

CNC 2024

Concours National Commun

TRAVAUX D'INITIATIVE
PERSONNELLE ENCADRÉS

T.I.P.E. 2024



JEUX/SPORTS

Sujet :

Exosquelette pour les amputés

préparé par :

ARDOUZ ABDELHAK

Code CNC : OJ075T

encadré par :

Pr Y.RAHOU

Pr A.OUAANABI



Introduction

- A. Présentation fonctionnelle : Diagramme SysML**
- B. Analyse et validation d'un modèle de l'exosquelette**
- C. Mise en oeuvre de la solution**

Conclusion

Introduction

Introduction :



Problématique :

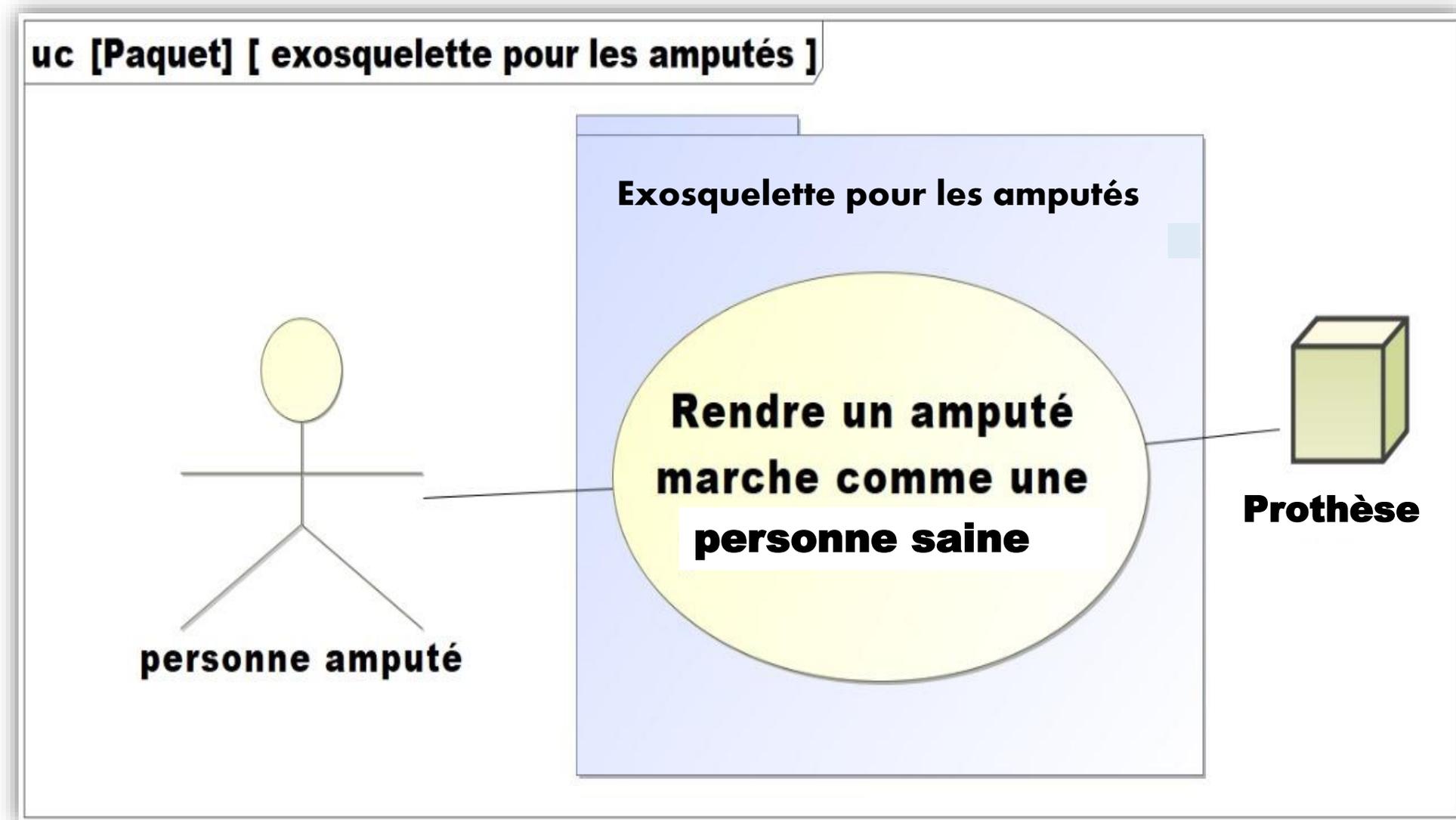
Comment pouvons-nous détecter, traiter et convertir les commandes émises par le cerveau pour contrôler la marche de la jambe en mouvements effectifs de l'exosquelette, afin de permettre un mouvement spontané en accord avec la volonté de la personne ?





A – Présentation fonctionnelle : Sys ML

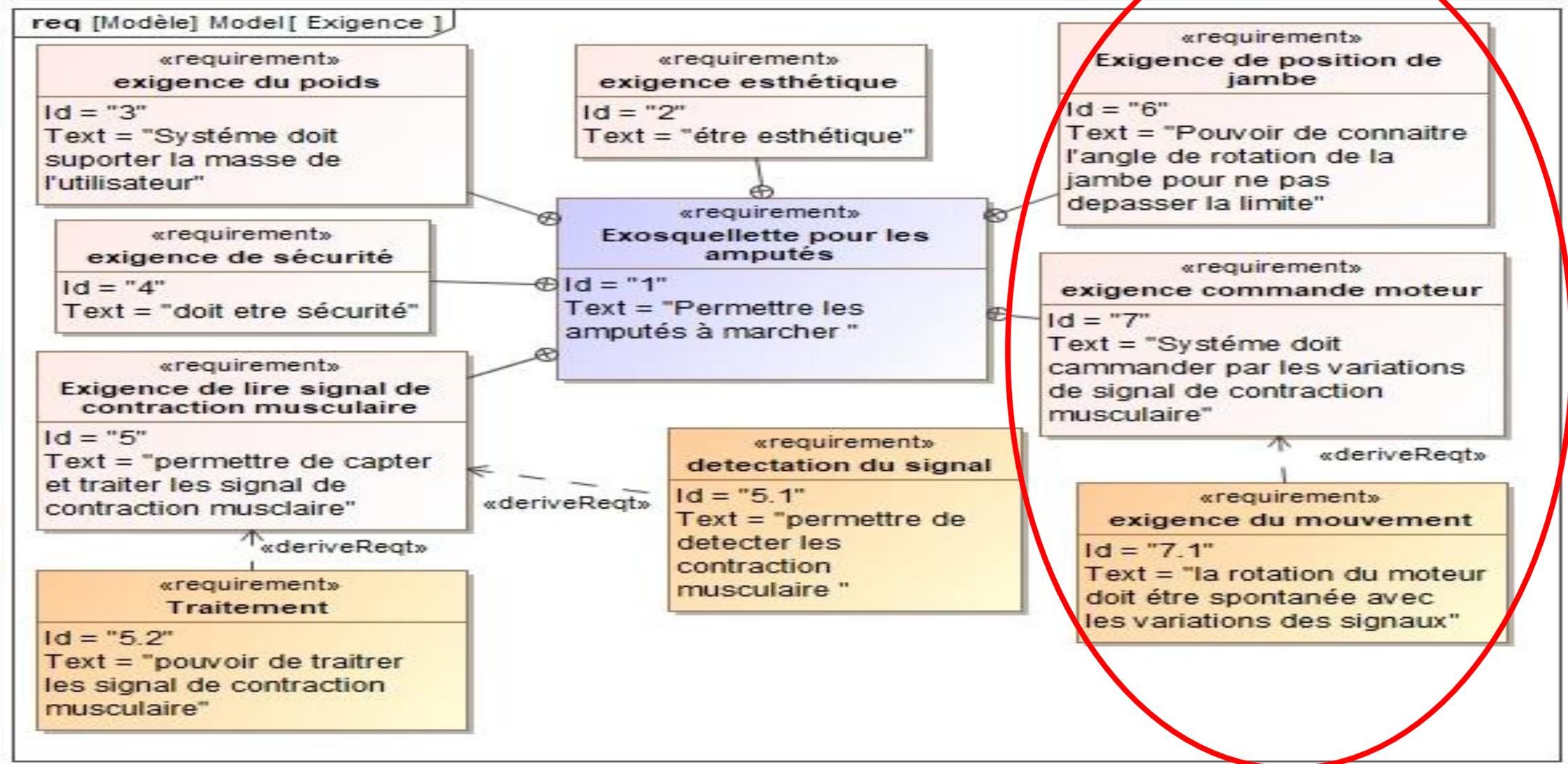
 Diagramme us.





A - Présentation fonctionnelle : Sys ML

Diagramme d'exigence .



➤➤ B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

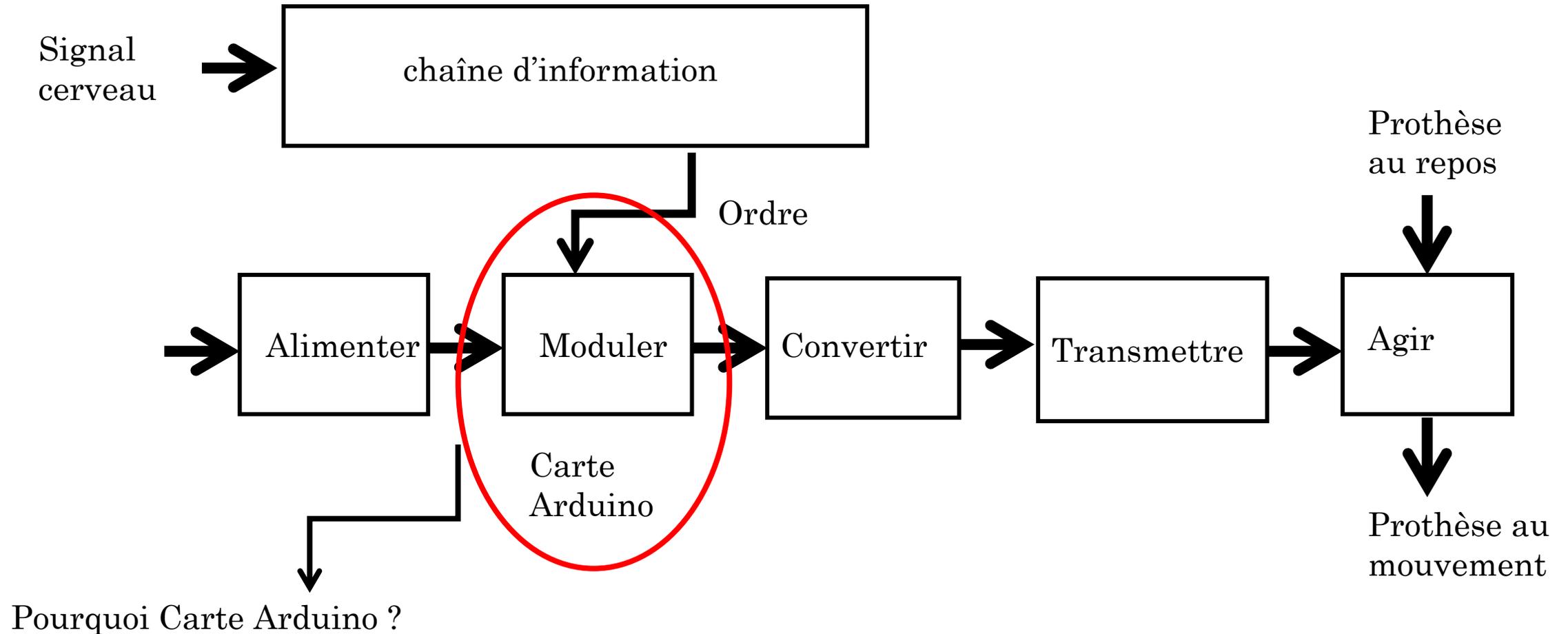
Objectifs :

- Modélisation du signal de commande
- Identification du prothèse
- Choix du moteur du genou
- Mise en œuvre des solutions



B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Objectif 1: Modélisation du signal du commande



- ✓ Contrôle précis de la position, la vitesse et l'accélération
- ✓ Coût abordable

