

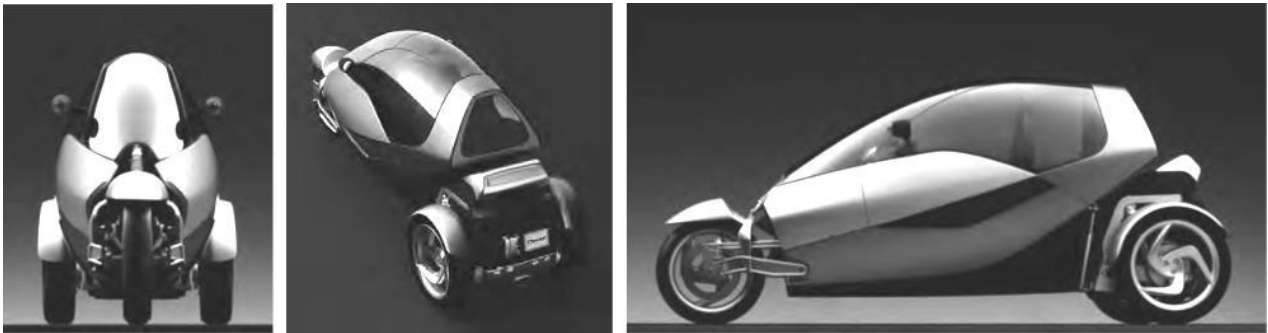
COMPOSITION DE SCIENCES DE L'INGENIEUR (DM1) *Correction*

Evaluation des cycles :

- Cy1 : Réaliser l'analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes
- Cy2 : Déterminer les lois de pilotage en mouvement

Support :

- Véhicule à trois roues Clever



AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

INSTRUMENT DE CALCUL AUTORISE

Consignes :

*Il est fortement conseillé de **lire la totalité du sujet** avant de démarrer votre travail.*

*L'utilisation du crayon papier est **interdite** sur la copie.*

*La rédaction des réponses sera **la plus concise possible** : on évitera de trop longs développements de calculs en laissant subsister les articulations du raisonnement.*

Chaque réponse ne pourra se limiter à une suite d'expressions mathématiques sans justification.

On encadrera obligatoirement les résultats.

Le non respect de ces consignes entraînera des points de pénalisation.

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Véhicule à trois roues Clever

1 – Introduction



Le Clever, présenté sur la photo ci-contre, est un démonstrateur technologique développé par un tissu d'industriels européens - dont BMW, l'Institut Français du Pétrole (IFP) et de nombreux équipementiers - grâce au financement de l'Union Européenne. Clever est la contraction de Compact Low Emission VEHICLE for uRban tRansportation (véhicule compacte à faibles émissions pour le transport urbain) car, avec une consommation de seulement 2,5 L/100 km, il s'annonce très écologique. Les premiers prototypes ont vu le jour en 2006. Ce type de véhicule pourrait être un des prochains commercialisés par BMW si le prix de vente peut être ramené sous la barre des 10 000 euros.

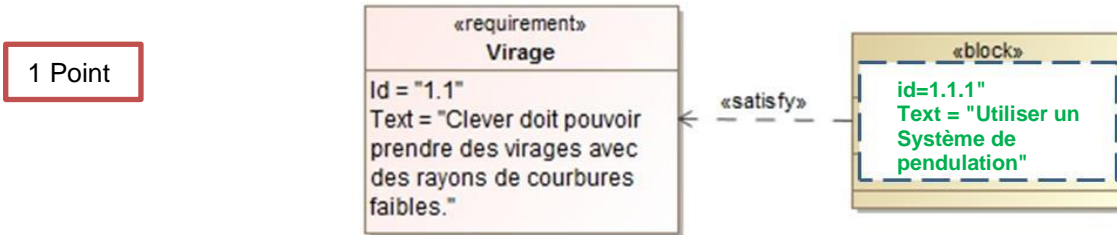
La figure ci-dessous présente un diagramme des exigences dans la phase d'utilisation normale (véhicule Clever utilisé pour se déplacer) liée au cas d'utilisation donné.

