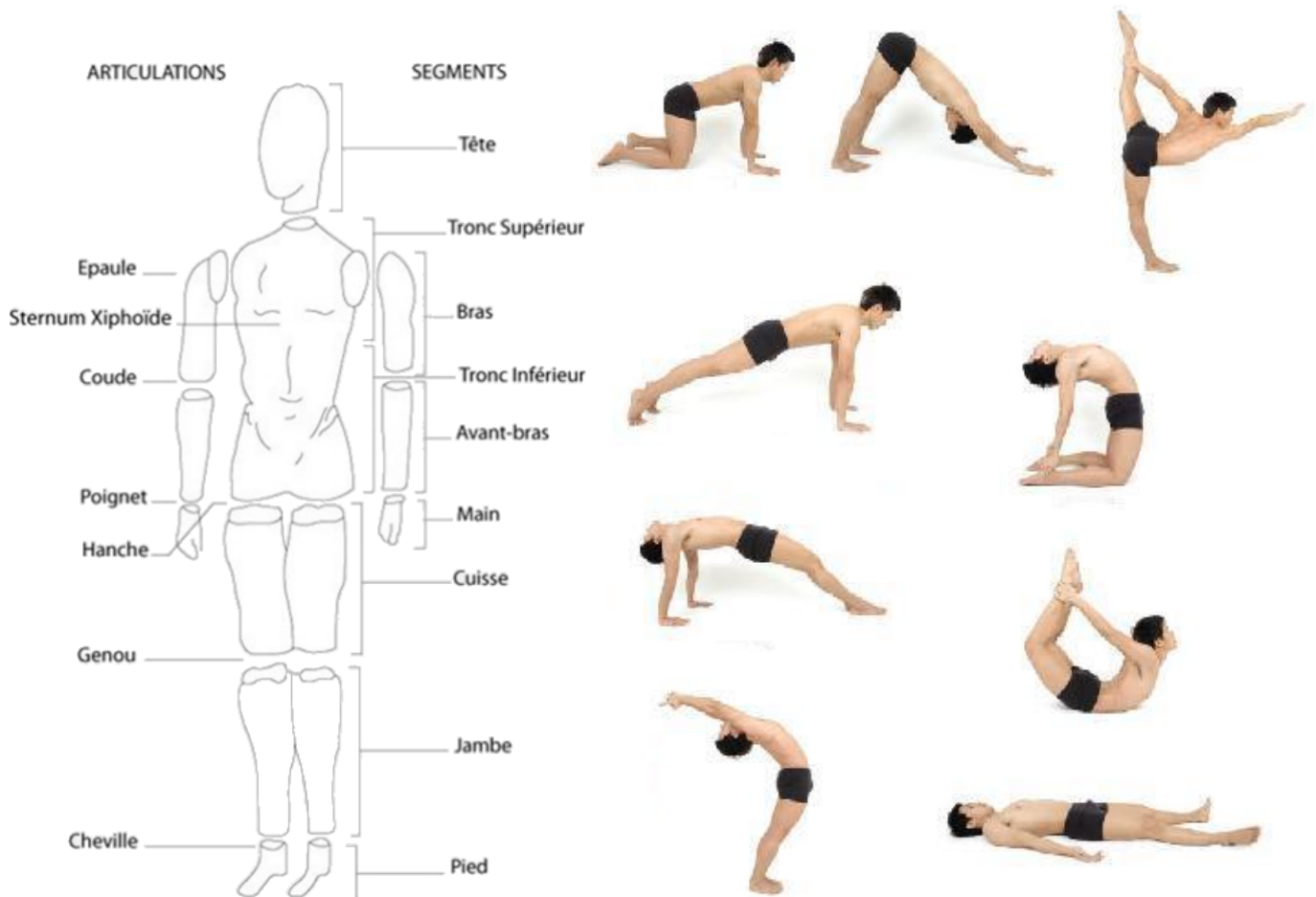


## TD n°1 : Anthropométrie Centre de masse

### Exercice 1. Notions de cours

- Quelle est la position du corps de référence pour déterminer si l'extrémité d'un segment est proximale ou distale ?
- Pour la cuisse, le genou est-il un point proximal ou distal ?
- Pour la jambe, le genou est-il un point proximal ou distal ?
- Pour le bras, l'épaule est-elle un point proximal ou distal ?
- Quels sont les 3 axes principaux du corps humain ?
- Voici quelques postures de Yoga. Placer intuitivement la position du centre de masse pour chaque posture.



