

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SÉRIE SCIENTIFIQUE

ÉPREUVE DE SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Session 2019

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient 4,5 pour les candidats ayant choisi un enseignement de spécialité autre que sciences de l'ingénieur.

Coefficient 6 pour les candidats ayant choisi l'enseignement de sciences de l'ingénieur comme enseignement de spécialité.

Aucun document autorisé.

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Dès que le sujet est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 26 pages numérotées de 1 sur 26 à 26 sur 26.

Robot de surveillance



Constitution du sujet

1	Texte.....	Page 3
2	Documents techniques.....	Page 18
3	Document réponse.....	Page 26

Le sujet comporte 29 questions.

Le document réponse DR1 page 26 est à rendre avec la copie.

Présentation

La vidéo surveillance s'est fortement développée ces dernières années, essentiellement dans les lieux publics afin de contribuer à la sécurité et à la protection des biens et des personnes. Dans le domaine de l'élevage, la vidéo surveillance permet d'observer le comportement des animaux à distance et évite ainsi à l'éleveur des déplacements inutiles.

L'entreprise Visionaute a développé un produit robuste destiné à la surveillance des animaux d'élevage mais pouvant également être utilisé pour la surveillance de sites industriels, de hangars ou d'entrepôts. Ce robot de surveillance est équipé d'une caméra et d'un projecteur montés sur une tourelle pouvant éventuellement se déplacer sur un rail.

Le robot doit répondre à des contraintes exigeantes telles que :

- des conditions atmosphériques sévères avec de fortes variations de températures, d'humidité ou de luminosité ;
- des configurations d'implantation variées ;
- des zones à surveiller généralement étendues ;
- des lieux à surveiller souvent éloignés du lieu de contrôle.

Un éleveur souhaite utiliser ce robot afin de surveiller à distance des animaux situés dans un bâtiment dont les plans sont représentés dans le document technique DT1 page 18. La configuration particulière de ce bâtiment, composé de deux zones à surveiller A et B, nécessite l'utilisation d'une seule caméra se déplaçant sur un rail avec une rampe inclinée reliant les deux zones A et B.

Afin de prendre en compte les besoins de ce client, un cahier des charges a été établi. Un extrait est représenté sur la figure 1.

Critères	valeurs
Angle de rotation horizontale α_1 (azimut) (voir DT2)	360°
Angle de rotation verticale α_2 (élévation) (voir DT2)	180°
Déplacement possible sur un rail incliné d'un angle θ (voir DT1)	15°
Durée maximale du déplacement sur une portion de rail de 10 m	20 s
Nombre de positions pré-enregistrées	32
Précision du positionnement sur une position pré-enregistrée : <ul style="list-style-type: none"> • déplacement sur rail • rotation caméra 	5 mm 1°

Figure 1 : extrait du cahier des charges client

Afin de vérifier que le robot répond aux besoins particuliers de ce client, il est nécessaire de vérifier :

- sa capacité à couvrir la totalité des zones à surveiller ;
- les performances de déplacement et d'orientation de sa caméra ;
- sa capacité à se positionner automatiquement sur une zone préenregistrée ;
- sa capacité à acquérir et transmettre une vidéo de qualité ;
- sa capacité à être autonome énergétiquement.

1. Analyse du besoin et du système

Objectif de cette partie : repérer et représenter les solutions technologiques choisies.

Les documents techniques DT2 page 19 et DT3 page 20 présentent les caractéristiques techniques du robot de surveillance. Ses deux fonctions de service essentielles sont :

- couvrir une grande zone de surveillance ;
- transmettre la vidéo et les commandes sur une grande distance.

Q1. À partir des documents techniques DT2 et DT3, **indiquer** les principales solutions techniques choisies par le constructeur pour répondre à ces deux fonctions de service.

Le schéma cinématique du robot de surveillance est représenté sur le document réponse DR1 page 26.

Q2. Compléter le tableau du document réponse DR1 en indiquant, pour chaque liaison repérée de 1 à 4 :

- le nom de la liaison ;
- le mouvement auquel elle participe, à choisir parmi les trois proposés (élévation, azimut et déplacement sur rail) ;
- l'axe ou la direction dans le repère associé.

2. Performances de déplacement de la caméra

Objectif de cette partie : vérifier que les solutions technologiques choisies pour le déplacement de la caméra permettent de répondre aux attentes du client définies dans le cahier des charges.

Loi du mouvement pour le déplacement sur le rail

La figure 2 représente la loi de vitesse pour un déplacement du robot sur la totalité de la portion du rail horizontal de la zone B d'une longueur de 10 m (voir le document technique DT1 page 18). À chaque phase de ce déplacement est associée une durée T_i .

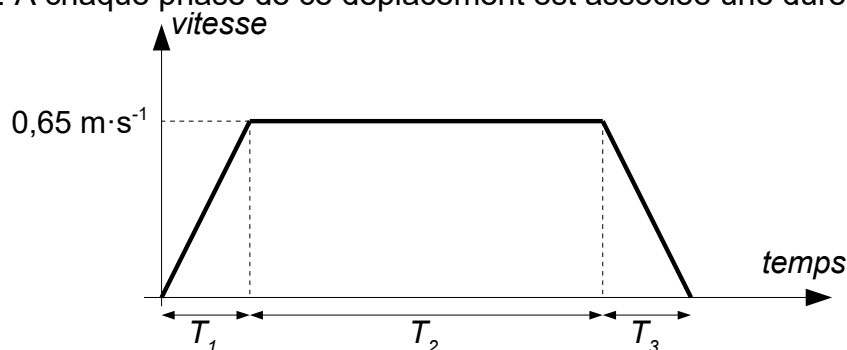


Figure 2 : loi de vitesse pour un déplacement de la caméra sur le rail

Q3. Caractériser la nature du mouvement pour chacune des trois phases de ce déplacement.

Pour des raisons de stabilité de la caméra, le constructeur limite la vitesse de déplacement sur le rail à $0,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et l'accélération à $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Pour cette étude, les valeurs de l'accélération dans les phases 1 et 3 sont, en valeur absolue, égales à $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Q4. Déterminer les durées T_1 et T_3 . En **déduire** les distances parcourues lors des phases d'accélération et de la décélération. **Déterminer** la durée T_2 . En **déduire** la durée totale du déplacement sur la portion de rail de 10 m.