3 – Analyse système

3-1 – Description SysML

On donne en document réponse un diagramme d'exigence partiel.

Q1/ Compléter le diagramme d'exigences partiel sur le DR 1 à partir d'un bloc intervenant dans le bdd précédent.



Q2/ Donner les 4 exigences du système ainsi que leurs niveaux associés et **proposer** pour l'exigence sur la vitesse une plage de flexibilité acceptable d'un point de vue pénal.

1.5 Points

Renversement	Pour une vitesse maximale de 50 km/h virage de rayon de courbure de 20 m sans se renverser
Glissement	Pour une vitesse maximale de 50 km/h virage de rayon de courbure de 20 m sans se glisser
Vitesse Maximale	Vitesse maximale de 100 km/h
Accélération maximale	De 0 à 60 km/h en moins de 7 s

D'un point de vue pénal il faut prévoir une flexibilité inférieure à 5%

Q3/ Dans ce système étudié **préciser** si « la route, le pilote, le moteur, le réservoir d'essence, les roues » du CLEVER sont à intégrer dans la frontière de cette étude.

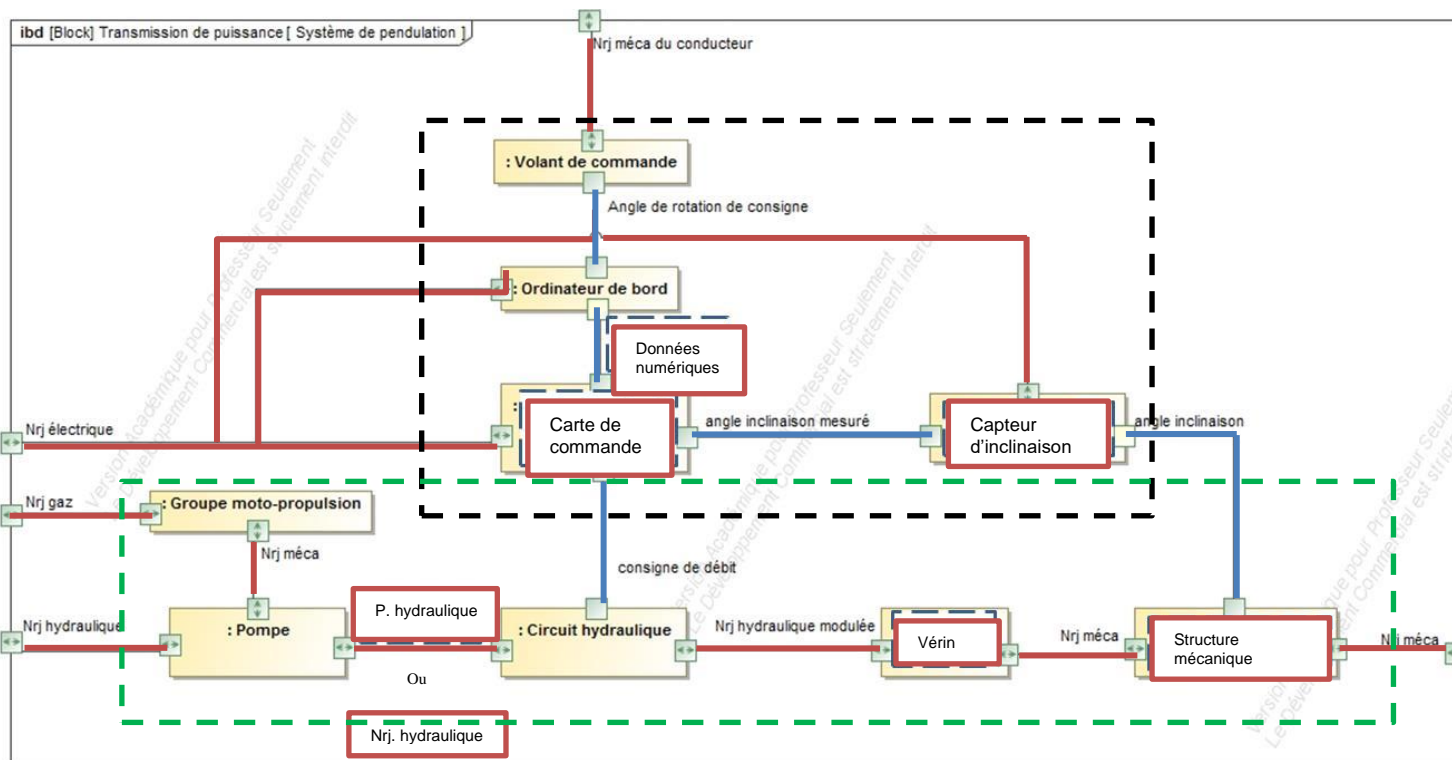
1 Point

Ces acteurs ne sont pas à intégrer dans la frontière de cette étude puisque c'est simplement le système de pendulation que l'on étudie.

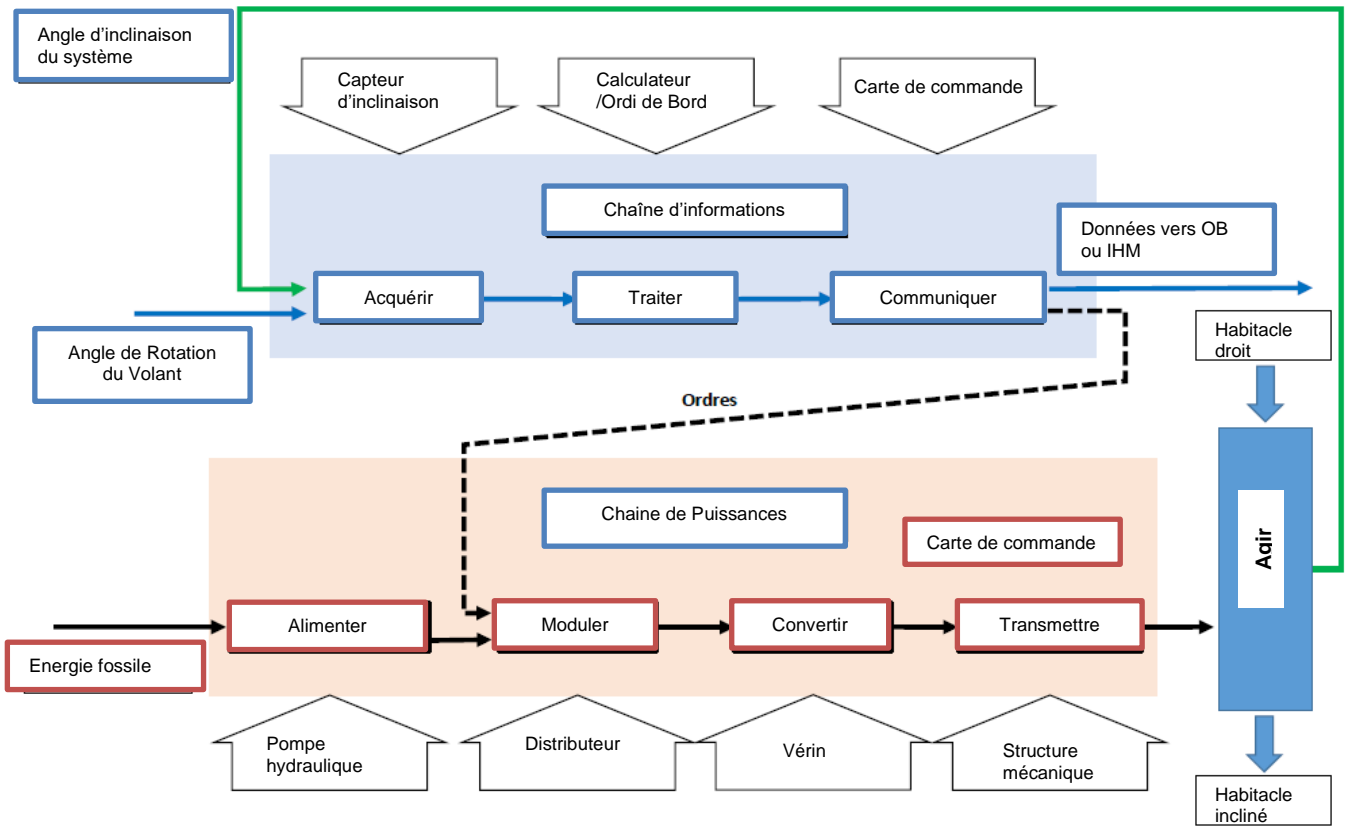
3-2 Description structurelle de Clever (ibd et bdd)

