

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 1 sur 6

Ce premier DS de **Sciences Industrielles pour l'Ingénieur** s'articulera autour de trois parties distinctes afin de valider les connaissances essentielles dans les domaines de l'IS et de la cinématique des mécanismes (mouvement de rotation entre deux solides avec changement de base et notions vectorielles associées). **Encadrer** vos réponses ET rédiger sur votre feuille le plus proprement possible en couleur !!

PHASE 1 : CALCUL VECTORIEL BILAN
(répondre directement sur ce document et rendre uniquement page 1 et 2)
47.5% de la note finale

1.1- FAIRE LES FIGURES DE PROJECTION CORRESPONDANT A L'ENONCE CI-DESSOUS

On considère une rotation d'angle θ autour de l'axe $(O, \vec{z}_1)$ qui permet de passer de la base $B_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ vers une seconde base $B_2(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$.

On considère une rotation d'angle ϕ autour de l'axe $(O, \vec{x}_2)$ qui permet de passer de la base $B_2(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ vers la base $B_3(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$.

Figures planes de rotation (utiliser des couleurs pour chaque base)

1.2- VALIDER (OUI OU NON) LES VECTEURS VITESSE INSTANTANE CI-DESSOUS

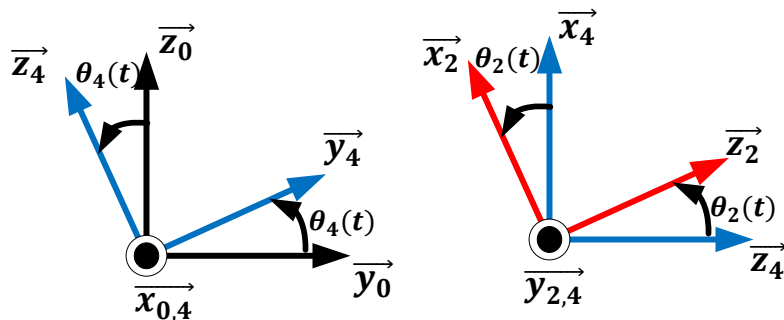
$\vec{\Omega}(B_3/B_2) =$	$\phi \cdot \vec{x}_2$	
$\vec{\Omega}(B_1/B_2) =$	$\theta \cdot \vec{z}_1$	
$\vec{\Omega}(B_3/B_1) =$	$\phi \cdot \vec{x}_2 + \theta \cdot \vec{z}_1$	

1.3- EFFECTUER LES PROJECTIONS DE $\vec{y}_2$ DANS B_1 ET $\vec{y}_3$ DANS B_1 EN VOUS BASANT SUR LES FIGURES PLANES DE LA QUESTION 1.1-.

$\vec{y}_2 =$	
$\vec{y}_3 =$	

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 2 sur 6

1.4- ON DONNE LES DEUX FIGURES PLANES DE ROTATION SUIVANTES (TD1.1REV) (A REDIGER SUR FEUILLE)



Définir alors les deux vecteurs vitesses de rotation : $\overrightarrow{\Omega_{4/0}}$ et $\overrightarrow{\Omega_{2/4}}$, en déduire le vecteur de rotation total $\overrightarrow{\Omega_{2/0}}$

Projeter les vecteurs $\overrightarrow{y_4}$ et $\overrightarrow{z_4}$ dans la base B_0 , puis le vecteurs $\overrightarrow{x_2}$ dans la base B_0 .

Si on pose $\overrightarrow{OG_2} = a \cdot \overrightarrow{x_2}$

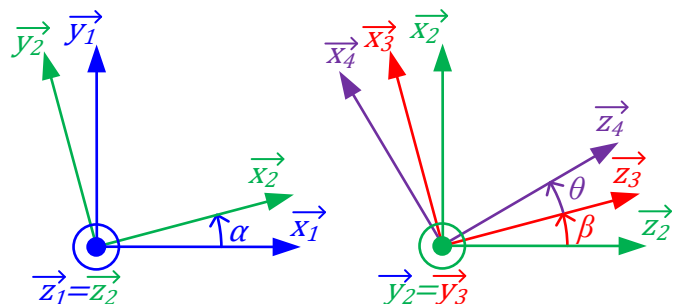
En déduire les produits scalaires : $\overrightarrow{OG_2} \cdot \overrightarrow{x_2}$ et $\overrightarrow{OG_2} \cdot \overrightarrow{x_4}$

Puis si on pose $\overrightarrow{OB} = b \cdot \overrightarrow{x_2} + c \cdot \overrightarrow{z_2}$, déterminer le produit vectoriel : $\overrightarrow{BO} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/4}}$

1.5- NOUS AVONS VU LA NOTION DE PRODUIT SCALAIRE. DANS QUEL CAS PEUT-ON DIRE QUE LE PRODUIT SCALAIRE EST NUL ENTRE DEUX VECTEURS ?

