

TD 1-1 Véhicule autoguidé (d'après sujet de concours)

1. VAG (Véhicule autoguidé) : Contexte

Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Dijon Bocage Central a retenu pour sa logistique hôtelière hospitalière des VAG (véhicule auto guidé). Neuf véhicules autonomes à guidage laser (**Figure 1**) sont utilisés pour le transport de déchets, plateaux repas, linges dans les parties non accessibles au public (**Figure 2**). Le nombre de transports quotidiens par VAG est de l'ordre de 930. Chaque transport est désigné sous le terme de mission.

	
Figure 1 VAG seul	Figure 2 VAG déplaçant un chariot

Normes de sécurité et obligations spécifiques concernant les VAG

— Définitions des zones de circulation

La norme NF EN 1525 définit trois types de zones de circulation des VAG :

- zones banalisées ;
- zones propres ;
- zones dangereuses.

Pour le système étudié, les zones de déplacement des VAG sont des zones non accessibles au public. Seules des personnes autorisées peuvent y pénétrer. On peut donc considérer qu'il s'agit de zones propres.

— Définitions des catégories de sécurité

La norme NF EN 954-1 définit les niveaux de résistance aux défauts suivants :

- dispositif d'arrêt d'urgence de catégorie 2 nécessitant obligatoirement une action manuelle pour réarmer le dispositif suite à un incident.
- dispositif « bouclier » de catégorie 3 (**Figure 3**) conçu de manière à ce que le VAG s'arrête avant que ses parties rigides ou sa charge ne touchent la personne ou un obstacle, automatiquement réarmable par simple disparition de l'obstacle.

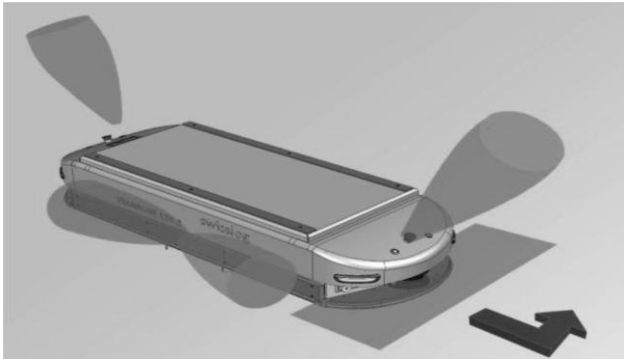


Figure 3 : Scanner laser, détecteur ultrasonore et boutons d'arrêt d'urgence participent à la sécurité. Il est possible de modifier le lobe de détection de cet appareil en fonction de la vitesse.

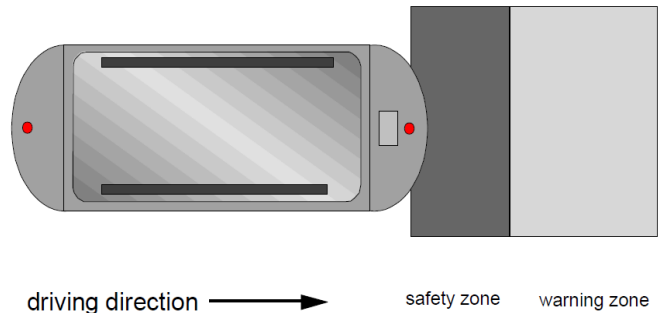


Figure 4 : les zones de sécurité (safety zone) et d'alerte (warning zone) sont ajustables. Un arrêt est provoqué lorsque un obstacle est détecté dans la zone de sécurité.

