

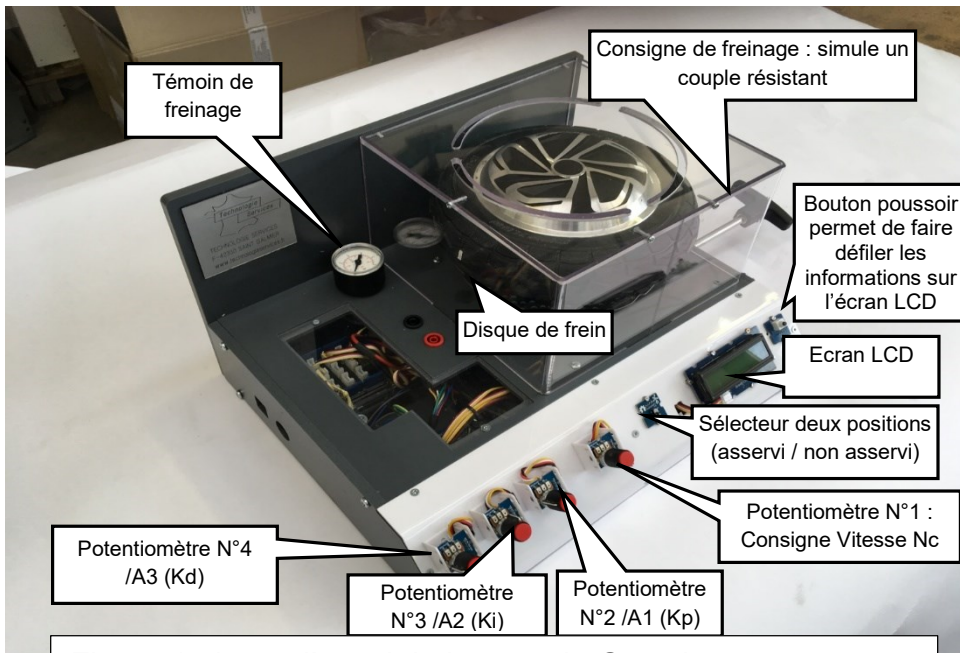
Système pluritechnologique : gyroskate

Performance : décélération



1. Prise en main du système pluritechnologique

Un Gyroskate est un transporteur personnel sur 2 roues qui s'auto-équilibre lorsqu'un utilisateur monte sur les pédales. Le banc d'essai associé au Gyroskate permet d'afficher les performances en mode asservi ou non de la chaîne de puissance. Ce banc permet de fixer la



consigne de vitesse N_c de la roue, d'agir sur le correcteur PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé) pour asservir la vitesse moteur N_m . Il permet aussi d'induire un couple résistant C_r (pour simuler une pente, une charge, ..) et de visualiser via l'IDE arduino et/ou l'écran LCD les résultats des mesures en temps réel.

Figure 1 : banc d'essai de la roue du Gyroskate

Le potentiomètre N°1 permet de piloter la consigne de fréquence de la roue N_c .

Le mode non asservi ou asservi est choisi avec le sélecteur deux positions.

Le bouton poussoir permet de permuter entre diverses informations sur l'écran LCD :

- menu 1, affichage des fréquences de consigne N_c et mesurée N_m ($\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$) ;
- menu 2, affichage du mode de pilotage ainsi que l'erreur en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et en % ;
- menu 3, affichage du gain proportionnel K_p du correcteur PID (potentiomètre N°2) ;
- menu 4, affichage du gain intégral K_i du correcteur PID (potentiomètre N°3) ;
- menu 5, affichage du gain différentiel K_d du correcteur PID (potentiomètre N°4).

Attention, par défaut les gains sont à 0, la roue n'est pas en mouvement.

Procédure de mise en marche :

1. Raccorder la carte Arduino au PC via le port USB et lancer l'IDE Arduino.
 2. Ouvrir le programme « Asservissement.ino » et le téléverser.
 3. Lancer le moniteur série (voir page 3/4) et régler « pas de fin de ligne » et 115200 bauds.
 4. Pour tester le bon fonctionnement, placer le sélecteur deux positions en mode « non asservi » et faire tourner la roue à la main (les données doivent s'afficher sur le moniteur série IDE Arduino).
 5. Placer le sélecteur deux positions sur le mode « asservi ».
 6. Régler les 3 coefficients du correcteur PID au moyen des potentiomètres 2, 3 et 4 : $K_p = 0,898$, $K_i = 0,00103$, $K_d = 0$ et le potentiomètre 1 sur 0 ($N_c = 0$).
- Le banc est prêt à fonctionner.