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Objectif 2: Identification du prothèse

forme d'une prothèse

matériau de fabrication



La fibre de carbone

- Une forte résistance
- Une faible densité
- Une grande rigidité

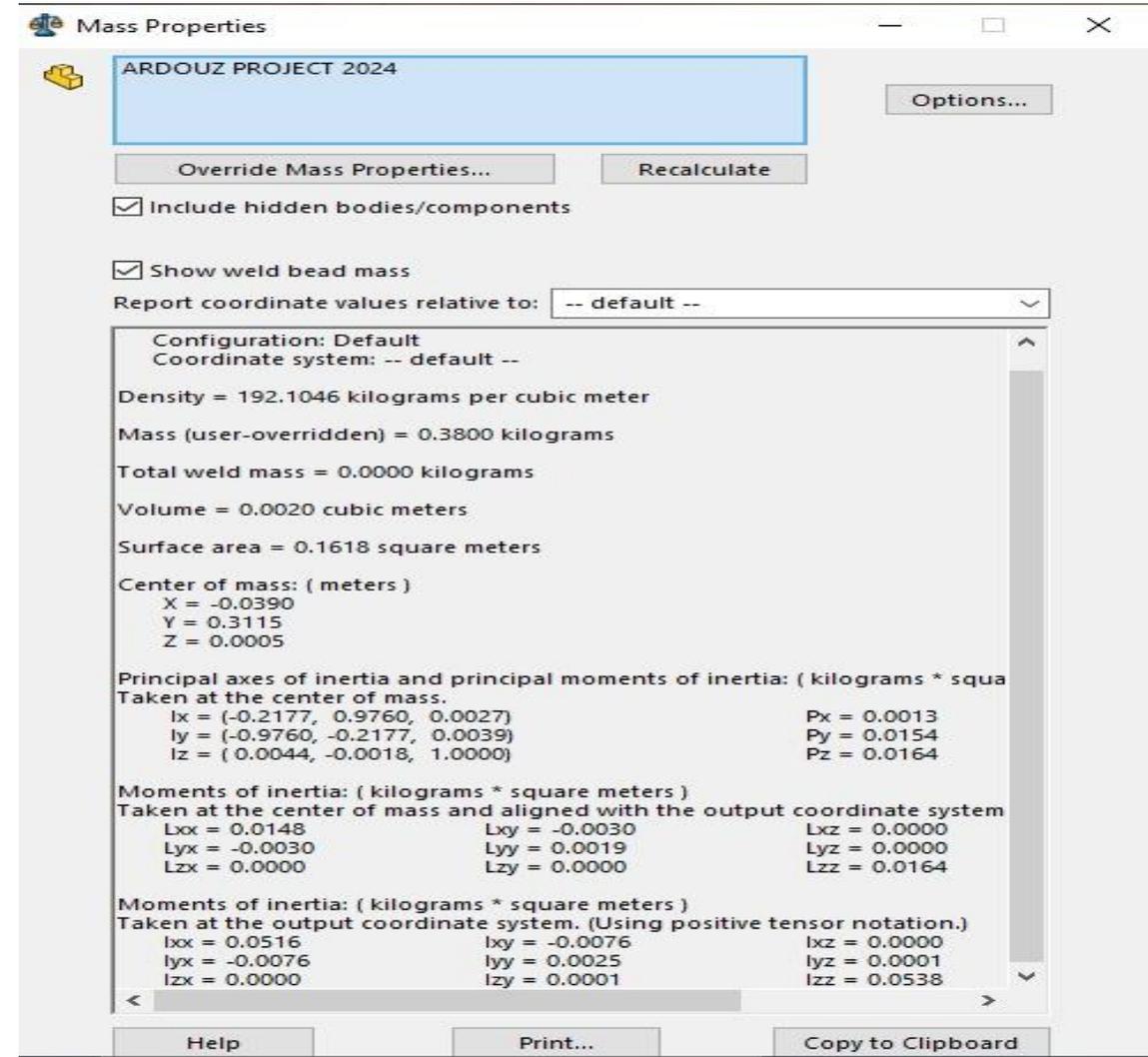
les caractéristiques

géométriques

Masse : 0.38 kg

Centre d'inertie : 0.3115 m

Moment d'inertie : 0.0538 Kg.m²



B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Objectif 3: Choix du moteur du genou

Partie 1 : Type du moteur



| Exigences d'application | Moteur pas à pas | Servomoteur |
|---|------------------|-------------|
| Temps de réponse élevé | | ✓ |
| Accélération/décélération maximales | | ✓ |
| Correction rapide des perturbations/commandes | | ✓ |
| Puissance massique | | ✓ |
| Durée de vie | | ✓ |



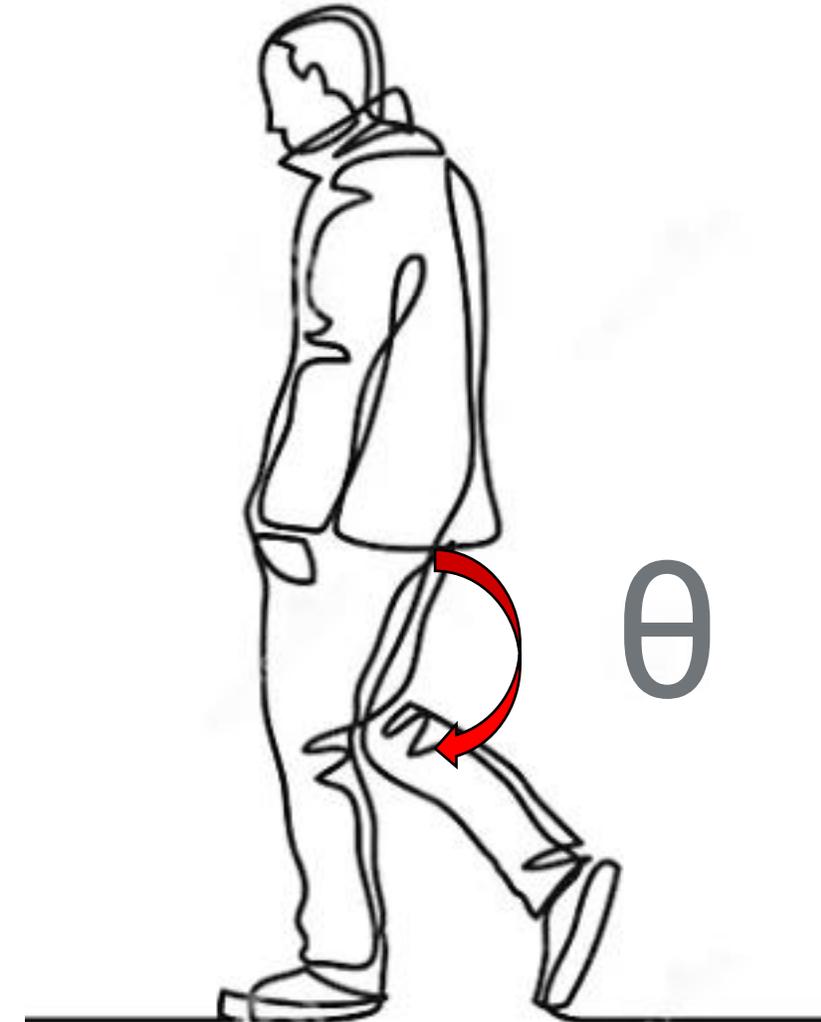
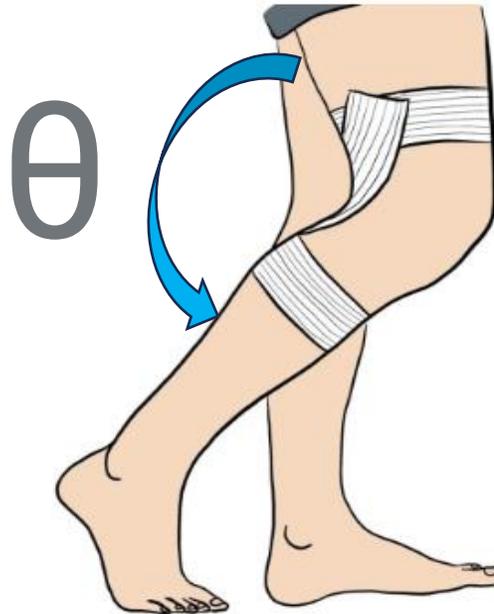
B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

 **Objectif 3:** Choix du moteur du genou.

Partie 2 : Identification des grandeurs cinématiques

Objectifs:

- ❖ Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou lors de la marche d'une personne saine
- ❖ Déterminer la valeur de la vitesse angulaire W en rad/s

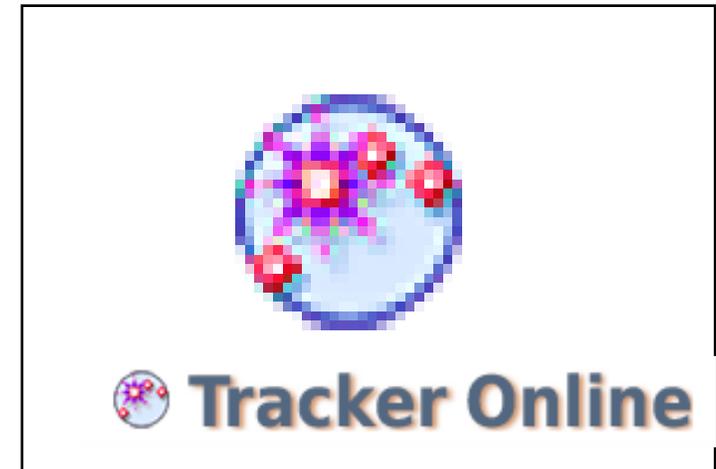
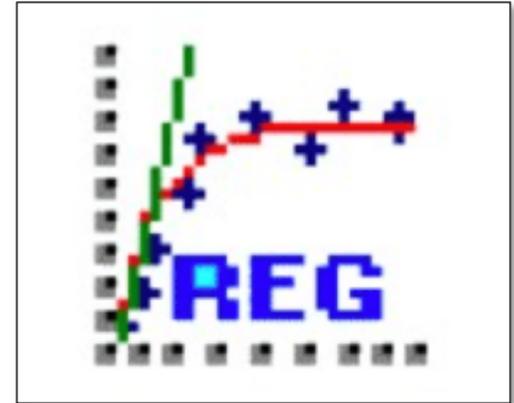


B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

 Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou

pour répondre à cet objectif-là il faut faire une étude réelle sur le mouvement d'une personne saine lors de sa marche et détecter le mouvement des trois points (Hanche, Genou, Cheville)

pour faire cet étude nous avons utilisé le logiciel tracker et logiciel Regressi .



Quel est leur avantage ?

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou

Tracker

Fichier Édition Vidéo Trajectoires Système de Coordonnées Fenêtre Aide

hanche m 1,000 kg

Contrôle des trajectoires

Nouveau Chevi genou hanche

hanche (t, x)

hanche (t, y)

Tableau de données

| t (s) | x (m) | y (m) |
|-------|-------|-------|
| 1,183 | 1,862 | 1,172 |
| 1,200 | 1,883 | 1,170 |
| 1,217 | 1,908 | 1,168 |
| 1,233 | 1,930 | 1,165 |
| 1,250 | 1,953 | 1,162 |
| 1,267 | 1,977 | 1,159 |
| 1,283 | 2,002 | 1,155 |
| 1,300 | 2,028 | 1,151 |
| 1,317 | 2,055 | 1,147 |
| 1,333 | 2,053 | 1,145 |
| 1,350 | 2,111 | 1,142 |
| 1,367 | 2,142 | 1,140 |
| 1,383 | 2,174 | 1,138 |
| 1,402 | 2,207 | 1,137 |
| 1,418 | 2,209 | 1,133 |
| 1,435 | 2,271 | 1,130 |
| 1,452 | 2,305 | 1,126 |
| 1,468 | 2,313 | 1,120 |

x=1,472 m y=1,124 m

hanche sélectionné (déterminer la masse sur la barre d'outils, maj-clic pour marquer à nouveau la zone mise en évidence)

562 100%

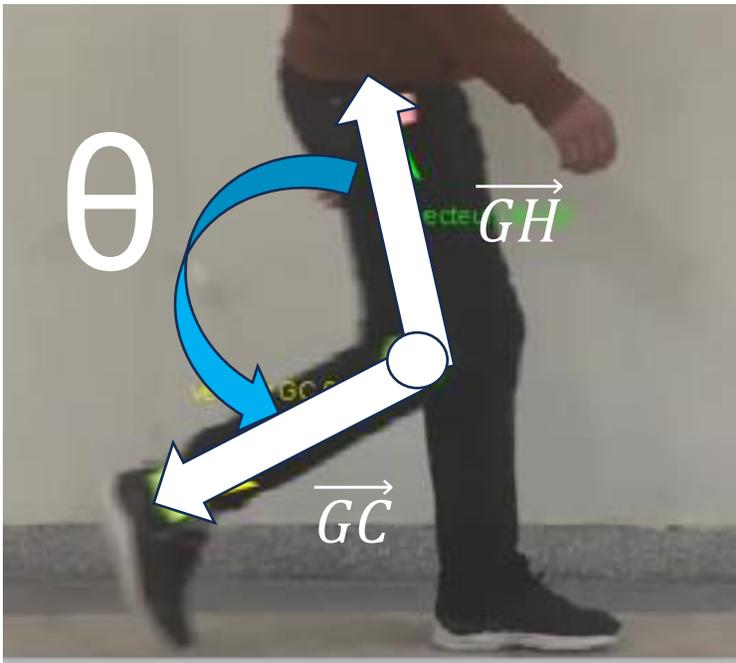
vid.mp4

18°C Ensoleillé 14:43 22/12/2023

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

 Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou

Ces calculs visent à déterminer l'angle (maximal, minimal) en fonction des données qui ont obtenu de l'expérience .