Q5. Justifier que le profil de vitesse permet de répondre au cahier des charges (figure 1 page 3) en termes de durée de déplacement.

Étude du déplacement de la caméra sur le rail

Le modèle 3D du sous-système d'entraînement de la caméra en translation est représenté sur le document technique DT4 page 21. Le déplacement du chariot est assuré par un motoréducteur entraînant un galet en contact avec le rail. Le chariot tracte également les câbles d'alimentation et de commande. Le client souhaite utiliser le même robot de surveillance pour les zones A et B (voir le plan sur le document technique DT1). Pour changer de zone, le robot doit se déplacer sur une rampe dont l'inclinaison est de 15° par rapport à l'horizontale. Il est nécessaire de vérifier que les réglages qui permettent d'obtenir l'adhérence du galet sur le rail sont adaptés à cette application particulière.

Hypothèses : pour les questions suivantes le système sera supposé plan. Sauf indication contraire, les liaisons sont supposées sans frottement. L'accélération de la pesanteur est égale à $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Le dessin de la figure 3 présente le modèle adopté pour l'étude. La liaison entre le rail, incliné de 15° et le chariot est modélisée par une liaison glissière parfaite.

Le galet motorisé provoque, grâce à l'adhérence, le déplacement de l'ensemble en translation rectiligne.

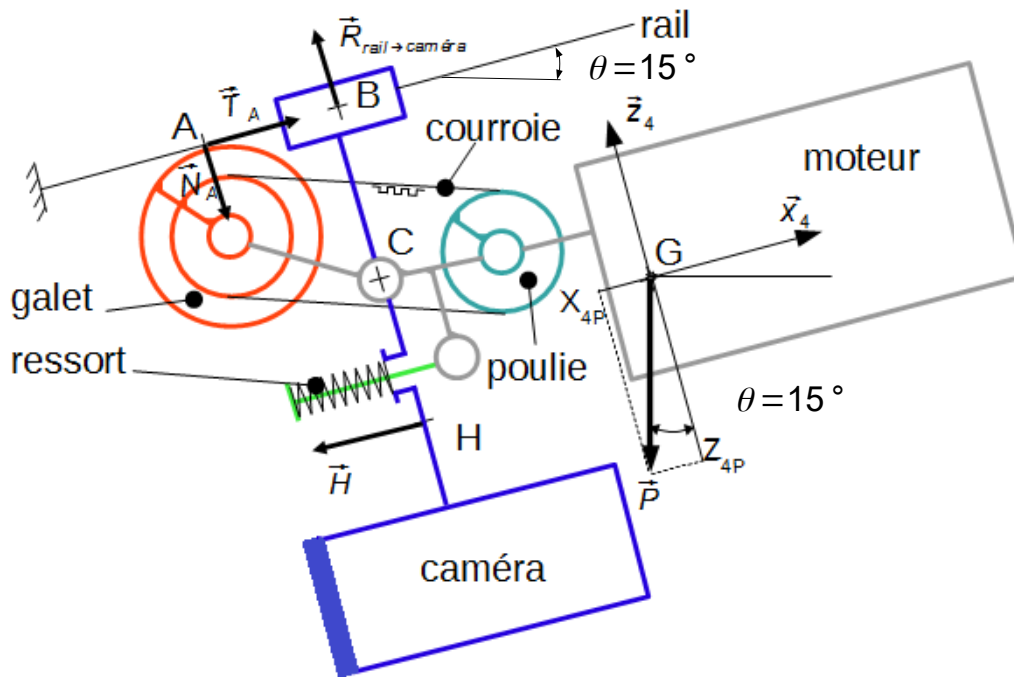


Figure 3 : modélisation du chariot et des résultantes des actions mécaniques

L'étude est faite dans la situation la plus défavorable : démarrage dans une montée de 15° .

L'ensemble S, de masse = 17 kg, constitué de tout l'ensemble mobile (caméra+chariot) est soumis à 4 actions mécaniques :

- son poids $\vec{P} = X_{4P} \cdot \vec{x}_4 + Z_{4P} \cdot \vec{z}_4$;
- $\vec{R}_{rail \rightarrow caméra} = Z_{rail \rightarrow caméra} \cdot \vec{z}_4$ la résultante transmissible par la liaison glissière ;
- $\vec{R}_{rail \rightarrow galet} = \vec{N}_A + \vec{T}_A$ avec \vec{N}_A l'effort normal et \vec{T}_A l'effort tangentiel ;
- $\vec{H} = X_{4H} \cdot \vec{x}_4$ l'effort des câbles d'alimentation et de commande sur le chariot.

Les composantes de ces actions mécaniques dans le repère $(G, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$ sont données ci dessous.

L'accélération est telle que : $\vec{a}_G = a_G \cdot \vec{x}_4$ avec $\|\vec{a}_G\| = 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Un logiciel de simulation mécanique a permis d'évaluer l'effort résistant dû au câble sur le chariot en montée (voir document technique DT5 page 22) Cette simulation prend en compte la masse du câble ainsi que le frottement de celui-ci sur le rail.

Q6. Relever, sur le graphique du document technique DT5, la valeur maximale de $\|\vec{H}\|$ correspondant à la situation étudiée.

Q7. Appliquer le théorème de la résultante dynamique à l'ensemble isolé S en projection sur l'axe \vec{x}_4 . En **déduire** la valeur de la composante suivant l'axe \vec{x}_4 de la résultante la $\vec{R}_{rail \rightarrow galet}$ pendant la phase d'accélération positive.

En limite d'adhérence, l'effort tangentiel et l'effort normal à appliquer au galet pour obtenir une adhérence sont liés par la relation :

$$\|\vec{T}_A\| = \|\vec{N}_A\| \times f \text{ avec } f = 0,6 \text{ selon les essais menés.}$$

Q8. Calculer la valeur de l'effort normal $\|\vec{N}_A\|$ à appliquer au galet.

L'effort normal \vec{N}_A du rail sur le galet est obtenu par le montage du moteur en balancier comme indiqué sur la figure 4.

Le sous-ensemble de traction ST est constitué du motoréducteur, du balancier, du galet et de la transmission par courroie crantée.