2. Performance attendue

Pour cette étude, les caractéristiques (temps, vitesse initiale, vitesse finale, décélération) de la phase de ralentissement sont étudiées en mode asservi. Pour cela, une consigne de freinage agit sur un disque de frein, permettant de créer un couple résistant C_r . Ce couple résistant permet de reproduire les conditions d'une pente à gravir, d'un léger obstacle, d'une charge supplémentaire. Les exigences et valeurs utiles sont indiquées dans les diagrammes suivants :

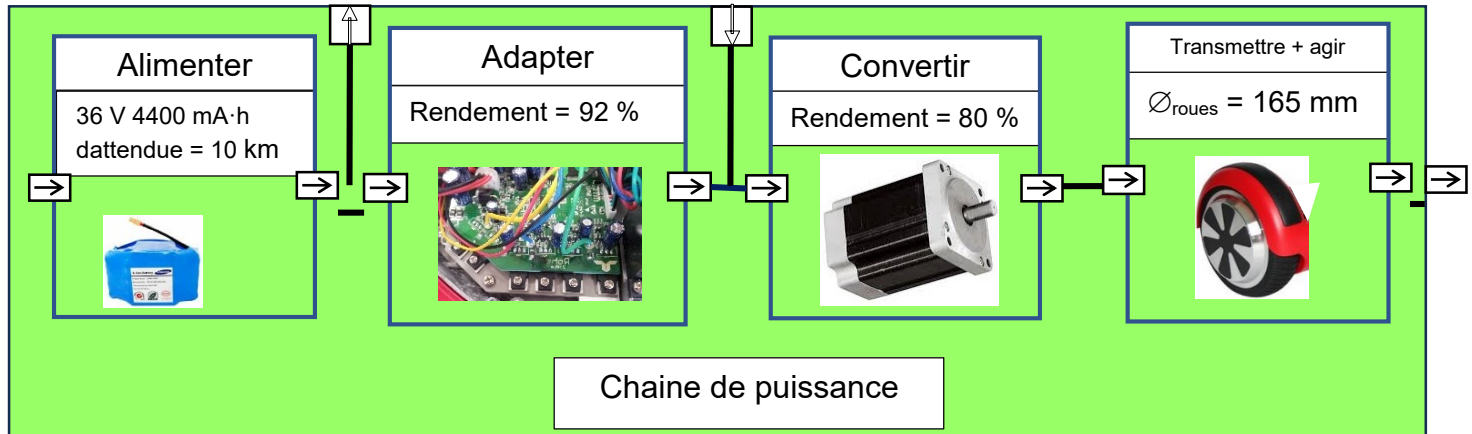


Figure 2 : Diagramme de blocs internes (chaîne de puissance uniquement)