- Q4/** On donne en document réponse un diagramme d'interaction de blocs (ibd) incomplet. A partir des informations données précédemment, **compléter** l'ibd du DR 1. Pour cela, **préciser** soit la nature du flux entre bloc, soit le nom du bloc. Sur ce même diagramme, **surligner en rouge** les flux d'énergie et en bleu les flux d'information.
- 2 Points**
- Q5/** Pour le seul système de pendulation et sur le DR 1, **encadrer en vert** les blocs faisant partie de la chaîne d'énergie et en noir ceux faisant partie de la chaîne d'information.
- 1 Point**
- Q6/** **Réaliser** à main levée une chaîne fonctionnelle minimale du système étudié quand il réalise la fonction « basculer dans un virage ».
- 4 Points**
- Q7/** **Expliquer** quels types de causes (conditions d'utilisation, éléments extérieurs, performance éléments internes, etc....) peuvent empêcher les performances attendues du véhicule. Prendre l'exemple d'exigence référencée 1.2.2
- 1 Point**

Solutions aux questions Q4 et Q5

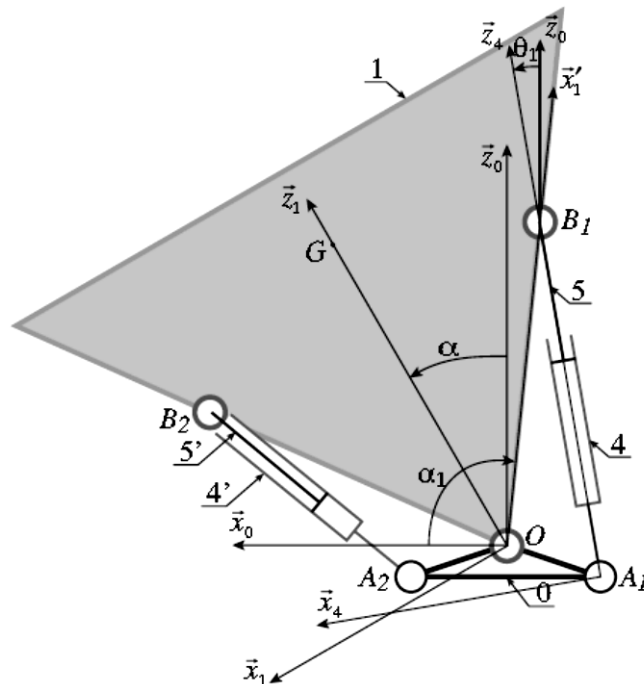


Solution Q6



1 – Structure et modélisation de la géométrie

On suppose que le mécanisme étudié admet $(O, \vec{z}_0, \vec{x}_0)$ comme plan d'étude. Le modèle cinématique adopté est précisé par le schéma cinématique ci-dessous, sur laquelle sont aussi représentées les données géométriques et les paramètres de mouvements qui seront utilisés dans la question suivante.