1.6- NOUS AVONS VU AUSSI LA NOTION DE PRODUIT VECTORIEL. DANS QUEL CAS PEUT-ON DIRE QUE LE PRODUIT VECTORIEL EST NUL ENTRE DEUX VECTEURS ?

1.7- EN S' Aidant DES FIGURES DE PROJECTION PROPOSEES, EFFECTUER LES CALCULS VECTORIELS CI-DESSOUS (LES BASES SONT ORTHONORMEES DIRECTES). VOUS POUVEZ/DEVEZ PROJETER LES VECTEURS DANS LES



MEMES BASES (REFLECHIR)

$$\overrightarrow{x_1} \cdot \overrightarrow{x_2} =$$

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 3 sur 6

$$\vec{x}_3 \wedge \vec{z}_4 =$$

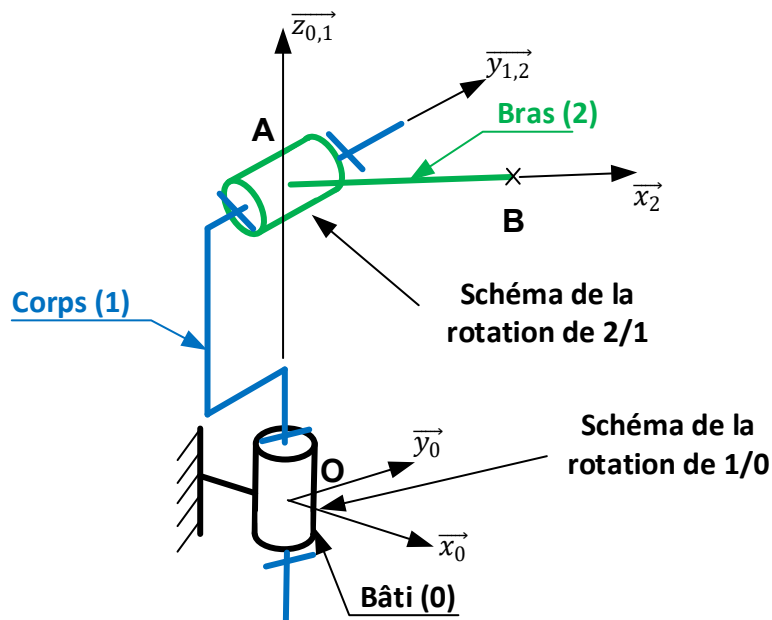
$$\vec{y}_2 \wedge \vec{z}_3 =$$

$$\vec{y}_3 \cdot \vec{z}_1 =$$

PHASE 2 : APPLICATION DIRECTE

12.5% de la note finale

Soit un robot à deux rotations (deux axes) donné par le schéma cinématique suivant :



Paramétrage minimal du mécanisme pour notre étude :

- On définit le repère $R0(O; \vec{x}_0; \vec{y}_0; \vec{z}_0)$ repère lié au bâti fixe (0)
- On définit le repère $R1(O; \vec{x}_1; \vec{y}_1; \vec{z}_{0,1})$ repère lié au corps (1), tels que $\theta(t) = (\vec{x}_0; \vec{x}_1) = (\vec{y}_0; \vec{y}_1)$. On a de plus : $\vec{OA} = d \cdot \vec{z}_{1,0}$, cette longueur d est constante dans le mécanisme.
- On définit le repère $R2(A; \vec{x}_2; \vec{y}_{1,2}; \vec{z}_2)$ repère lié au bras (2), tels que : $\alpha(t) = (\vec{x}_1; \vec{x}_2) = (\vec{z}_1; \vec{z}_2)$ et $\vec{AB} = l \cdot \vec{x}_2$

Travail demandé :

2.1- Tracer les figures planes de rotation (passage de la base B0 à B1 et B1 à B2) et déterminer les vecteurs rotations $\vec{\Omega}_{1/0}$ et $\vec{\Omega}_{2/1}$.