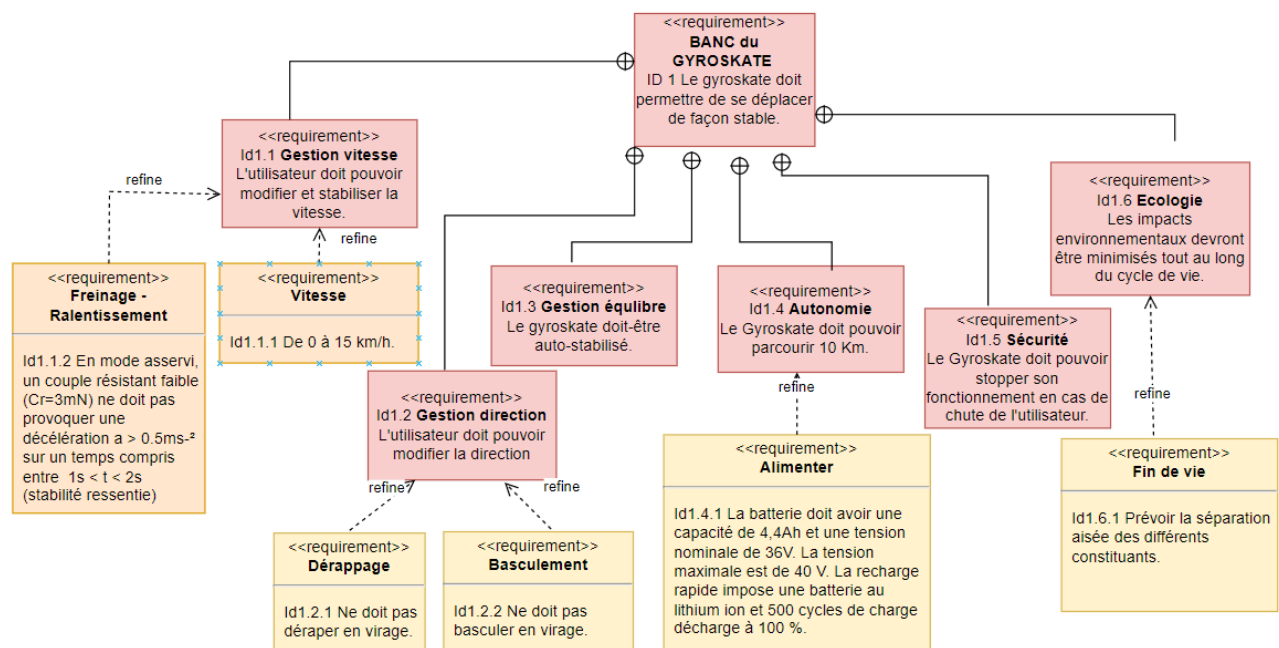


Figure 3 : diagramme des exigences

3. Performance mesurée

a. Mise en place du protocole expérimental

L'IDE Arduino avec le fichier « Asservissement.ino » est lancée avec le moniteur série.