$$\vec{GH} = (x, y) \text{ et } \vec{GC} = (x', y')$$

$$\vec{GH} \cdot \vec{GC} = ||\vec{GH}|| \cdot ||\vec{GC}|| \cdot \cos(\vec{GH}; \vec{GC})$$

$$\text{Avec : } (\vec{GH}; \vec{GC}) = \theta \text{ et } \vec{GH} \cdot \vec{GC} = xx' + yy'$$

$$\text{D'où } \cos(\theta) = (\vec{GH} \cdot \vec{GC}) / (||\vec{GH}|| \cdot ||\vec{GC}||)$$

$$\theta = \arccos(\cos(\theta)) \text{ (rad)}$$

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou

| | hanche | | genou | | Cheville | | V(GH) | | V(GC) | | cos(theta) | theta rad | theta deg | | | |
|----|--------|------------|-----------|-----|-----------|-----------|-------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| t | x | y | t | x | y | t | x | y | X(GH) | Y(GH) | X(GC) | Y(GC) | | | | |
| 15 | 0,2 | 0,09372524 | 0,8675855 | 0,2 | 0,1195066 | 0,548589 | 0,2 | 0,04107651 | 0,2267164 | -0,0257814 | 0,3189965 | -0,0784301 | -0,3218726 | -0,9493438 | 2,82193732 | 161,685098 |
| 16 | 0,2 | 0,108482 | 0,8653656 | 0,2 | 0,1325257 | 0,5463886 | 0,22 | 0,04506051 | 0,2267348 | -0,0240437 | 0,318977 | -0,0874652 | -0,3196538 | -0,9419776 | 2,79927019 | 160,386368 |
| 17 | 0,2 | 0,1300682 | 0,8629714 | 0,2 | 0,1186651 | 0,5514453 | 0,23 | 0,03877188 | 0,231431 | 0,0114031 | 0,3115261 | -0,0798932 | -0,3200143 | -0,9784322 | 2,93352624 | 168,078672 |
| 18 | 0,3 | 0,1522899 | 0,8598344 | 0,3 | 0,1340923 | 0,5490927 | 0,25 | 0,04448523 | 0,2317214 | 0,0181976 | 0,3107417 | -0,0896071 | -0,3173713 | -0,9766158 | 2,92490907 | 167,584945 |
| 19 | 0,3 | 0,1578908 | 0,8558133 | 0,3 | 0,1645397 | 0,5414638 | 0,27 | 0,03965691 | 0,2365904 | -0,0066489 | 0,3143495 | -0,1248828 | -0,3048734 | -0,9171521 | 2,7316711 | 156,513225 |
| 20 | 0,3 | 0,1928294 | 0,8531185 | 0,3 | 0,1581062 | 0,5465025 | 0,28 | 0,04666017 | 0,2366112 | 0,0347232 | 0,306616 | -0,111446 | -0,3098913 | -0,9731023 | 2,90913128 | 166,680944 |
| 21 | 0,3 | 0,2172526 | 0,8494683 | 0,3 | 0,1748593 | 0,5439732 | 0,3 | 0,05425077 | 0,2367326 | 0,0423933 | 0,3054951 | -0,1206085 | -0,3072406 | -0,9722383 | 2,90541023 | 166,467744 |
| 22 | 0,3 | 0,239506 | 0,8463919 | 0,3 | 0,2135107 | 0,5341118 | 0,32 | 0,04684194 | 0,2463525 | 0,0259953 | 0,3122801 | -0,1666688 | -0,2877593 | -0,9039283 | 2,69966346 | 154,679322 |
| 23 | 0,3 | 0,2627497 | 0,8439432 | 0,3 | 0,2156673 | 0,5388243 | 0,33 | 0,05171157 | 0,251217 | 0,0470824 | 0,3051189 | -0,1639557 | -0,2876073 | -0,934117 | 2,7765736 | 159,085949 |
| 24 | 0,4 | 0,2864131 | 0,8414442 | 0,4 | 0,2501827 | 0,5315495 | 0,35 | 0,06633615 | 0,2512852 | 0,0362304 | 0,3098947 | -0,1838466 | -0,2802643 | -0,8941886 | 2,67741173 | 153,404392 |
| 25 | 0,4 | 0,2948477 | 0,8400053 | 0,4 | 0,2698463 | 0,531569 | 0,37 | 0,06652715 | 0,26602 | 0,0250014 | 0,3084363 | -0,2033192 | -0,265549 | -0,8405145 | 2,56902857 | 147,194495 |
| 26 | 0,4 | 0,337595 | 0,8387286 | 0,4 | 0,2822047 | 0,5364888 | 0,38 | 0,08101588 | 0,2757892 | 0,0553903 | 0,3022398 | -0,2011888 | -0,2606996 | -0,8888317 | 2,66558559 | 152,726804 |
| 27 | 0,4 | 0,3484776 | 0,8364387 | 0,4 | 0,3352434 | 0,5241147 | 0,4 | 0,1006301 | 0,28472 | 0,0132342 | 0,312324 | -0,2346133 | -0,2393947 | -0,743195 | 2,40862929 | 138,004293 |
| 28 | 0,4 | 0,3777991 | 0,8335983 | 0,4 | 0,358228 | 0,5268973 | 0,42 | 0,1242872 | 0,2947201 | 0,0195711 | 0,306701 | -0,2339408 | -0,2321772 | -0,7481966 | 2,41613618 | 138,434406 |
| 29 | 0,4 | 0,4121006 | 0,8310178 | 0,4 | 0,3880705 | 0,5265575 | 0,43 | 0,1487686 | 0,3089849 | 0,0240301 | 0,3044603 | -0,2393019 | -0,2175726 | -0,7288473 | 2,38743313 | 136,789842 |
| 30 | 0,5 | 0,4464848 | 0,8283875 | 0,5 | 0,4296021 | 0,5221336 | 0,45 | 0,1804261 | 0,3167803 | 0,0168827 | 0,3062539 | -0,249176 | -0,2053533 | -0,6774958 | 2,31514895 | 132,648264 |
| 31 | 0,5 | 0,4700892 | 0,8262257 | 0,5 | 0,4893854 | 0,5096708 | 0,47 | 0,2123833 | 0,3360257 | -0,0192962 | 0,3165549 | -0,2770021 | -0,1736451 | -0,4786034 | 2,06985974 | 118,594227 |
| 32 | 0,5 | 0,4957289 | 0,8259429 | 0,5 | 0,5286246 | 0,5119874 | 0,48 | 0,2468651 | 0,3513377 | -0,0328957 | 0,3139555 | -0,2817595 | -0,1606497 | -0,4020883 | 1,98459288 | 113,708796 |
| 33 | 0,5 | 0,5110382 | 0,8262394 | 0,5 | 0,5697723 | 0,516826 | 0,5 | 0,28555 | 0,3572826 | -0,0587341 | 0,3094134 | -0,2842223 | -0,1595434 | -0,3182762 | 1,89470685 | 108,558706 |
| 34 | 0,5 | 0,5424877 | 0,8311753 | 0,5 | 0,6116906 | 0,5240641 | 0,52 | 0,3300404 | 0,3564898 | -0,0692029 | 0,3071112 | -0,2816502 | -0,1675743 | -0,3098942 | 1,88587813 | 108,052857 |
| 35 | 0,5 | 0,5670925 | 0,8360218 | 0,5 | 0,6403103 | 0,5369035 | 0,53 | 0,3737705 | 0,3535616 | -0,0732178 | 0,2991183 | -0,2665398 | -0,1833419 | -0,3545874 | 1,93326913 | 110,768162 |
| 36 | 0,6 | 0,5879991 | 0,8406982 | 0,6 | 0,674827 | 0,5460843 | 0,55 | 0,4175231 | 0,3503158 | -0,0868279 | 0,2946139 | -0,2573039 | -0,1957685 | -0,3558305 | 1,93459893 | 110,844354 |
| 37 | 0,6 | 0,6072038 | 0,8457057 | 0,6 | 0,7108617 | 0,5562839 | 0,57 | 0,4616157 | 0,3474081 | -0,1036579 | 0,2894218 | -0,249246 | -0,2088758 | -0,3462611 | 1,92437902 | 110,258796 |
| 38 | 0,6 | 0,6226445 | 0,8486612 | 0,6 | 0,7550518 | 0,5636609 | 0,58 | 0,5105323 | 0,3358655 | -0,1324073 | 0,2850003 | -0,2445195 | -0,2277954 | -0,3098987 | 1,88588283 | 108,053127 |
| 39 | 0,6 | 0,6469183 | 0,851589 | 0,6 | 0,7959565 | 0,5713437 | 0,6 | 0,558785 | 0,3246815 | -0,1490382 | 0,2802453 | -0,2371715 | -0,2466622 | -0,3109934 | 1,88703437 | 108,119105 |
| 40 | 0,6 | 0,6685022 | 0,8577559 | 0,6 | 0,8088466 | 0,5796586 | 0,62 | 0,6083006 | 0,313129 | -0,1403444 | 0,2780973 | -0,200546 | -0,2665296 | -0,4424878 | 2,02916731 | 116,262723 |

- 170,9921
- 166,8312
- 165,7411
- 163,2599
- 158,2837
- 157,5876
- 156,6115
- 154,3602
- 148,2305
- 141,7276
- 136,0032
- 136,0312
- 133,5168
- 124,2919
- 123,1429
- 114,8512
- 109,9071
- 106,5429
- 106,8405
- 108,4821

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

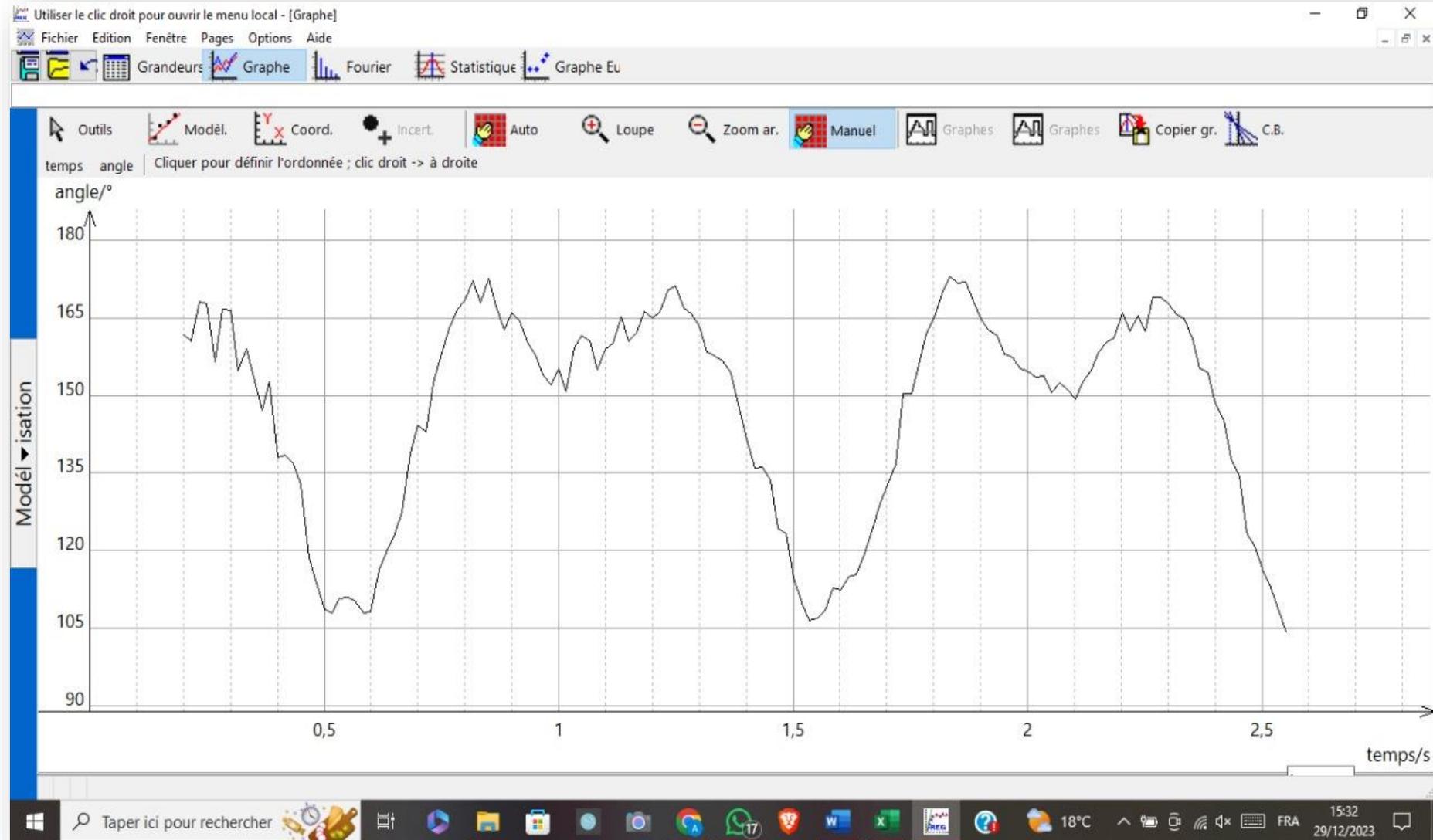
Mesurer angle maximal et minimal de rotation du genou

finalement on obtient que :