À l'arrêt, le poids du sous-ensemble ST ainsi que deux ressorts de compression (voir document technique DT4 page 21) provoquent un moment autour de l'axe de rotation (C, \vec{y}) .

Pour la suite de l'étude, l'effort normal vaut $\|\vec{N}_A\| = 120 \text{ N}$. En-deçà de cette valeur, il y a risque de glissement. Au-delà, les contraintes sur le galet entraîneraient une usure prématurée de celui-ci.

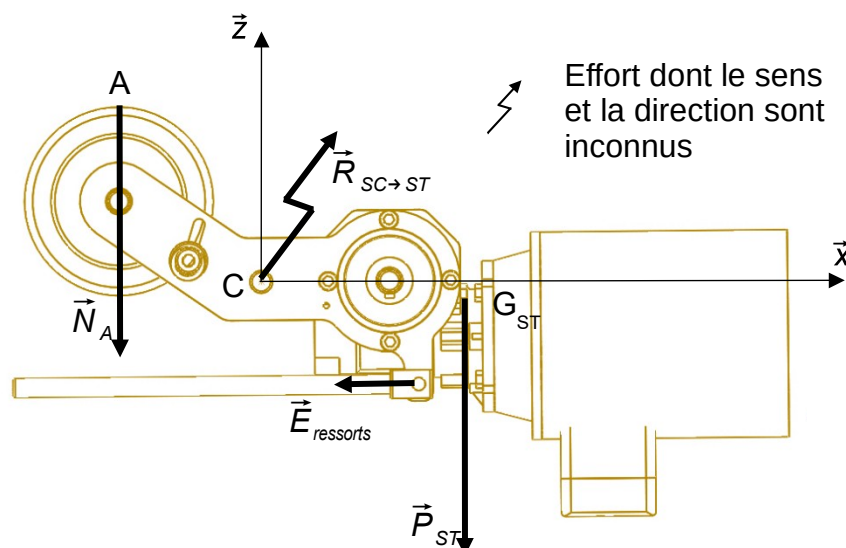


Figure 4 : sous-ensemble de traction ST

Le sous-ensemble de traction ST est soumis à 4 actions mécaniques :

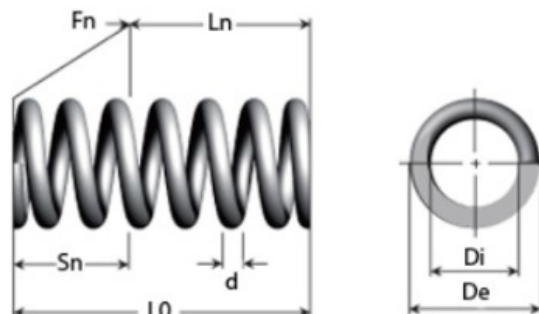
- \vec{P}_{ST} , poids de ST, $m = 3,5$ kg ;
- \vec{N}_A , effort normal en A ;
- $\vec{E}_{ressorts}$, effort des deux ressorts sur ST ;
- $\vec{R}_{SC \rightarrow ST}$, résultante de la liaison pivot présente entre le support de la caméra et le balancier du sous ensemble de traction.

Dans le repère $(G, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, la position des points caractéristiques avec les dimensions en mm et les efforts appliqués sur ST, exprimés en newtons, sont définis ci dessous :

- $\vec{CA} = -75\vec{x} + 88,5\vec{z}$;
- $\vec{CE} = 83\vec{x} - 55\vec{z}$;
- $\vec{CG}_{ST} = 102\vec{x} - 22\vec{z}$;
- $\vec{E}_{ressorts} = X_E \vec{x}$;
- $\vec{P}_{ST} = Z_{P_{ST}} \vec{z}$;
- $\vec{N}_A = -120\vec{z}$;
- $\vec{R}_{SC \rightarrow ST} = X_{SC \rightarrow ST} \vec{x} + Z_{SC \rightarrow ST} \vec{z}$.

La masse du motoréducteur est de 3 kg.

La figure 5 présente les caractéristiques techniques des deux ressorts de compression utilisés.



d	De	Di	L0	Ln	Sn	Fn	R	Référence
Fil mm	Diamètre ext. mm	Diamètre int. mm	Longueur libre mm	Longueur sous charge max. mm	Course max. mm	Force Max. N	Raideur N/mm	
1,60	15,24	12,04	88,90	45,90	43,00	80,07	1,86	C06000633500M

Figure 5 : caractéristiques des ressorts de compression

Q9. Appliquer le théorème du moment statique à l'ensemble ST considéré comme fixe par rapport à un repère galiléen et **déterminer** la valeur de $\|\vec{E}_{ressorts}\|$. En **déduire** la course de serrage (Sn) correspondante pour les ressorts utilisés.

Q10. Conclure quant à la capacité du système à répondre au cahier des charges.

3. Performances de positionnement de la caméra

Objectif de cette partie : vérifier que les solutions technologiques choisies pour le positionnement de la caméra répondent au cahier des charges.

Le choix de la solution technologique pour l'orientation de la caméra s'est porté sur l'utilisation de deux moteurs pas à pas. La structure mécanique de la tourelle et les principales caractéristiques sont données sur la figure 8 page 10. La chaîne fonctionnelle est illustrée sur la figure 6.