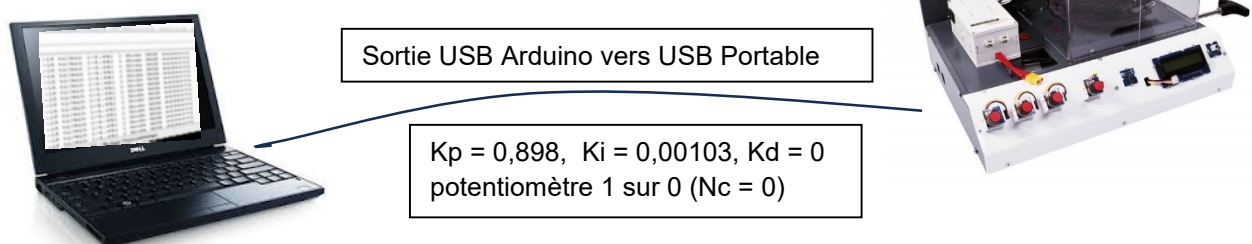


Figure 4 : schéma de câblage Arduino

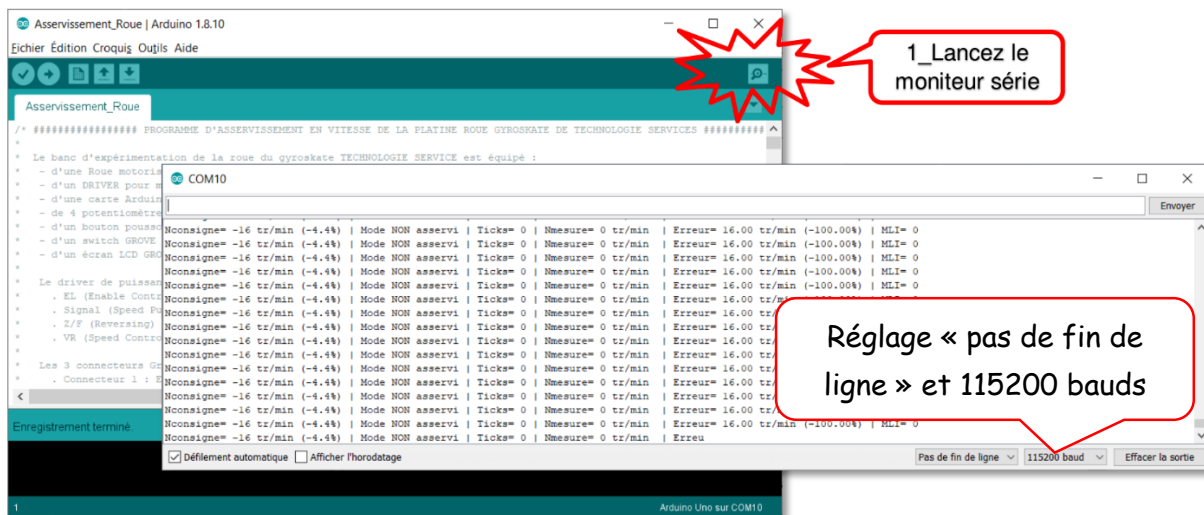


Figure 5 : écran de l'IDE Arduino après lancement du moniteur série

1. Alimenter le banc d'essai.
2. Régler la vitesse de consigne N_c sur $130 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ en tournant doucement le potentiomètre 1.
3. Attendre que la vitesse réelle N_m se stabilise (à contrôler sur LCD ou sur moniteur série).
4. Commencer à freiner pour atteindre 3 bars (44 psi) dans un temps compris entre 1 s et 2 s. Une fois la valeur de 3 bars atteinte, relâcher le freinage (faire plusieurs essais si nécessaire).

b. Traitement des données.

5. Les données ont été enregistrées dans le moniteur série.

Ouvrir le fichier excel « résultats-GKC.xlsx ».

Sur le moniteur série, repérer la ligne correspondant au début du freinage, et celle correspondant à la fin du freinage.

Début de freinage : reporter la valeur N_m dans la cellule J6 et le temps dans la cellule O6 ;

Fin de freinage : reporter la valeur N_m dans la cellule J7 et le temps dans la cellule O7.

Le temps t_f de freinage est calculé automatiquement en seconde (colonne P). Celui-ci sera important pour la suite de l'expérimentation, il devra être pris en compte dans la simulation (partie 4).

Si $t_f < 1\text{s}$ ou $t_f > 2\text{s}$ (Exigence) il faut recommencer la manipulation.

6. Relever la valeur de la décélération dans la cellule Q6 (décélération).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
Relevez les valeurs sur le moniteur série																		
Les valeurs à relever sont à inscrire dans le tableau ci-contre (partie jaune)				Charge	Charge	Couple Résistant résultant Cr	Vitesse de consigne Nc (tr/mn)	Vitesse de consigne wc (rd/s)	Vitesse moteur obtenue après stabilisation Nm	Vitesse moteur obtenue après stabilisation wm	Gain Statique	Vitesse linéaire Gyroskate V	Vitesse linéaire Gyroskate V	Timing relevé sur moniteur	Temps du freinage (en s)	Decélération m/s²		
Décélération et distance à calculer colonnes ket l																		
				PSI (imposée)	bar	mN	tr / mn	rd/s	tr/mn	rd/s		m/s	km/h	ms	s	m/s²		
En mode asservi (Kp, Ki, Kd imposés)	début de freinage (pas de charge)	0	0	0	130	13,61		0,00	0,00	0	0				0			
	Fin du freinage	44	2,98	3	130	13,61		0,00	0,00	0	0							
															diamètre roue : 0,165m			Temps à reporter en simulation
décélération = (V finale - V initiale) / Temps-freinage																		
<div><div><div>consigne Nc</div><div><div><div>P</div><div>I</div><div>D</div></div><div><div>K</div></div></div><div><div>System</div><div>réponse Nm</div></div></div></div>																		

Figure 6 : tableau pour traitement de données « résultats-GKC.xlsx »

4. Performance simulée

1. Ouvrir le logiciel « Sinusphy » puis le fichier « SimulGYRO-TPC.spe » qui se trouve dans le répertoire « Fichier Sinusphy » (Sinusphy V4.0).