Angle de rotation du
genou varie entre

$\theta_{\max}=172^{\circ}$ et

$\theta_{\min}=107^{\circ}$



B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

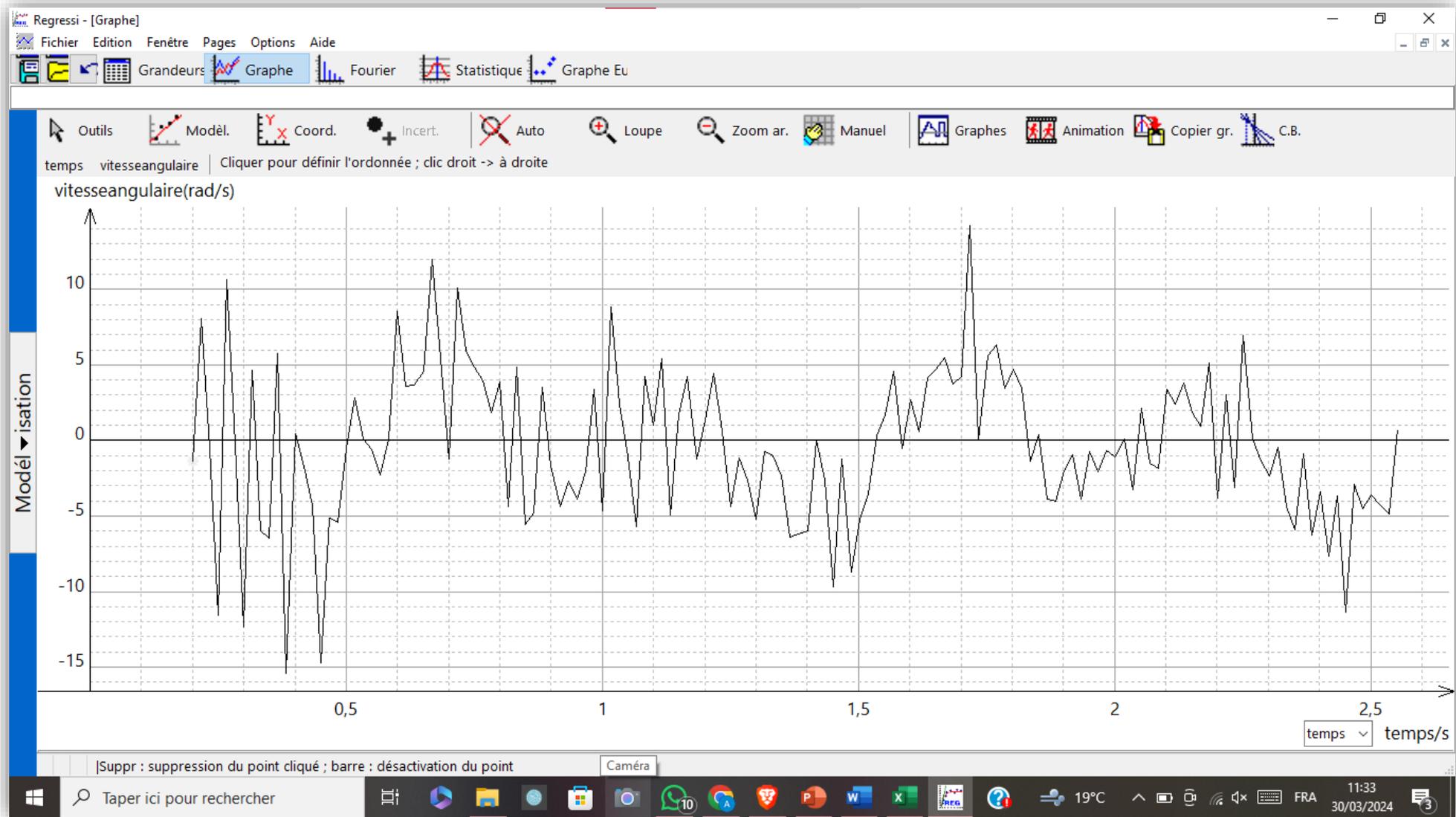
Déterminer la valeur de la vitesse angulaire

on sait que :

$$w = d\theta/dt$$

Donc :

la vitesse angulaire est variée entre $W=4,81 \text{ rad/s}$ et $W= -4,85 \text{ rad/s}$



B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Objectif 3 : Choix du moteur du genou.

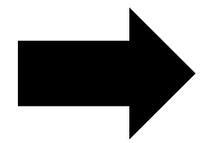
Partie 3-A : Calcul du couple moteur

Ces calculs visent à déterminer le couple moteur (maximal)

$$\vec{M}(P) = \vec{OG} \wedge \vec{P}$$

avec $\vec{P} = m \cdot g \cdot \vec{x}$

et $\vec{OG} = L \cdot \vec{e}_r$



Hypothèse :
On néglige les frottements de l'air

$$\vec{M}(P) = L \cdot \vec{e}_r \wedge m g \vec{x}$$
$$= -L \cdot m \cdot g \cdot \sin(\theta) \vec{z}$$

$$J \frac{dw}{dt} = C_m - C_r$$

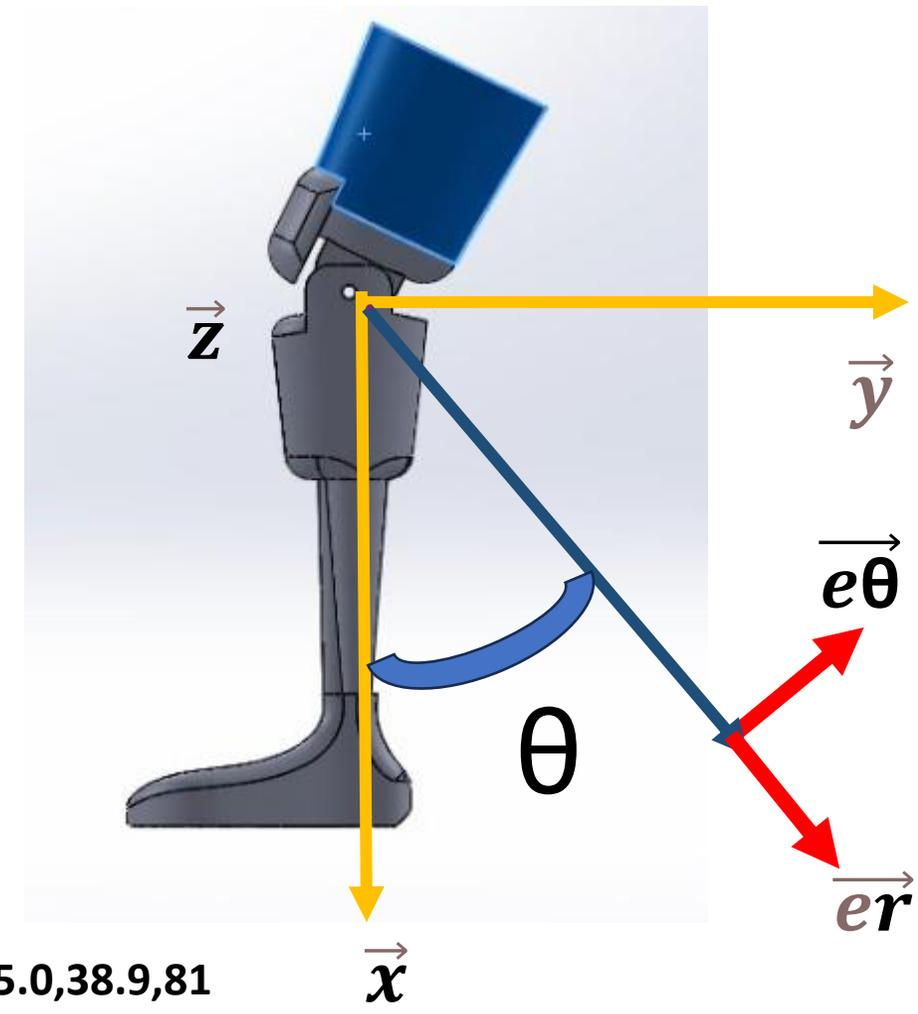
$$\Rightarrow C_m = J \cdot w' + C_r$$

$$C_m = J \cdot w' - L \cdot m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$



$$C_{max} = 0,058 \cdot 144,09 - 0,3115 \cdot 0,38 \cdot 9,81$$

$$C_{max} = 7,20 \text{ Nm}$$



B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

 **Objectif 3:** Choix du moteur du genou.

<https://www.mclennan.co.uk/datasheet/1462>

Les caractéristiques du moteur choisi



| Electrical specification | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Specification | Units | M540E 0741 | M543E 1270 | M586TE 0585 | M589TE 1270 |
| Maximum Voltage | V DC | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Typical Voltage | V DC | 24 | 36 | 24 | 36 |
| Maximum Continuous Output Power | Watts | 52 | 94 | 60 | 94 |
| Maximum No-load speed | rpm | 6000 | 4700 | 6000 | 4700 |
| Typical speed @rated torque | rpm | 2250 | 2250 | 3250 | 2250 |
| Rated torque | Nm | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 |
| Maximum peak torque | Nm | 1.1 | 1.44 | 1.05 | 1.44 |
| Typical no-load current | Amps | 0.5 | 0.30 | 0.5 | 0.30 |
| Rotor inertia | Kgcm ² | 0.270 | 0.530 | 0.388 | 0.680 |
| Mechanical time constant | ms | 8.4 | 8.0 | 10.2 | 10.2 |
| Torque constant | Nm/A | 0.071 | 0.121 | 0.056 | 0.12 |
| Voltage constant | V/1000 rpm | 7.41 | 12.7 | 5.8 | 12.7 |
| Terminal resistance | ohms | 1.55 | 2.2 | 1.15 | 2.2 |
| Rotor inductance | mH | 3.39 | 6.4 | 1.4 | 6.4 |

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

 **Objectif 3 : Choix du moteur du genou.**

Partie 3-B : Calcul de rapport de réduction

On sait que :

$$r = \frac{Wr}{Wm}$$

A.N

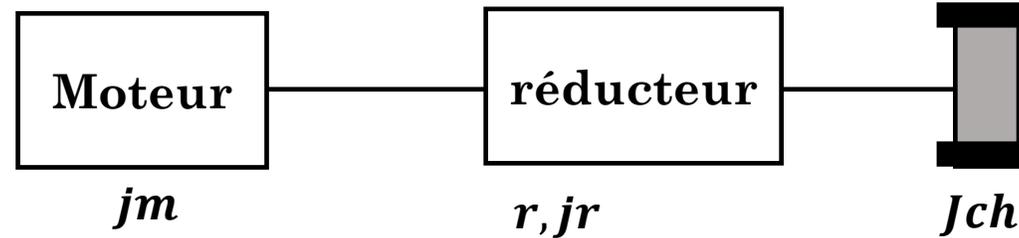
$$r = \frac{7.20}{0.2} = 36$$

Hypothèse :

On néglige le moment
d'inertie du réducteur



Calcul le moment d'inertie totale



moment d'inertie totale ramené à

l'arbre moteur :

$$j_t = j_m + j_r + \frac{j_{ch}}{r^2} \text{ avec } j_m = 0.27 \text{ Kg.cm}^2$$

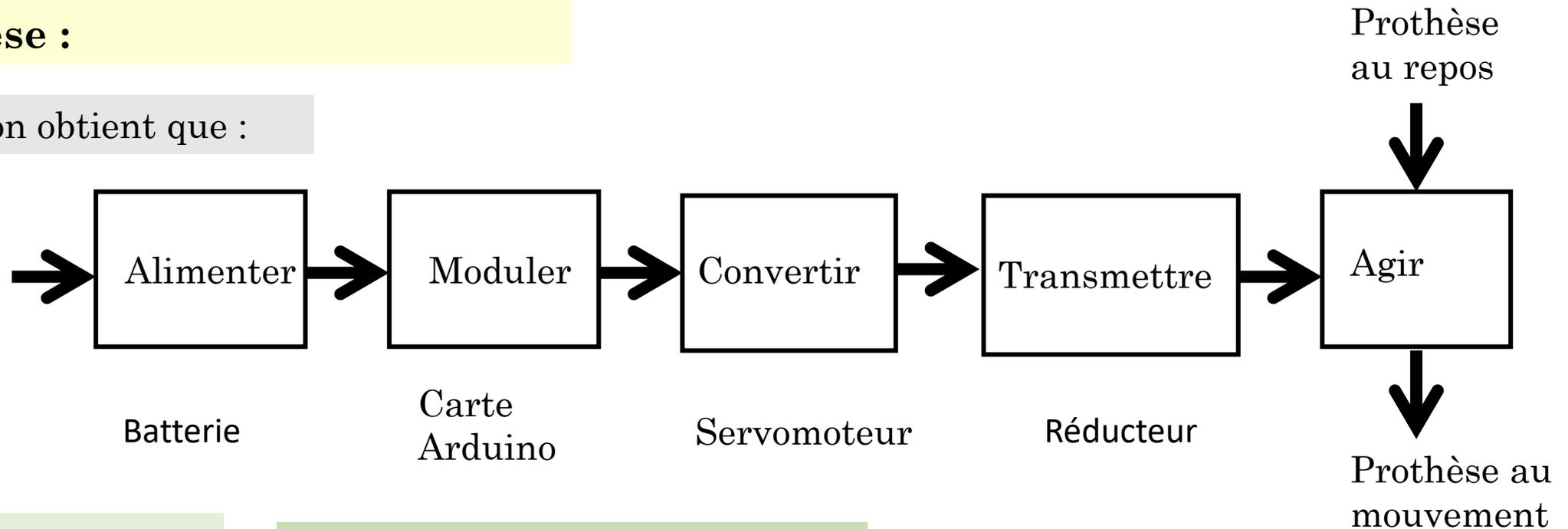
Alors :

$$j_t = 0,71.10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

B – Analyser une modélisation de l'exosquelette

Synthèse :

finalement on obtient que :



Angle de rotation du genou varie entre

$\theta_{\max} = 172^\circ$ et

$\theta_{\min} = 107^\circ$

la vitesse angulaire lors de lever la jambe est $W = 4,81 \text{ rad/s}$
la vitesse angulaire lors de rendre la jambe hétéro est $W = -4,85 \text{ rad/s}$

Moment d'inertie totale
 $J_t = 0,71 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$

Rapport de réduction
 $r = 36$

L'accélération lors de lever la jambe est $W' = 144.09 \text{ rad/s}^2$
L'accélération lors de rendre la jambe hétéro est $W' = 66.67 \text{ rad/s}^2$



C – Mise en oeuvre les solutions

Modélisation de la machine à courant continu.