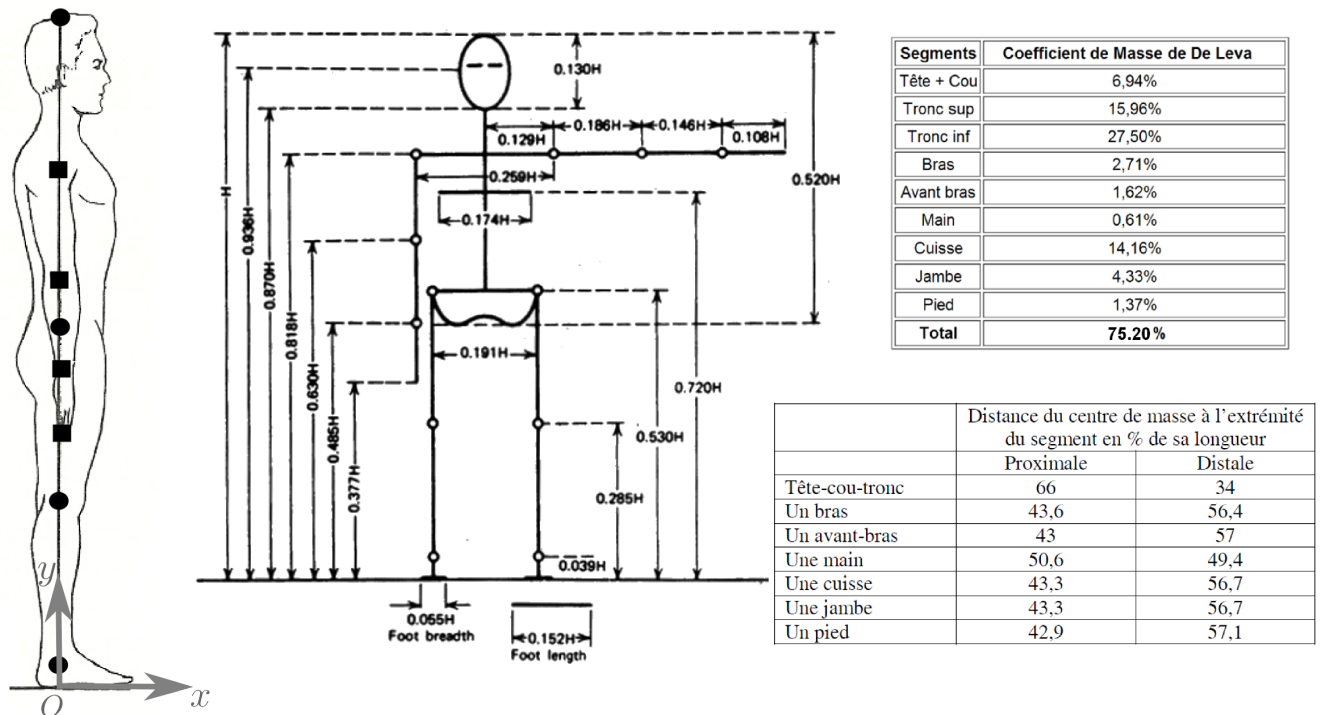
### Exercice 2. Calcul du centre de masse à partir des tables

On considère un individu mesurant 1m75 pour 75 kg. Voici les tables anthropométriques de De Leva et de Winter qui ont été établies à partir de données recueillies sur des sujets vivants et de données cadavériques. Les carrés noirs indiquent les points anatomiques pour les articulations du bras. Les ronds noirs localisent les points anatomiques pour le reste du corps.

On arrondira les calculs à 2 chiffres après la virgule et on tronquera au centième inférieur en cas d'incertitude.

- A partir des tables, calculer les masses des segments suivants : les mains, les avant-bras, les bras, tronc-cou-tête, les cuisses, les jambes et les pieds.
- A partir des tables, calculer les longueurs de ces mêmes segments.

