

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

—

SESSION 2021

—

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

(Classes de terminale voie générale spécialité sciences de l'ingénieur)

Durée : 5 heures

—

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.*

Consignes aux candidats

- Ne pas utiliser d'encre claire
- N'utiliser ni colle, ni agrafe
- Numéroté chaque page en bas à droite (numéro de page / nombre total de pages)
- Sur chaque copie, renseigner l'en-tête + l'identification du concours :

Concours / Examen : CGL

Epreuve : 101

Matière : SCIN

Session : 2021



**BB8, réplique du robot de « Star Wars »
Évolution d'un robot Boule**

Constitution du sujet :

- **Texte** pages 2 à 28
(*Mise en situation et questionnement*)
- **Dossier Technique Documents DT1 à DT7** pages 29 à 37
- **Documents Réponses Documents DR1 à DR8** pages 38 à 47

Conseils au candidat

Vérifier que tous les documents définis ci-dessus sont présents. La phase d'appropriation d'un produit pluri-technologique passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet. Il est fortement conseillé de consacrer au moins 30 minutes à cette phase indispensable de découverte.

Les documents réponses DR1 à DR8 (pages 38 à 47) seront à rendre agrafés avec les copies même s'ils n'ont pas été complétés.

PRÉSENTATION DU CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Thème lié au programme : produits intelligents

Contexte du domaine du loisir : objet connecté, robot à mobilité non conventionnelle, robot boule.

Objectif : suivre une démarche d'innovation pour passer d'un robot boule vers un robot de surveillance, en utilisant les évolutions déjà mises en œuvre.

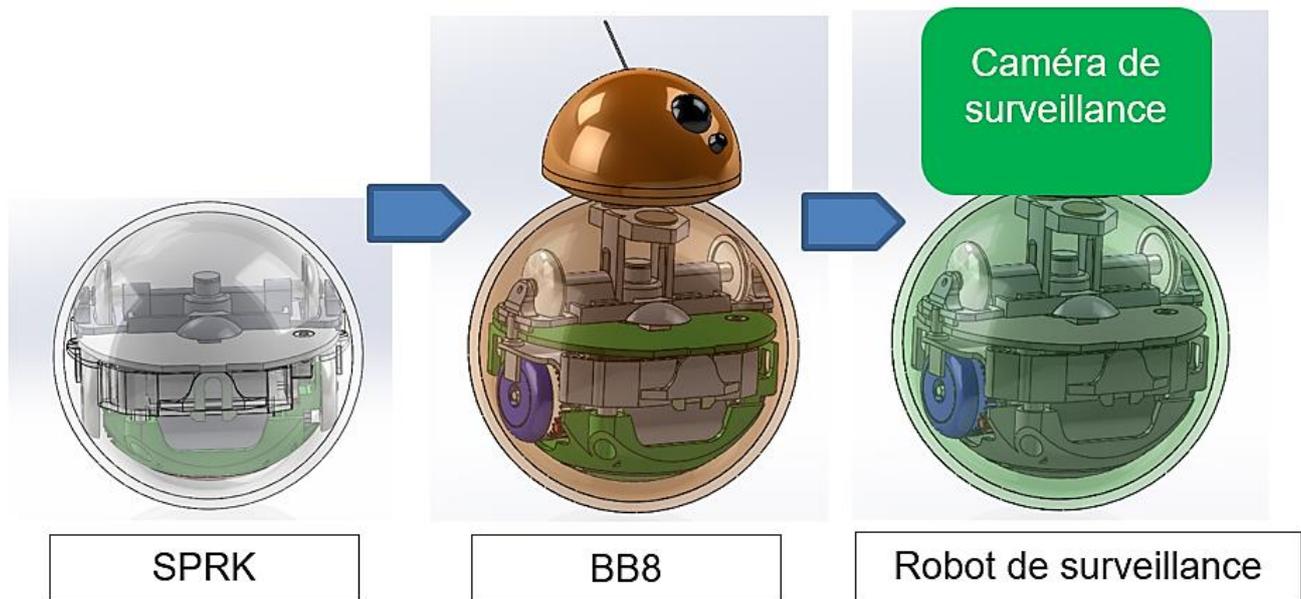


Figure 1: évolution d'un robot boule

La société Sphéro (Orbotix), fondée en 2010, a créé des robots boules pilotables par smartphone faisant partie des premiers objets connectés purement ludiques. En travaillant sur l'application de commande de ces robots de façon à permettre une programmation par les utilisateurs, Sphéro est entré dans le monde de l'éducation avec son robot boule SPRK, point de départ de notre étude.

1. Présentation du robot boule SPRK

Un robot boule est un robot pouvant se déplacer en roulant sur lui-même. Ses roues sont à l'intérieur de la sphère principale. Ce produit est destiné aux enfants qui, à l'aide d'une application dédiée, EduSPRK, peuvent diriger le robot en commande directe, par joystick tactile, mais aussi en programmant par blocs le comportement attendu. Un point clé de la réussite d'un tel produit est sa très bonne réactivité au changement de consignes : avec une accélération linéaire pouvant atteindre $1,5 \text{ m.s}^{-2}$, le robot conserve son attractivité auprès du jeune public visé.

La mise en mouvement de ce robot boule était innovante et a fait l'objet d'un brevet cité ci-dessous.

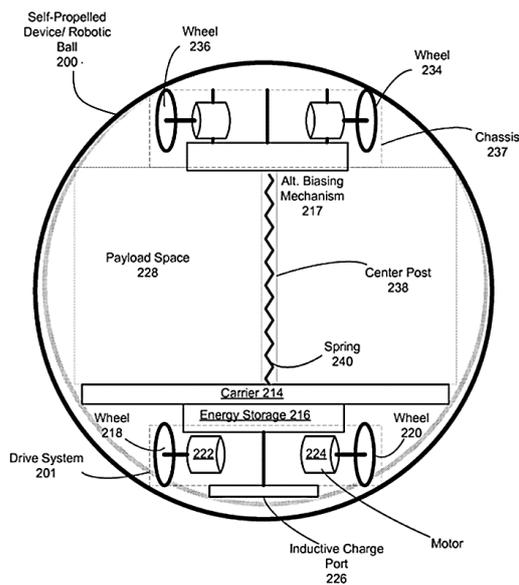


Figure 2 : schéma de principe du robot SPRK (brevet WO 2014182730 A1 - 2014)



Figure 3 : robot SPRK sur sa base de chargement

D'après la figure 2, le robot SPRK est composé d'un corps sphérique (ball 200) mis en mouvement par deux roues motrices (wheel 218 et 220) motorisées indépendamment par deux moteurs (motor 222 et 224). Les deux moteurs à courant continu sont montés sur une base « porteuse » mobile (carrier 214) comprenant une carte électronique, deux batteries, leur système de charge par induction et un sous-ensemble de maintien en contact de l'ensemble mobile avec le corps. Ce système est lié à un châssis (237) maintenant deux roulettes (wheel 236 et 234) en contact permanent avec le corps sphérique.

Ce robot est livré avec une base de chargement par induction. Il faut déposer manuellement le robot sur sa base lors d'un rechargement. La masse de SPRK est de $m_{\text{SPRK}}=180 \text{ g}$.

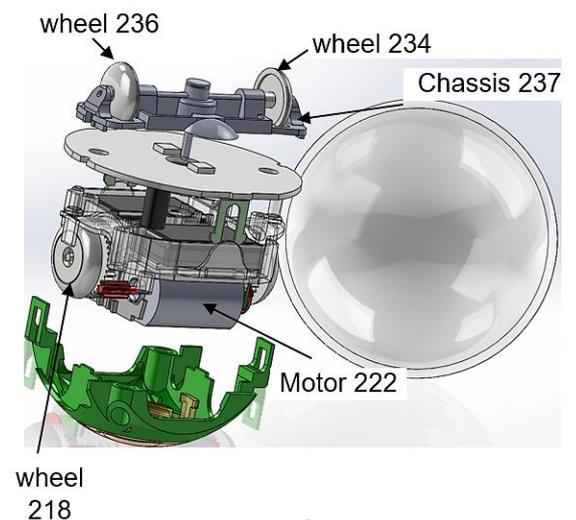


Figure 4 : vue éclatée du robot SPRK

2. Présentation de l'évolution du SPRK en BB8



Figure 5: BB8 sur sa base de chargement

La société Disney s'est approchée de la société Sphero en observant la proximité d'apparence entre son robot SPRK et les esquisses du créateur de Star Wars pour son droïde BB8. La version du robot utilisée pour le film est d'une taille importante, mais dans le cadre de recherche de produits dérivés, Disney et Sphero ont signé un partenariat pour un robot jouet dont le comportement serait proche de celui du personnage du film.

Un diagramme des exigences du BB8 est décrit sur le document technique **DT1**.

Le robot BB8 utilise la même structure matérielle que SPRK et une application de commande similaire. Sa tête, produite en plastique comme le corps est une demi-sphère creuse de plus faible épaisseur, elle est pratiquement vide !

BB8 possède 2 modes particuliers en lien direct avec l'univers de Star Wars :

- le mode « Hologrammique » qui permet, en pointant son smartphone sur BB8, de voir celui-ci projeter l'hologramme d'une vidéo auparavant enregistré dans le smartphone (par exemple un appel au secours d'une personne du groupe) ;
- le mode « Patrouille » qui consiste à laisser BB8 en autonomie : il se déplace et explore au hasard des possibilités l'espace qui lui est donné, en interagissant alors avec son environnement (changement de direction lors d'un choc avec obstacle par exemple).

Tout comme SPRK, BB8 ne peut pas se recharger tout seul. Il faut, pour cela, le déposer manuellement sur sa base de rechargement. La masse de BB8 est de $m_{BB8} = 200 \text{ g}$.

3. Du BB8 au Robot de surveillance

À la recherche de produits innovants, une étude a été menée auprès des adultes entourant les jeunes joueurs dans le cadre d'une « expérience utilisateur ». Celle-ci a permis de dégager des idées de transpositions, détournement ou évolution des usages initialement prévus pour BB8. Une adaptation possible serait l'utilisation de ce type de robot dans un but de surveillance d'un lieu ou d'assistance à la personne.

Voici le scénario d'usage proposé :

- l'application actuelle qui permet de diriger BB8 devra être augmentée de la possibilité de visualiser des images en direct du domicile par exemple. Le robot sera alors équipé d'une caméra qu'il sera possible d'allumer ou d'éteindre à la demande. Une fois la caméra en fonctionnement, elle devra être capable de filmer le visage d'une personne de taille comprise entre 1,5 m et 2 m, lorsqu'elle se trouve au sol à 50 cm de distance de la personne ;
- sur la nouvelle application, l'utilisateur devra pouvoir choisir différents modes de fonctionnement : « Patrouille de surveillance », « Mission » ou « Veille ».
Le mode « Patrouille de surveillance » s'inspirera du mode « Patrouille » lorsque la vitesse de déplacement est faible (environ $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Ainsi on assurera une bonne visualisation d'images ce qui permettra de suivre en permanence et en direct ce qui se passe dans le lieu à surveiller.
Le mode « Mission » permettra à l'utilisateur de diriger le robot, au moyen du joystick tactile, le plus rapidement possible vers un point précis de surveillance à un moment donné ;
- le robot devra pouvoir gérer ses besoins en énergie. Il pourra notamment aller tout seul sur sa base de recharge lorsque le mode « Veille » est activé ou en fin de batterie. Ce dernier cas (fin de batterie) devra se produire rarement, sa fonction de surveillance étant alors inhibée. Ceci nécessite une grande autonomie du futur robot, évaluée à 5 ou 6 heures.

Tableau récapitulatif des différents cahiers des charges

	SPRK	BB8	Robot de surveillance
Déplacement en ligne droite	$v_{\max} : 2,20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ $a_{\max} : 1,5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	$v_{\max} : 2,25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ $a_{\min} : 0,5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	$v_{\text{film}} : 0,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ Erreur sur la mesure de vitesse $\leq 8\%$
Commande par application	oui	oui	oui
Autonomie énergétique	60 min	60 min	5 heures minimum
Possibilité de filmer	non	non	oui
Masse	$M_{\max}=180 \text{ g}$	$M_{\max}=200 \text{ g}$	$M_{\max}= 300 \text{ g}$

4. Problématique générale du sujet

Cette étude porte sur l'évolution des deux produits de loisir existants en un produit de service dans le but de proposer, par incrémentation, une solution innovante de robot d'assistance avec surveillance vidéo.

Pour cela il est nécessaire de vérifier sur les produits de base quels sont les effets générés par l'ajout d'une caméra de surveillance pour ses :

- performances cinématiques,
- performances énergétiques,
- capacités à se recharger,
- capacités à orienter la caméra.

Cette étude va se dérouler en trois temps :

1. vérification des capacités de la partie roulante du robot SPRK (à gauche sur la figure 1), car cette structure mécanique est celle choisie pour le nouveau modèle ;

2. vérification du protocole de communication du modèles SPRK et étude du module bluetooth de BB8 (au centre sur la figure 1) pour envisager son utilisation dans l'application de surveillance ;

3. étude du futur robot de surveillance (à droite sur la figure 1). Pour ce dernier, la tête « vide » de BB8 sera alors modifiée afin d'y implanter une caméra.

PARTIE 1- ANALYSES FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE DES TROIS ROBOTS

Objectif : analyser en vue d'innover

1.1. Analyse fonctionnelle

Le diagramme des cas d'utilisation du produit « SPRK+ EduSPRK » a été établi ci-dessous.

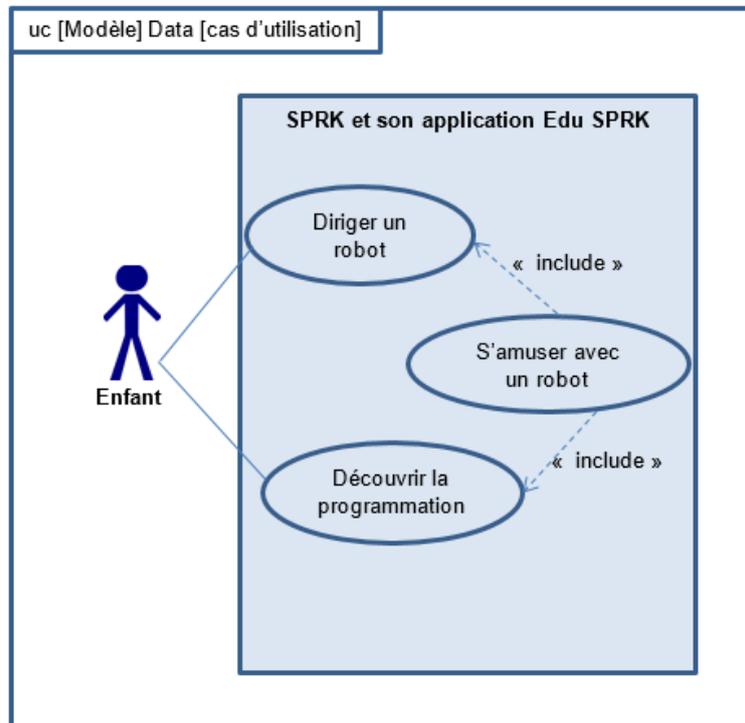


Figure 6: use case SPRK+EduSPRK

Question 1. *Expliquer la signification des liens « include » dans ce diagramme.*

Question 2. *D'après la description de l'expérience utilisateur et du diagramme des exigences du BB8 du DT1, en vue de concevoir un robot de surveillance, **décrire** au moins une exigence nouvelle à ajouter pour l'évolution du BB8 vers le nouveau robot.*

1.2. Analyse structurelle

Question 3. *Le document réponse **DR1** représente la chaîne d'information et la chaîne de puissance du SPRK. **Compléter** la chaîne de puissance en indiquant les constituants réalisant les fonctions « alimenter » et « convertir ». **Indiquer** sur ce même **DR1** la nature des puissances mises en jeu, et **préciser** les grandeurs d'effort et de flux manquantes.*

Question 4. *En s'inspirant du diagramme de définition de blocs du BB8 de la figure 7, **compléter** les constituants de la chaîne d'information du nouveau robot sur le document réponse **DR2**. D'après l'expérience utilisateur décrite dans la partie présentation, **proposer** un composant à ajouter pour la fonction « acquérir » afin de permettre l'évolution du robot BB8 en robot de surveillance. **Compléter** alors le tableau de synthèse d'aide à l'innovation sur le **DR8** pour la partie 1.*