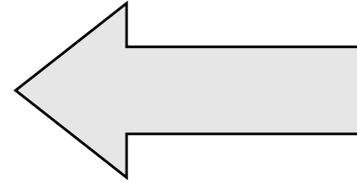
Les équations électriques et mécaniques de la machine à courant continu

$$1. u(t) = e(t) + R i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

$$2. J \frac{d\Omega(t)}{dt} = Cm(t) - Cr(t)$$

$$3. e(t) = K \Omega(t)$$

$$4. Cm(t) = K i(t)$$

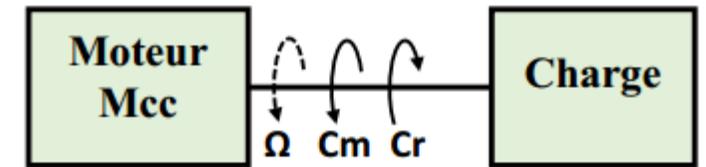
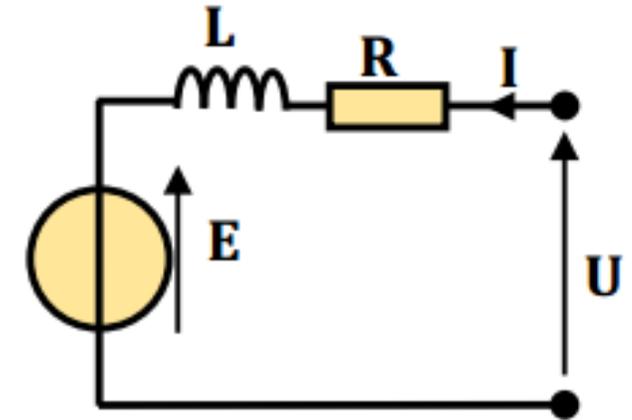


$$U(p) = E(p) + R.I(p) + L.P.I(p)$$

$$J.P.\Omega(p) = Cm(p) - Cr(p)$$

$$E(p) = K.\Omega(p)$$

$$Cm(p) = K.I(p)$$



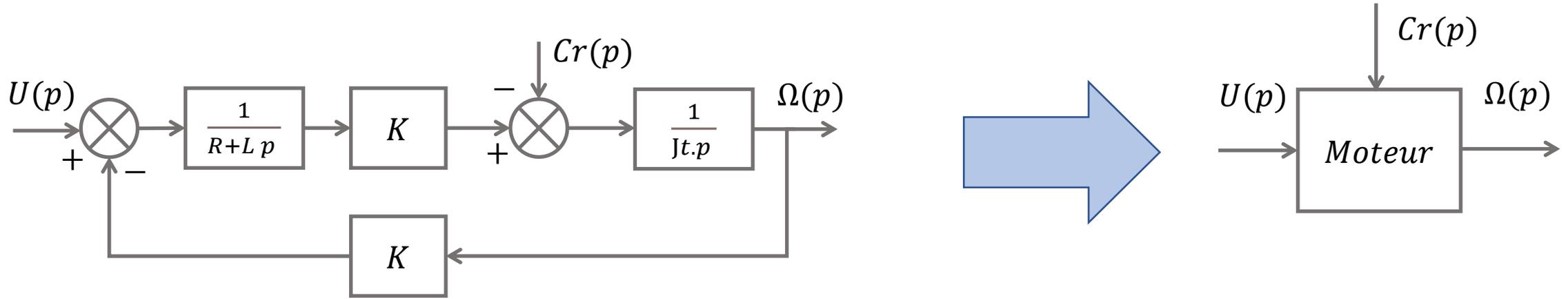
- $R = 1.55 \Omega$
- $L = 3.39 mH$
- $K = 0.071$
- $Jt = 0.71 \cdot 10^{-3} Kg.m^2$



C – Mise en oeuvre les solutions

Simulation de la boucle ouverte de MCC

Le modèle de la machine à courant continu



La fonction de la machine $M(p)$

$$M(p) = \frac{k}{L \cdot j_t p^2 + R \cdot j_t p + k^2} \Rightarrow M(p) = \frac{K_m}{(1 + \tau_e p)(1 + \tau_m p)}$$

| | | |
|------------------------|------------------------------------|---------------------|
| $\tau_e = \frac{L}{R}$ | $\tau_m = \frac{R \cdot j_t}{k^2}$ | $K_m = \frac{1}{k}$ |
| 2.19 ms | 246.43 ms | 14.08 |

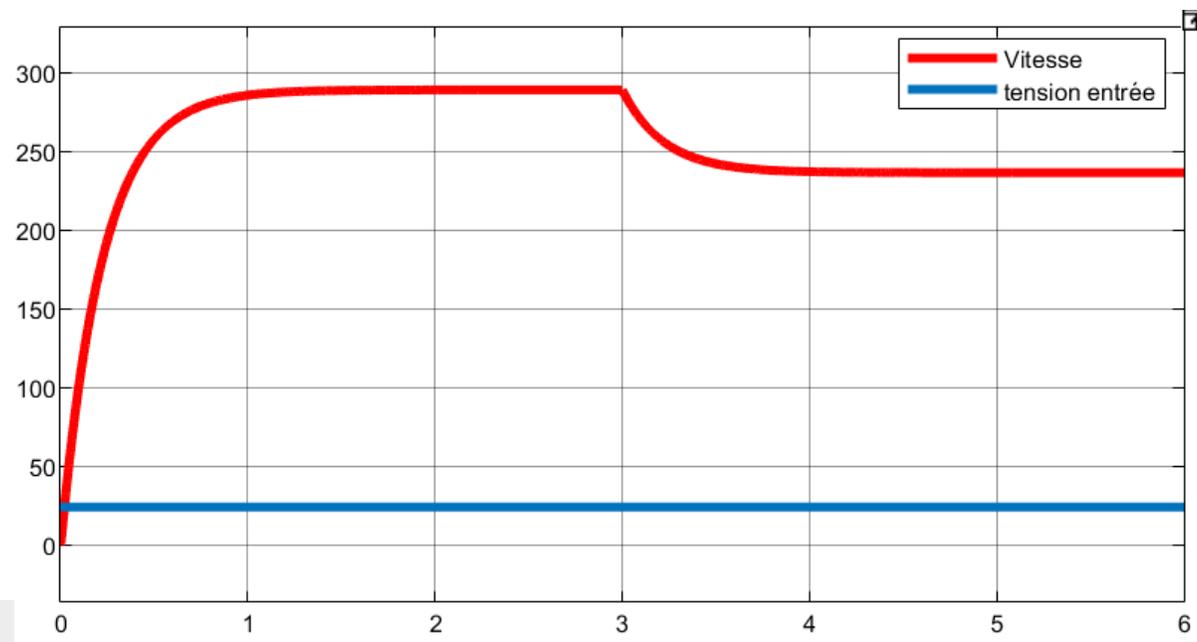
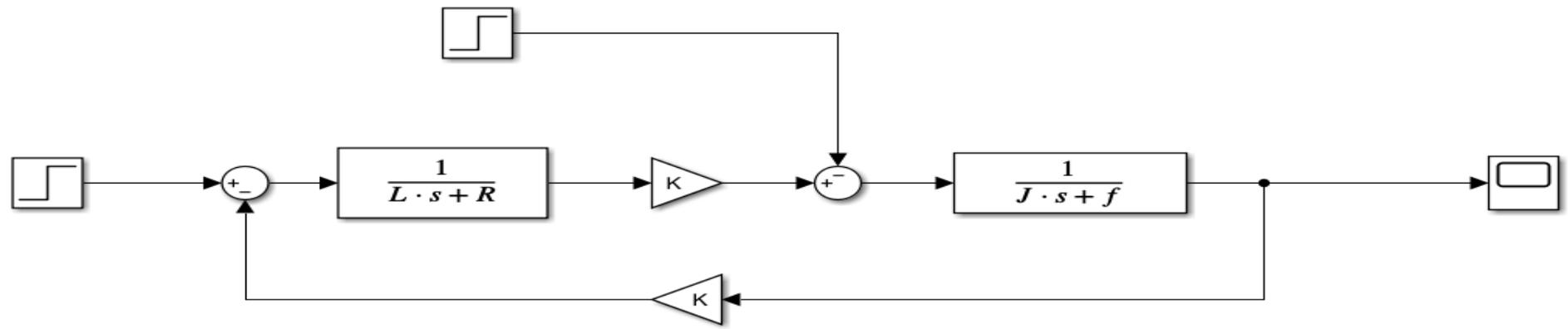
La fonction de transfert approchée $M(p)$

On a : $\tau_m \gg \tau_e \Rightarrow M(p) \cong \frac{K_m}{1 + \tau_m p}$



C – Mise en oeuvre les solutions

Simulation de la boucle ouverte de MCC



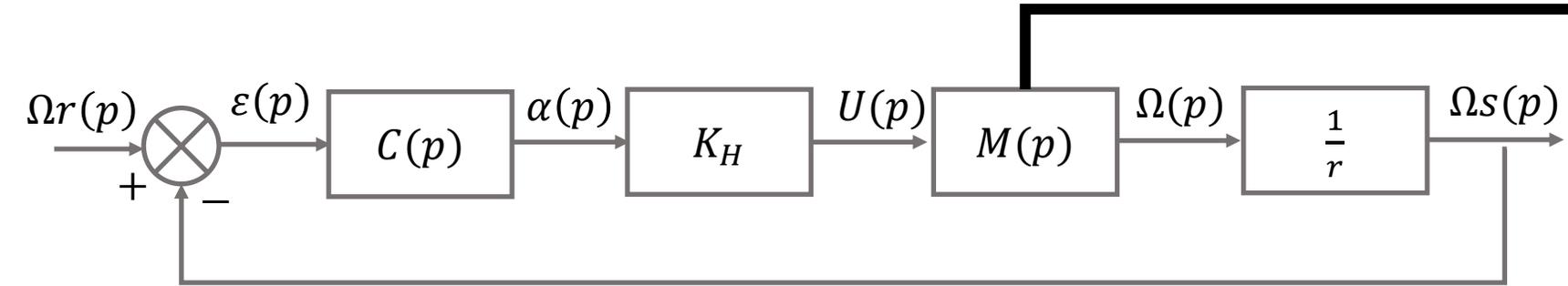
Résultat

| | | |
|-------------------------------|-----------|--------------------|
| Vitesse en rad/s | À vide | En charge nominale |
| | 289 | 236 |
| Temps de répons à 5% | | 0.66 s |
| Performances d'asservissement | | |
| stabilité | Précision | Rapidité |
| Stable | - | - |



C – Mise en oeuvre les solutions

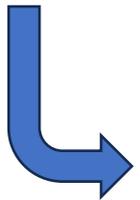
Asservissement et régulation de vitesse de la machine



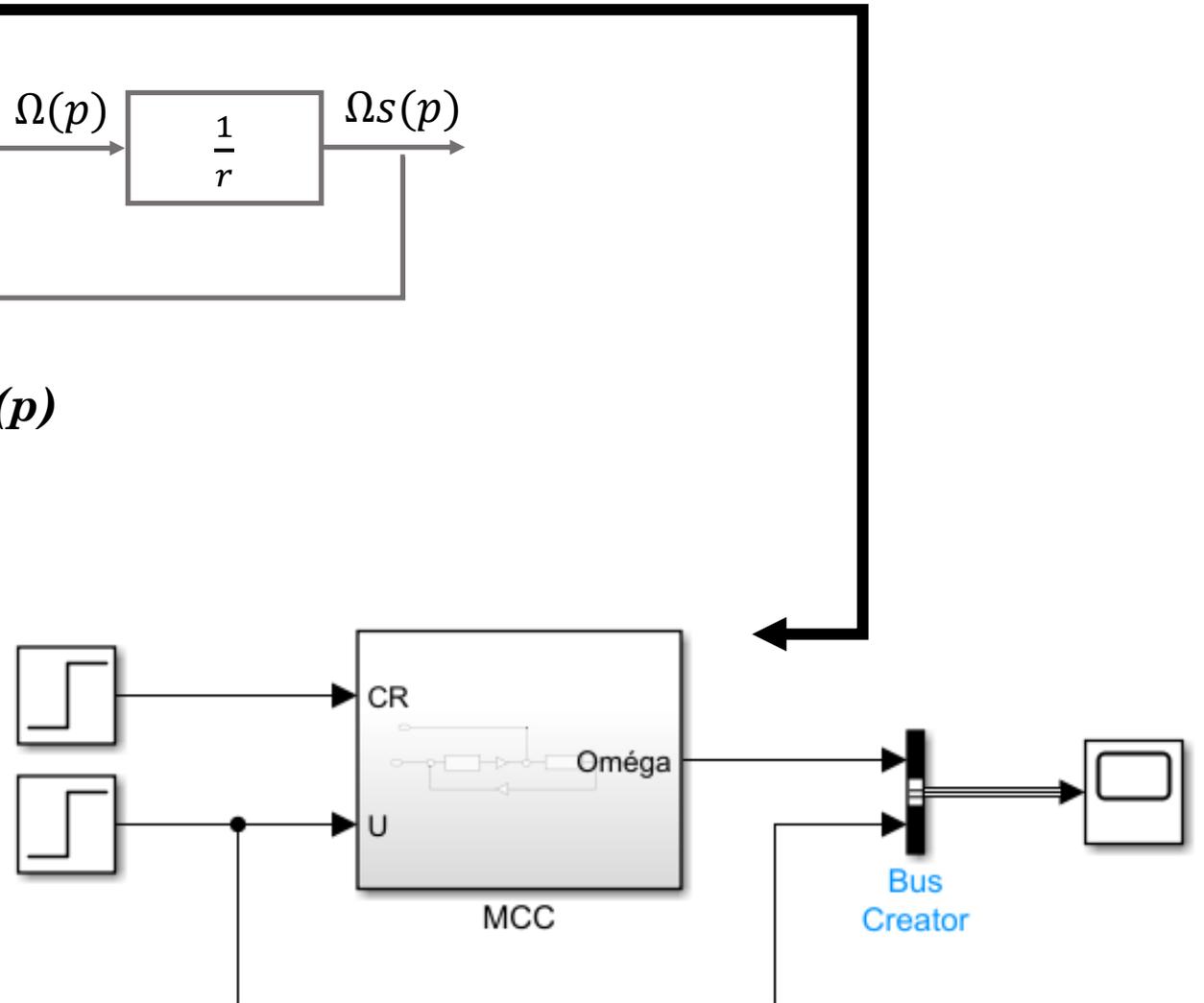
La fonction de transfert en boucle ouverte FTBO(p)

$$FTBO(p) \cong C(p) \frac{Km \cdot K_H \cdot \frac{1}{r}}{1 + \tau m p} = C(p) \frac{Ko}{1 + \tau m p}$$

avec $Ko = 9.38$ et $\tau m = 246.43$ ms



$$trBO = 3\tau m = 0.74 \text{ s}$$



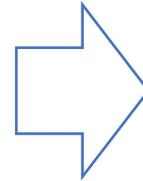


C – Mise en oeuvre les solutions

 Asservissement et régulation de vitesse de la machine.