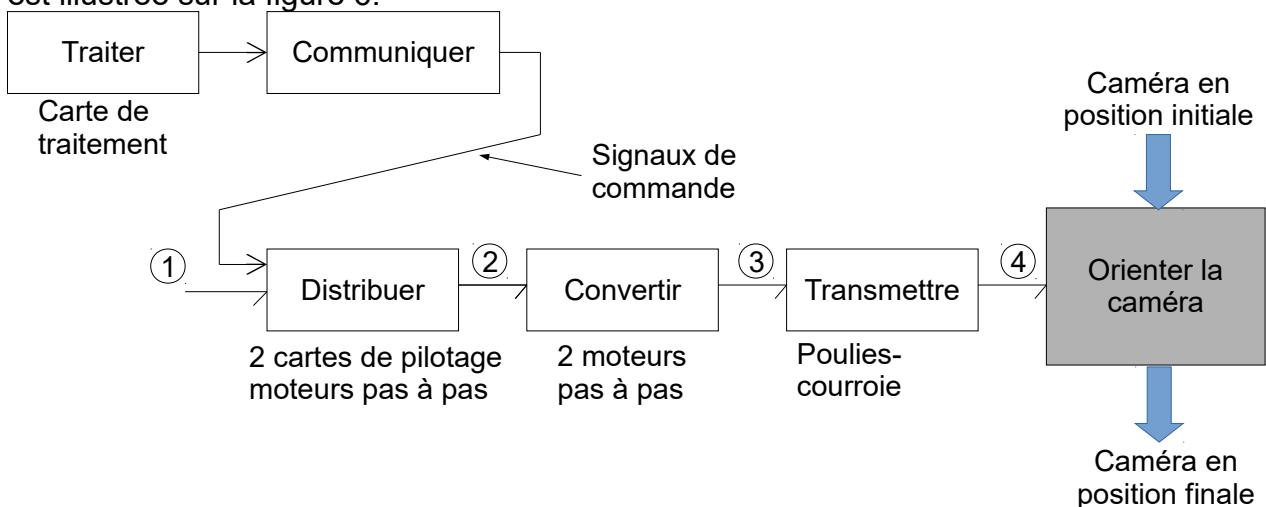


Figure 6 : chaîne fonctionnelle de la fonction orienter la caméra

Q11. Indiquer, sous forme de tableau, pour chaque repère (de 1 à 4) de la chaîne fonctionnelle de la figure 6, la forme d'énergie transmise ainsi que les variables d'effort et de flux associées.

Les cartes de pilotage permettent de traduire les ordres de commande en une position angulaire de l'arbre du moteur. À chaque impulsion du signal de commande, l'arbre du moteur effectue une rotation d'un pas comme indiqué sur la figure 7 page 10.

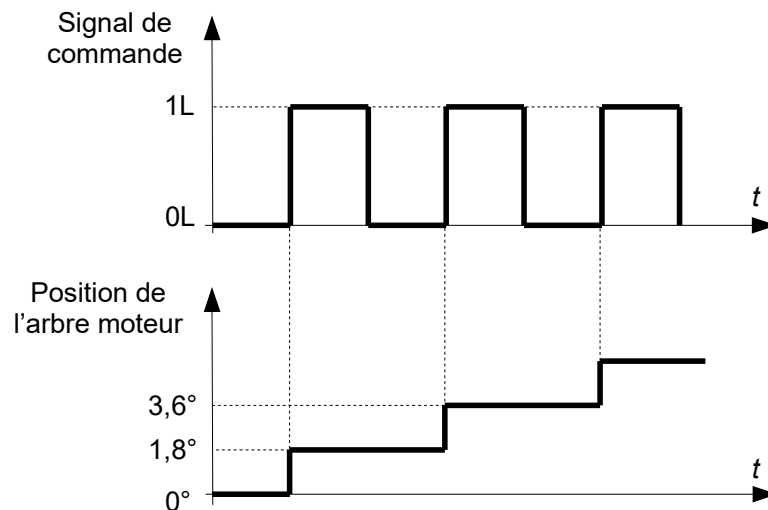


Figure 7 : position de l'arbre moteur en fonction du signal de pilotage

Pour chaque mouvement de rotation (azimut et élévation), une transmission poulies-courroie permet de réduire la vitesse de rotation de la caméra.

Q12. À partir des indications fournies dans la figure 8, **déterminer** le rapport de réduction de la transmission poulies-courroie. En **déduire** l'angle de rotation d'azimut et d'élévation de la caméra pour une rotation d'un pas de l'arbre moteur.

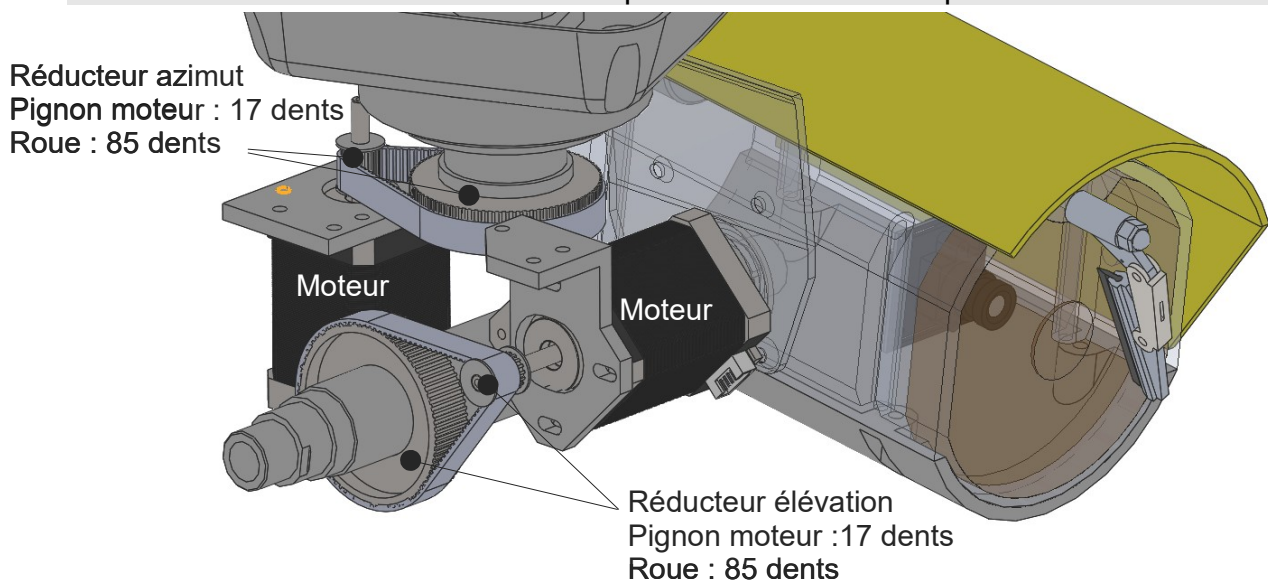


Figure 8 : moteurs et réducteurs d'azimut et d'élévation

Q13. **Indiquer** pourquoi l'utilisation de moteurs pas à pas permet de connaître la position angulaire de la caméra sans utiliser de capteur.