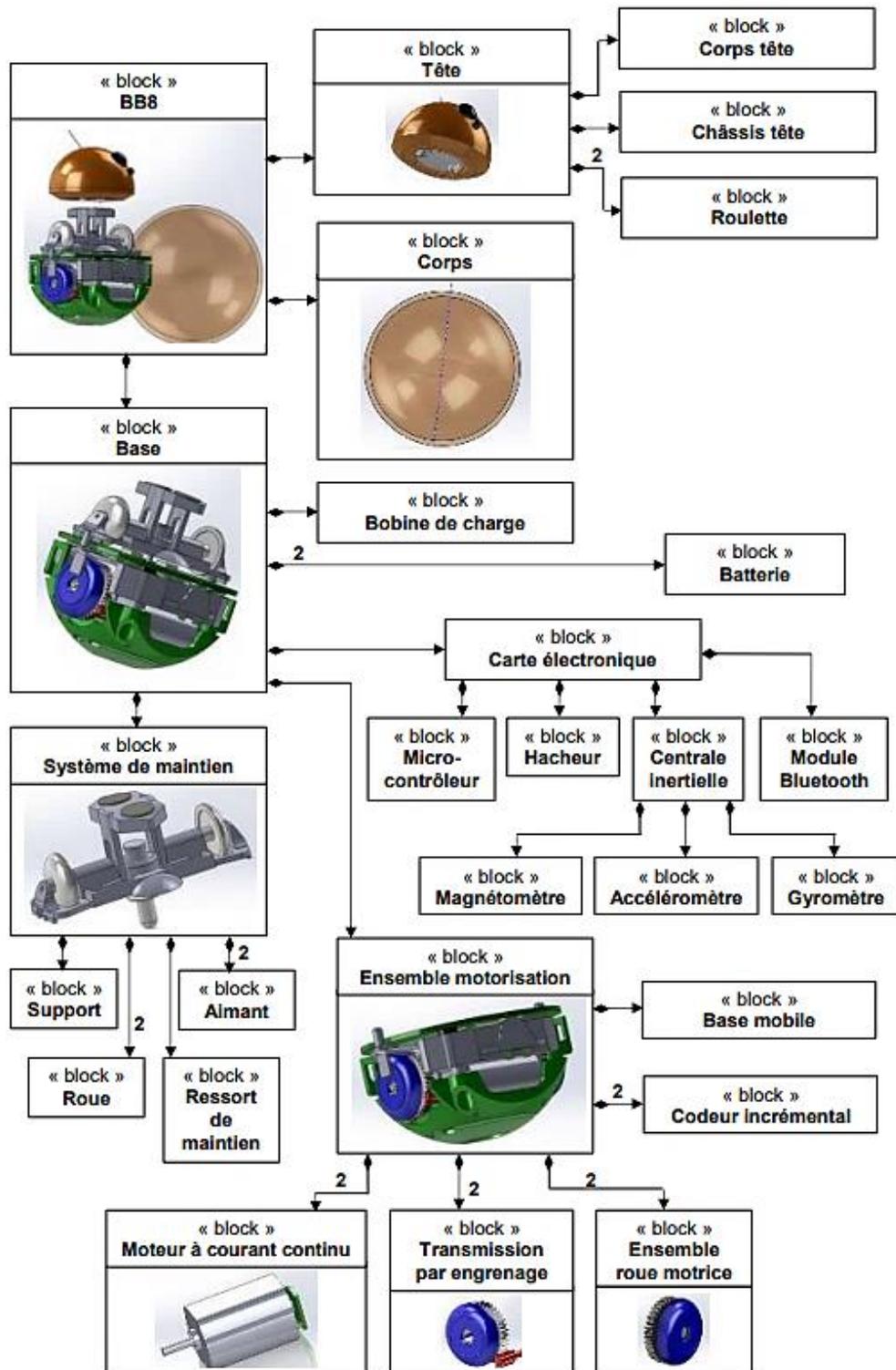


Figure 7: diagramme de définition de blocs du BB8

PARTIE 2- PERFORMANCE DE DEPLACEMENT EN LIGNE DROITE

Objectif : valider une exigence de déplacement en ligne droite

Lors d'un essai sur sol horizontal avec pour consigne « avance en ligne droite à vitesse maximale pendant 5 s », la centrale inertielle du robot SPRK a collecté des mesures de vitesse de déplacement du robot. La courbe ci-dessous est issue de l'application du robot.

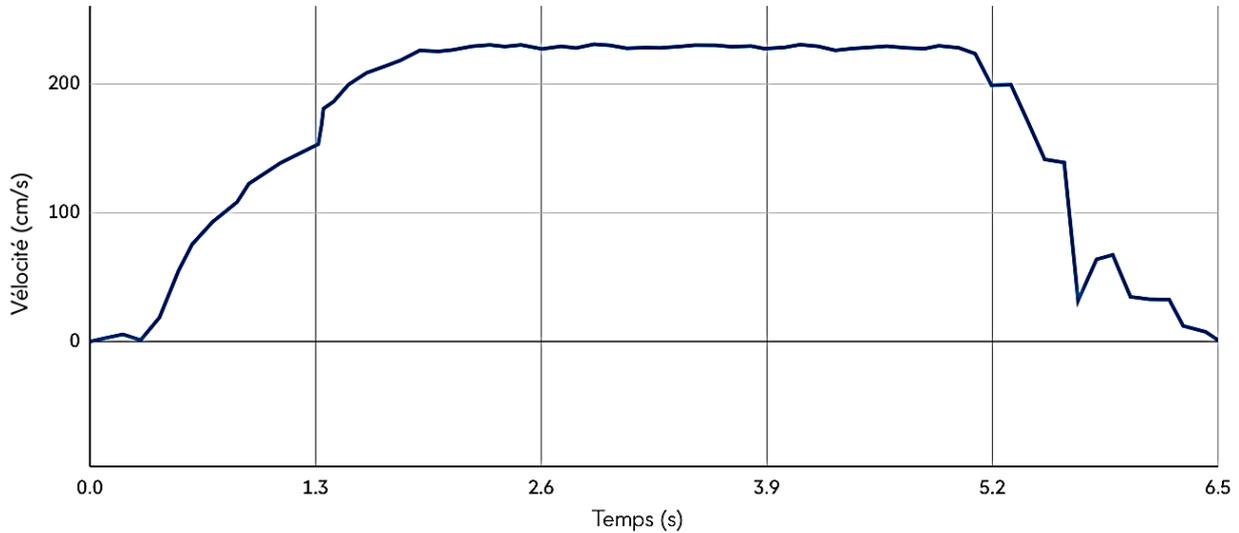


Figure 8: courbe de la vitesse linéaire du SPRK en fonction du temps obtenue par mesures

Par ailleurs, les courbes de simulation suivantes ont été établies à l'aide d'une modélisation 3D du robot SPRK, ayant pour hypothèse un contact au sol et une commande en vitesse du même type que celle de l'essai, soit $v=220 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (vitesse maximale annoncée pour le SPRK) en ligne droite.

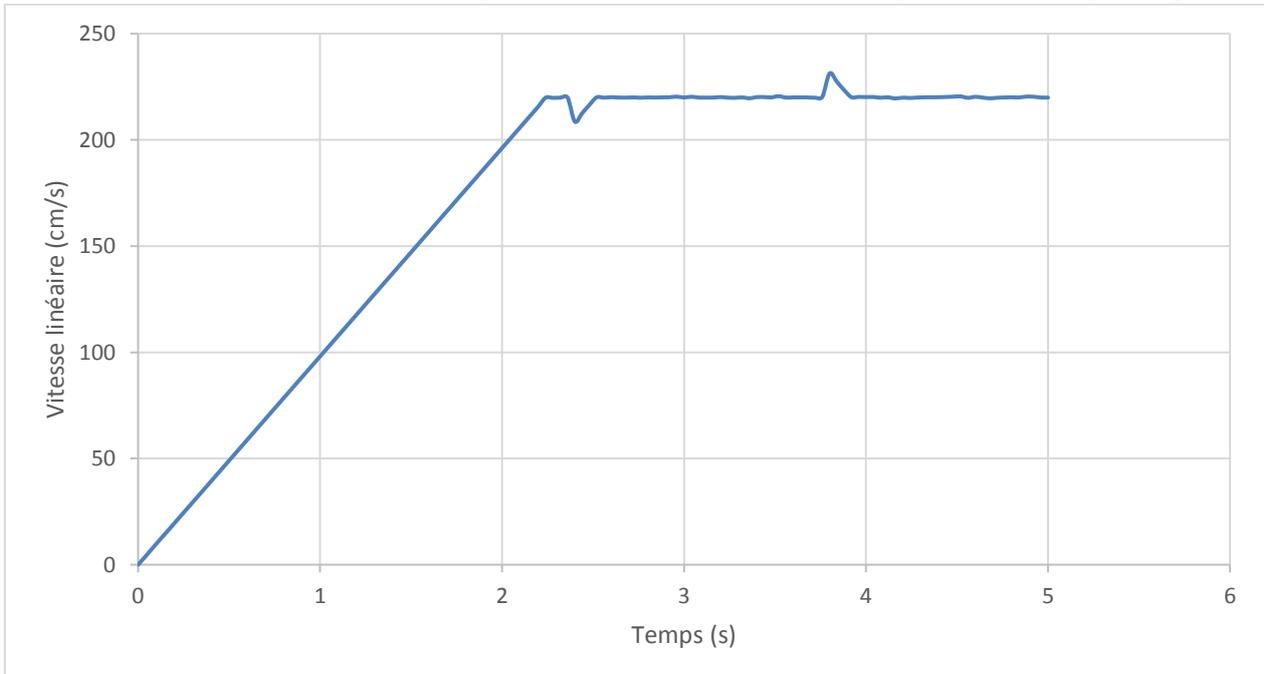


Figure 9: courbe de la vitesse linéaire du SPRK en fonction du temps obtenue par simulation

Question 5. *Déterminer, à l'aide des courbes des figures 8 et 9, la vitesse maximale et l'accélération maximale atteintes pour les résultats expérimentaux et pour les résultats de simulation du robot SPRK. Calculer, pour chacune des grandeurs, l'écart relatif entre la valeur expérimentale et la valeur simulée et expliquer cet écart.*

Question 6. *Sachant que la motorisation du BB8 est identique à celle du SPRK, et au vu des courbes précédentes, identifier le numéro de l'exigence du BB8 qui est à priori invalidée et justifier votre réponse.*

Question 7. *Au regard du mode de fonctionnement « Patrouille de surveillance » décrit dans le scénario d'usage du robot de surveillance, indiquer s'il est envisageable de maintenir la même motorisation pour le robot de surveillance ? Conclure en complétant le tableau du DR 8 partie 2.*

PARTIE 3- ÉTUDE CINÉMATIQUE

3-1 Modélisation cinématique de la structure interne des trois robots

Objectif : vérifier les performances cinématiques maximales lors d'un déplacement en ligne droite

Le robot de surveillance étant une évolution des précédents, SPRK puis BB8, il est convenu de garder la même structure interne, seul l'élément support de la caméra doit répondre à une démarche d'innovation.

Le robot avance grâce à la rotation du corps sphérique (1) autour de l'axe (O_R, \vec{x}_R) et du contact ponctuel avec le sol au point A qui s'effectue sans glissement.

Cette rotation du corps sphérique (1) résulte de l'adhérence présente entre les roues, droite (2) et gauche (4), et la surface interne du corps sphérique ; l'hypothèse de roulement sans glissement aux deux points de contact H et F sera donc adoptée. Les deux roues, droite (2) et gauche (4), sont coaxiales mais sont indépendantes l'une de l'autre. Leur mouvement de rotation leur est propre, issu de deux moteurs distincts, droit (3) et gauche (5), et transmis par l'intermédiaire d'un train d'engrenage simple. Les deux moteurs sont montés sur une base mobile (6) par rapport au corps sphérique (1) du robot.

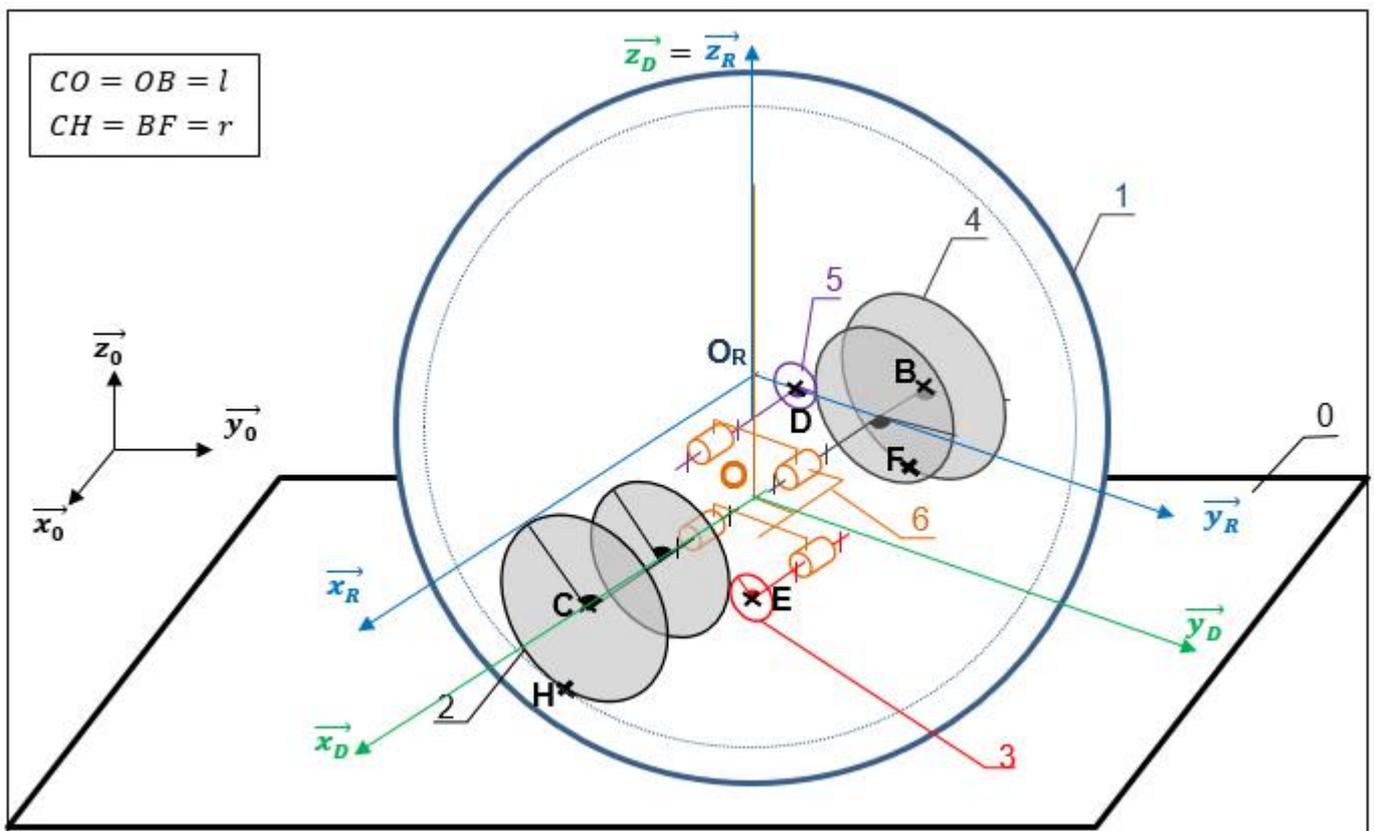


Figure 10: schéma cinématique 3D partiel du SPRK sans le système de maintien, sans tangage ni lacet

Données

Pour les parties droite et gauche : $Z_m = Z_3 = Z_5 = 8$ dents et $Z_r = Z_2 = Z_4 = 38$ dents.

Roue (2) et roue (4) de rayon $r = 8$ mm.

Rayon extérieur du corps sphérique (1) : $R_e = 35$ mm.

Rayon intérieur du corps sphérique (1) : $R_i = 32,7$ mm.

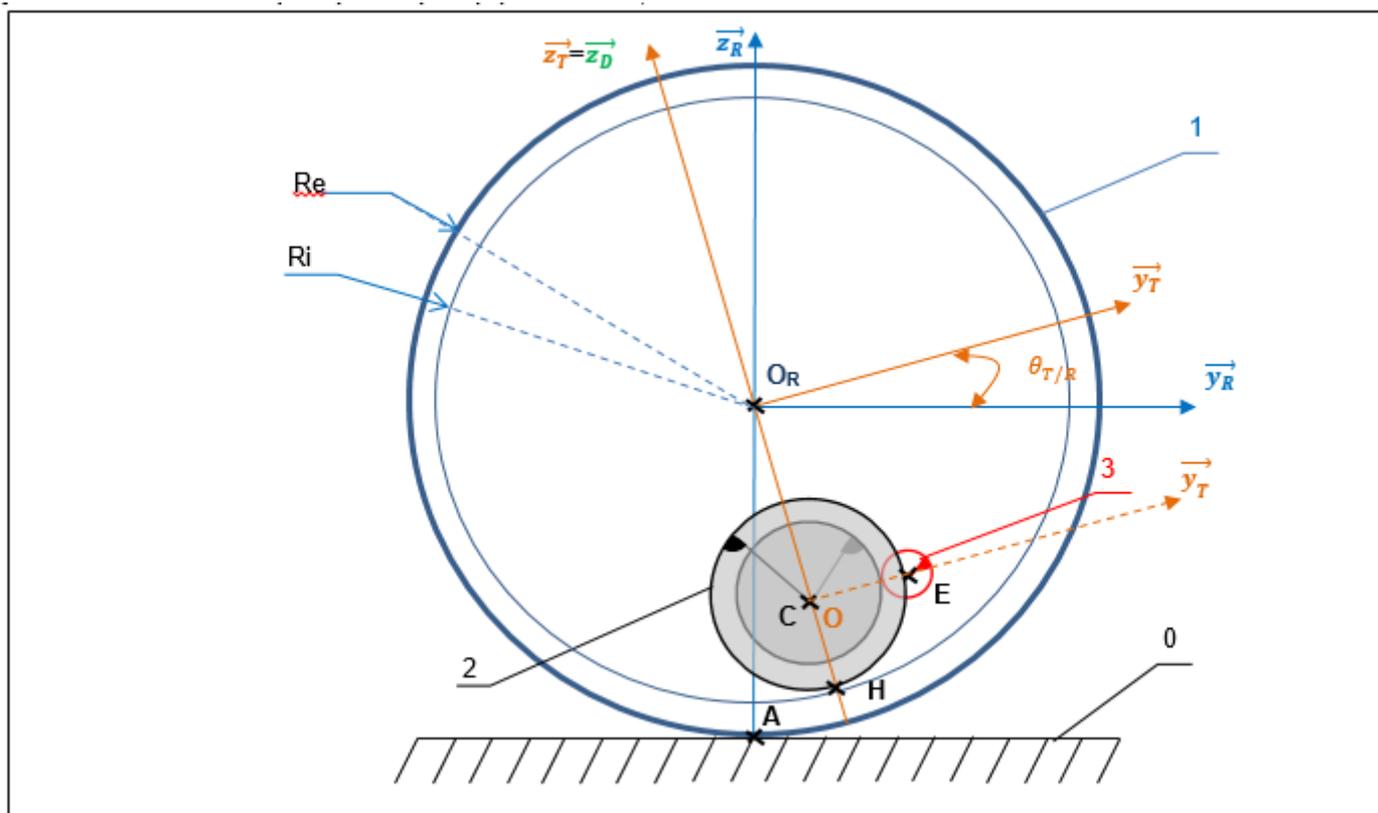


Figure 11: vue de côté partielle de la structure interne commune aux trois robots en l'absence de mouvement de lacet, $\theta_{D/T} = 0$

Définition des repères

Le repère $\mathcal{R}_0 (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est un repère fixe supposé galiléen.