2.2- Exprimer le vecteur $\vec{OB}$ dans la base B1 puis dans la base B0.

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 4 sur 6

Phase 3 :
L'exosquelette ATALANTE (étude SYSML et notion de projection vectorielle)
40% de la note finale

Dans la volonté de rééducation à la marche des patients partiellement ou totalement paralysés au niveau des membres inférieurs, les exosquelettes de marche offrent une solution de plus en plus envisagée par les structures de soins. Si les technologies existantes permettent des séances de rééducation musculaire efficaces, elles n'offrent pour le moment que peu de possibilités d'amélioration dans la vie quotidienne des patients, du fait de la nécessité de la présence d'un personnel soignant formé à leur utilisation. Il apparaît ainsi qu'une solution permettant une plus grande autonomie des patients, que ce soit pour des séances de rééducation encadrées, ou pour leurs déplacements dans la vie quotidienne serait une grande avancée. Elle permettrait ainsi des fréquences, intensités et durées de séances plus en phase avec la pathologie de la personne équipée, tout en facilitant sa mobilité au quotidien. Pensé pour minimiser le temps de formation pour le patient et le thérapeute, l'exosquelette Atalante, développé par la société Wandercraft a pour volonté d'optimiser les séances de rééducation, et à terme d'aboutir à une solution permettant l'autonomie quasi totale du patient. En effet, ce système permet la verticalisation et des déplacements pouvant s'affranchir de toute dépendance à une tierce personne. De par sa liberté d'utilisation pour le patient, les bénéfices sont importants : possibilité de retours sensoriels, flexibilité de l'entraînement à la marche et à la course ou encore personnalisation des programmes proposés.

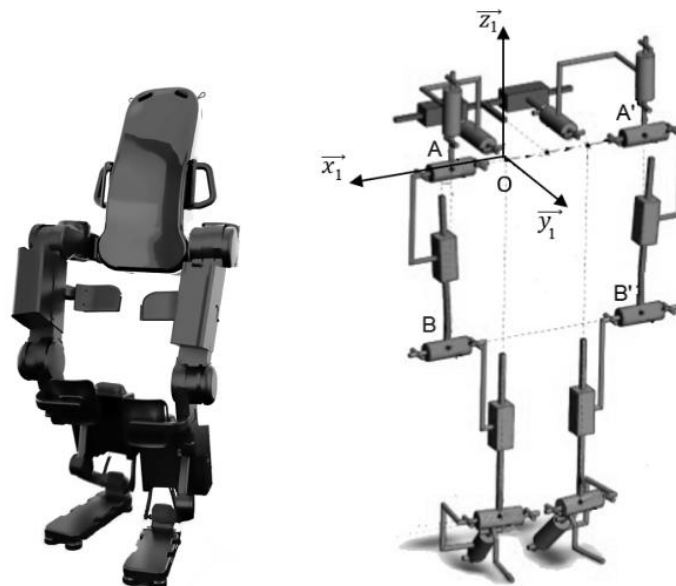


Figure 1 : L'exosquelette et la modélisation 3D

On donne le diagramme des exigences partiel de ce système.