Pour obtenir une vidéo de qualité, des essais ont permis de définir que l'angle de rotation élémentaire de la caméra (azimut ou élévation), correspondant à une rotation d'un pas d'arbre moteur, devait engendrer une déviation maximale d de 200 mm de la surface visionnée à 20 m (voir figure 9 page 11).

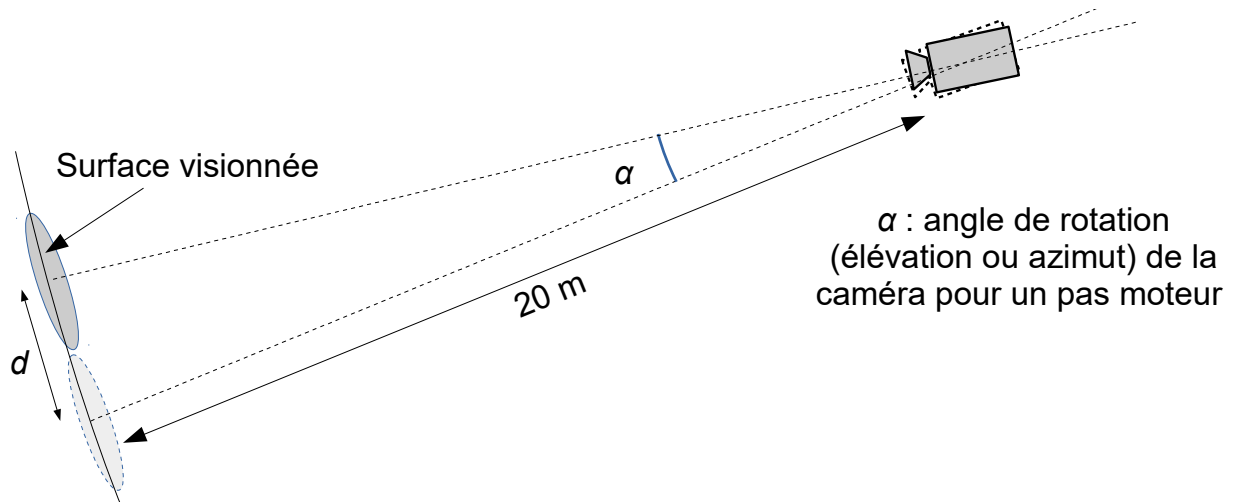


Figure 9 : rotation de la caméra pour un pas d'arbre moteur

Q14. Déterminer la valeur de la distance d pour une rotation d'un pas d'arbre moteur (azimut ou élévation). **Comparer** cette valeur avec la valeur de la déviation maximale attendue.

Ajustement automatique de la vitesse de rotation de la caméra

Le constructeur a ajouté la fonction « Automouv » qui permet d'ajuster automatiquement les vitesses de rotation de la caméra en fonction de la position du zoom (voir les spécifications techniques du document technique DT2 page 19).

Le document technique DT6 page 23 présente le parcours de l'information à partir de l'organe de commande (exemple : smartphone) jusqu'aux pilotes des moteurs pas à pas. Lorsque l'opérateur effectue un réglage du zoom, la variable Reg_zoom est transmise jusqu'à la carte de traitement via les différents moyens de communication. À partir de la valeur de cette variable, la carte de traitement détermine les signaux de pilotage des deux moteurs pas à pas.

Le modèle multiphysique représenté sur la figure 10 est réalisé afin de mettre au point le programme qui permet d'adapter les vitesses de rotation de la caméra à la position du zoom.

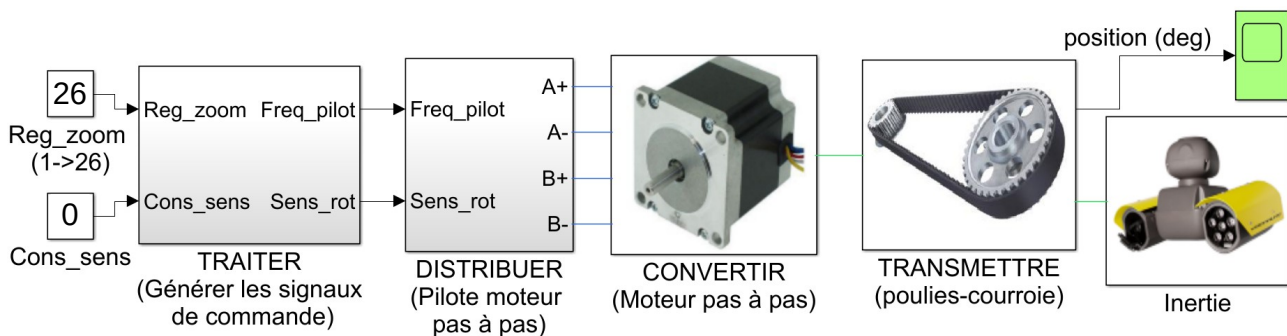


Figure 10 : modèle multiphysique relatif à la rotation de la caméra

Le tableau de la figure 11 reprend les valeurs limites des différentes variables.

Reg_zoom	Vitesse de rotation de la caméra	Fréquence de rotation de l'arbre moteur (pas/s)
1 (zoom x 1)	360° en 10 s soit 36°/s	f_1
26 (zoom x 26)	360° en 6 min 40 s soit 0,9°/s	f_2

Figure 11 : valeurs limites des variables

Q15. Calculer, en pas/s, les valeurs f_1 et f_2 de la fréquence de rotation du moteur.

Le programme implanté dans le module «TRAITER» (figure 10 page 11) nécessite de connaître la relation entre la valeur de la fréquence du signal de pilotage ($Freq_pilote$) et la valeur de réglage du zoom (Reg_zoom). Cette relation correspond à l'équation de la droite représentée sur la figure 12.