Le repère \mathcal{R}_R est le repère lié au robot : \vec{z}_R sera constamment vertical et \vec{y}_R définira la direction d'avance du robot, O_R , étant le centre du corps sphérique (1) du robot.

Le repère \mathcal{R}_T permet de définir l'angle de tangage de la base mobile (6) par rapport au repère \mathcal{R}_R lié au robot défini ci-dessus.

Le repère \mathcal{R}_D permet de définir l'angle de lacet (soit la direction prise par le robot) de la base mobile (6) en tenant compte du tangage précédent. Ce repère est lié à la base mobile (6) des robots ($\vec{z}_T = \vec{z}_D$)

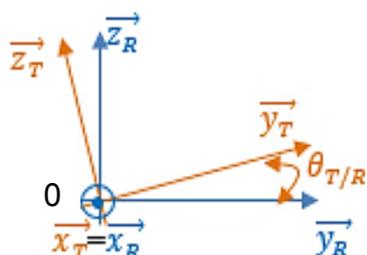


Figure 12 : représentation du tangage

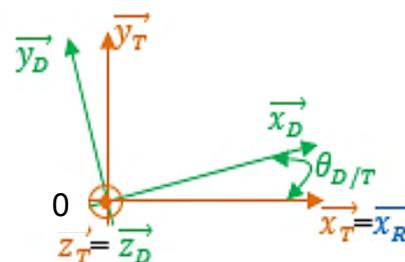


Figure 13 : représentation du lacet

Ainsi les mobilités relatives de la base mobile (6) par rapport au corps sphérique (1) du robot, dues conjointement aux deux liaisons sphère-plan de normale (\vec{z}_D) en H et en F, peuvent être décrites dans le repère \mathcal{R}_D par le torseur cinématique :

$$\{V(6/1)\} = \begin{pmatrix} \omega_{x_{6/1}} & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{z_{6/1}} & 0 \end{pmatrix}_{O, \mathcal{R}_D}$$

Question 8. D'après le schéma cinématique figures 10 et 11, **compléter** sur le **DR3**, le graphe des liaisons correspondant à la structure interne des trois modèles de robot. Le montage du support de caméra sur le corps du nouveau robot reproduira la liaison tête/corps du BB8 telle qu'elle est décrite dans le diagramme des exigences (cf. DT1). **Ajouter** au graphe des liaisons la liaison support/corps.

Question 9. **Rappeler** la forme du torseur cinématique d'une liaison sphère-plan de normale (H, \vec{z}_D). En utilisant l'hypothèse de roulement sans glissement, **justifier** la simplification de la forme des torseurs cinématiques suivants :

$$\{V(2/1)\} = \begin{pmatrix} \omega_{x_{2/1}} & 0 \\ \omega_{y_{2/1}} & 0 \\ \omega_{z_{2/1}} & 0 \end{pmatrix}_{H, \mathcal{R}_D} ; \{V(4/1)\} = \begin{pmatrix} \omega_{x_{4/1}} & 0 \\ \omega_{y_{4/1}} & 0 \\ \omega_{z_{4/1}} & 0 \end{pmatrix}_{F, \mathcal{R}_D} ; \{V(1/0)\} = \begin{pmatrix} \omega_{x_{1/0}} & 0 \\ \omega_{y_{1/0}} & 0 \\ \omega_{z_{1/0}} & 0 \end{pmatrix}_{A, \mathcal{R}_R} .$$

Question 10. D'après la géométrie de la transmission, **déterminer** littéralement les relations liant la vitesse angulaire des moteurs (droit : $\omega_{x_{3/6}}$ et gauche : $\omega_{x_{5/6}}$) à la vitesse angulaire de leur ensemble roue respective, soit $\omega_{x_{2/6}} = f(\omega_{x_{3/6}})$ et $\omega_{x_{4/6}} = f(\omega_{x_{5/6}})$.

Dans le but d'établir une relation entre le mouvement des roues (2) et (4) et le corps (1), on peut utiliser une fermeture cinématique :

$$\{V(1/2)\} + \{V(2/6)\} + \{V(6/4)\} + \{V(4/1)\} = \{0\}$$

Question 11. **Déterminer** chacun de ces quatre torseurs au point C.

Rappel : $\vec{CF} = -2 \cdot l \cdot \vec{x}_D - r \cdot \vec{z}_D$

Question 12. En utilisant la fermeture cinématique citée précédemment, **déduire** les relations entre les vitesses angulaires des moteurs, $\omega_{x_{3/6}}$ et $\omega_{x_{5/6}}$, et les éléments des torseurs cinématique $\{V(4/1)\}$ et $\{V(2/1)\}$.

Quelles que soient les relations trouvées aux questions précédentes, pour la suite de cette partie, les données seront les suivantes :

$$\omega_{x_{2/6}} = -0,21\omega_{x_{3/6}} ; \omega_{x_{4/6}} = -0,21\omega_{x_{5/6}} \text{ et } \omega_{x_{4/1}} - \omega_{x_{2/1}} = 0,21 \cdot (\omega_{x_{3/6}} - \omega_{x_{5/6}})$$

$$\omega_{y_{2/1}} = \omega_{y_{4/1}} = 0$$

$$\omega_{z_{4/1}} = \omega_{z_{2/1}} = 0,0164 \cdot (\omega_{x_{3/6}} - \omega_{x_{5/6}}) \text{ et } \omega_{z_{6/1}} = -102,72\omega_{x_{2/1}}$$

Question 13. *Écrire une composition de mouvement, permettant de lier les taux de rotation du corps (1), de la roue (2) et de la base mobile (6). A l'aide des données ci-dessus, déduire une relation entre les éléments du torseur cinématique $\{V(6/1)\}$ et les vitesses angulaires des 2 moteurs, $\omega_{x_{3/6}}$ et $\omega_{x_{5/6}}$.*

Pour la suite de l'étude, quels que soient les résultats obtenus précédemment, on raisonnera à partir des relations suivantes :

$$\text{relations (1)} \begin{cases} \omega_{x_{6/1}} = \frac{z_m}{2z_r} \cdot (\omega_{x_{3/6}} + \omega_{x_{5/6}}) \\ \omega_{z_{6/1}} = \omega_{z_{2/1}} = \frac{r}{2l} \cdot \frac{z_m}{z_r} \cdot (\omega_{x_{3/6}} - \omega_{x_{5/6}}) \end{cases}$$

Cas d'un déplacement en ligne droite

Dans le cas d'un déplacement en ligne droite, le robot ne doit pas avoir de mouvement de lacet pour ne pas dévier.

Question 14. *Trouver dans les relations (1) le paramètre impacté par ce type de déplacement en ligne droite. Conclure sur une relation entre les vitesses angulaires des 2 moteurs.*

Pour mettre en place la relation entre la vitesse linéaire v du robot dans le cas d'un déplacement en ligne droite et la commande des moteurs, notons que $\omega_{x_{3/6}}$ correspond à la vitesse angulaire d'un des moteurs, soit ω_m .

Question 15. *Déterminer en valeur absolue $\|\overrightarrow{V(H \in 2/6)}\|$ en fonction de ω_m puis $\|\overrightarrow{V(H \in 1/0)}\|$ en fonction de $\alpha_{1/0}$, rotation propre du corps sphérique autour de $\overrightarrow{x_R}$. Comme dans notre cas ces 2 vitesses sont égales, démontrer que $\omega_{x_{1/0}} = \frac{z_m}{z_r} \cdot \frac{r}{R_i} \cdot \omega_m$. Conclure alors sur la relation de commande en ligne droite entre v , la vitesse linéaire du robot et ω_m , la vitesse angulaire des moteurs à inclure dans le tableau du DR8, partie 3.1.*

3-2 Modélisation des codeurs de SPRK et BB8

Objectif : valider si l'exigence sur la précision de la mesure de vitesse

BB8 et SPRK sont équipés de codeurs incrémentaux qui permettent de mesurer en temps réel la vitesse de chaque roue motrice. On souhaite vérifier que la précision de mesure de vitesse des robots de loisir est suffisante pour le robot de surveillance.

Les mesures suivantes ont été réalisées en sortie du codeur fixé sur l'axe de la roue droite de BB8, cette roue tournant dans le vide (aucun frottement). La vitesse du moteur associé a été relevée à l'aide d'un capteur extérieur et la valeur donnée par celui-ci, lors de l'expérimentation était de 5 350 tr.min⁻¹.

Les sondes utilisées sont des sondes 1/10. Elles atténuent donc le signal d'un facteur 10. Le chronogramme donné figure 14 est une copie de l'écran de l'oscilloscope lors de la mesure.

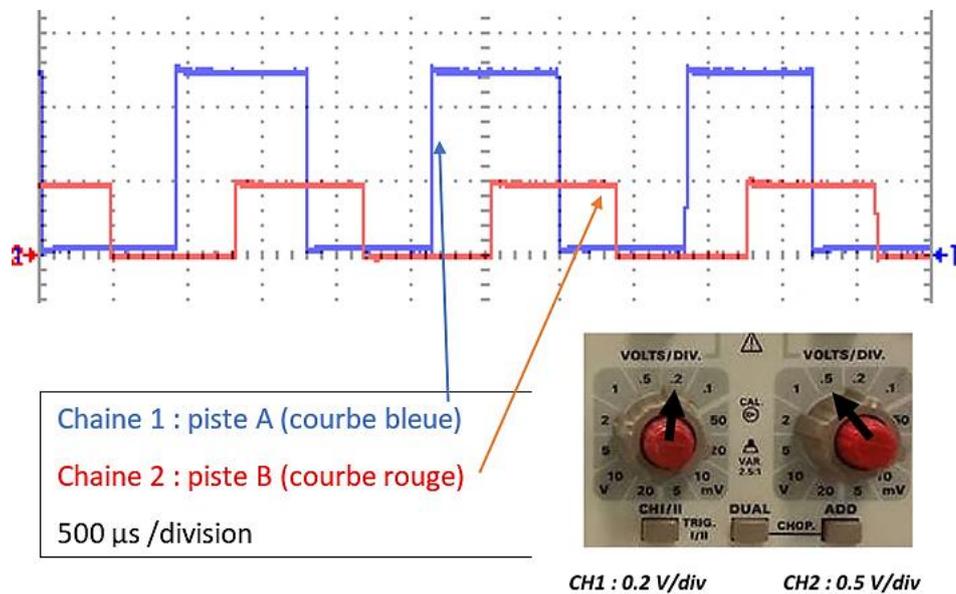


Figure 14: relevés des signaux issus du codeur moteur droit - vitesse 5 350 tr·min⁻¹

Question 16. *Décrire la structure et le principe de fonctionnement d'un codeur incrémental composé de deux pistes (la piste A délivrant le signal rouge et la piste B délivrant le signal bleu). Relever sur la figure 14, les valeurs des amplitude et fréquence de chaque signal, ainsi que le déphasage entre les deux signaux.*

Question 17. *Sachant que le codeur se trouve sur l'arbre moteur, à partir de la lecture de ces chronogrammes, évaluer la sensibilité S1 du codeur (en °) en utilisant une seule piste. Puis, sachant que le nombre d'impulsions est comptée sur 0,01 s par un microcontrôleur afin d'établir la vitesse du robot, comparer la valeur de vitesse mesurée dans ces conditions et celle donnée par l'énoncé. Conclure quant au pourcentage d'erreur sur la valeur de vitesse obtenue vis-à-vis du cahier des charges.*

Question 18. *Expliquer comment on peut réduire cette erreur en utilisant les deux pistes du codeur. Valider alors le critère du cahier des charges du robot de surveillance.*

PARTIE 4- ÉTUDE DE LA COMMUNICATION

Objectif : vérifier la capacité du module Bluetooth à assurer la transmission du signal vidéo pour la fonction de surveillance

SPRK, tout comme BB8, est commandé à partir d'une tablette équipée d'une application dédiée et d'un émetteur Bluetooth. Cette tablette envoie un signal Bluetooth aux robots.

En retour, ceux-ci sont capables de répondre à la tablette par le biais d'un signal Bluetooth.



Figure 15: commande de SPRK par tablette

Le signal Bluetooth émis par BB8 a une puissance de 2,5 mW. Des mesures de puissance d'émission ont été réalisées sur ce robot. Le capteur de mesure de puissance a été placé près de BB8, puis éloigné en ligne droite de la distance d (en mètres), sans aucun obstacle entre lui et le robot.

Distance d (m)	0	5	10	20	23
Mesure de puissance (dB)	-54	-84	-95	-102	Perte signal du capteur

Tableau 1 : mesures de puissance d'émission en décibel en fonction de la distance en mètre

Question 19. Tracer le graphe de l'atténuation du signal en fonction de la distance sur le document réponse **DR4**. Calculer la valeur du signal (en mW) reçu à une distance de 20 m.

Question 20. Indiquer l'id de l'exigence du cahier des charges du BB8 concernée par les mesures réalisées ci-dessus. Indiquer, en le justifiant, si ce critère est respecté pour BB8. Retrouver la valeur de ce critère pour SPRK et conclure sur l'évolution de ce critère entre SPRK et BB8.

Question 21. Pour le robot de surveillance, indiquer où pourrait se situer l'émetteur de commande au regard de la nouvelle configuration du système. Choisir la solution technologique inspirée de SPRK ou de BB8 qui est la plus adaptée à ce nouveau robot. Synthétiser les informations dans le **DR8**, partie 4.

Objectif : vérifier si le protocole de communication Bluetooth permet de transmettre le flux vidéo du robot de surveillance

Cette partie porte sur l'étude de la structure électronique utilisée entre la réception du signal par le module Bluetooth de SPRK (circuit RN42N – **DT5**) et l'instruction reçue par le microprocesseur de SPRK.

Pour le robot SPRK, comme pour le BB8, la communication entre la tablette et le robot se fait par un « pico réseau ». Un pico réseau est un mini-réseau qui se crée de manière instantanée et automatique quand plusieurs périphériques Bluetooth sont dans un même rayon.

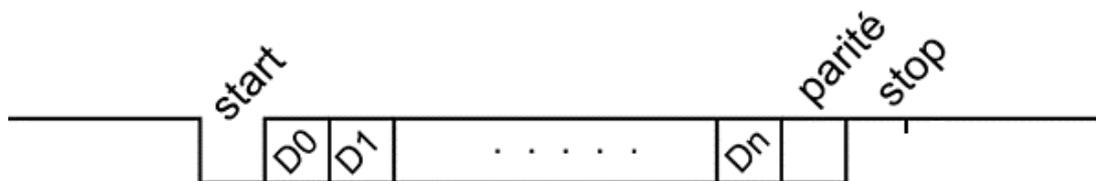
Un pico réseau est organisé selon une topologie en étoile : il y a un « maître » et plusieurs « esclaves ». Un périphérique « maître » peut administrer jusqu'à 255 esclaves.

La communication est directe entre le « maître » et un « esclave ». Les « esclaves » ne peuvent pas communiquer entre eux. Le « maître » et l'« esclave » ne peuvent pas communiquer en même temps, mais se répondent l'un après l'autre.

Question 22. Dessiner, sur votre copie, l'architecture du pico réseau permettant de connecter une tablette avec trois SPRK différents. Indiquer où se situent le(s) « maître(s) » et l'(es) « esclave(s) ». Indiquer si la communication est simplex, half duplex ou full duplex. Indiquer par quel moyen le « maître » peut différencier les « esclaves ».

Le module RN 42 N du SPRK, après avoir décodé l'information Bluetooth, va la transmettre sous un format numérique au microprocesseur par une liaison série UART. Cette communication se fait à la vitesse de 240 kbps.