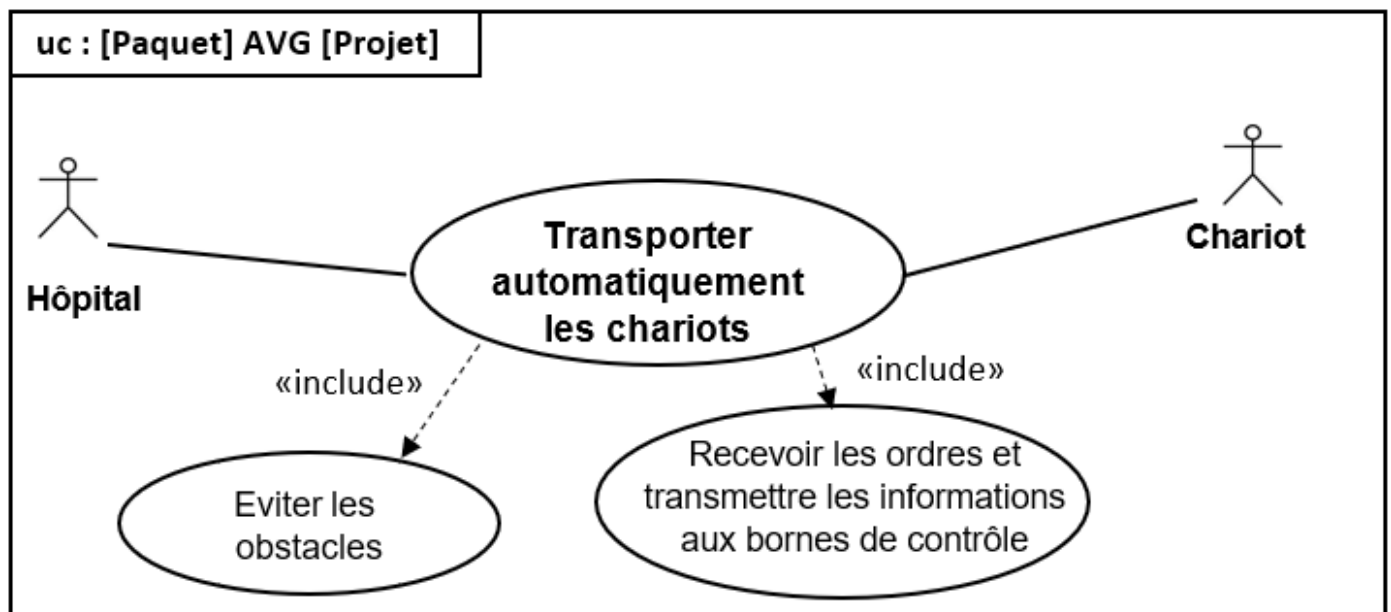


Figure 5

2. VAG (Véhicule autoguidé) : chaîne fonctionnelle

Cette partie porte principalement sur le déplacement du VAG en ligne droite dans un environnement hospitalier.