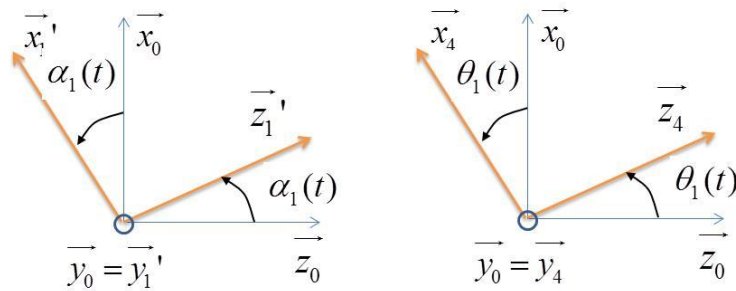


Paramétrage cinématique adopté pour l'étude analytique

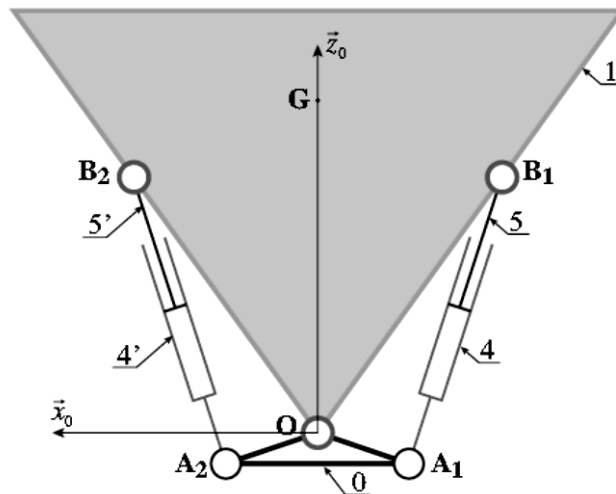
On donne :

$$\overrightarrow{OA_1} = -a\vec{x}_0 - b\vec{z}_0 \quad \overrightarrow{A_1B_1} = \lambda_1(t)\vec{z}_4 \quad \overrightarrow{OB_1} = L\vec{x}_1'$$

On donne également ci-dessous les seules figures de calcul utiles pour cette partie :



Remarque : Lorsque l'habitable est en position centrale, les tiges de vérin sont en position médiane comme défini ci-dessous.



On rappelle l'équation dite de fermeture géométrique : $\overrightarrow{OA_1} + \overrightarrow{A_1B_1} + \overrightarrow{B_1O} = \vec{0}$

Dans la suite du problème nous chercherons une relation qui doit mettre en relation λ_1 et α_1 .

Pour la suite du problème vous prendrez la relation suivante :

$$\lambda_1 = \sqrt{(a + L \cos \alpha_1)^2 + (b - L \sin \alpha_1)^2}$$

Q8/ Application numérique : $OB_1 = OB_2 = B_1B_2$, $L = 1\text{m}$, $a = 0,5\text{ m}$, $b = 0,25\text{ m}$, A partir des valeurs extrêmes de α **donner** les valeurs extrêmes de α_1 en **déduire** à l'aide du Document Ressource 1, l'amplitude de λ_1 .