Une trame UART est constituée des bits (binaire naturel) suivants :



Constitution d'une trame UART :

- un bit de start servant à la synchronisation du récepteur ;
- des bits de données (D0 à Dn) : la taille des données est comprise entre 5 et 9 bits. Les bits sont envoyés du LSB (bit de poids faible) au MSB (bit de poids fort) ;
- un bit de parité dont la valeur est établie à 0 ou 1 afin de respecter le choix de parité (paire ou impaire) du nombre de « 1 » dans le champ « données + bit de parité » ;
- un bit de stop pour marquer la fin de la trame.

Le niveau logique de repos est le 1.

Question 23. Lorsqu'un robot SPRK débute ses échanges avec la tablette, il envoie son adresse. Dans notre étude, cette adresse est 0x17F. **Tracer**, sur votre copie, la trame UART de la donnée transmise lors de l'émission de cette adresse, si le bit de parité est pair, en précisant les valeurs pour chaque bit, y compris celui de parité. **Calculer** la durée de transmission de cette trame. **Calculer** le débit utile de cette transmission.

La caméra choisie pour transmettre les images est la suivante :

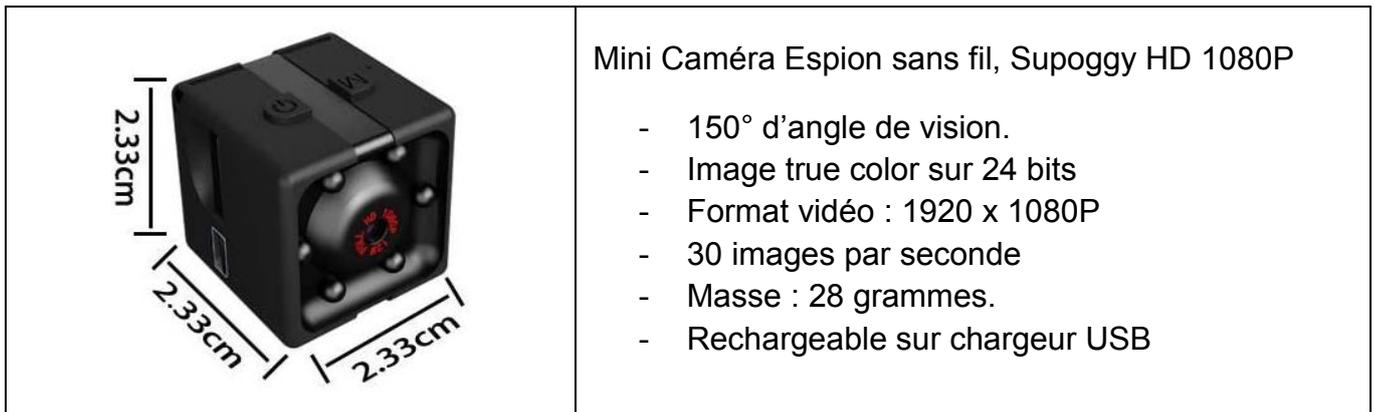


Figure 16: données techniques sur la caméra du robot de surveillance

Question 24. A l'aide des données techniques de la caméra, calculer la taille en ko d'une image, puis le débit nécessaire à l'émission du flux vidéo. Conclure, sur le DR8 partie 4, sur la possibilité d'utiliser, pour l'envoi du flux vidéo du nouveau robot, le module Bluetooth précédemment étudié.

PARTIE 5- ÉTUDE DE LA COMMANDE DE CHANGEMENT DE DIRECTION DES ROBOTS

Objectif : orienter la caméra du robot pour visualiser les zones à surveiller

Le robot de surveillance étant une évolution des précédents, il est convenu de garder la même structure interne, seul l'élément support de la caméra doit répondre à une démarche d'innovation. Pour permettre la visualisation de tout l'espace à surveiller, on décide d'utiliser la capacité du robot à pivoter sur lui-même plutôt qu'une caméra orientable, plus encombrante et plus lourde.

Dans le cas d'un tangage nul, afin que le robot effectue une rotation autour de son axe \vec{z}_R , la convention suivante est utilisée :

- pour tourner vers la droite, le moteur gauche tourne dans le sens positif, et le moteur droit dans le sens négatif,
- pour tourner vers la gauche, le moteur gauche tourne dans le sens négatif et le droit, dans le sens positif.

Pour aller tout droit, les deux moteurs sont commandés avec la même consigne.

Avant de piloter le robot, il faut initialiser sa position en le faisant tourner sur lui-même jusqu'à ce que la led bleue interne soit visible par l'utilisateur (position de référence). Le diagramme d'état - transition fourni figure 19 décrit la réaction du robot, après initialisation, lorsqu'on lui demande de progresser dans la direction donnée par l'angle Θ_c .

La direction de déplacement du robot BB8 est définie par l'utilisateur sur l'écran de la tablette et traduite par l'angle de consigne Θ_c de la manière suivante :

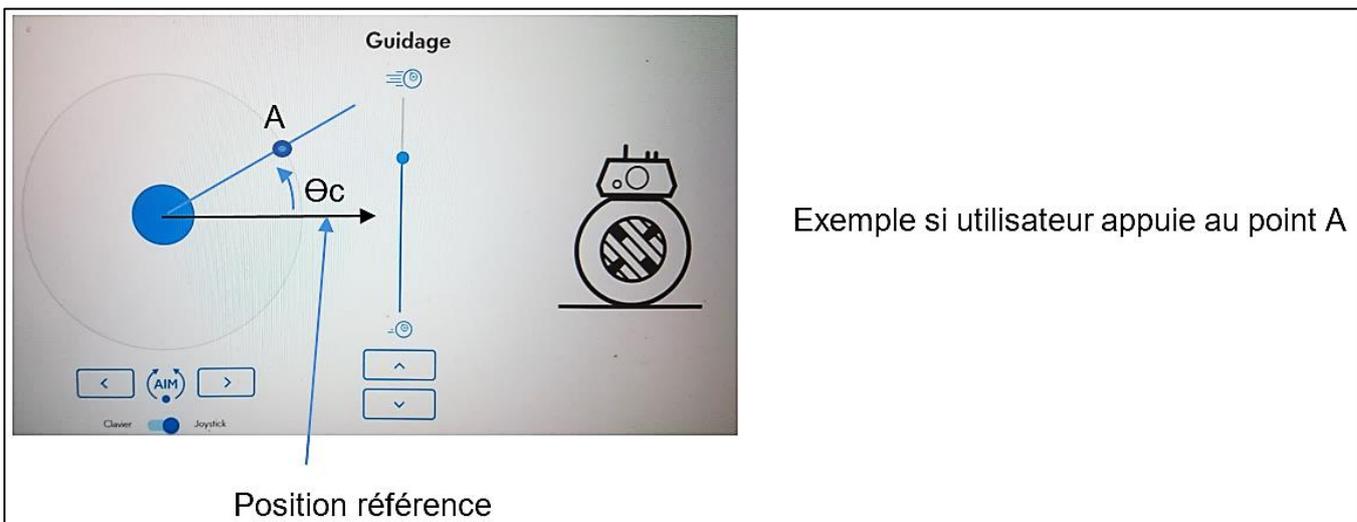


Figure 17: définition de Θ_c

ThêtaC est la valeur de l'angle Θ_c .

Thêta, est la valeur de l'angle d'orientation du robot (appelée aussi précédemment $\theta_{D/T}$ sur la figure 13) mesuré par le gyroscope par rapport à la même référence.

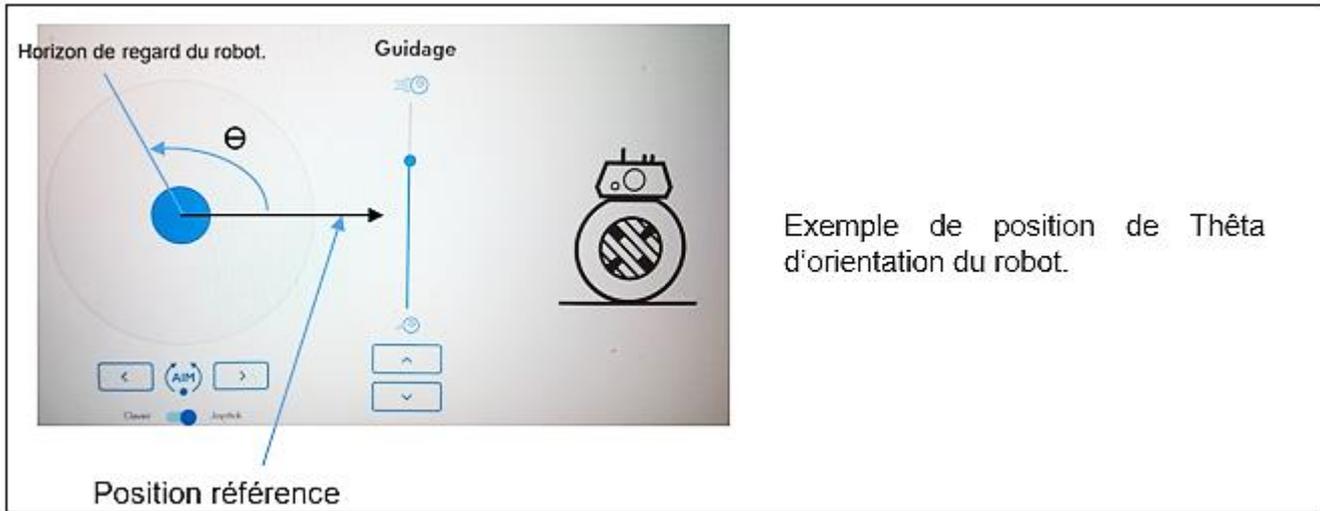


Figure 18: définition de Thêta

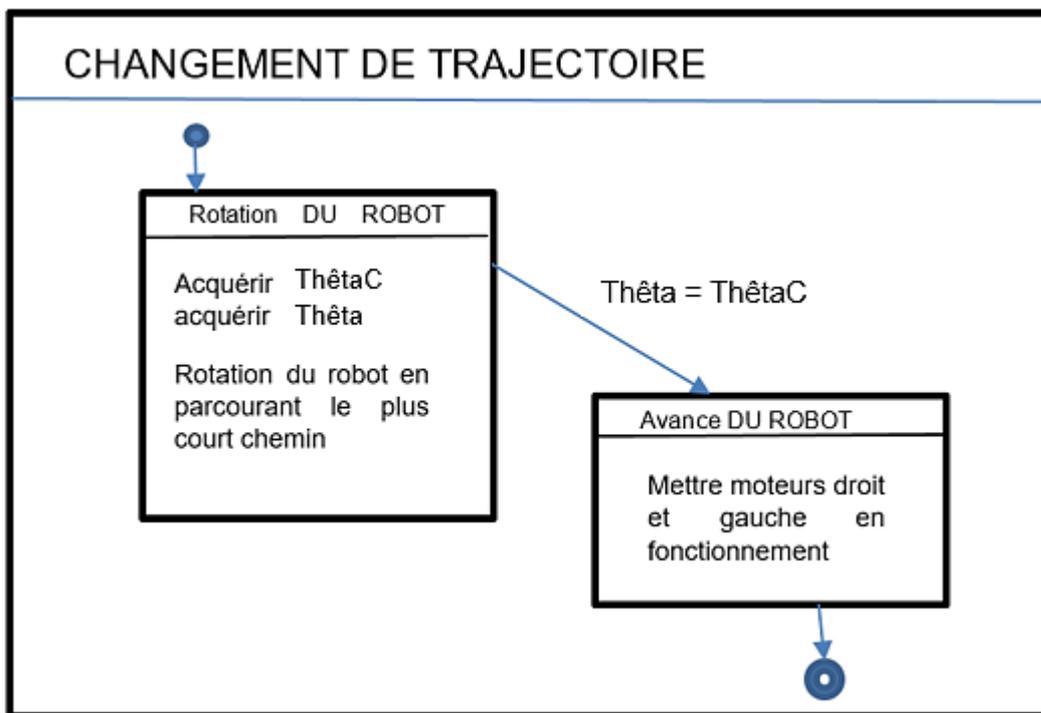


Figure 19: diagramme Etat – transition

Le programme permet de faire tourner le robot BB8 sur lui-même afin d'obtenir le plus rapidement possible la trajectoire demandée (exigence id 2.1.2).

Question 25. *Compte tenu du mode de déplacement du robot BB8, expliquer en quoi, par rapport à une performance de réactivité, ce programme peut être utilisé pour orienter la caméra du robot de surveillance*

Question 26. *À l'aide des figures 17 et 18, compléter, sur le document DR 5, l'algorithme correspondant à cette description et qui permettrait d'orienter le plus rapidement possible la caméra dans la direction de surveillance souhaitée. Indiquer, d'après le programme, quel sens de rotation est prioritaire lorsque l'utilisateur souhaite visualiser les lieux dans le sens opposé à la prise de vue initiale.*

Dans le programme python associé à cet algorithme, l'acquisition des grandeurs Θ et Θ_C se fait avec les fonctions `acquérirThêta()` et `acquérirThêtaC()`.

Question 27. **Expliquer** ce qu'est une fonction et **indiquer** l'intérêt de l'utiliser dans un programme.

Question 28. **Traduire** en langage python, sur votre copie, les lignes désignées sur le document DR5. Le nombre π (`numpy.pi`) se trouve dans la bibliothèque `numpy` qu'il faudra inclure.

PARTIE 6- ÉTUDE ENERGETIQUE

6-1 Dimensionnement des batteries

Objectif : valider l'autonomie des batteries suite à l'adjonction de la caméra

Question 29. *Indiquer les différentes caractéristiques du robot de surveillance qui imposent de vérifier si les performances du robot BB8 sont suffisantes d'un point de vue énergétique pour satisfaire au nouveau cahier des charges.*

Le tableau 2 rassemble des relevés concernant un moteur d'une roue de BB8. Ces mesures ont été faites en maintenant une tension de 8 volts d'alimentation et en imposant un couple de frottements de plus en plus élevé sur la roue liée au moteur. Le couple moteur est alors mesuré, ainsi que la vitesse de la roue, le courant et la tension aux bornes du moteur.

Couple moteur (N.m)	N(tr/min)	Imot (mA)	Umot(V)
0	5 129	60	8
0,0008	4 906	100	7,8
0,0156	1 115	360	7,1
0,0208	0	410	6,78

Tableau 2 : mesures des performances du moteur roue de BB8

Question 30. *Calculer et reporter sur le document réponse DR6, les puissances utile et absorbée pour chaque mesure, puis le rendement associé. Indiquer, dans la case « configuration », à quelle configuration correspondent ces mesures (roue bloquée, roue libre, frottement léger sur la roue, frottement important sur la roue). Indiquer alors le cas le plus défavorable d'un point de vue énergétique.*

Les robots SPRK et BB8 disposent de deux accumulateurs de 3,7 V et 350 mAh chacun, qui constituent une batterie de 7,4 V. Les moteurs sont commandés par des convertisseurs électroniques de type « hacheur » permettant de faire varier la vitesse en fonction de la consigne. Afin d'alimenter correctement les moteurs, il faut alimenter chaque hacheur avec une tension proche de 8 V. Il faut éviter les décharges profondes des batteries afin de ne pas les endommager.

On rappelle que :

- 1 Wh = 3 600 Joules,
- La capacité C (Ah) d'une batterie est égale au produit du courant de décharge Id (A) par le temps de décharge Td (h) selon l'équation $C = I_d \times T_d$.

Question 31. *À partir des mesures du tableau 2, en ne considérant que la puissance consommée par les deux moteurs (on néglige les puissances consommées par le Bluetooth et la carte électronique), calculer le temps maximum de décharge à 70 % de la batterie dans le cas où les moteurs tournent à 1 115 tr·min⁻¹, puis dans le cas où ils tournent à 4 906 tr·min⁻¹. Commenter ce résultat par rapport au critère d'autonomie défini dans le cahier des charges du BB8.*

Question 32. Conclure dans le **DR 8** quant au choix de faire évoluer les batteries pour équiper le futur robot de surveillance et **indiquer** combien d'accumulateurs identiques à celles de BB8 devraient être associés pour garantir les performances du futur robot de surveillance.

Question 33. Sachant que chaque accumulateur pèse 10 g, **calculer** la masse (en grammes) due à la batterie pour le nouveau robot. **Conclure** sur le respect du cahier des charges du nouveau robot concernant ce critère.

6-2 Dimensionnement du chargeur à induction

Pour recharger les batteries, le SPRK et le BB8 utilisent un chargeur à induction (voir figure 20). Cela leur permet de se recharger sans fil lorsqu'on les dépose sur leurs bases.

On souhaite étudier le dimensionnement du chargeur de SPRK et BB8 et conclure quant à la possibilité de l'utiliser pour assurer également la recharge du robot de surveillance.

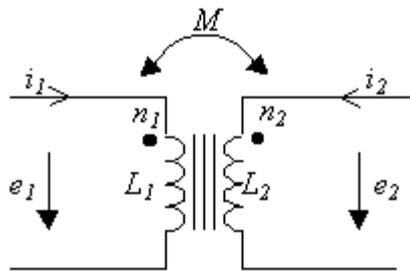


Figure 20 : chargeur à induction

Les mesures suivantes ont été réalisées à l'aide de sondes 1/10^{ème}, en entrée et en sortie du chargeur à induction. Le chronogramme donné figure 21 est une copie de l'écran de l'oscilloscope lors de la mesure.