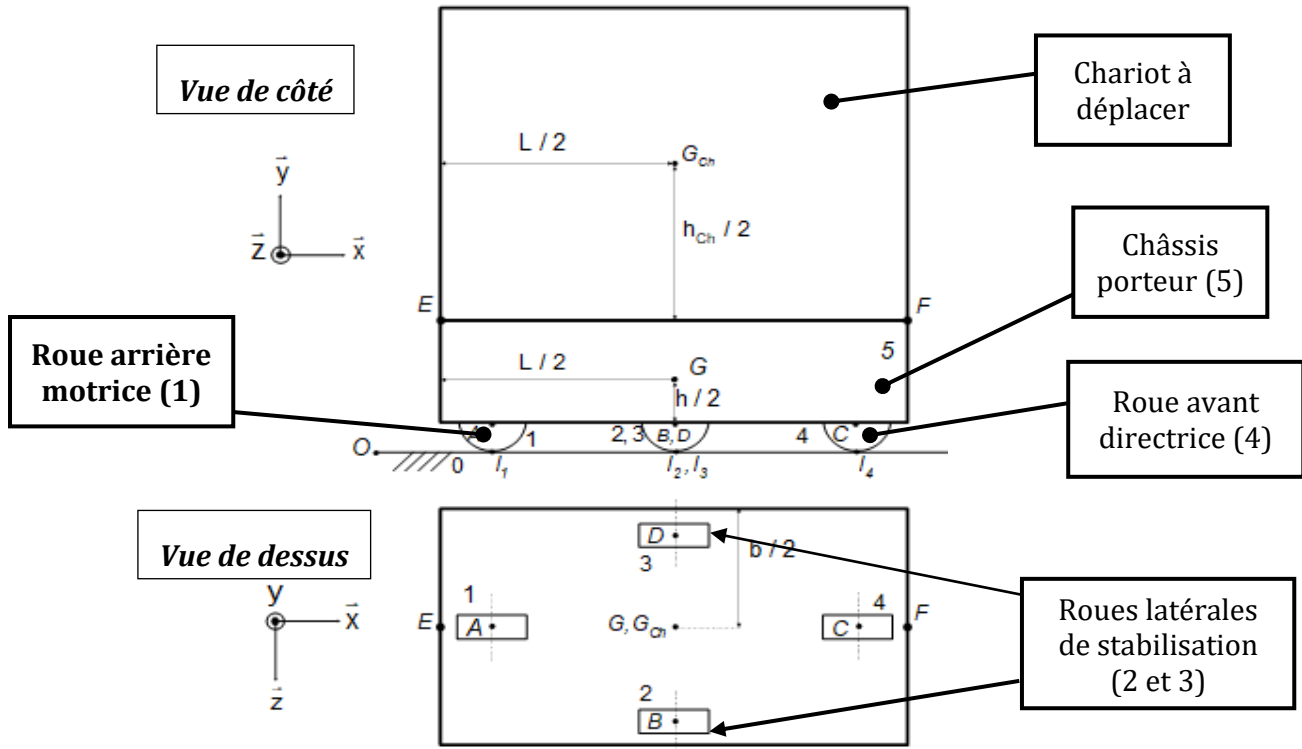


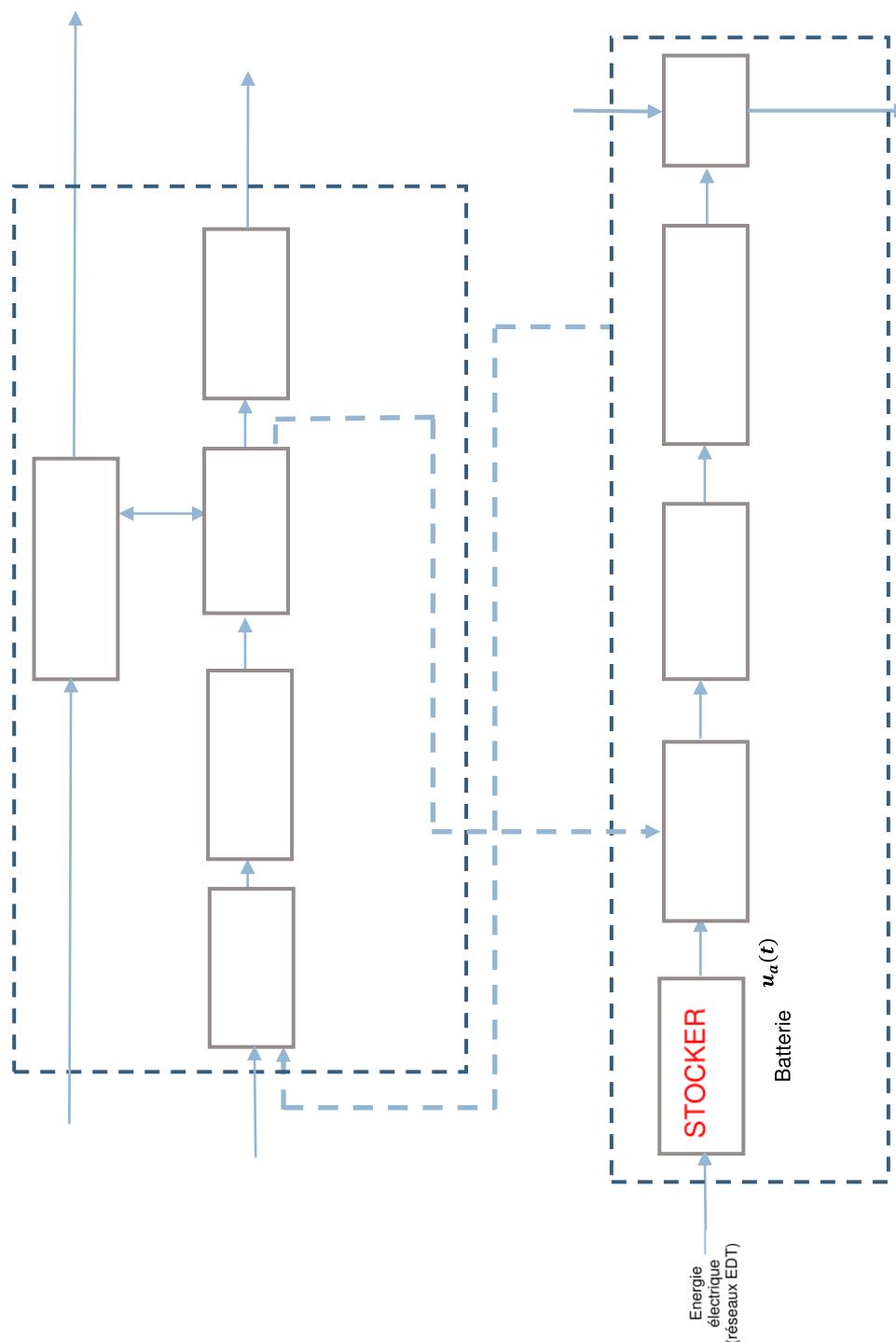
Figure 6

Composition du VAG seul :

Il est constitué d'un **châssis porteur (5)** (voir figure 6) sur lequel sont montés les composants suivant :

- une batterie qui délivre une tension d'alimentation $u_a(t)$;
- un *motoréducteur* constitué :
 - d'un moteur électrique asynchrone ;
 - suivi d'un réducteur à engrenage de gain $K_{red} = \frac{\omega_{poulie\ moteur}}{\omega_{moteur}}$ (voir figure 7).
- un système poulie-courroie de gain $K_{pc} = \frac{\omega_{poulie\ réceptrice}}{\omega_{poulie\ motrice}}$. La roue motrice (1), de rayon R , en contact avec le sol et solidaire de la poulie réceptrice transforme la vitesse de rotation $\omega_{poulie\ réceptrice}(t)$ en vitesse de translation $v_{VAG}(t) = \dot{x}(t)$ du VAG ;
- un codeur incrémental qui mesure l'angle $\theta_{poulie\ motrice}(t)$ (angle de rotation de la poulie motrice en degré) et renvoie une tension $u_{capt}(t)$ proportionnelle à la dérivée de $\theta_{poulie\ motrice}(t)$;





3. VAG (Véhicule autoguidé) : grandeurs physiques

L'asservissement de vitesse du **VAG** en phase de test (étudié paragraphe 4) fonctionne à partir d'une **consigne** $v_{c\ VAG}(t)$ de vitesse du VAG par rapport au sol (0). Cette consigne est **définie par les segments de droites en gras** sur la figure 9. Cette consigne a été installée, dans la mémoire du module de traitement. On veut vérifier que le comportement théorique du VAG est conforme à l'exigence Id 1.