Performances exigés

| | |
|-----------|--------------------------|
| Stabilité | Systeme doit être stable |
| Rapidité | Le plus rapide possible |
| Précision | Erreur statique nuls |
| | Systeme doit être réglé |



Choix : Correcteur proportionnelle intégrale PI

$$C(p) = Kp \frac{1 + Ti P}{Ti P}$$

On utilise la méthode de compensation des pôles $Ti = \tau m = 246.43 \text{ ms}$

et on cherche la valeur de Kp pour avoir la vitesse du boucle BF soit 5 fois rapide que la boucle BO

la fonction en BO : $FTBO(p) = \frac{Kp Ko}{\tau m p}$

la fonction en BF : $FTBF(p) = \frac{FTBO}{1+FTBO} = \frac{1}{1+\frac{\tau m}{Kp Ko} p} \rightarrow FTBF(p) = \frac{1}{1+T p}$ avec $T = \frac{\tau m}{Kp Ko}$

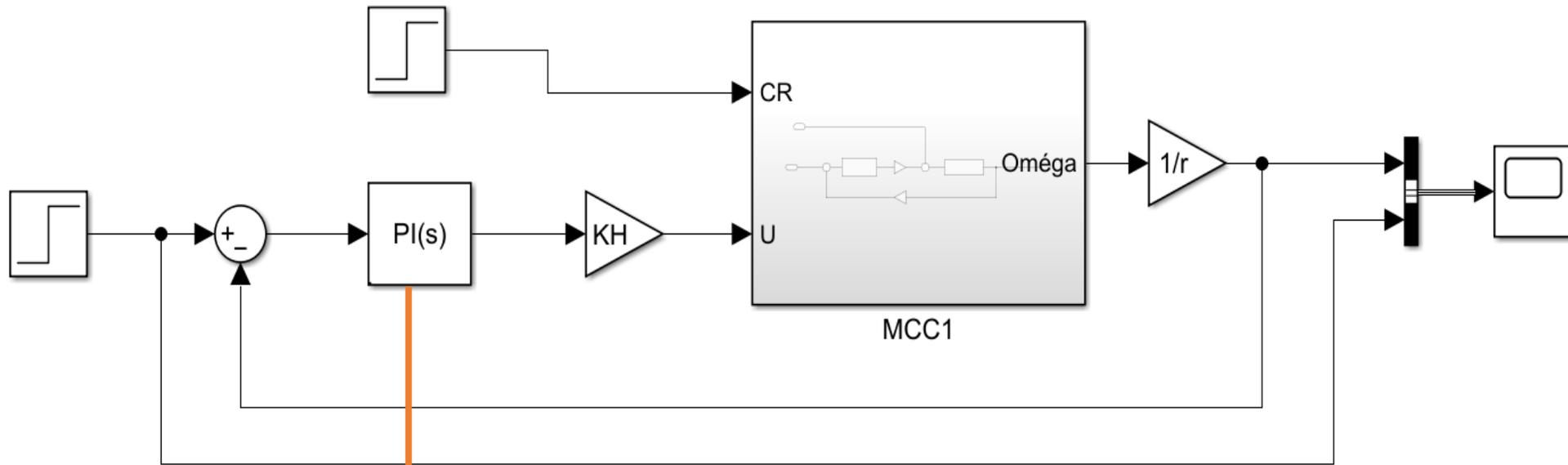
On cherche à avoir $TrBF = \frac{TrBO}{5}$

il faut que $kp = \frac{5}{Ko} \Rightarrow kp = 0.5330$



C – Mise en oeuvre les solutions

 Asservissement et régulation de vitesse de la machine.



| | | |
|---------------|----------------|---------------------------|
| Correcteur PI | $K_p = 0.5330$ | $T_i = 246.43 \text{ ms}$ |
|---------------|----------------|---------------------------|

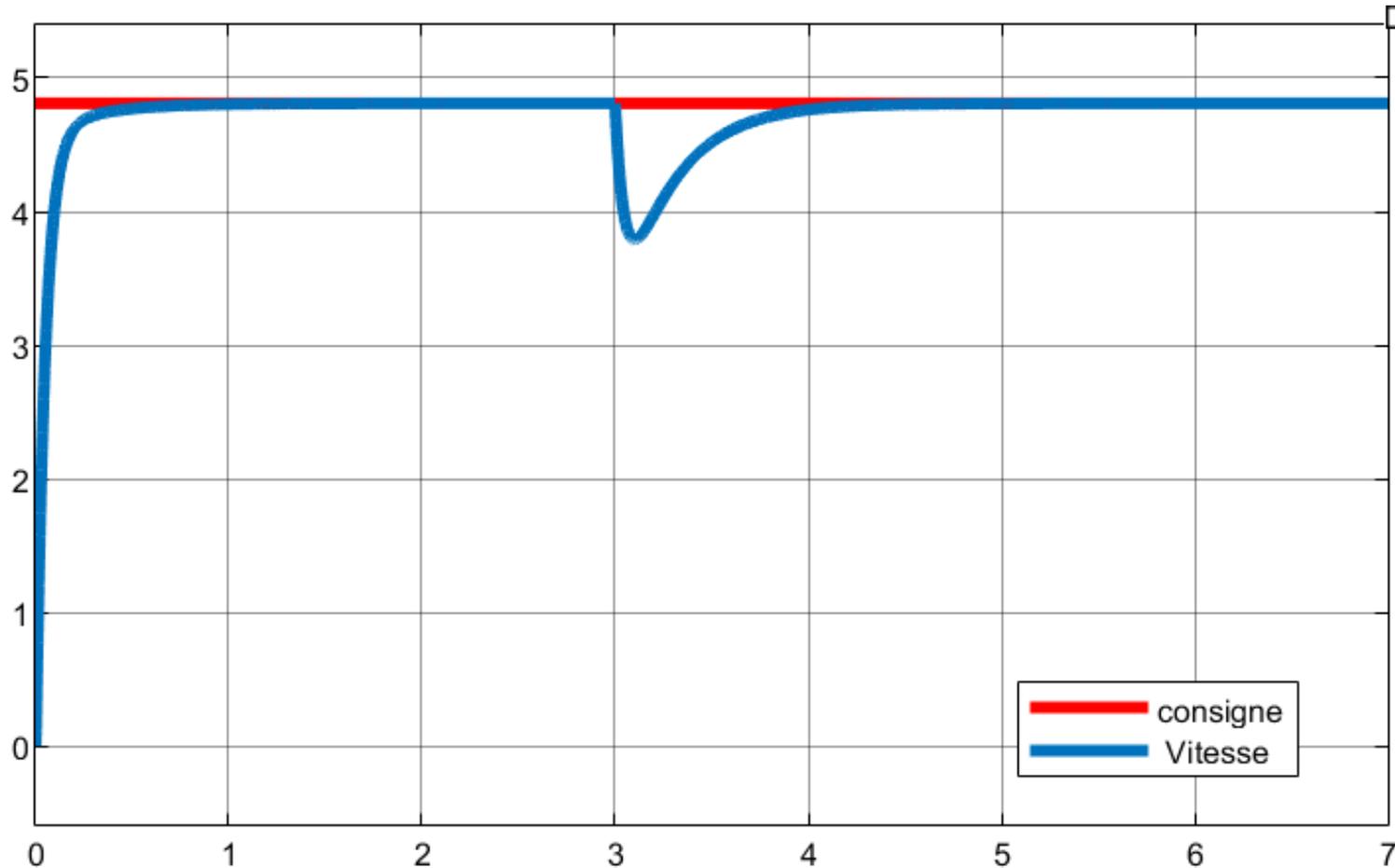


C – Mise en oeuvre les solutions



Asservissement et régulation de la vitesse de la machine.

Résultats (Consigne d'entrée: $W=4.81$ rad/s)



Temps de répons à 5%

30 ms

Performances d'asservissement

stabilité

Précision

Rapidité

Stable

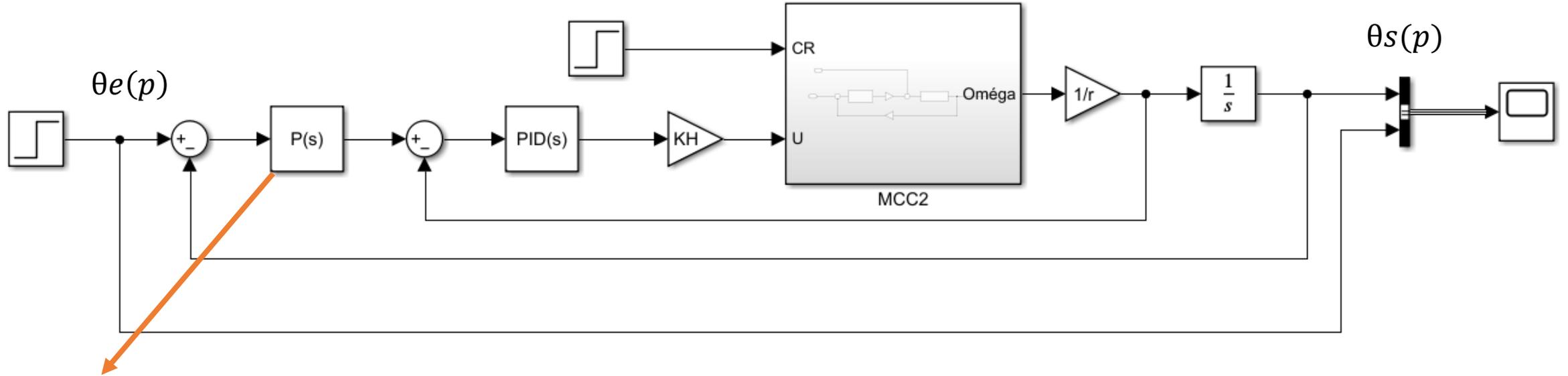
$E_s=0$

Rapide



C – Mise en oeuvre les solutions

 Asservissement et régulation de position de la machine.



Source: internal

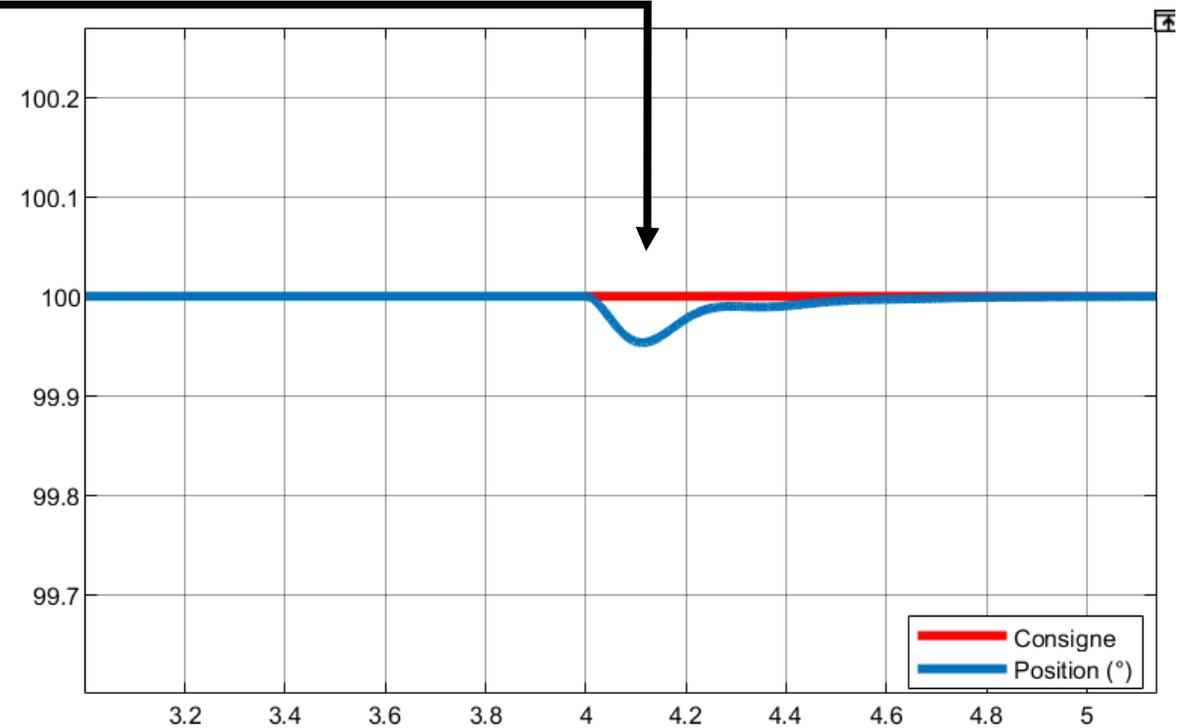
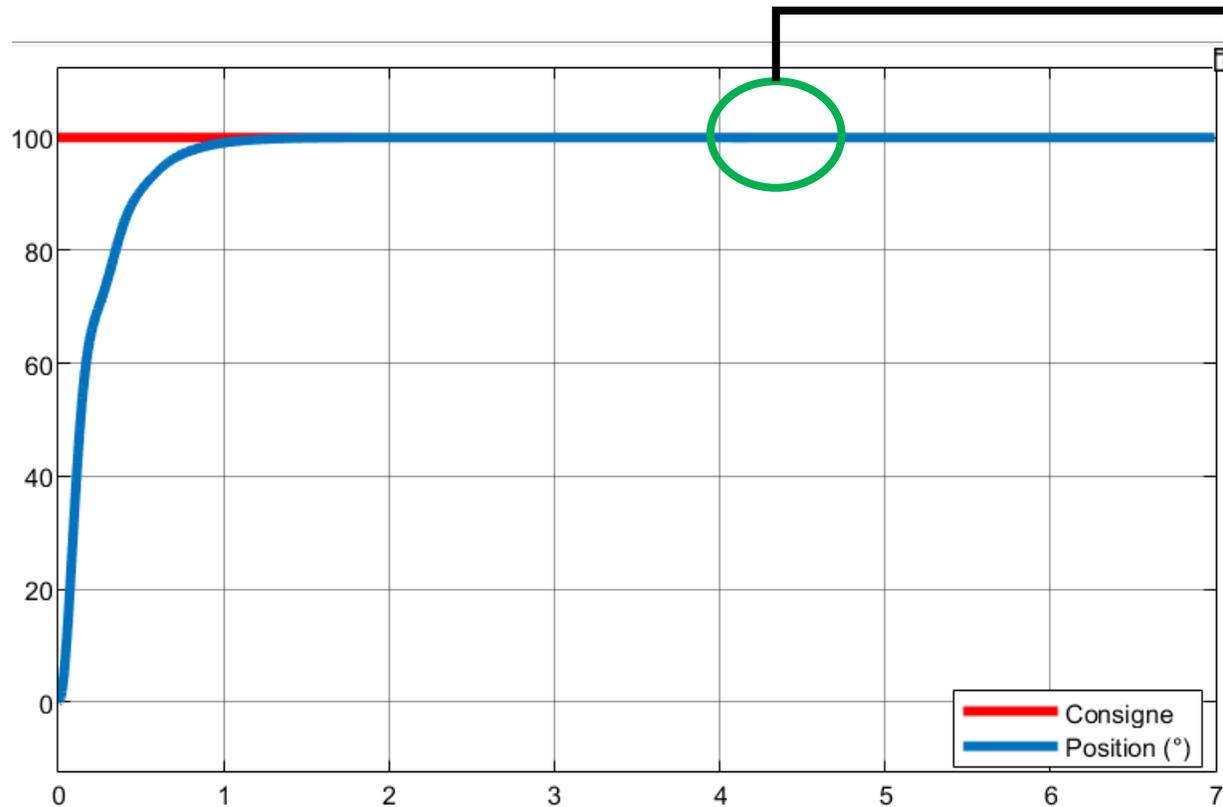
Proportional (P): 4.64123344809363