3 Points

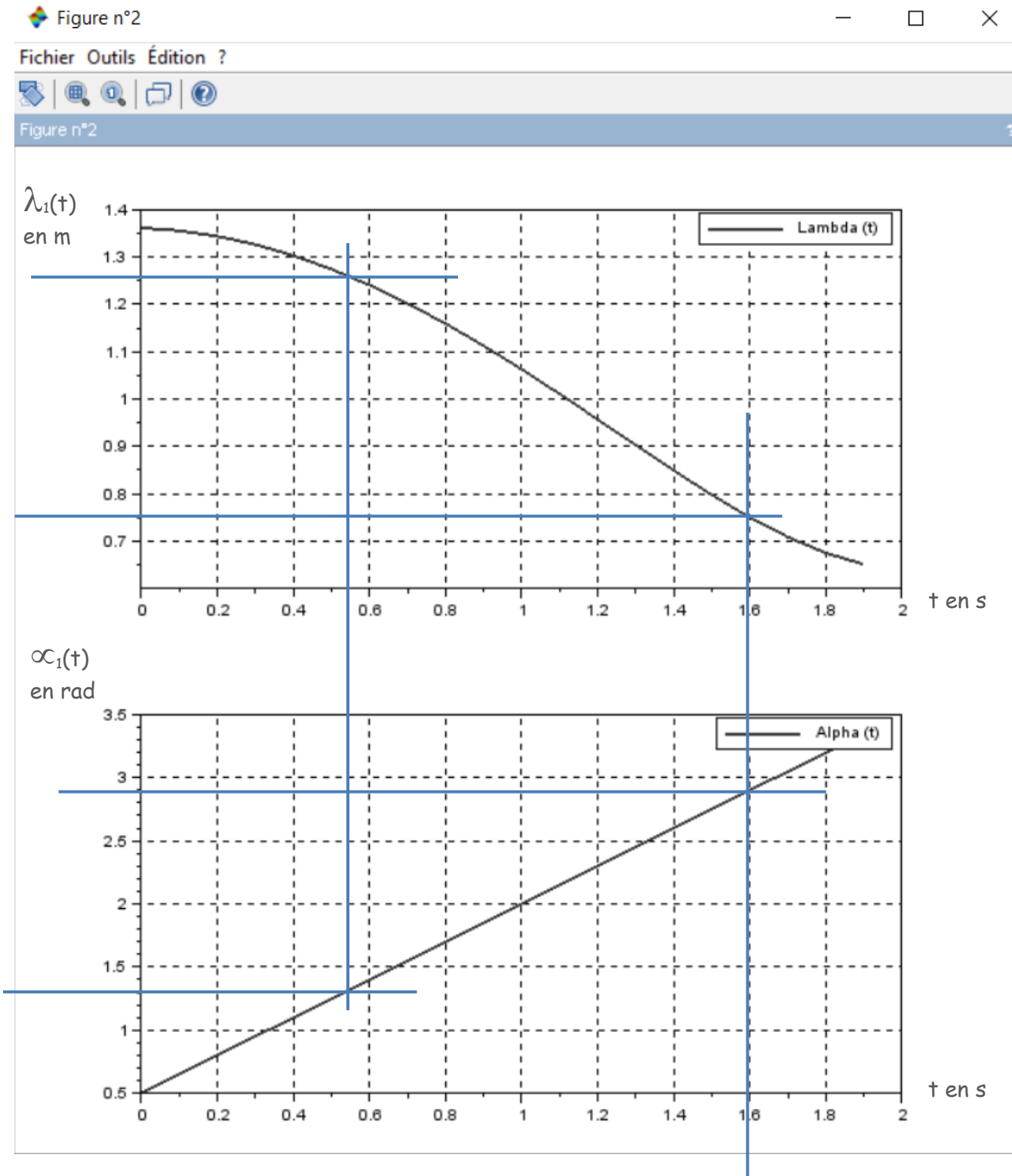
$$\alpha \in \left[\frac{-\pi}{4}; \frac{\pi}{4} \right] \text{ d'après le CDC}$$

$$(\overrightarrow{OB_1}; \overrightarrow{OB_2}) = \frac{\pi}{3} \text{ car le triangle } OB_1B_2 \text{ est équilatéral par définition}$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} + \left(\frac{\pi}{6} - \alpha \right) \text{ par construction géométrique}$$

$$\alpha_1 \in \left[\frac{5\pi}{12}; \frac{11\pi}{12} \right] \approx [1,31; 2,88] \approx [75^\circ; 165^\circ]$$

Donc d'après la construction ci-dessous
 $\lambda_1 \in [0,75; 1,25]$



Q9/ Conclure quant à la capacité du système à répondre au cahier des charges.

1 Points

$\lambda_1 \in [0,75; 1,25]$ ce qui donne une course de vérin qui doit être égale à 0,5 m

Ors d'après le CDC la course maximale devant être de 200 mm, et le calcul donne 500mm donc le dimensionnement n'est pas validé. Il faudra reprendre le dimensionnement de la structure pour diminuer la course du vérin.

Q10/ A partir du Document Technique DT 1, **calculer** les amplitudes de mesure du capteur proposé qui va enregistrer la position angulaire du système quand il sera à un angle de 1,03 rad.

1 Points

*D'après le document constructeur la précision est de $0,25^\circ \cdot 100/360^\circ = 0,07\%$
Donc le capteur va enregistrer une position comprise entre 1,029 et 1,031 rad*