Cahier des charges relatif aux exigences Id 1.1 et Id 1.2.

dérivées de l'exigence principale Id 1. : se déplacer en ligne droite selon $+\vec{x}$

Exigence	Critère	Niveau
Id 1.1. : Assurer l'avancement en sécurité	Accélération au démarrage : Phase 1	$\ddot{x}(t) = \ddot{x}_1 = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$
	Vitesse maximale : Phase 2	$\dot{x}(t) = v_1 = v_2 = v_{\max} = 1,2 \text{ m.s}^{-1}$
	Dérapage du VAG	Aucun
	Basculement du chariot	Aucun
	Distance d'arrêt à partir de la vitesse maximale : Phase 3	$x(t_3) - x(t_2) = x_3 - x_2 \leq 0,25 \text{ m}$
	Masse totale du VAG avec chariot	$M = 450 \text{ kg}$
	Pente maximale franchissable	5%
Id 1.2. : Orienter le VAG+chariot suivant une trajectoire prédéterminée	Dérive latérale maximale du point G (voir figure 6) du VAG en ligne droite	$\pm 5 \text{ mm}$ par mètre parcouru

Tableau 1

Evolution de la matière d'œuvre

Les vitesses et positions à l'instant t_i seront notées respectivement v_i et x_i . Le accélérations (constantes) au cours des phases 1, 2 et 3 seront notées $\ddot{x}_i$.

On pose :

$$t_0 = 0 \text{ s}, x_0 = 0 \text{ m}$$

$$\text{et } v_0 = 0 \text{ m/s.}$$

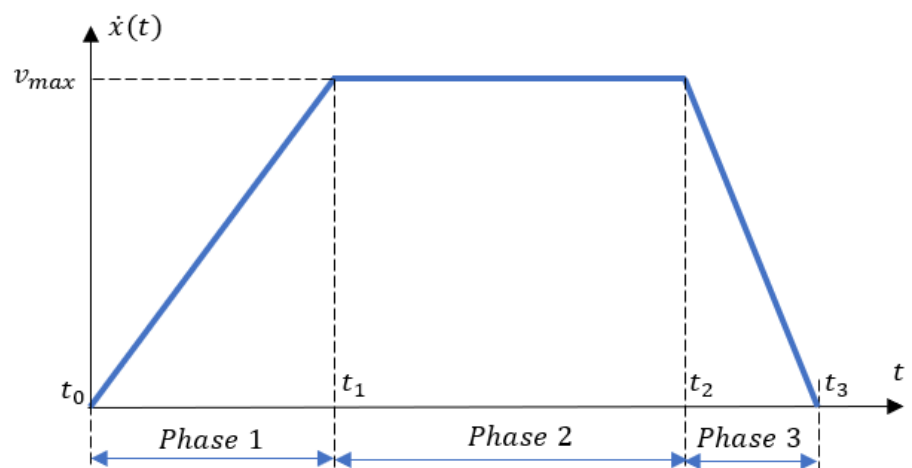


Figure 9

▪ **Phase 1 : démarrage $t_0 \leq t \leq t_1$**

L'accélération au cours de cette phase a été choisie, dans le cahier des charges, pour éviter le basculement du chariot vers l'arrière (voir figure 8 **Cas 1**) et préserver certains produits transportés (plateaux-repas).