C – Mise en oeuvre les solutions



Asservissement et régulation de position de la machine.



Résultat finale :

Systeme bien réglé

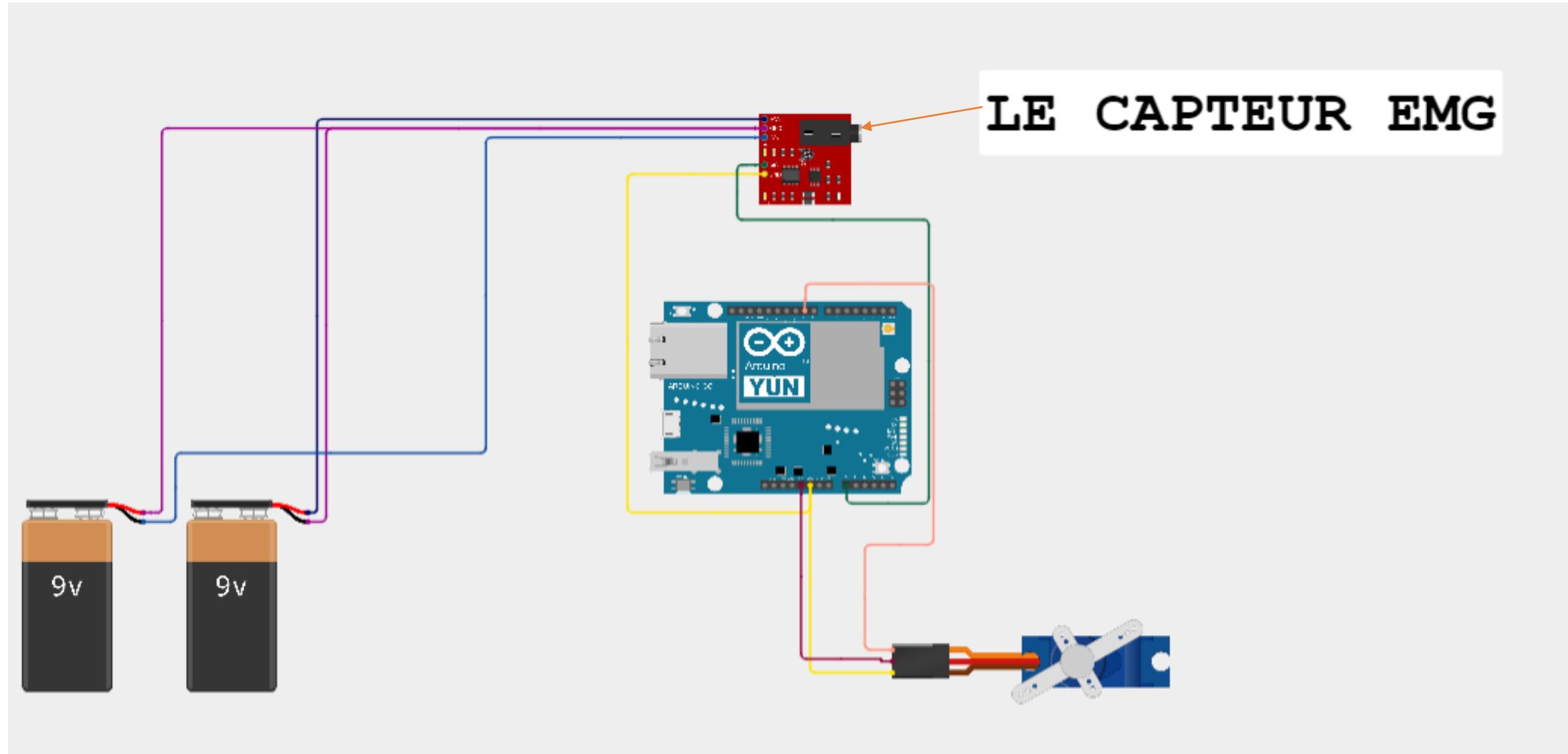
Systeme stable

Systeme précis

Temps de réponse $Tr=0.64$ s

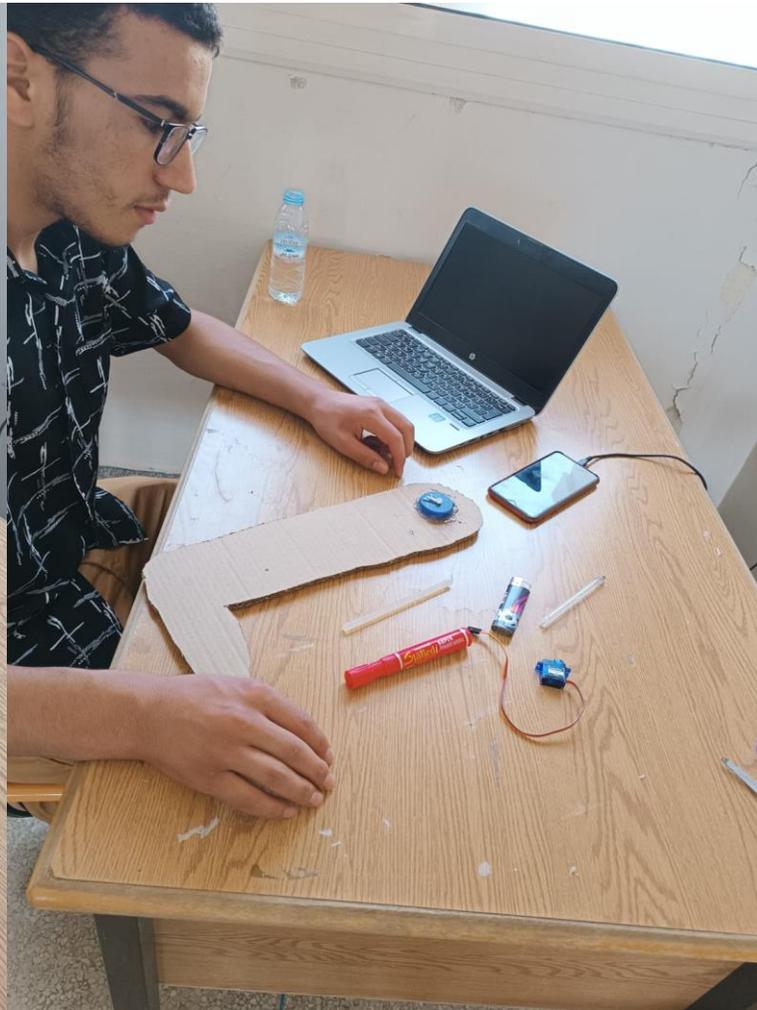
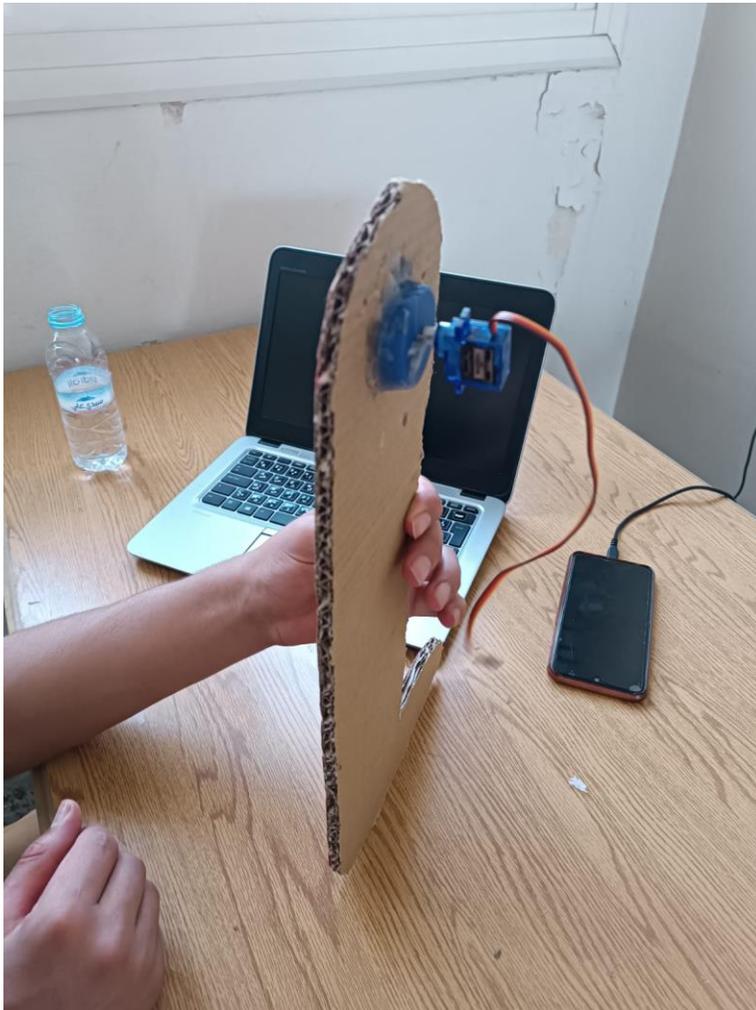
Les résultats globaux

 Simulation :



Les résultats globaux

Expérience :



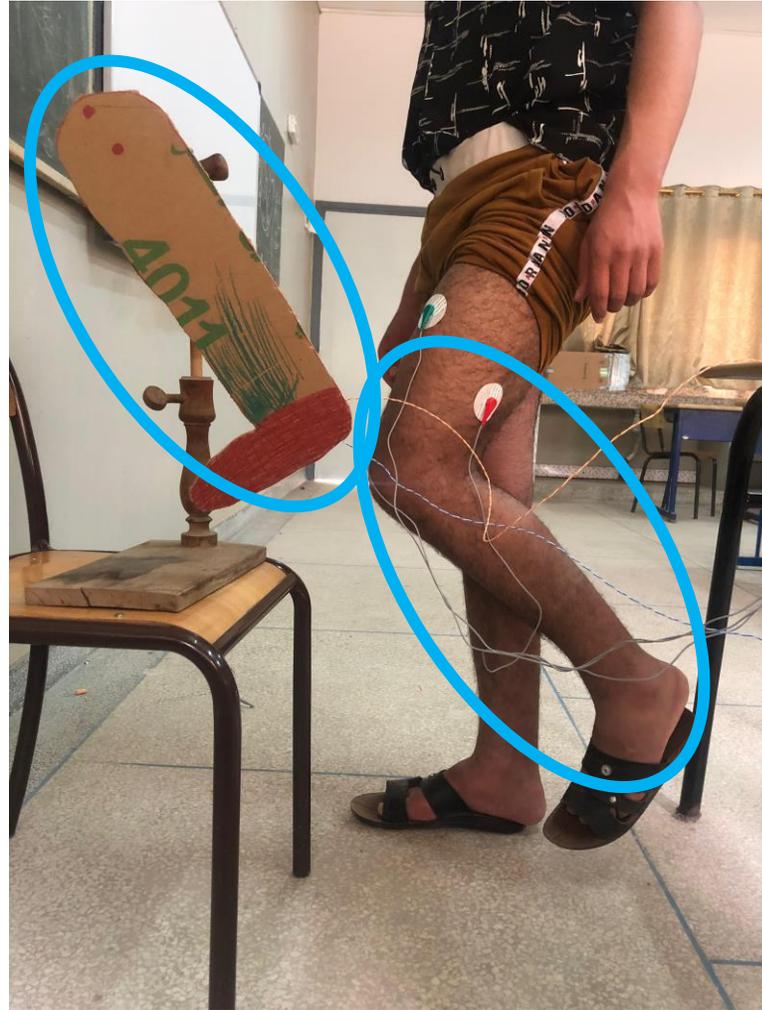
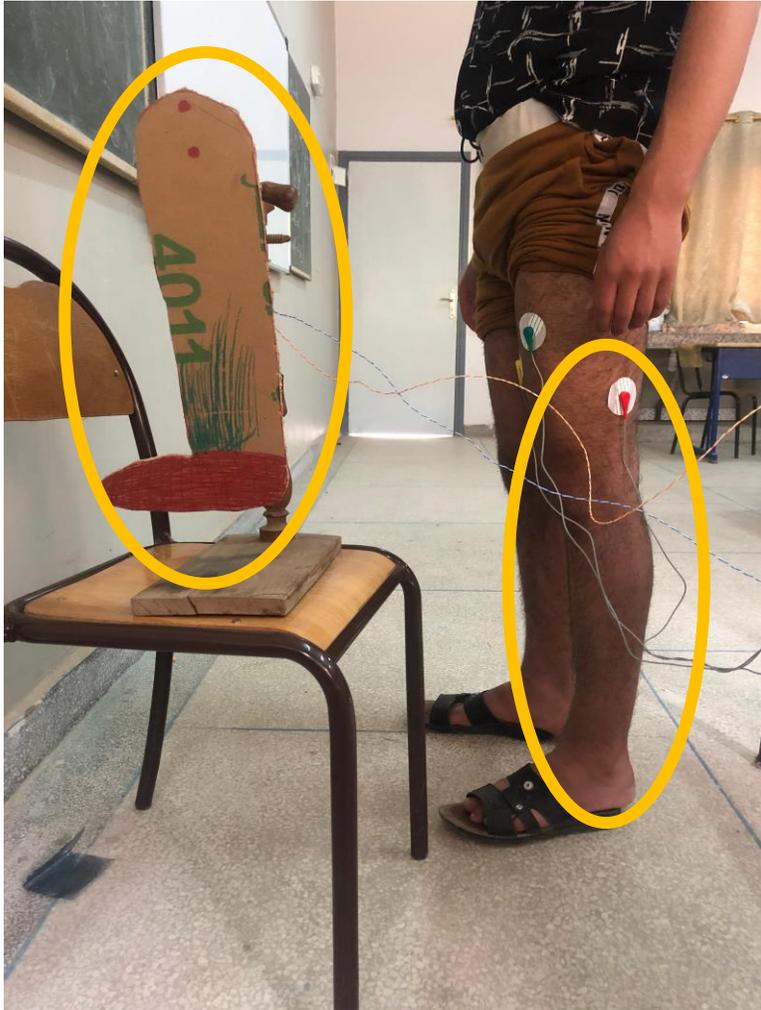
Les résultats globaux