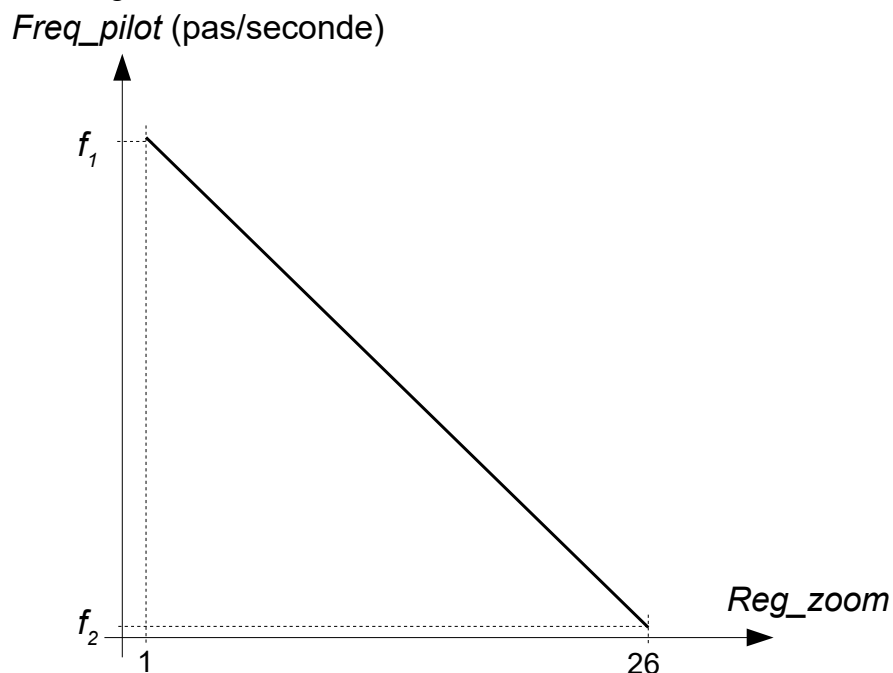


Figure 12 : caractéristique de pilotage d'un moteur pas à pas

Q16. Déterminer l'équation de la caractéristique de pilotage à renseigner dans le programme à implanter dans le module « TRAITER » (figure 10).

Les résultats des simulations réalisées pour les deux valeurs de zoom limites (x1 et x26) sont représentés sur la figure 13.

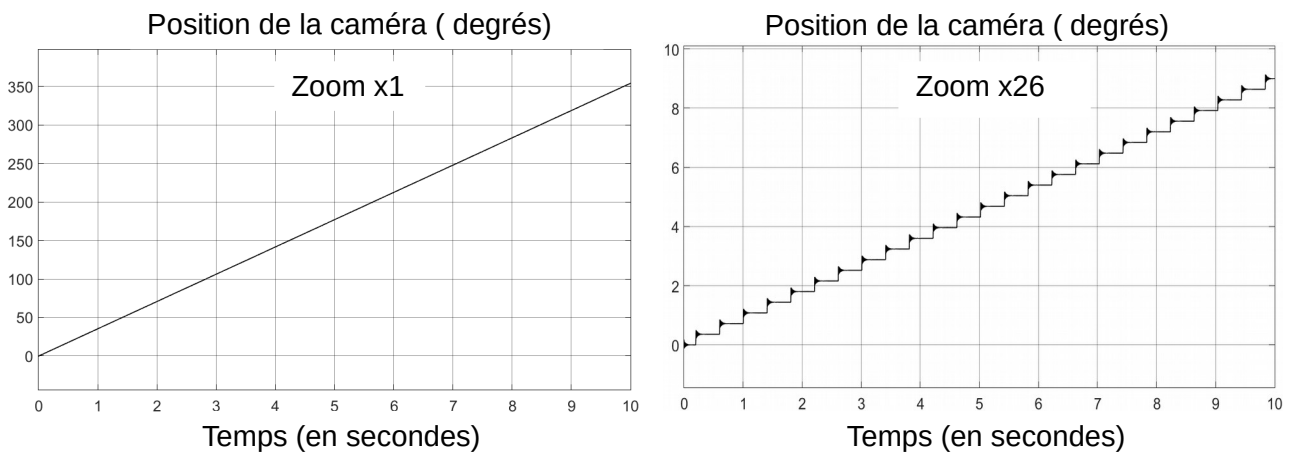


Figure 13 : simulation avec zoom x1 et zoom x26

Q17. À partir des relevés de la figure 13, **déterminer** les vitesses moyennes de rotation de la caméra puis les **comparer** avec les valeurs attendues indiquées par le constructeur.

Mémorisation des positions

Afin de limiter les commandes de mouvements, le client souhaite pouvoir mémoriser des positions prédéterminées de la caméra. Le robot de surveillance doit se rendre automatiquement à la position sélectionnée.

Une position de la caméra est déterminée par :

- la position du chariot sur le rail ;
- la position de la caméra en élévation et en azimut.

L'acquisition de la position du chariot sur le rail est réalisée par l'intermédiaire d'un codeur incrémental monté sur l'axe du motoréducteur dont la vitesse de rotation est identique à celle du galet d'entraînement sur le rail (voir document technique DT4 page 21). La résolution du codeur incrémental est de 100 impulsions/tour. Le rail a une longueur totale de 25 m.

Q18. Déterminer, en millimètres, la valeur de la précision de positionnement sur le rail. **Comparer** cette valeur à celle indiquée dans le cahier des charges de la figure 1 page 3.

Q19. Déterminer la valeur maximale du compteur d'impulsions après un déplacement de 25 m. En **déduire** la taille minimale de la variable *Nbrs_Imp* en nombre de bits et **justifier** l'utilisation de 2 octets pour mémoriser cette variable.

Les positions de la tourelle (azimut et élévation) ne sont pas définies à partir de capteurs mais à partir du comptage des impulsions du signal de commande des moteurs pas à pas (voir figure 7 page 10). Les amplitudes maximales des angles de rotation sont :

- 180° pour l'élévation ;
- 360° pour l'azimut.

À chaque impulsion transmise à la carte de pilotage, la caméra tourne d'un angle de 0,36°.

Q20. Déterminer le nombre d'impulsions nécessaires pour couvrir les amplitudes maximales des angles de rotation en élévation et en azimut. **En déduire** le nombre d'octets nécessaires pour mémoriser chaque position.

Le constructeur a réservé un espace mémoire sur la carte de traitement pour mémoriser des variables de l'adresse \$2000 à l'adresse \$217F (valeurs en hexadécimal). Chaque adresse mémoire permet de mémoriser un octet.