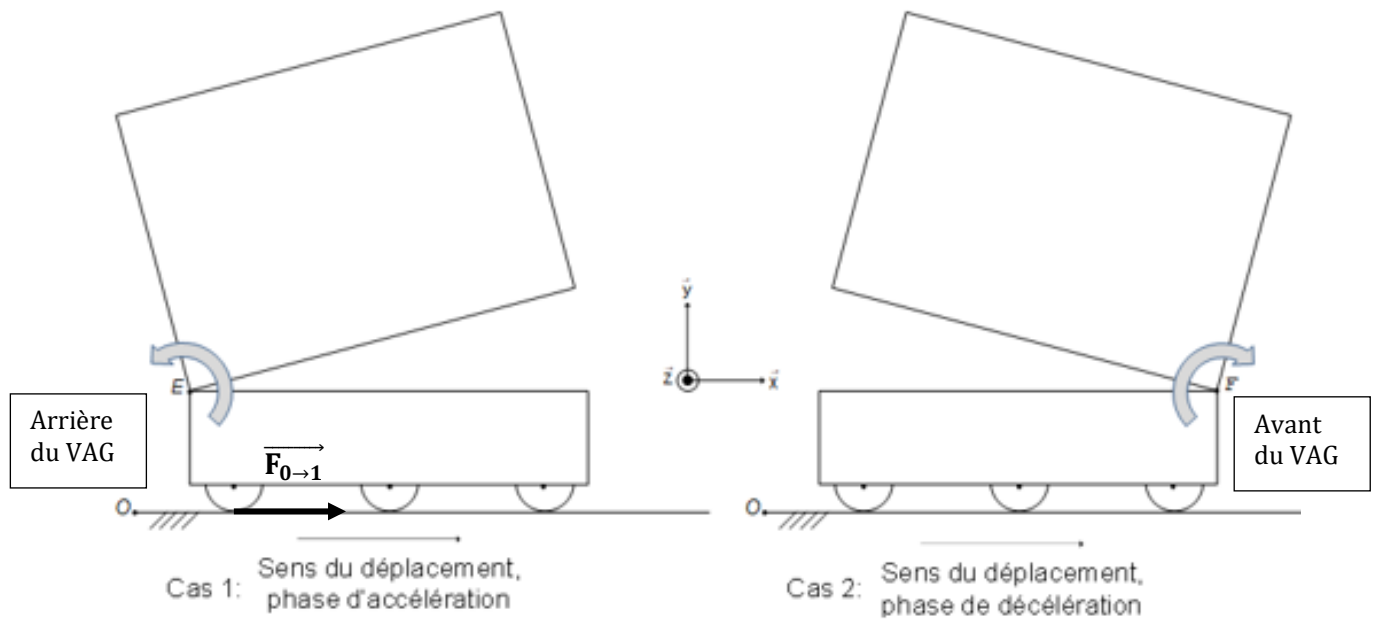


Figure 8 : Risque de basculement du chariot vers l'arrière ou vers l'avant

Un relevé de la position du point G du VAG (voir figure 6) pour $t_0 \leq t \leq t_3$ est donné ci-dessous.

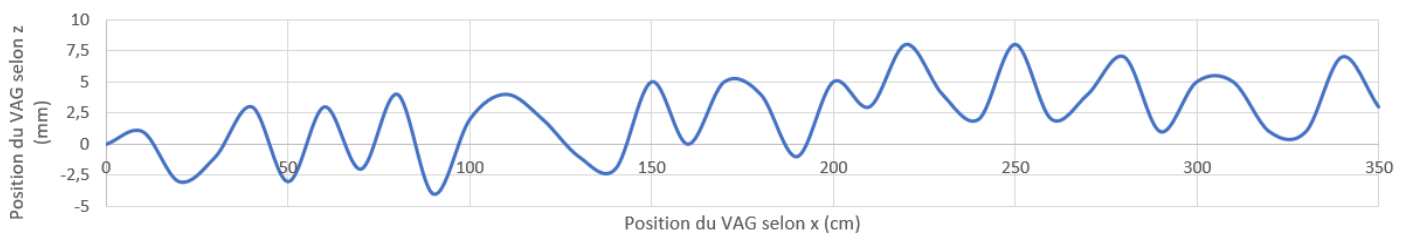
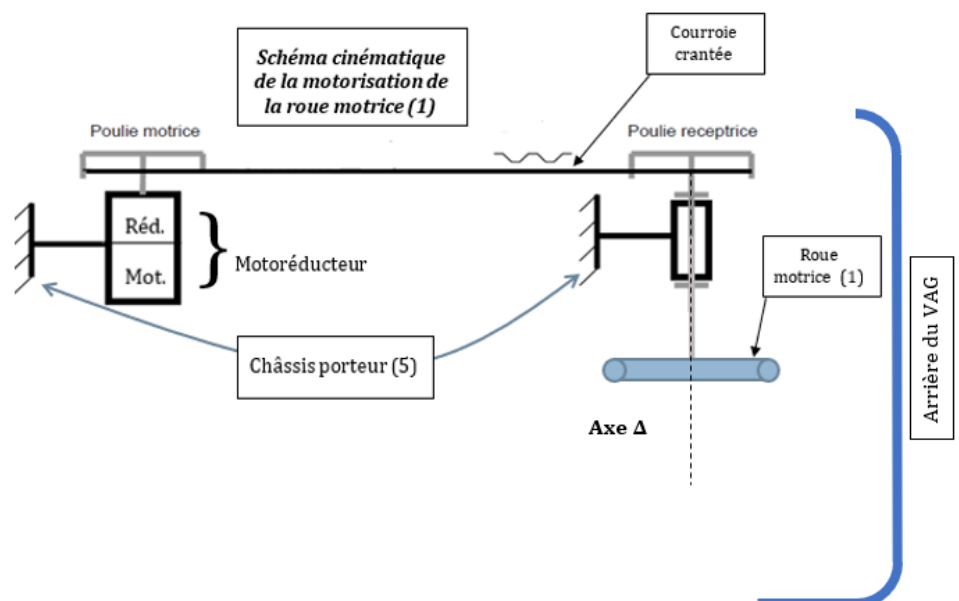