- c. Calculer les positions relatives des centres de masse des segments jambes, cuisses et tronc-cou-tête par rapport à l'extrémité distale.  
Idem pour les segments mains, avant-bras et bras par rapport à l'extrémité proximale.
- d. En déduire les coordonnées du centre de masse de chaque segment dans le repère ( $Oxy$ ) (au sol  $y = 0$ ,  $Oy$  étant l'axe vertical) (positions absolues par rapport au sol).
- e. A partir des questions a. et d., calculer la position du centre de masse global du corps sur l'axe vertical.
- f. Pourquoi est-il utile de connaître la masse et la position du centre de masse d'un corps ? Énoncer le principe fondamental de la dynamique en translation.
- g. Supposons maintenant que l'individu tende ses bras vers l'avant à l'horizontal. Quelle serait la nouvelle position du centre de masse dans le repère ( $Oxy$ ) ?



### Exercice 3. Moment d'inertie du membre supérieur (*travail hors programme - facultatif*)

On cherche à calculer le moment d'inertie du bras complet par rapport à un axe médio-latéral passant par l'articulation de l'épaule. On pourra réutiliser les valeurs calculées dans l'exercice précédent.

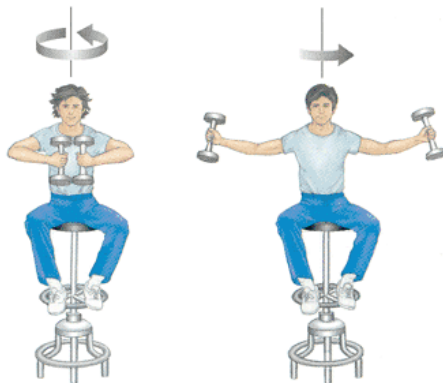
- a. A partir de la table des rayons de giration ci-dessous, calculer le moment d'inertie du bras (humérus), de l'avant-bras et de la main par rapport au centre de masse.
- b. En utilisant le théorème des axes parallèles, exprimer ces moments d'inertie par rapport à un axe médio-latéral passant par l'articulation de l'épaule.
- c. En déduire le moment d'inertie du membre supérieur (bras + avant-bras + main) .
- d. Pourquoi est-il utile de connaître le moment d'inertie d'un corps ? Énoncer le principe fondamental de la dynamique en rotation pour un solide tournant autour d'un axe fixe.

Axe :	Longueur du rayon de giration selon l'axe de rotation en % de la longueur du segment corporel		
	centre de masse	articulation proximale	articulation distale
Tronc-tête-cou	5,03	83	60,7
Bras	32,2	54,2	64,5
Avant-bras	30,3	52,6	64,7
Main	29,7	58,7	57,7
Cuisse	32,3	54	65,3
Jambe	30,2	52,8	64,3
Pied	47,5	69	69
Membre inférieur	32,6	56	65

#### Exercice 4. Conservation du moment cinétique (*travail hors programme - facultatif*)

Un individu est assis sur une chaise pivotante (sans frottement) et possède un moment d'inertie de  $0,96 \text{ kg.m}^2$  par rapport à un axe vertical passant par son centre de masse quand ses bras sont repliés le long de son corps. La chaise tourne à une vitesse de  $1,15 \text{ tours/s}$  et a une masse négligeable. L'individu étend ses bras jusqu'à ce que ses mains, chacune tenant une masse de  $4,4 \text{ kg}$ , soient à  $0,77 \text{ m}$  de l'axe de rotation. Une fois tendus ses bras ont un moment d'inertie  $J = 0,51 \text{ kg.m}^2$  par rapport à l'axe de rotation.

- Pourquoi y-a-t-il conservation du moment cinétique ?
- Sa vitesse de rotation une fois les bras tendus sera-t-elle plus grande ou plus petite ? La calculer.



#### Exercice 5. Théorème du moment cinétique (*travail hors programme - facultatif*)

Un individu se tient debout comme sur le dessin, et se prépare à effectuer une rotation du bras (bras tendu). Le moment d'inertie du bras tendu vaut  $J = 0,51 \text{ kg.m}^2$  (par rapport à un axe antéro-postérieur passant par l'épaule), le centre de masse du bras est situé à  $40 \text{ cm}$  de l'épaule et son poids est  $3,7 \text{ kg}$ . On supposera que le bras est un corps rigide et on négligera les forces de frottements. Le but de cette exercice est d'appliquer le théorème du moment cinétique.

- Quel dit le théorème du moment cinétique ?
- Quelles forces extérieures agissent sur le système {bras droit} ?
- Quel moment les forces musculaires doivent-elles créer pour produire une accélération angulaire de  $1,59 \text{ tours/s}^2$  ?
- En supposant que le bras de levier est de  $4 \text{ cm}$ , quelle est la force musculaire nécessaire pour créer une telle accélération angulaire ?