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 5 sur 6

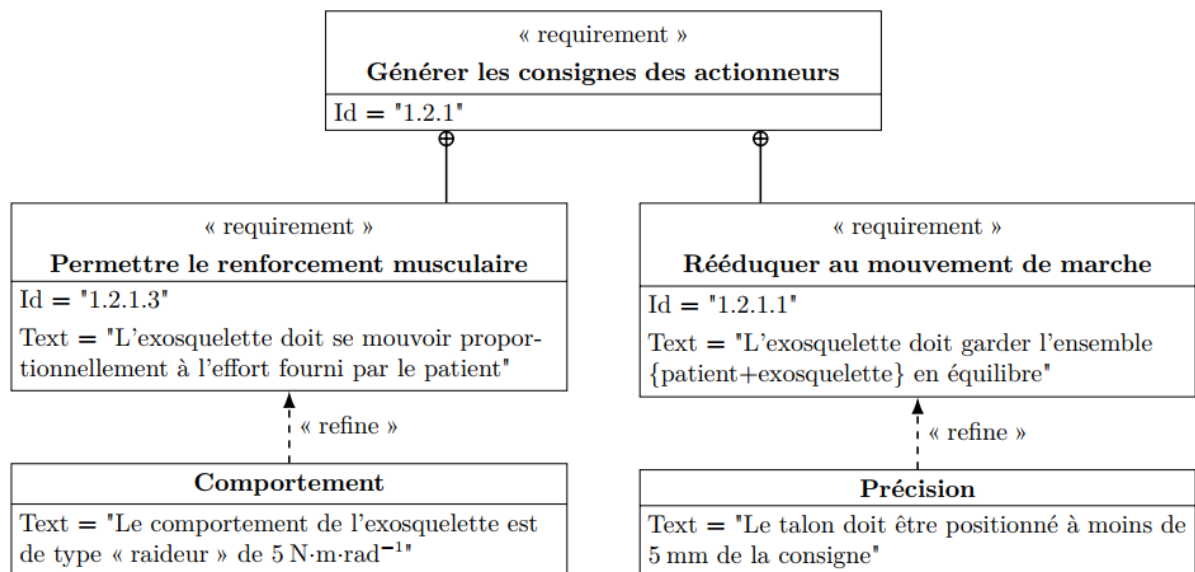


Figure 2 : diagramme des exigences partiel de l'exosquelette

En phase de rééducation à la proprioception de la verticalité et de la marche, il est nécessaire d'éviter la chute du patient. Des essais, menés sur des humains valides, ont permis de mettre en avant que lors d'une marche en ligne droite, une erreur de positionnement du talon de $\pm 5 \text{ mm}$ risque d'amener à un déséquilibre, et donc à une chute (exigence 1.2.1.1 ci-dessus). Il est donc nécessaire de déterminer l'erreur de positionnement angulaire admissible sur chacun des axes de l'exosquelette pour éviter cette chute.

On donne le schéma cinématique simplifié de l'exosquelette suivant :

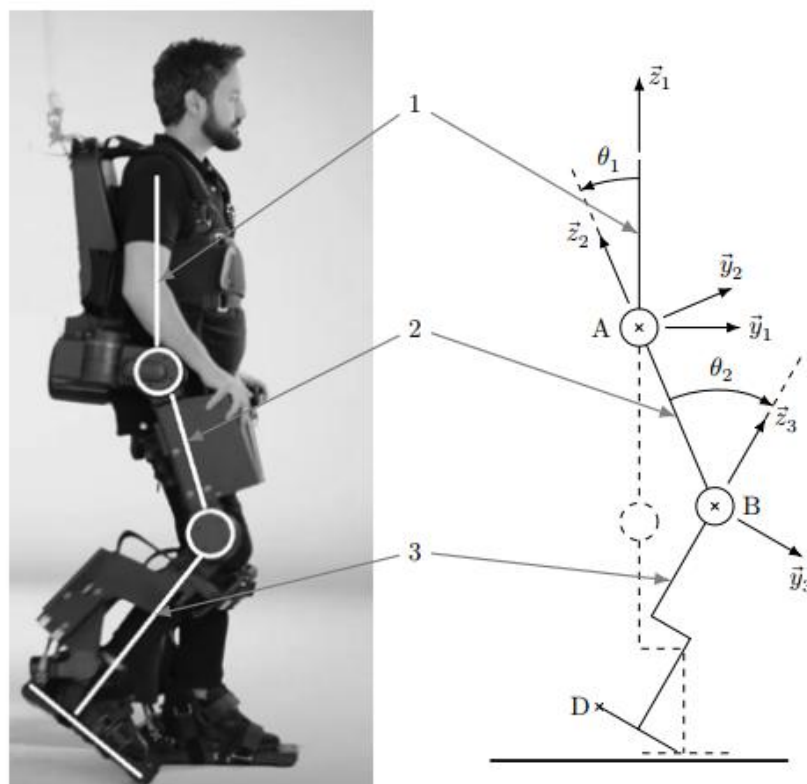


Figure 3 : schéma cinématique simplifié de l'exosquelette

🕒 1h30	Centres d'Intérêt évalués : Ingénierie Système, Notion vectorielle	DS1
	<u>DEVOIR SURVEILLE DE SI</u>	Niveau : PCSI Page 6 sur 6

Paramétrage :

On associe les repères suivants :