Figure 10

A partir du relevé de la figure 10 expliquer si l'exigence Id 1.2. est satisfaite.

**Rotation de la roue (1)
autour de l'axe Δ**

**Figure 7 (Vue de dessous
du VAG)**



On impose comme consigne de vitesse $V_{cVAG}(t) = 1,2 \cdot u(t)$ (où $u(t)$ est l'échelon unité).

Des mesures pour l'entrée-test indicielle $v_{cVAG}(t) = 1,2 \cdot u(t)$ donne le relevé de la figure 11 (ordonnée en $m \cdot s^{-1}$).

Déterminer l'erreur statique e_{st} et le temps $t_{5\%}$ de réponse à 5 % (laisser les constructions graphiques). (voir sur internet la définition de ces grandeurs).

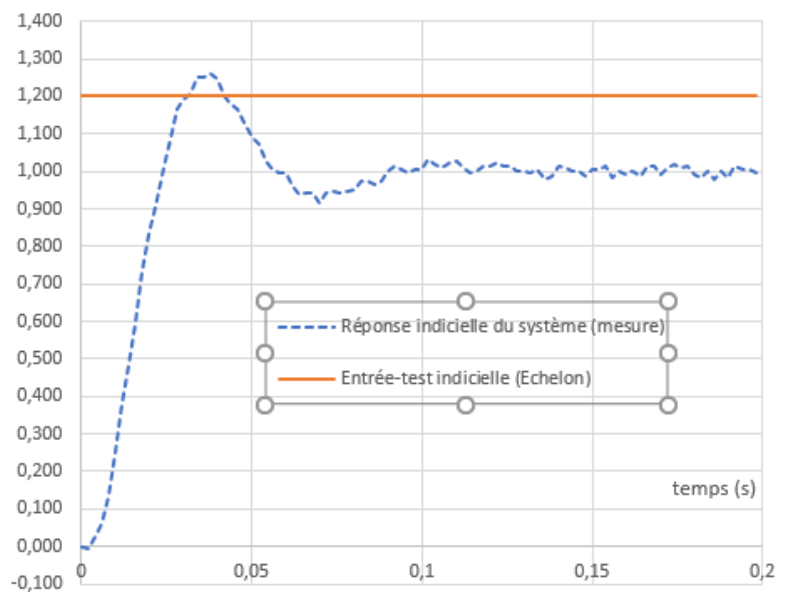


Figure 11