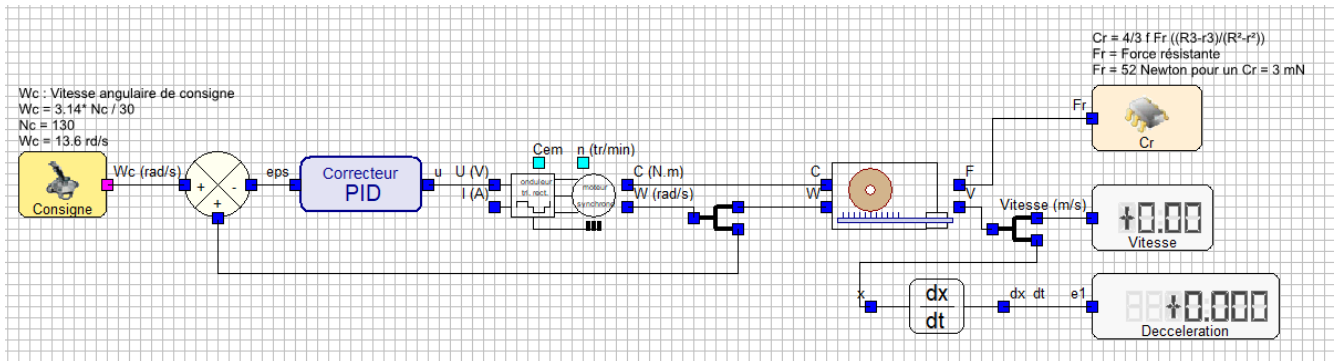


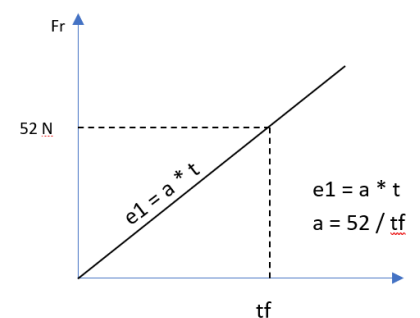
Figure 7 : modélisation multiphysique du banc d'essai

2. Régler préalablement la vitesse de consigne initiale ω_c sur $13,6 \text{ rd} \cdot \text{s}^{-1}$ dans les paramètres « valeur » et « maximum » (correspond à la consigne $N_c = 130 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$). Au lancement de la simulation, la durée t_f de calcul est celle obtenue par expérimentation (temps de freinage calculé dans le tableau Excel colonne P). L'incrément de temps est de $0,0005 \text{ s}$. Le curseur effort de résistance (Fr) est l'image du couple résistant $Cr = 3 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Pour entrer la valeur de $e1$ (rampe d'application de la force Fr) il faut le coefficient directeur de $e1$ calculé sur le temps t_f . Faire d'abord une première simulation à vide ($Fr = 0$) et relever la vitesse de sortie moteur ω et la vitesse linéaire du gyroskate. Pour $Fr = 52 \text{ N}$, faire une seconde simulation avec $e1 = 52 \times t / t_f$.

Relever la vitesse de sortie moteur ω , la vitesse linéaire du gyroskate ainsi que la décélération.

3. Exploiter les résultats de simulation (vitesse, accélération).



Propriétés Curseur

Nom: Consigne

Nom	Alias	Unité
e1	Wc	rad/s

Paramètres:

Valeur: 13.6

Minimum: 0

Maximum: 13.6

Incrément: 1

Nbre de pas: 200

Mode élastique: ☐

Filtre: ☒ Aucun, ☐ Ordre 1, ☐ Ordre 2

Temps à 5%: 1

OK, Annuler

Propriétés Composant Standard

Nom: Cr

Entrées/Sorties:

Nom	Alias	Unité	Pos.
e1	Fr		G

Paramètres:

Nom	Valeur
e1	52 * t / tf

Relations:

Relation: e1 = 52 * t / tf

Condition:

Informations:

Document ou lien associé:

Importeur, Exporter, Composant de bibliothèque

OK, Annuler

Simulation

Paramètres:

Unité de temps: seconde(s)

Durée du calcul: []

Incrément de temps: 0.0005

Temporisation (ms): 1

Analyse: []

Sortie: []

Consigne: 13.6

$e1 = 52 \times t / t_f$

remplacer t_f par la valeur obtenue expérimentalement

Temps t_f de l'expérimentation à reporter