Expérience :



Les résultats globaux

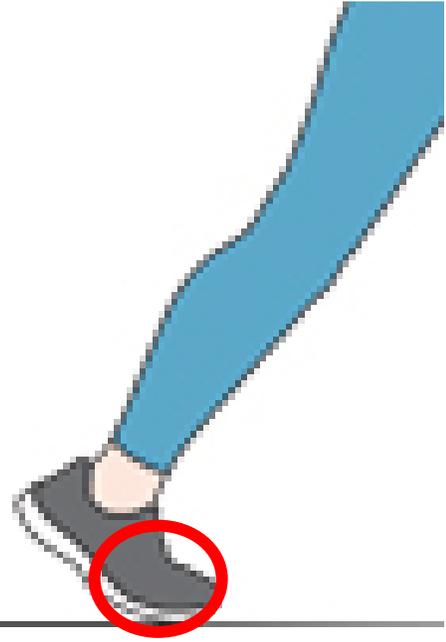
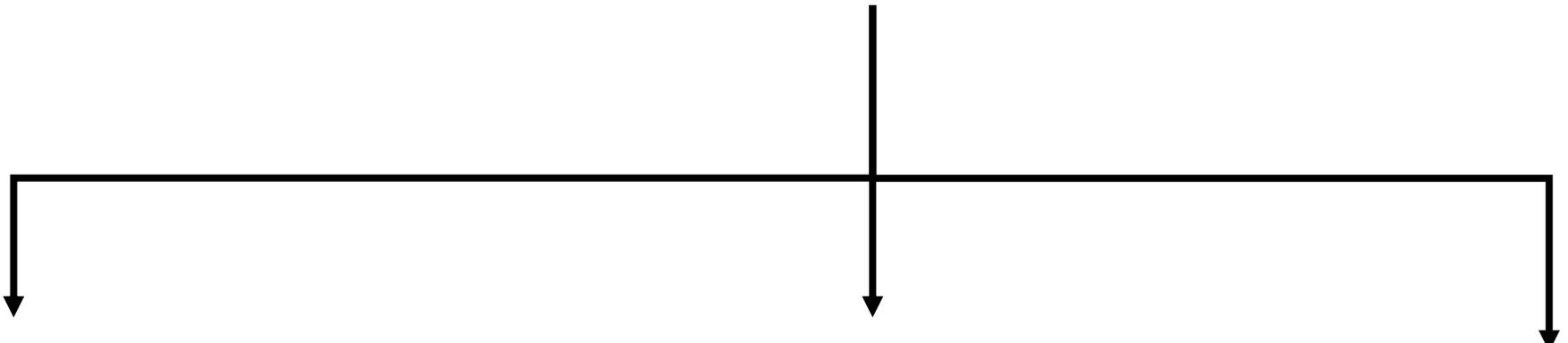
 Expérience :



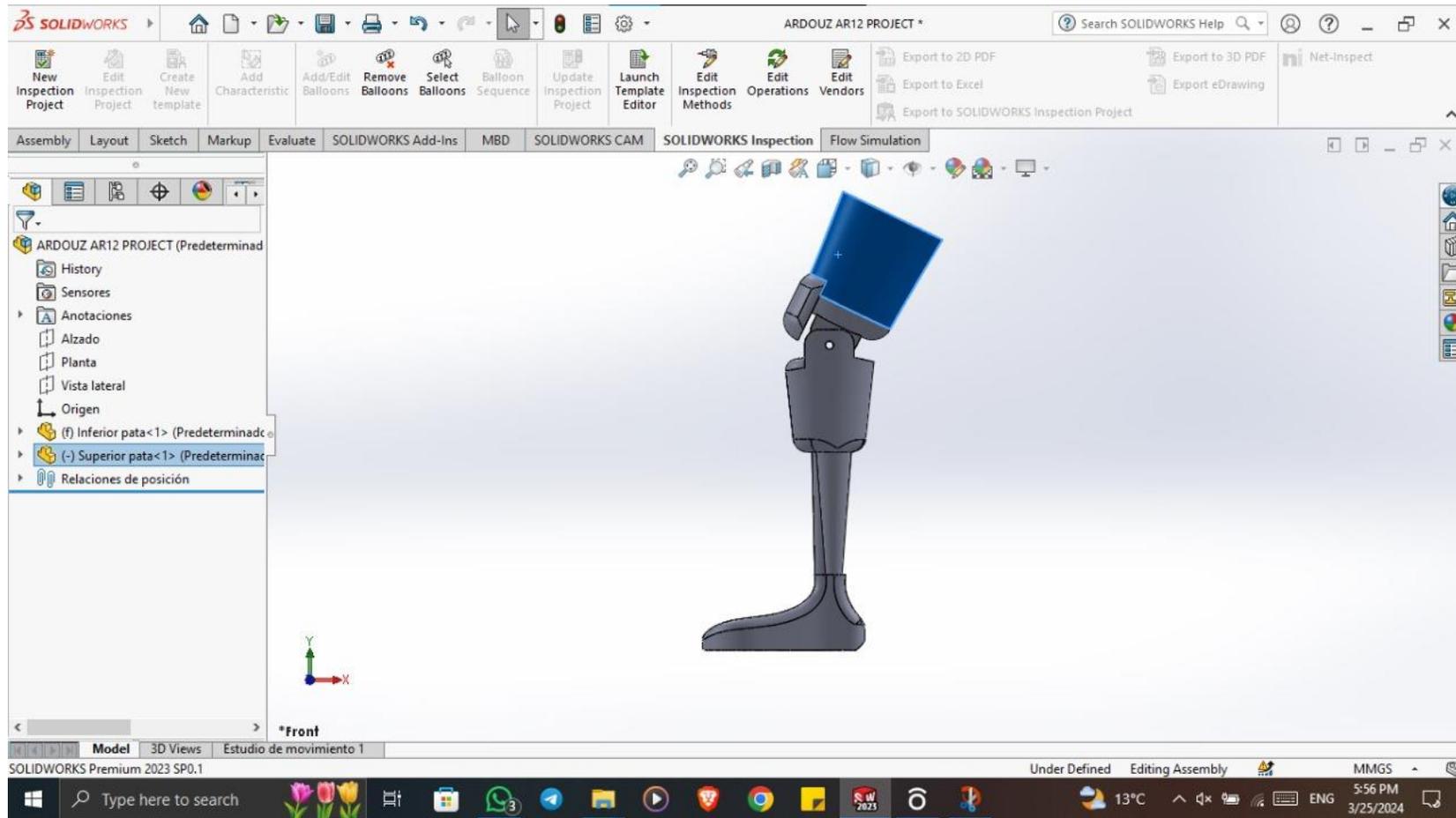
Conclusion

 Perspective :

Objectifs



Le module de la prothèse sur SolidWorks



Mass Properties

ARDOUZ PROJECT 2024

Options...

Override Mass Properties... Recalculate

Include hidden bodies/components

Show weld bead mass

Report coordinate values relative to: -- default --

Configuration: Default
Coordinate system: -- default --

Density = 192.1046 kilograms per cubic meter

Mass (user-overridden) = 0.3800 kilograms

Total weld mass = 0.0000 kilograms

Volume = 0.0020 cubic meters

Surface area = 0.1618 square meters

Center of mass: (meters)
 X = -0.0390
 Y = 0.3115
 Z = 0.0005

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (kilograms * square meters)
 Taken at the center of mass.
 Ix = (-0.2177, 0.9760, 0.0027) Px = 0.0013
 Iy = (-0.9760, -0.2177, 0.0039) Py = 0.0154
 Iz = (0.0044, -0.0018, 1.0000) Pz = 0.0164

Moments of inertia: (kilograms * square meters)
 Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system
 Lxx = 0.0148 Lxy = -0.0030 Lxz = 0.0000
 Lyx = -0.0030 Lyy = 0.0019 Lyz = 0.0000
 Lzx = 0.0000 Lzy = 0.0000 Lzz = 0.0164

Moments of inertia: (kilograms * square meters)
 Taken at the output coordinate system. (Using positive tensor notation.)
 Ixx = 0.0516 Ixy = -0.0076 Ixz = 0.0000
 Iyx = -0.0076 Iyy = 0.0025 Iyz = 0.0001
 Izx = 0.0000 Izy = 0.0001 Izz = 0.0538

Help Print... Copy to Clipboard

sketch_jun5b | Arduino IDE 2.3.2

File Edit Sketch Tools Help



```
sketch_jun5b.ino
1  #include <Servo.h>
2  Servo myServo;
3  int emgPin = A0;
4  int servoPin = 9;
5  int emgValue = 0;
6  void setup() {
7    Serial.begin(9600);
8    myServo.attach(servoPin);
9  }
10
11 void loop() {
12   emgValue = analogRead(emgPin);
13   Serial.println(emgValue);
14   int servoAngle = map(emgValue, 0, 1023, 107, 172);
15   myServo.write(servoAngle);
16   delay(15);
17 }
18
```

hug.ch/chirurgie-orthopedique-traumatologie-appareil/prothese-totale-genou-vos-questions-frequentes

Applications Gmail La machine à efface... YouTube Maps 6_TIPE - Google Drive

f X in @ ACCESSIBILITÉ CONTACT FRANÇAIS APPELER LE 144 SERVICES D'URGENCES

HUG Hôpitaux Universitaires Genève PATIENTS, PATIENTES ET PROCHES RÉSEAU PROFESSIONNEL RECHERCHE & FORMATION LES HUG

Prothèse totale de genou

- Avant l'intervention
- L'intervention
- Complications possibles
- Après l'intervention
- Retour à domicile
- Suivi médical
- Questions fréquentes
- Informations pratiques

Pied et cheville

résultat ne répond pas aux attentes: les douleurs persistent ou la mobilité du genou opéré est diminuée. Malgré des examens poussés, il est souvent difficile de trouver la cause de ces problèmes.

Combien pèse une prothèse?

De 370 à 780 grammes selon la taille des composantes de la prothèse.

Les implants sont-ils enregistrés?

Les implants prothétiques utilisés aux HUG (y compris le ciment) sont enregistrés depuis 1998 dans le Registre genevois des implants (Geneva Arthroplasty Registry) et, depuis 2012, dans le Registre Suisse des implants (SIRIS). Les implants sont également enregistrés dans votre dossier médical.

Quand est-ce que je peux à nouveau conduire?



Références

1. <https://www.musee-automate.fr/exosquelette-motorise/>
2. <https://exosquelettes-premiere.e-monsite.com/>
3. <https://www.concours-centrale-supelec.fr/CentraleSupelec/2017/TSI/>
4. <https://www.concours-commun-inp.fr/fr/epreuves/annales/annales-tsi.html> Sciences industrielles de l'ingénieur session 2023)
5. [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.koellmorgen.com/sites/default/files/kol-3076-Servo-or-Stepper Guide_FR.pdf&ved=2ahUKEwiRmcCO-fWEAxUrgv0HHUCFBIYQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2nixGIUZ85doWvrVeCeuDp](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.koellmorgen.com/sites/default/files/kol-3076-Servo-or-Stepper%20Guide_FR.pdf&ved=2ahUKEwiRmcCO-fWEAxUrgv0HHUCFBIYQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2nixGIUZ85doWvrVeCeuDp)
6. <http://tpe-comparaison-protheses.weebly.com/introduction.html>
7. <https://www.mclennan.co.uk/datasheet/1462>