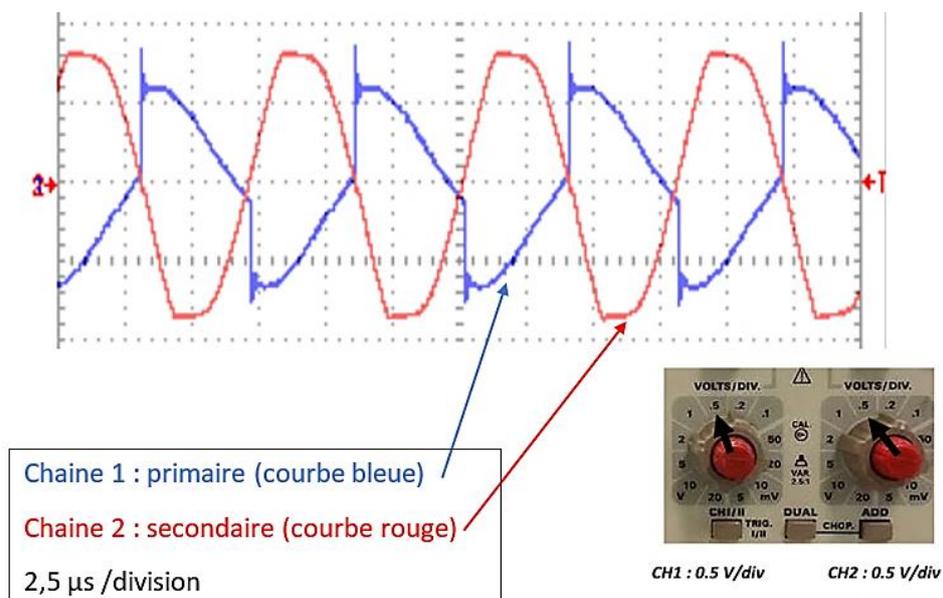


Figure 21: courbes des mesures chargeur induction

Question 34. *Énoncer le principe physique du phénomène d'induction. Calculer la fréquence des signaux présents au niveau du chargeur à induction et commenter cette valeur.*

Question 35. *Déduire la valeur efficace de la tension créée au secondaire sur cet oscillogramme. La valeur efficace du courant au secondaire étant alors mesurée à 3,8 A en charge, calculer la puissance fournie au secondaire.*

Pour recharger la batterie, il faut que la tension à ses bornes soit supérieure à sa tension nominale. Si I_{\max} est la valeur maximale de courant que peut supporter la batterie en charge, on admet qu'il faut un courant I_{\max} de 350 mA pendant une heure pour recharger la batterie à 100 %. La batterie n'est jamais déchargée en dessous de 30%.

Question 36. *D'après le temps de recharge de la batterie donné dans le cahier des charges du BB8, évaluer la valeur nécessaire du courant absorbé par la batterie lors de sa charge. Calculer la puissance consommée par la batterie.*

Question 37. *Si l'on considère que la recharge de la batterie du nouveau robot nécessite six fois plus de puissance, conclure sur l'utilisation du chargeur de BB8 pour le nouveau robot.*

PARTIE 7- ÉTUDE DESIGN DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DES ROBOTS

7-1 Étude de l'angle de tangage lors d'un déplacement en ligne droite

Lorsque le robot est commandé pour se déplacer brutalement à vitesse maximale, il risque de basculer en arrière. L'ajout de la masse de la caméra pourrait augmenter cet effet.

Objectif : valider expérimentalement l'exigence de tangage maximal pour une accélération maximale

Question 38. À l'aide des courbes du DT2, indiquer les 3 types de mouvements du SPRK pour cet essai. Décrire l'évolution de l'angle de tangage de la base mobile (6) par rapport à la verticale. Déterminer le moment critique de cet essai.

Question 39. À l'aide des courbes du DT3, **décrire** l'évolution de l'angle de tangage pour le BB8 lors d'un essai similaire à celui étudié précédemment pour le SPRK. **Comparer** les accélérations des 2 essais (SPRK et BB8). La différence de comportement mesurée entre les 2 essais est-elle favorable au maintien de la tête de BB8 ? **Conclure** quant au respect de l'exigence id 2.2.1.1 par cet essai.

Question 40. Pour le mode « Patrouille de surveillance », au vu de la vitesse attendue et à l'aide du DT3, l'ajout d'une masse supplémentaire sur la partie supérieure paraît-il envisageable ? **Conclure** sur les conséquences de l'angle de tangage pour la conception de la tête de surveillance du nouveau robot dans le tableau du **DR8**, partie 7. Pour le mode « Mission », **déterminer** les points critiques à étudier.

Objectif : étudier le tangage maximal pour une accélération maximale par la simulation multiphysique.

Pour rechercher des solutions innovantes, il faut étudier le robot sur le plan dynamique. S'intéressant seulement au tangage, l'étude se limitera à un déplacement linéaire rectiligne. Le nouveau robot étant proche du BB8, on réalise la modélisation de BB8 afin d'étudier l'impact de l'accélération sur la position de la tête. La figure 1 du DT4 représente l'asservissement en vitesse du robot. L'utilisateur donne une consigne de vitesse, mais le robot, pour rester en équilibre, a besoin de contrôler plusieurs grandeurs, dont l'accélération. Sur cette figure, un adaptateur génère donc une tension de consigne image d'une consigne d'accélération, à partir de la consigne utilisateur (vitesse). La figure 2 du DT4 représente le modèle numérique, issu du schéma de la figure 1, utilisé pour tracer les courbes du DT6 et DT7. Les simulations ont été réalisées dans les conditions suivantes :

- sol de rugosité moyenne entraînant une diminution de la vitesse du moteur d'environ $1\,000\text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ par rapport à la vitesse demandée ;
- consigne de vitesse de $220\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$;
- déplacement rectiligne sans obstacle ;
- un seul moteur pris en compte (on modélise le système par une seule chaîne équivalente).

L'objectif maintenant, est de préciser les éléments du schéma bloc de la figure 2 du DT4 afin de réaliser la modélisation du robot BB8.

Question 41. *Préciser la grandeur physique qui traduit la prise en compte d'une perturbation dans le modèle.*

Question 42. *Déterminer la relation sortie/entrée du bloc réducteur. En déduire l'expression de la fonction de transfert de ce bloc. Préciser sa valeur numérique.*

Question 43. *En justifiant votre réponse, fournir la valeur numérique du bloc A1. Préciser l'unité.*

Question 44. *Déterminer la relation sortie/entrée du bloc Roue. En déduire l'expression de la fonction de transfert de ce bloc. Préciser sa valeur numérique et son unité.*

Question 45. *Expliquer le rôle du bloc A2. En déduire l'expression de sa fonction de transfert.*

Les résultats de simulation de la modélisation avec correcteur proportionnel $K_p = 1$ sans prise en compte des frottements sur le sol se trouvent sur le document DT6.

La consigne d'entrée est un échelon de 220 cm.s^{-1} de 0 à 5 secondes.

Lors d'une mesure réelle, donc avec correction, la courbe du DT3 montre que la tête conserve un angle de tangage Θ_T d'environ 20° lors de son déplacement à vitesse constante.

Question 46. *À partir de ces courbes, évaluer l'erreur statique en vitesse. Critiquer le modèle proposé en indiquant les phénomènes non pris en compte dans cette modélisation.*

Les résultats de simulation de la modélisation avec correcteur proportionnel $K_p = 1$ et avec prise en compte des frottements sur le sol se trouvent sur le document DT7.

La consigne d'entrée est un échelon de 220 cm.s^{-1} de 0 à 5 secondes.

Question 47. *Comparer ces résultats avec ceux de la question précédente. Proposer une solution pour pallier le problème mis en lumière.*

Après plusieurs essais, on constate que l'angle de tangage de la tête semble directement lié à l'accélération, à la liaison magnétique, mais surtout, à la structure du corps et donc au centre d'inertie du robot.

Objectif : étudier la relation entre l'angle de tangage et l'accélération des robots lors d'un déplacement en ligne droite pour définir un design de la partie supérieure qui permette d'obtenir le comportement attendu du nouveau robot.

Une étude théorique a été menée en utilisant le principe fondamental de la dynamique dans le cas d'un déplacement en ligne droite et a permis de déterminer une relation du type :

$a=f(z_{GR}, \theta_{T/R})$	a , accélération linéaire du robot en $m.s^{-2}$ z_{GR} , coordonnée en z du centre de gravité du robot dans le repère $\mathcal{R}_T (O_R, \vec{x}_T, \vec{y}_T, \vec{z}_T)$ (cf figure 11) $\theta_{T/R}$, angle de tangage formé par (\vec{z}_R, \vec{z}_T)
-----------------------------	--

Analyse de résultats théoriques

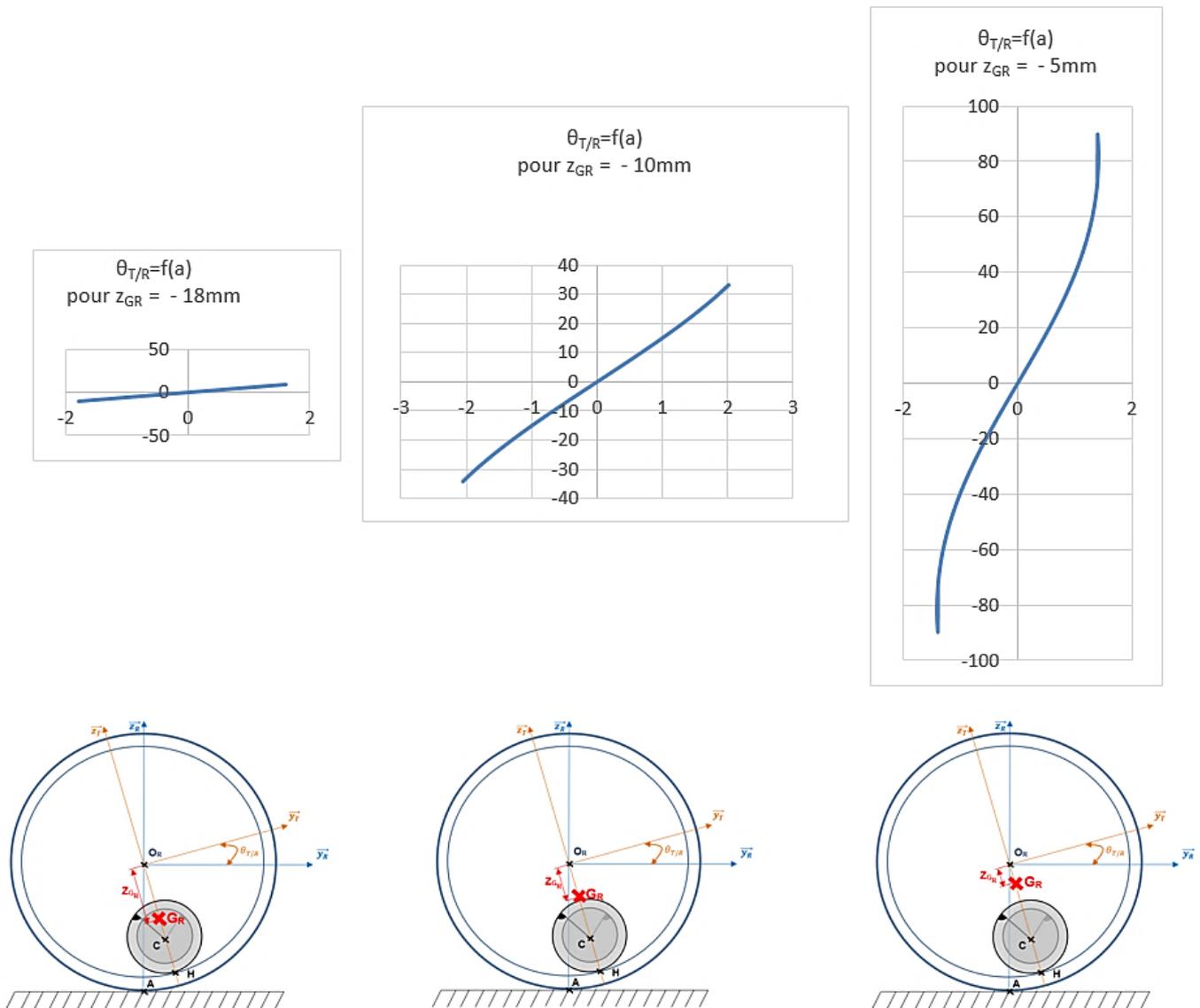


Figure 22: courbes théoriques représentant l'angle de tangage ($\theta_{T/R}$, en $^\circ$) en fonction de l'accélération (a , en $m.s^{-2}$) pour trois positions du centre de gravité

Les courbes de la figure 22 sont issues de cette formule liant l'angle de tangage $\theta_{T/R}$ à l'accélération a pour trois positions du centre de gravité différentes. La première courbe correspond au cas du SPRK avec un centre de gravité à $z_{G_R} = -18\text{mm}$.

Question 48. *En comparant ces 3 courbes, conclure quant à la position théoriquement recherchée du centre de gravité pour le robot de surveillance. Noter cette position théorique sur le DR8, partie 7.*

7.2. Conséquences sur le design de la partie supérieure

Le robot de surveillance est inspiré du BB8 avec une partie supérieure qui doit comprendre l'installation de la caméra présentée sur la figure 16. Il faut alors concevoir un support de caméra de façon à ce que lorsque la caméra filme, elle puisse transmettre les images du visage d'une personne de taille moyenne ($1,5\text{ m} < \text{taille} < 2\text{m}$) en étant au sol à 50 cm de distance de la personne.

Question 49. *Sur le DR7, représenter le champ de vision de la caméra dans le cadre prévu à cet effet. Puis, en s'appuyant sur le schéma à l'échelle, calculer la hauteur maximale de vue de la caméra telle qu'elle est actuellement placée.*

Les mesures expérimentales de l'angle de tangage pour un déplacement à vitesse constante nous amènent à décaler d'un angle de 10° autour de \vec{x}_R la position de la caméra.

Question 50. *Déterminer dans ce cas la hauteur maximale de vue. Imaginer une solution pour atteindre le but recherché à l'aide de schémas ou en expliquant votre démarche. Synthétiser cette solution sur le DR8, partie 7.*