Q21. Calculer le nombre d'octets disponibles et **vérifier** si la mémoire réservée sur la carte de traitement est suffisante pour mémoriser 32 positions pré-enregistrées de la caméra.

Q22. Conclure quant aux performances du robot de surveillance à se positionner convenablement et à effectuer une observation correcte.

4. Évolutions du produit

Objectif de cette partie : analyser la possibilité de rendre autonome en énergie le robot.

Actuellement, l'alimentation en énergie ainsi que la transmission des données sont réalisées grâce à des câbles tirés par le chariot comme indiqué sur le document technique DT5 page 22.

Afin d'améliorer les performances du robot dans des applications particulières (rampes, rail coudé) le constructeur envisage de supprimer ces câbles. Pour cela il faut :

- alimenter le chariot en énergie par une batterie embarquée ;
- remplacer le moteur asynchrone de traction par un moteur alimenté en courant continu.

Alimentation autonome

Afin de vérifier les performances de la batterie, il a été défini un scénario de surveillance type d'une durée de 30 s dans les conditions les plus défavorables (obscurité, température négative). Le chronogramme de la figure 14 indique la consommation compte tenu des éléments alimentés. Les valeurs des courants sont des valeurs moyennes définies à partir de mesures réalisées sur le système réel.

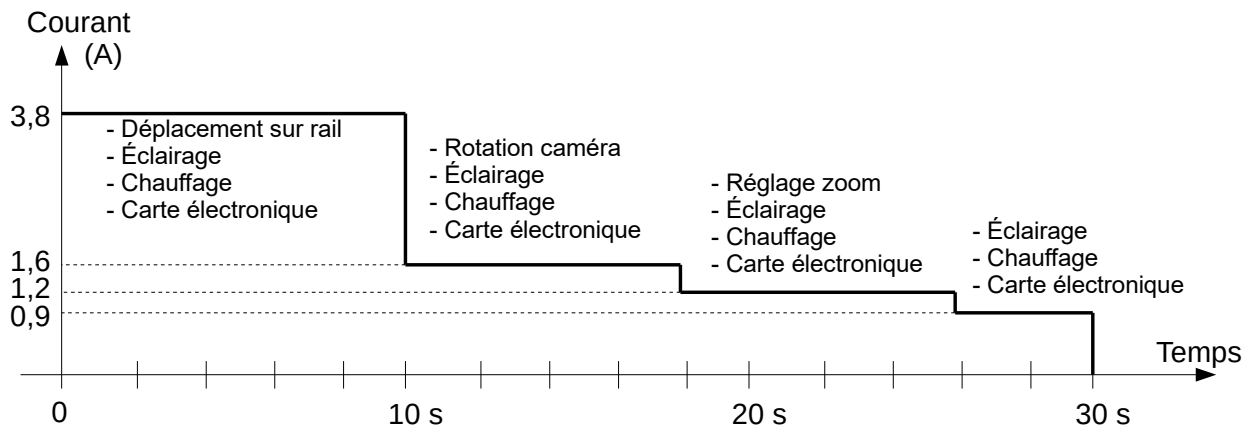


Figure 14 : consommation pour un cycle du scénario type

Q23. Déterminer, pour un cycle du scénario type, la consommation en A.h.

On souhaite une autonomie de 7 jours à raison de 10 cycles par jour.

Afin d'optimiser la durée de vie de la batterie, on souhaite qu'elle ne se décharge pas en dessous de 20 % de sa capacité nominale.

Q24. Déterminer, en A.h, la capacité minimale que devra posséder la batterie.

Un modèle de la batterie alimentant le robot est réalisé afin de vérifier ses performances (figure 15). Pour des raisons économiques, il est envisagé d'utiliser une batterie de technologie Lithium-ion identique à celles utilisées sur certains outils portatifs (visseuses, perceuses...). Les caractéristiques de la batterie choisie sont les suivantes :

- tension nominale de 24 V ;
- capacité nominale de 2 A.h.

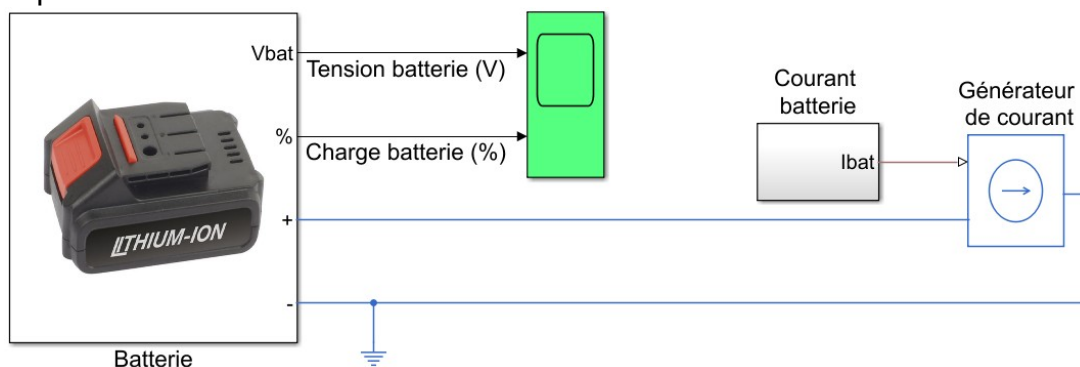


Figure 15 : modèle de l'alimentation par batterie

Le générateur de courant utilisé dans le modèle multiphysique impose le courant de décharge de la batterie pendant le cycle représenté sur la figure 14. Les cycles sont répétés en boucle à raison de 10 cycles par jour.

La figure 16 représente les résultats de la simulation avec la batterie envisagée.