- le repère $R_1 = (A; \vec{x}_1; \vec{y}_1; \vec{z}_1)$ rattaché au buste (1) de la personne;
- le repère $R_2 = (A; \vec{x}_{2,1}; \vec{y}_2; \vec{z}_2)$ rattaché à la cuisse (2) : **on pose** $\theta_1(t) = (\vec{y}_1; \vec{y}_2) = (\vec{z}_1; \vec{z}_2)$;
- le repère $R_3 = (B; \vec{x}_{3,2}; \vec{y}_3; \vec{z}_3)$ rattaché au pied+tibia (3) supposé solidaire : **on pose** $\theta_2(t) = (\vec{y}_2; \vec{y}_3) = (\vec{z}_2; \vec{z}_3)$

On pose aussi :

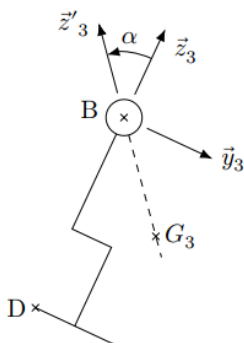
$$\vec{AG}_1 = l_1 \cdot \vec{z}_1 \quad (l_1 = 0.48m) \text{ position du centre de gravité du buste (1)}$$

$$\vec{BA} = l_2 \cdot \vec{z}_2 \quad (l_2 = 0.4m)$$

$$\vec{DB} = l_3 \cdot \vec{z}_3 \quad (l_3 = 0.55m)$$

$\vec{DG}_3 = l_0 \cdot \vec{y}_3 + l_4 \cdot \vec{z}_3$ ($l_0 = 0.2m$ et $l_4 = 0.3m$) position du centre de gravité de l'ensemble (3).

$$\vec{BG}_3 = -l_5 \cdot \vec{z}'_3 \text{ avec } \alpha = (\vec{y}_3; \vec{y}'_3) = (\vec{z}_3; \vec{z}'_3)$$



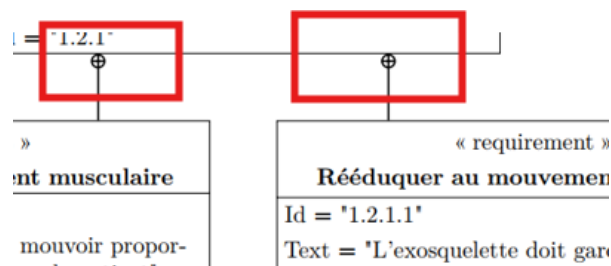
Le point D caractérisant la pointe du talon et on pose : $\vec{AD} = Y \cdot \vec{y}_1 + Z \cdot \vec{z}_1$

3.1- A partir de la lecture du document, du diagramme des exigences, réaliser le diagramme des cas d'utilisation de cet exosquelette (attention respectez bien le graphisme approprié), la frontière, le cas d'utilisation, le ou les acteurs primaires.

3.2- A partir du diagramme des exigences, que représente les flèches tracées (« refine ») sur ce schéma ?

Expliquer l'importance de cette performance (de positionnement du talon à 5mm de la consigne) au niveau de la stabilité, justifier votre réponse (vous pouvez faire un schéma par exemple).

Que représente les liens tracés ci-dessous et cela signifie quoi en termes d'analyse du diagramme ?



3.3- Sur votre feuille, le plus proprement possible et en couleur réaliser les deux figures planes permettant de passer de la base B1 à B2 et B2 à B3. Puis en déduire la figure plane de B1 à B3.

3.4- En déduire les deux vecteurs vitesses de rotation $\vec{\Omega}_{2/1}$ et $\vec{\Omega}_{3/2}$

3.5- En utilisant les vecteurs donnés ci-dessus et en réalisant une relation de Chasles ($\vec{AD} = \vec{AB} + \vec{BD}$), exprimer Y et Z en fonction des dimensions l_2 et l_3 et des angles $\theta_1(t)$ et $\theta_2(t)$. Pour cela écrire une relation de Chasles et égaler ce vecteur $\vec{AD}$ avec celui donné. Attention à la base de projection !!

3.6- En écrivant la relation de Chasles suivante $\vec{DG}_3 = \vec{DB} + \vec{BG}_3$ et en projetant dans la bonne base retrouver deux équations liants l_5 et α à l_0, l_3 et l_4 .