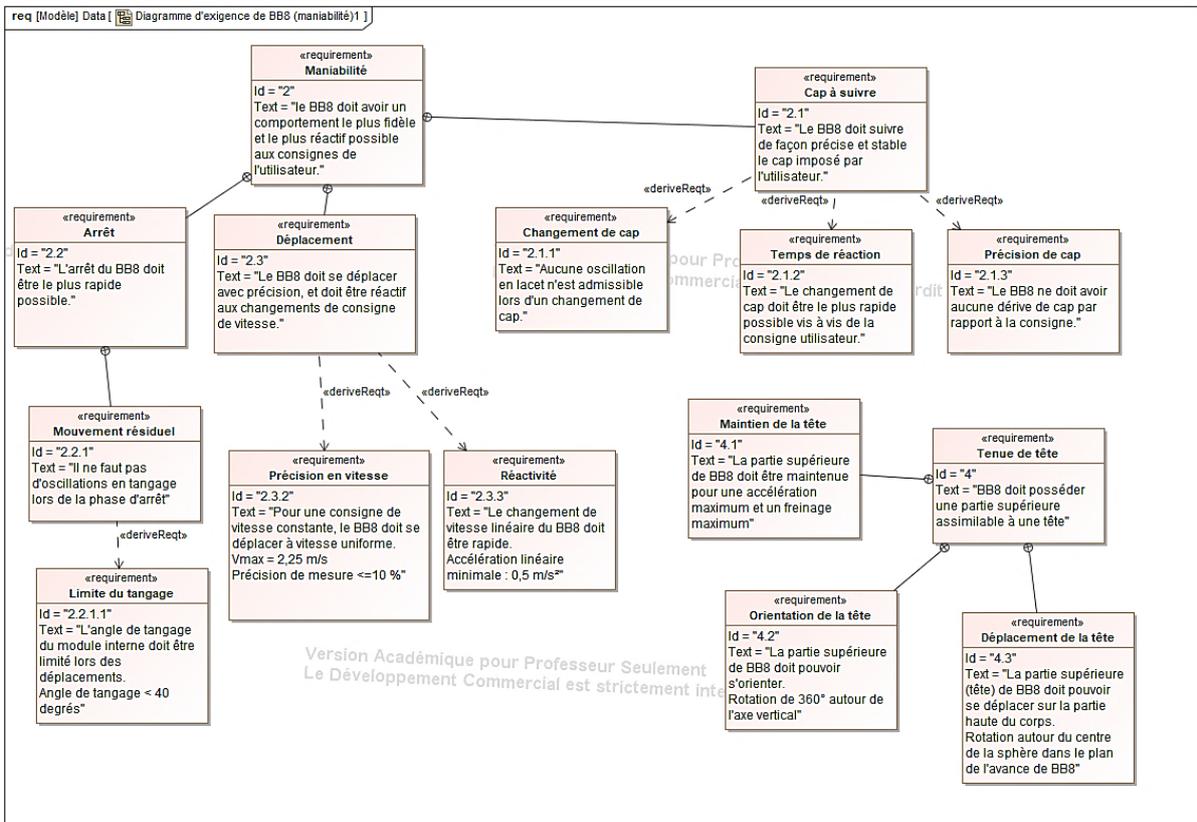
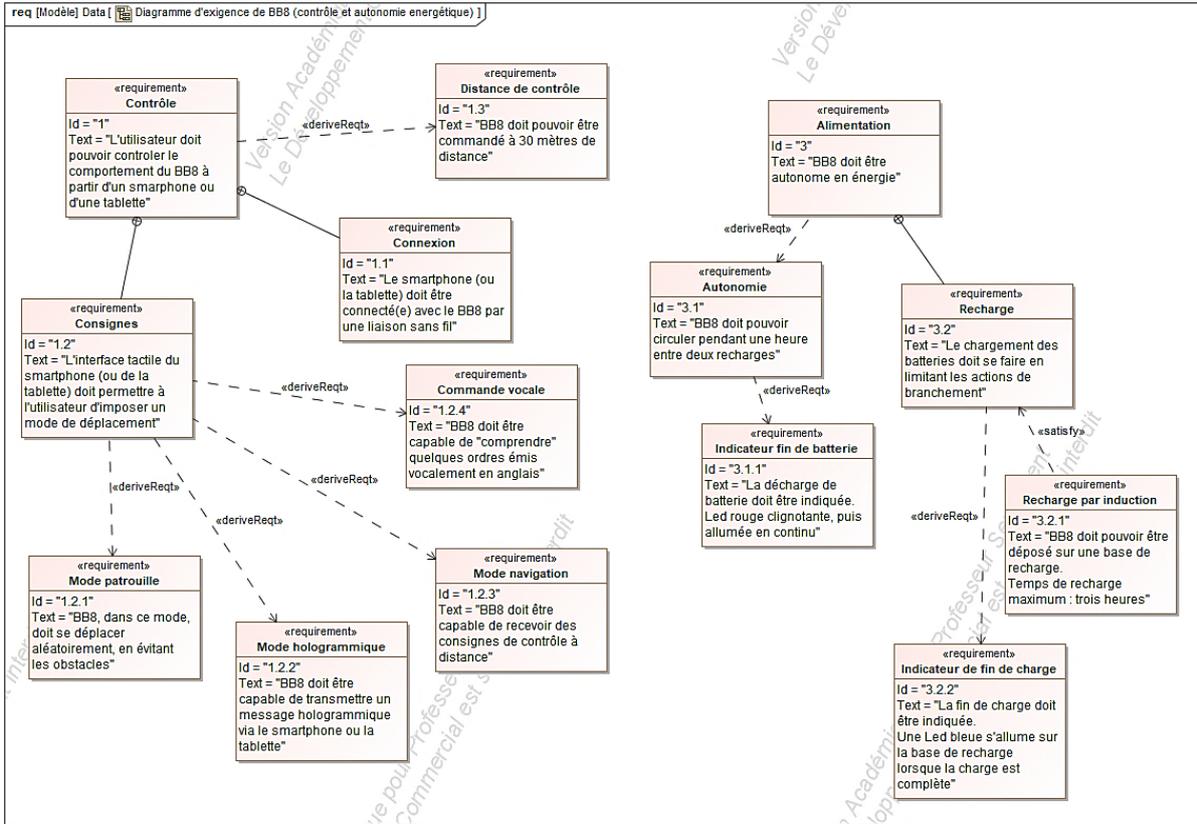
CONCLUSION SUR LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Question 51. *D'après le DR8, conclure sur la faisabilité du projet, en donnant votre avis sur les éventuels problèmes rencontrés.*

DOSSIER TECHNIQUE

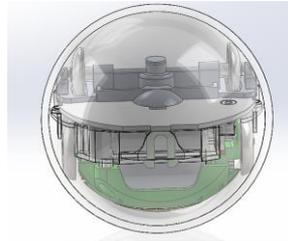
DOCUMENT TECHNIQUE DT1

Diagramme des exigences partiel du BB8

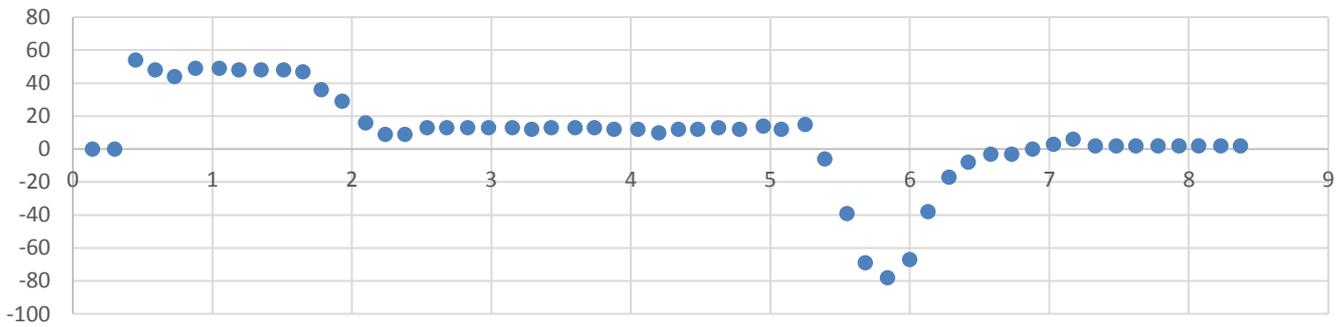


DOCUMENT TECHNIQUE DT2

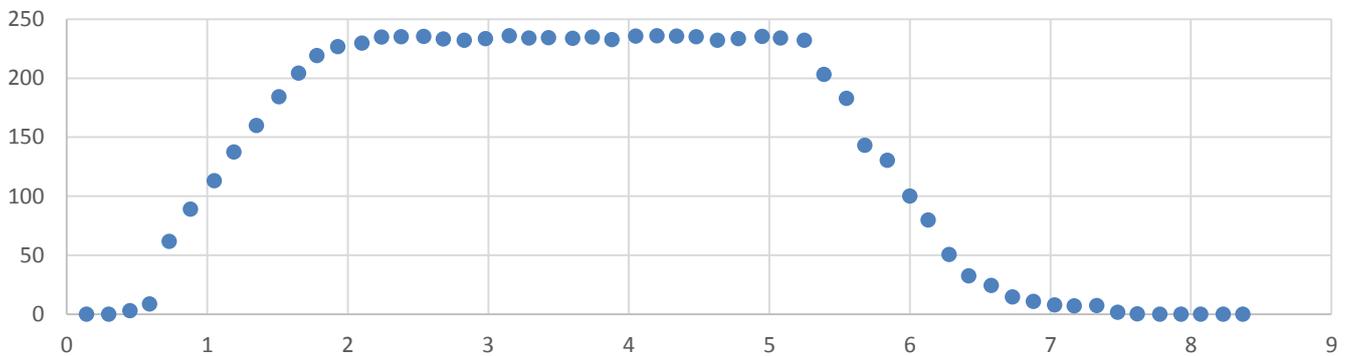
Courbes de mesures du mouvement linéaire rectiligne du **SPRK** commandé à vitesse maximale pendant 5s sur un sol horizontal



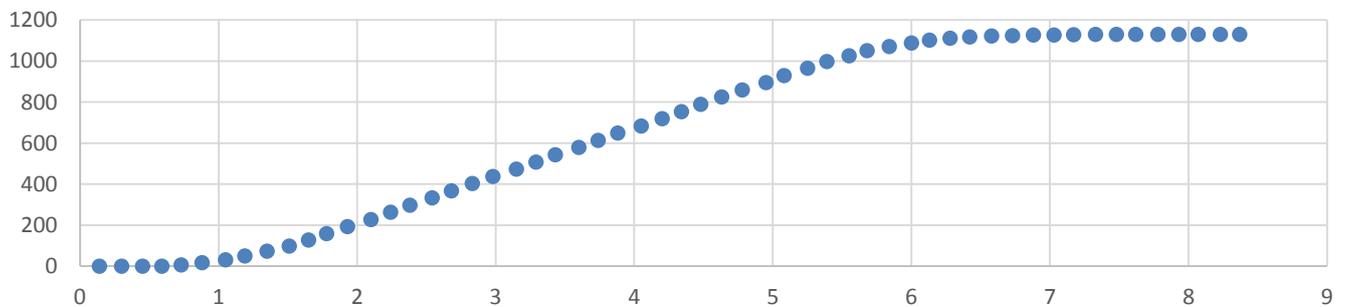
Angle de tangage Θ_T en $^\circ$ en fonction du temps en s



Vitesse linéaire en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en fonction du temps en s



Déplacement linéaire en cm en fonction du temps en s

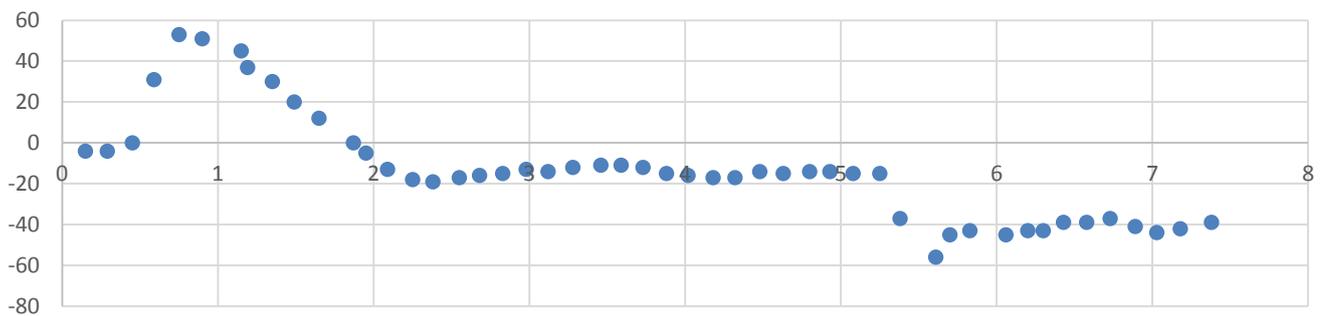


DOCUMENT TECHNIQUE DT 3

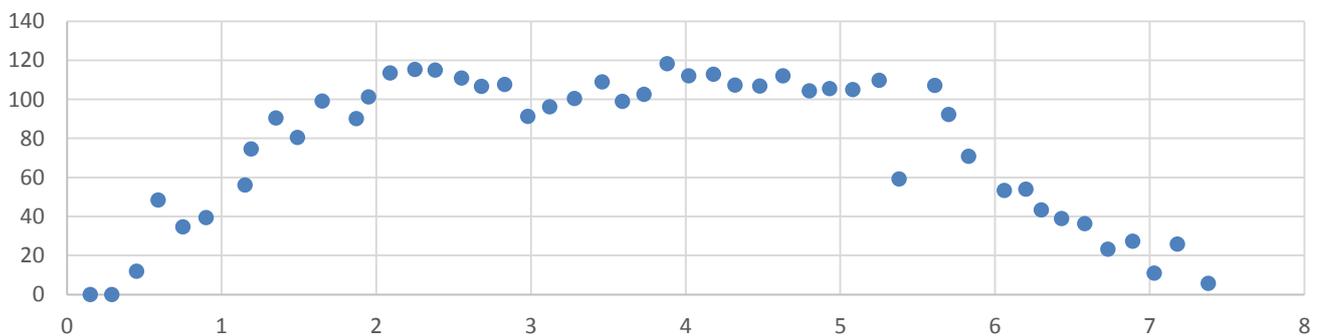
Courbes de mesures du mouvement linéaire rectiligne du **BB8** commandé à vitesse maximale pendant 5s sur un sol horizontal



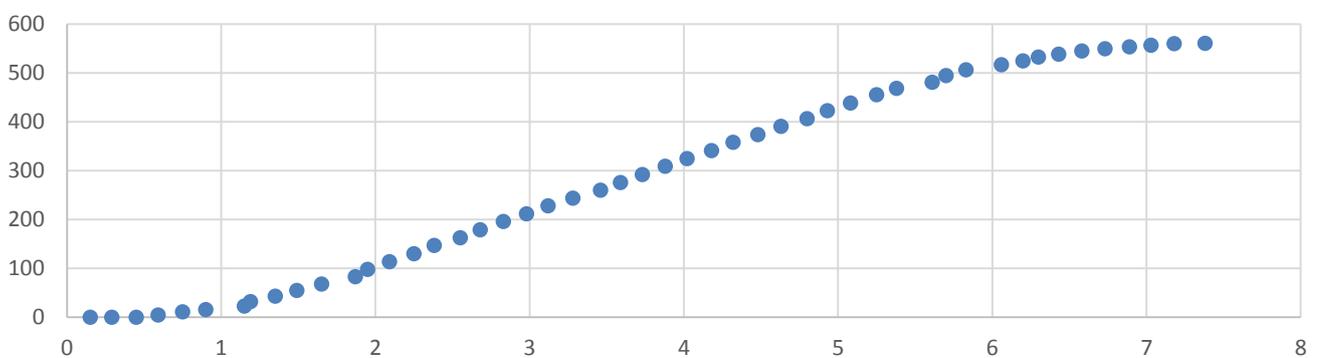
Angle de tangage Θ_T en $^\circ$ en fonction du temps en s



Vitesse linéaire en cm.s^{-1} en fonction du temps en s



Déplacement linéaire en cm en fonction du temps en s



DOCUMENT TECHNIQUE DT4

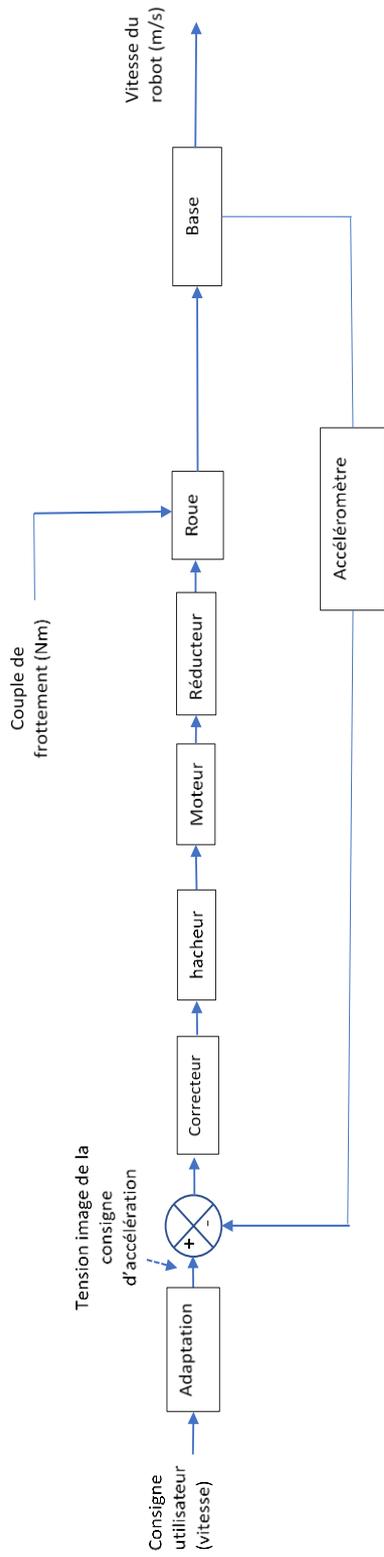


Figure 1 - Schéma d'asservissement en vitesse pour un moteur

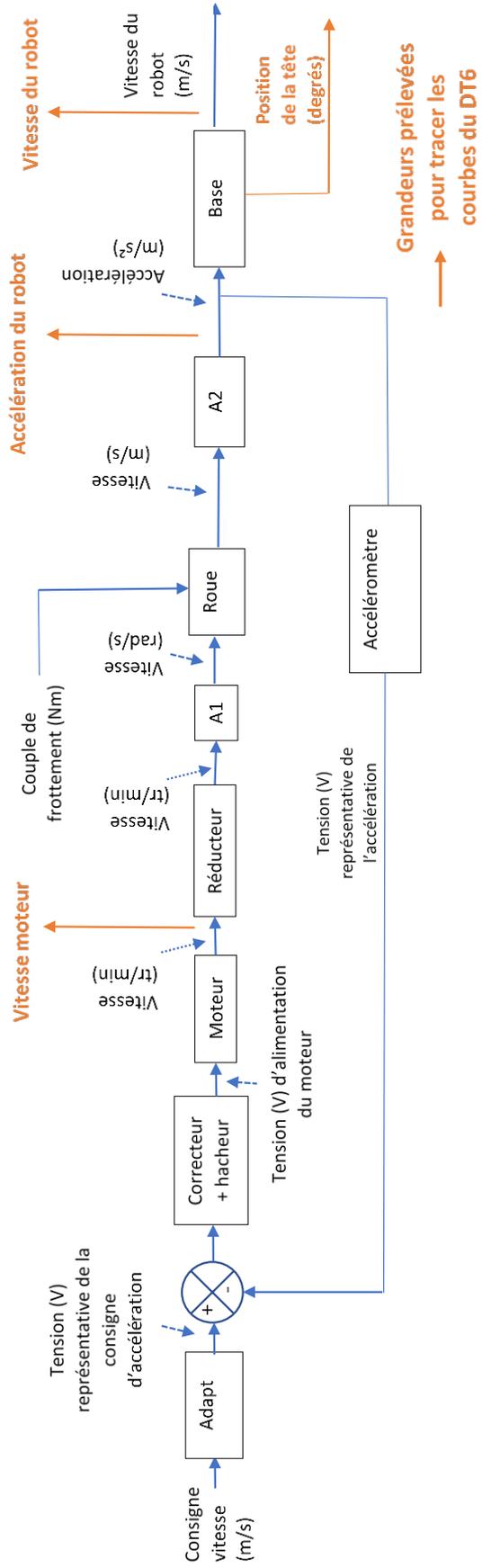


Figure 2 – Modèle numérique utilisé pour tracer les courbes du DT6 et DT7

DOCUMENT TECHNIQUE DT5

– Extrait de document constructeur du module Bluetooth du SPRK



RN42/RN42N

Class 2 Bluetooth® Module with EDR Support

Le RN42 / RN42N est un module Bluetooth version 2.1 de petite taille, basse consommation, Bluetooth classe 2, idéal pour les constructeurs qui veulent ajouter une capacité de communication à leur produit sans dépenser trop de temps et d'argent. Le RN42 / RN42N supporte de multiples protocoles et est totalement certifié. Possédant de hautes performances, avec une antenne interne (RN42) ou externe (RN42N), ce module a un débit maximal de 300 kbps (en mode SSP) et de 3 Mbps (en mode HCI) jusqu'à 10 mètres de distance.

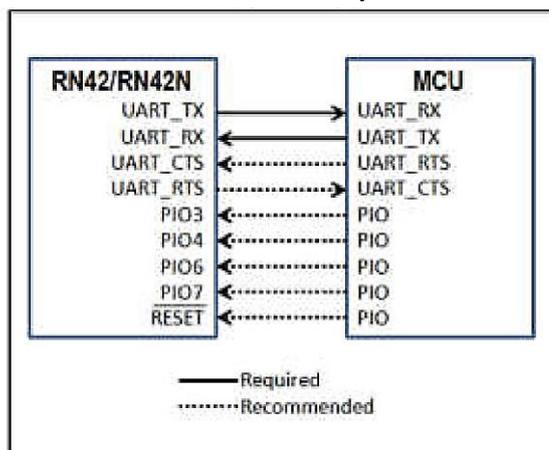
1. Caractéristiques



Faible consommation : 26µA en veille, 3mA connecté et 30 mA lors d'une transmission

- Faible taille :
 - RN42 : 13,4 x 25,8 x 2,4 mm
 - RN42N : 13,4 x 20,5 x 2,4 mm
- Interface de commande en code ASCII via un UART
- Amplificateur de puissance classe 2, avec une antenne interne (RN42) ou externe (RN42N)
- Portée maximale de 10 mètres
- Débits binaires (mode SSP) : 240 Kbps en mode « esclave » et 300 Kbps en mode « maître ».

2. Interface entre RN42 / RN42N et microprocesseur



Le module RN42 / RN 42N est commandé par l'intermédiaire d'un module UART, utilisant un protocole ASCII. Un microprocesseur (MCU) lui envoie les commandes de configuration et traite les données ASCII. Comme la figure ci-contre le montre, les lignes UART_RX et UART_TX sont nécessaires pour communiquer avec le module et pour transférer les données pour la connexion Bluetooth SSP.

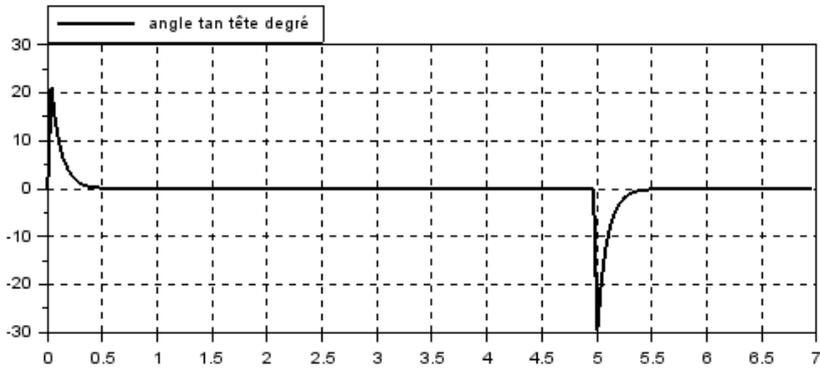
3. Caractéristiques radio

Paramètre	Fréquence (GHz)	Typique	Unités
Puissance de transmission RF (RN42)	2,402	4	dBm
	2,441	4	dBm
	2,480	4	dBm
Puissance de transmission RF (RN42N)	2,402	4	dBm
	2,441	4	dBm
	2,480	4	dBm

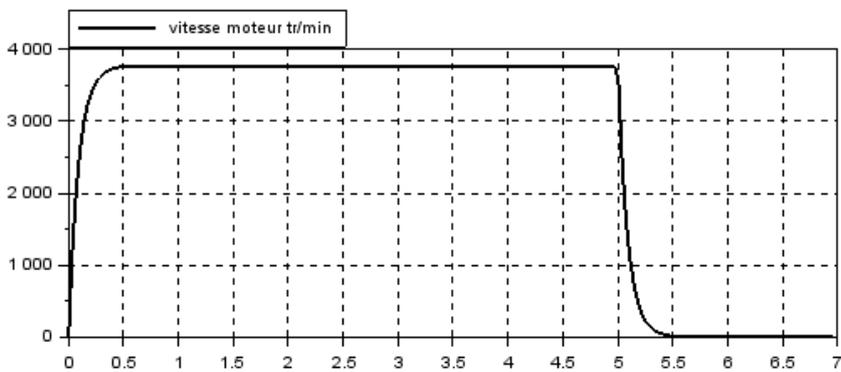
Document Technique DT 6

Résultats de simulation de la modélisation avec correcteur proportionnel $K_p = 1$ sans prise en compte des frottements sur le sol.

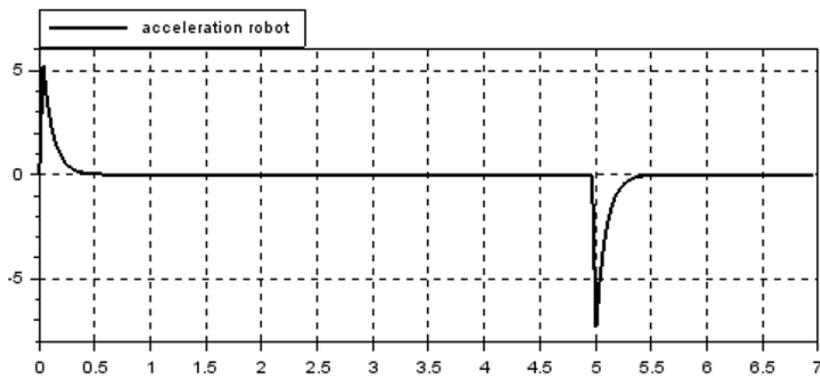
Entrée : échelon de consigne de 220 cm.s^{-1} de 0 à 5 secondes.



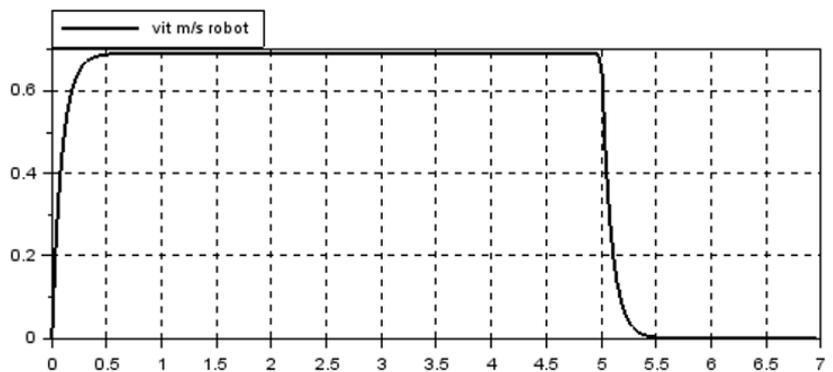
(en secondes)



(en secondes)



(en secondes)

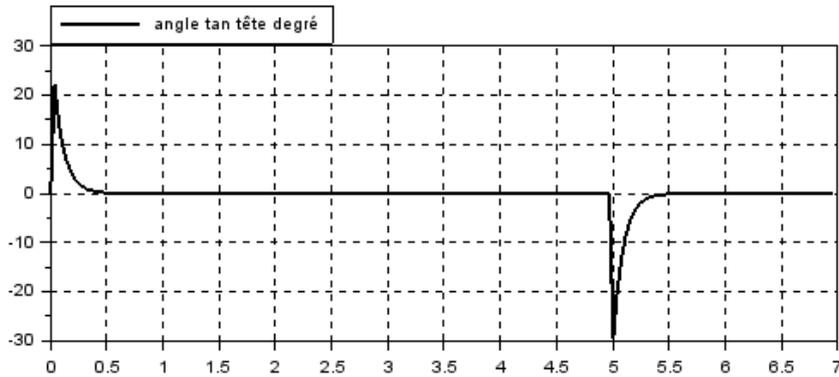


(en secondes)

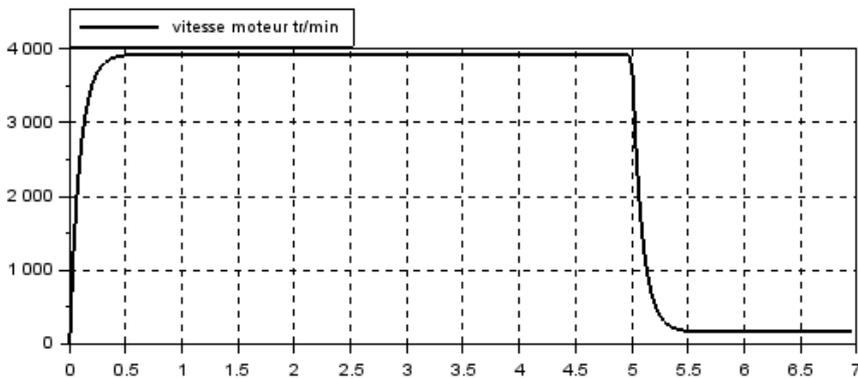
Document Technique DT 7

Résultats de simulation de la modélisation avec correcteur proportionnel $K_p = 1$ et prise en compte des frottements sur le sol.

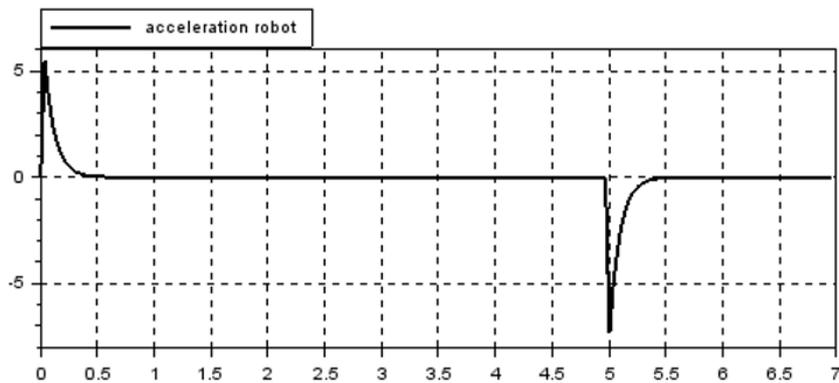
Entrée : échelon de 220 cm.s^{-1} de 0 à 5 secondes.



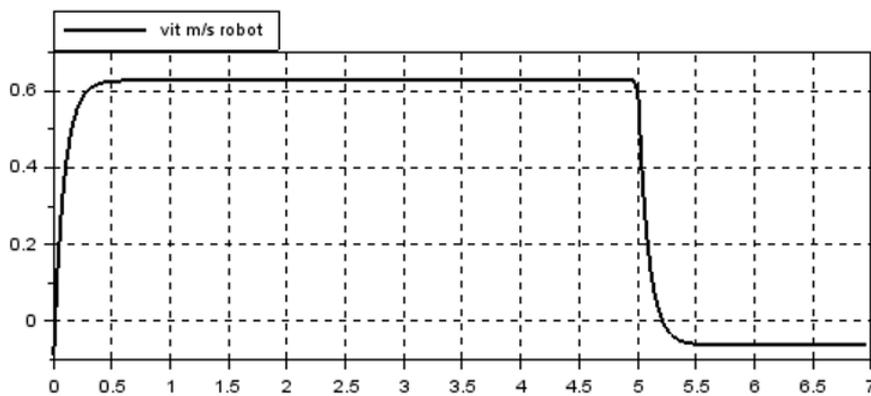
(en secondes)



(en secondes)



(en secondes)

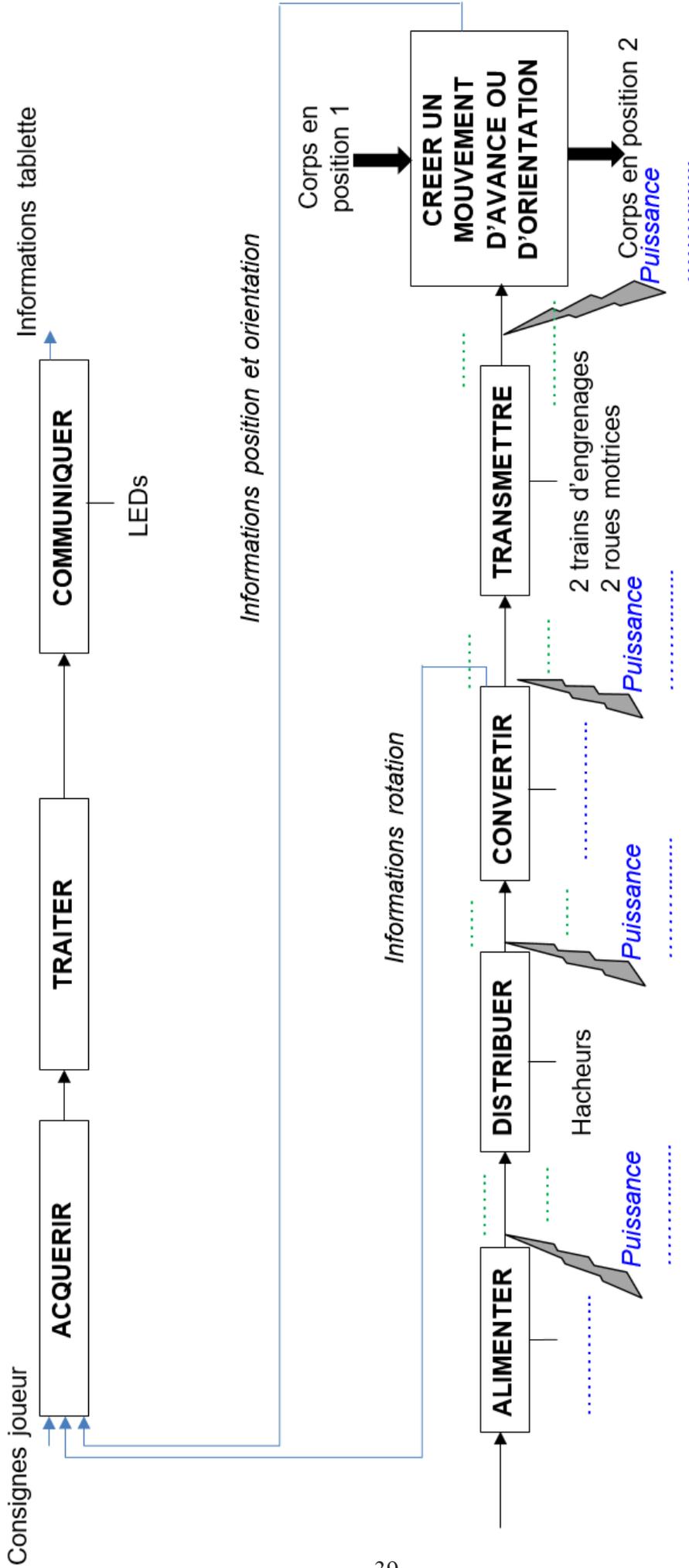


(en secondes)

DOCUMENTS RÉPONSES

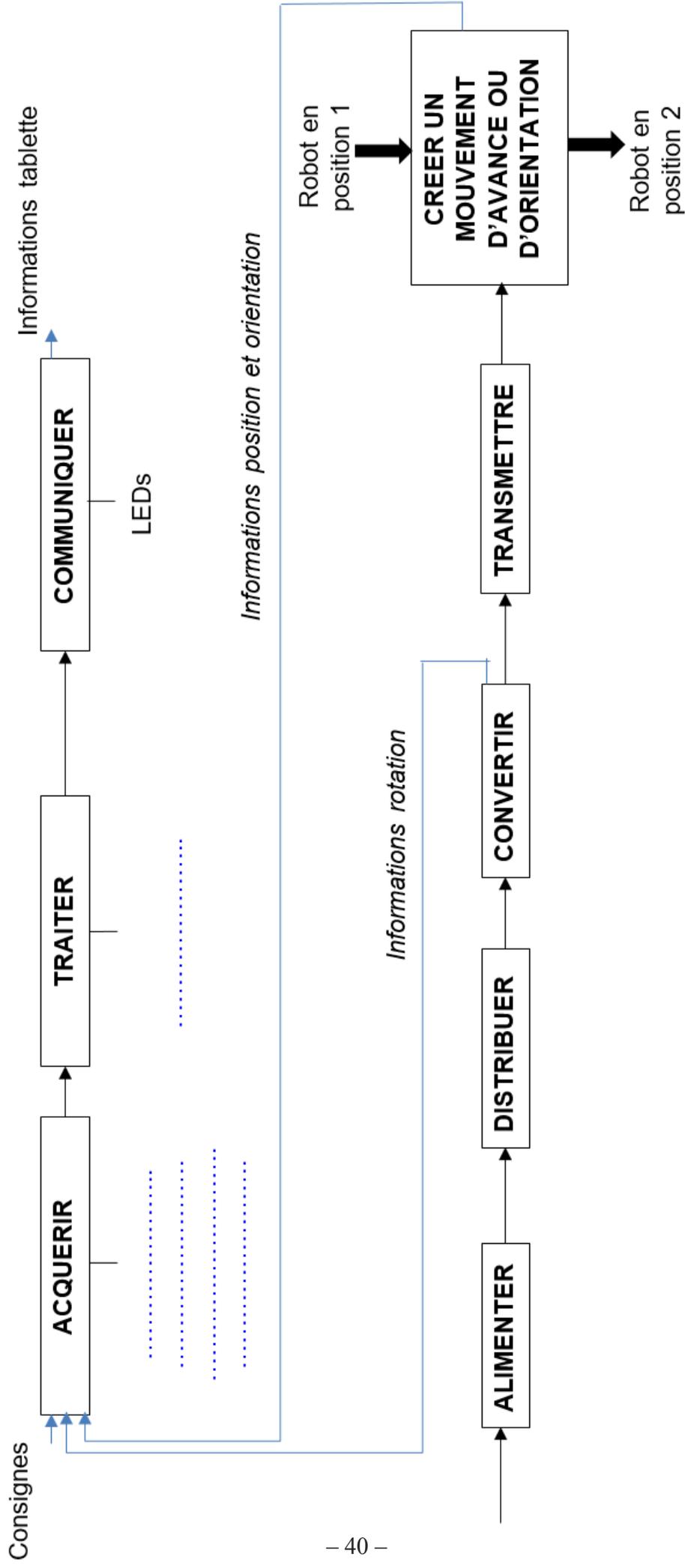
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DOCUMENT REPOSE DR 1



Chaîne d'information et chaîne de puissance du robot SPRK

DOCUMENT REponse DR 2

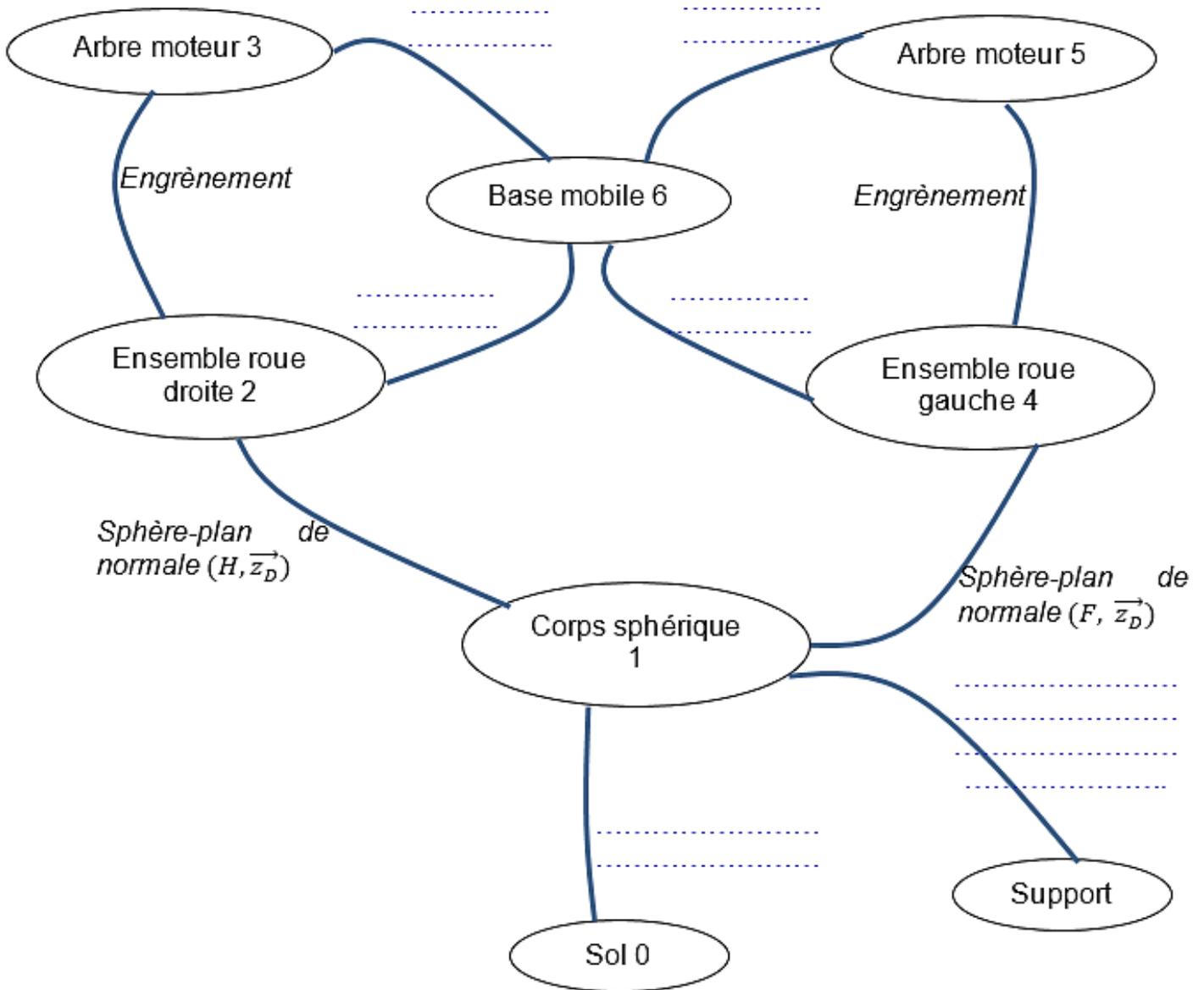


Chaîne d'information et chaîne de puissance du robot de surveillance

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

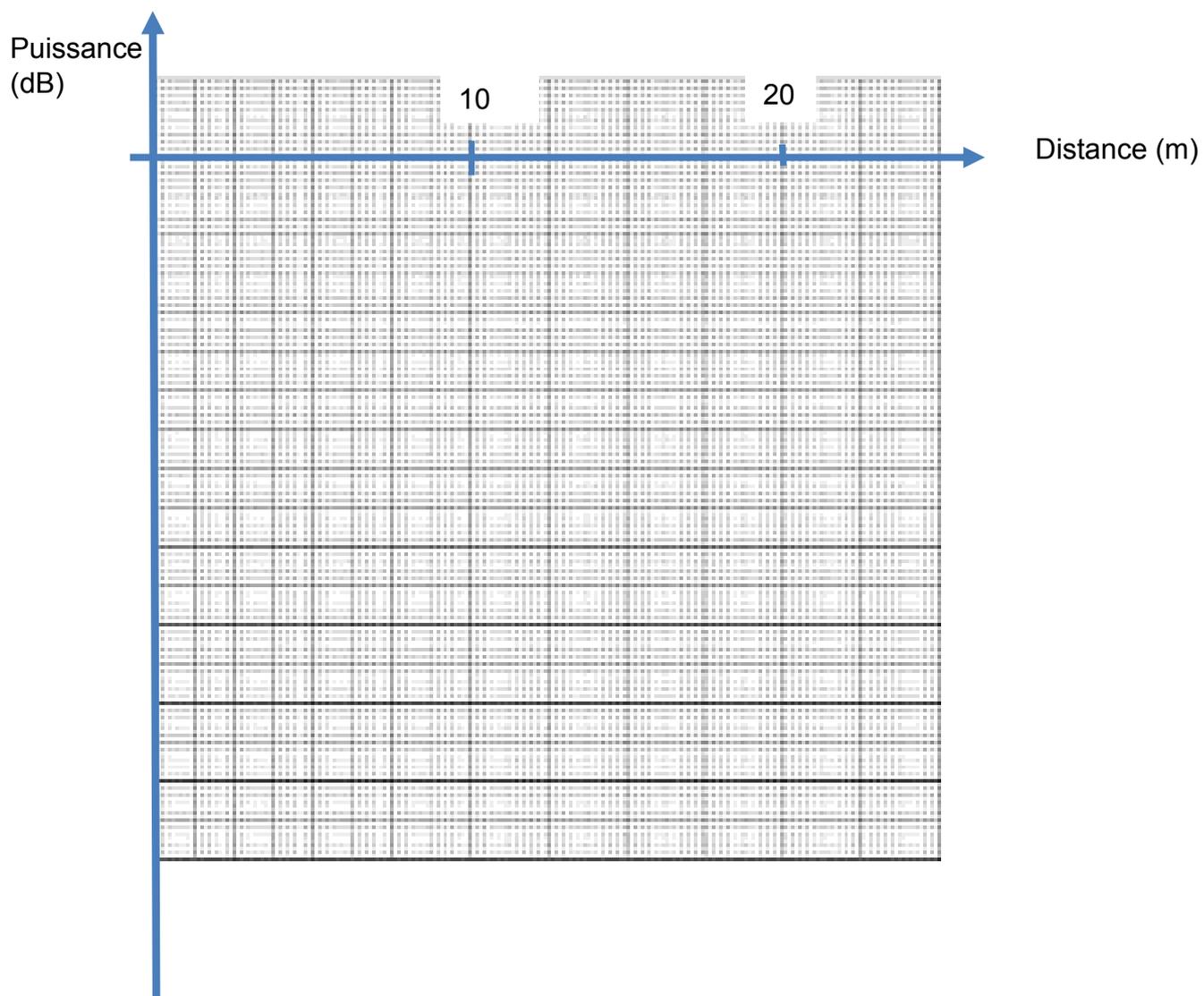
DOCUMENT REPONSE DR 3

Graphe des liaisons du robot de surveillance



DOCUMENT REPONSE DR 4

Tracé de la puissance (dB) reçue en fonction de la distance (mètres).



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DOCUMENT REPONSE DR 5

Algorithme (sur deux pages)

Entrées (voir figures 17 et 18)

L'angle Thêta, en radians, est fourni par le gyroscope du robot, par rapport à son origine.

L'angle ThêtaC, en radians, défini par rapport à l'origine, indique la direction demandée par l'utilisateur.

Initialisation : MD = 0, MG = 0

Traitement :

Lecture des entrées Thêta et ThêtaC

Tant que Thêta est différent de ThêtaC

Si Thêta > ThêtaC

Si valeur absolue (Thêta - ThêtaC) $\leq \pi$

// Le robot tourne dans le sens des aiguilles d'une montre

MG = 1 et MD = -1

Si valeur absolue (Thêta - ThêtaC) $> \pi$

// Le robot tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre

MG = -1 et MD = 1

Si Thêta < ThêtaC

Lignes
à
traduire
en
langage
python

A COMPLETER

Sorties

Moteur droit sens positif : MD = 1,

Moteur droit sens négatif : MD = -1

Moteur droit arrêt : MD = 0

Moteur gauche sens positif : MD = 1,

Moteur gauche sens négatif : MD = -1

Moteur gauche arrêt : MD = 0

Les moteurs sont en fait actionnés par des hacheurs recevant la commande « -1 », « 1 » ou « 0 » pour alimenter convenablement les moteurs.

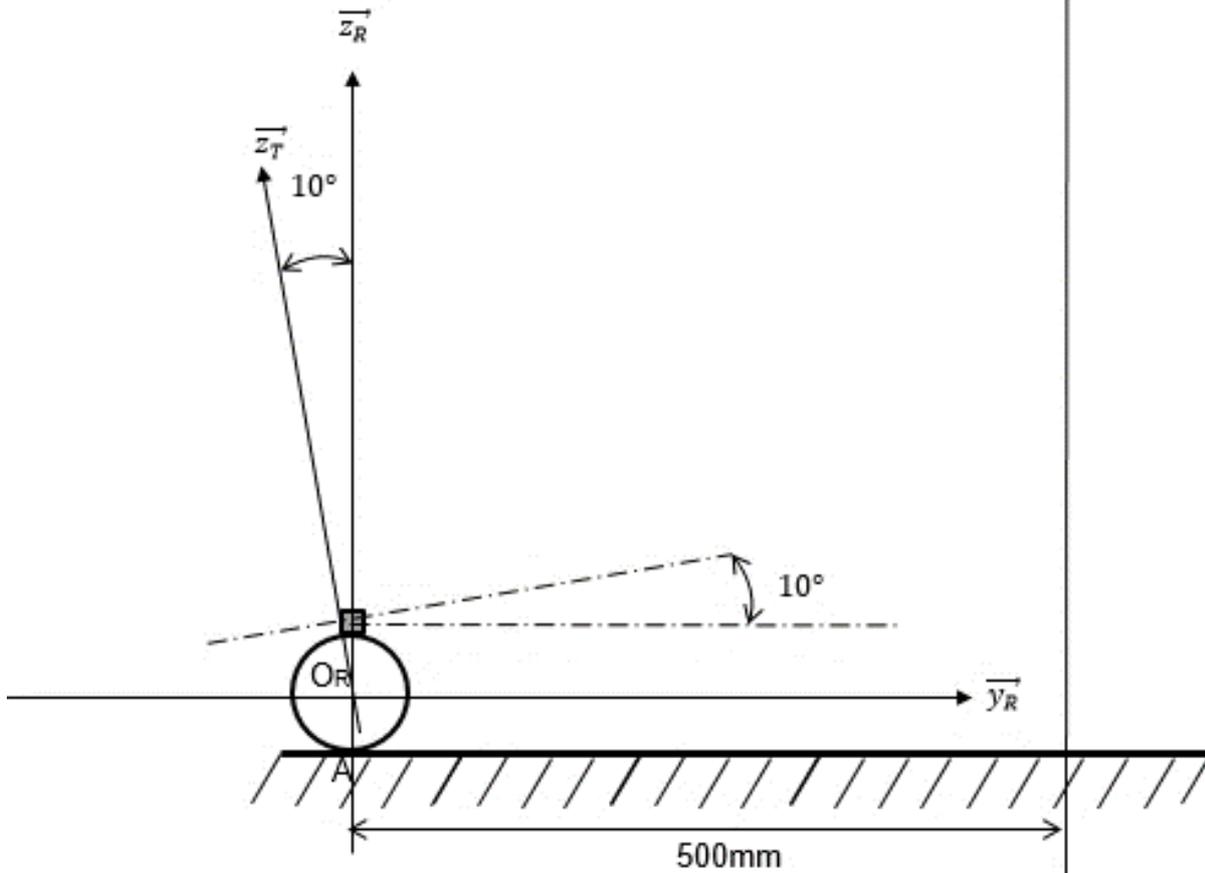
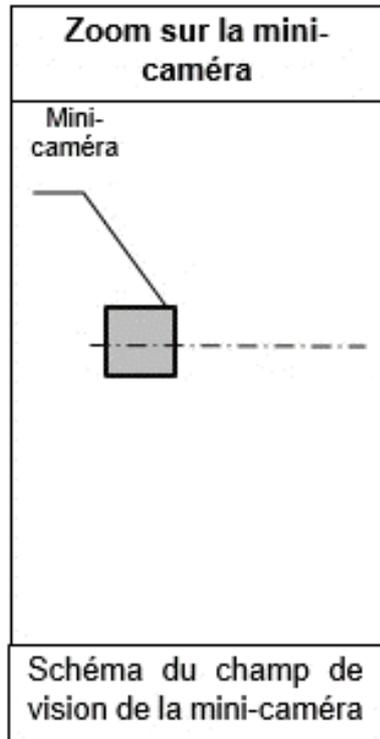
La vitesse n'est pas gérée dans cet algorithme.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DOCUMENT REPONSE DR 6
Calcul des puissances mécanique et électrique du moteur

Couple Moteur (N.m)	N(tr/min)	Imot (mA)	Umot(V)	Puissance utile	Puissance absorbée	Rendement	Configuration
0	5129	60	8				
0,0008	4906	100	7,8				
0,0156	1115	360	7,1				
0,0208	0	410	6,78				

DOCUMENT REPONSE DR 7



**DOCUMENT REPONSE DR 8
INNOVATION ITERATIVE**

Etude	Référence	Conclusion de l'étude
Du point de vue fonctionnel et structurel	Partie 1	Composant à ajouter :
Étude de déplacement en ligne droite	Partie 2	
Etude cinématique	Partie 3.1	Loi de commande en ligne droite : $v =$ Loi de commande de direction : $\Delta\theta_{D/T} =$
Du point de vue communication	Partie 4	Module Bluetooth : 1- Situation de l'émetteur : 2- Solution technologique : Possibilité d'utiliser le même module Bluetooth (avec justification) :
Du point de vue énergétique	Partie 6.1	Evolution de la batterie :
Du point de vue du design du support de caméra	Partie 7	Angle de tangage : Position du centre de gravité : Champ de vision :