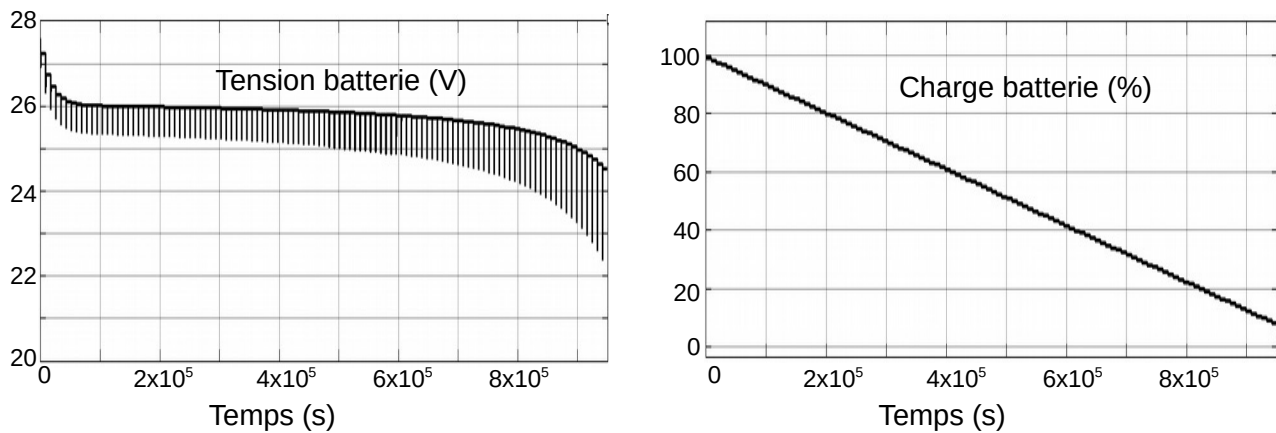


Figure 16 : résultats de la simulation

Q25. À raison de 10 cycles par jour, **déterminer**, à partir des résultats de la simulation, l'autonomie du robot. **Comparer** cette valeur avec les attendus du client.

Performance de la nouvelle motorisation

Les caractéristiques techniques du nouveau motoréducteur à courant continu sont indiquées dans le document technique DT7 page 24. Un modèle multiphysique du sous-système d'entraînement sur rail est réalisé afin d'étudier les performances du motoréducteur choisi. Ce modèle, ainsi que les résultats des simulations, sont présentés dans le document technique DT8 page 25.

Q26. Relever la valeur du courant nominal du motoréducteur à partir des caractéristiques techniques présentées dans le document technique DT7. **Justifier** le choix de ce motoréducteur compte tenu des résultats de la simulation du document technique DT8.

Des essais ont été réalisés sur le nouveau robot afin de relever la vitesse du chariot lors de son déplacement sur le rail ainsi que le courant consommé par le moteur. La vitesse est définie à partir des relevés issus du codeur incrémental monté sur l'axe de sortie du réducteur comme indiqué sur le document technique DT4 page 21. Pour chaque période du signal issu du codeur incrémental, le galet d'entraînement effectue un centième de tour.

Le courant a été relevé au moyen d'une sonde de courant de sensibilité 1 volt/ampère.

Deux essais sont réalisés :

- lors d'un déplacement sur le rail horizontal (figure 17) ;
- lors d'un déplacement sur la rampe inclinée à 15° (figure 18).

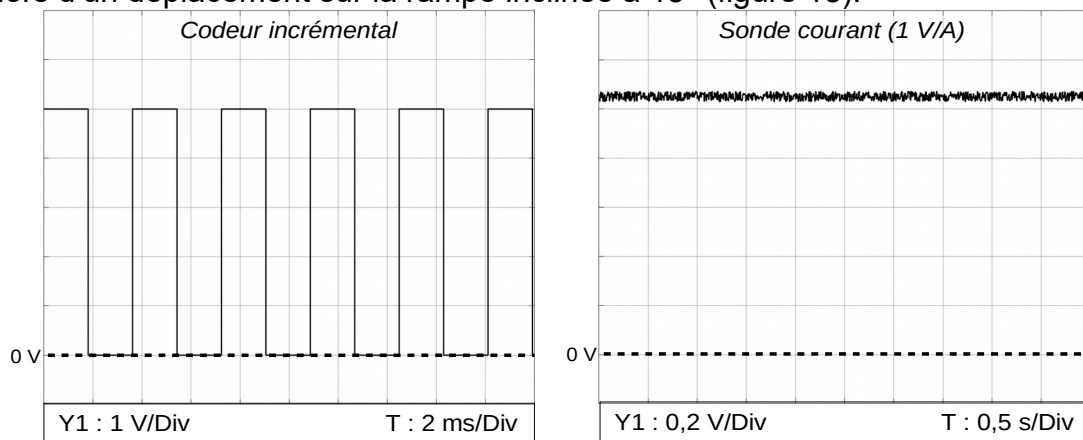


Figure 17 : mesures réalisées pour un déplacement sur le rail horizontal (relevés d'oscilloscope)

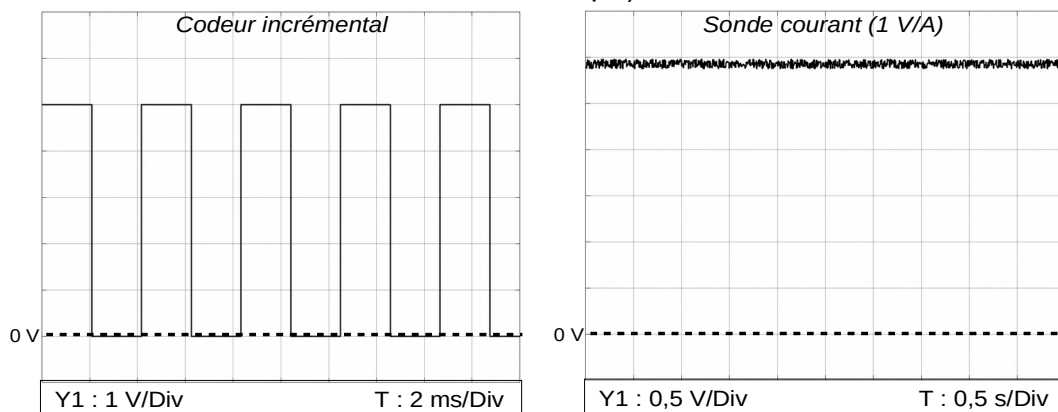


Figure 18 : mesures réalisées pour un déplacement sur la rampe inclinée à 15°

Q27. À partir des relevés de mesures représentés sur les figures 17 et 18, **déterminer**, pour chaque essai, la valeur de la vitesse de déplacement du chariot en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ainsi que la valeur de l'intensité du courant. **Comparer** ces valeurs avec celles issues de la simulation présentée sur le document technique DT8 page 25 et **justifier** les écarts.

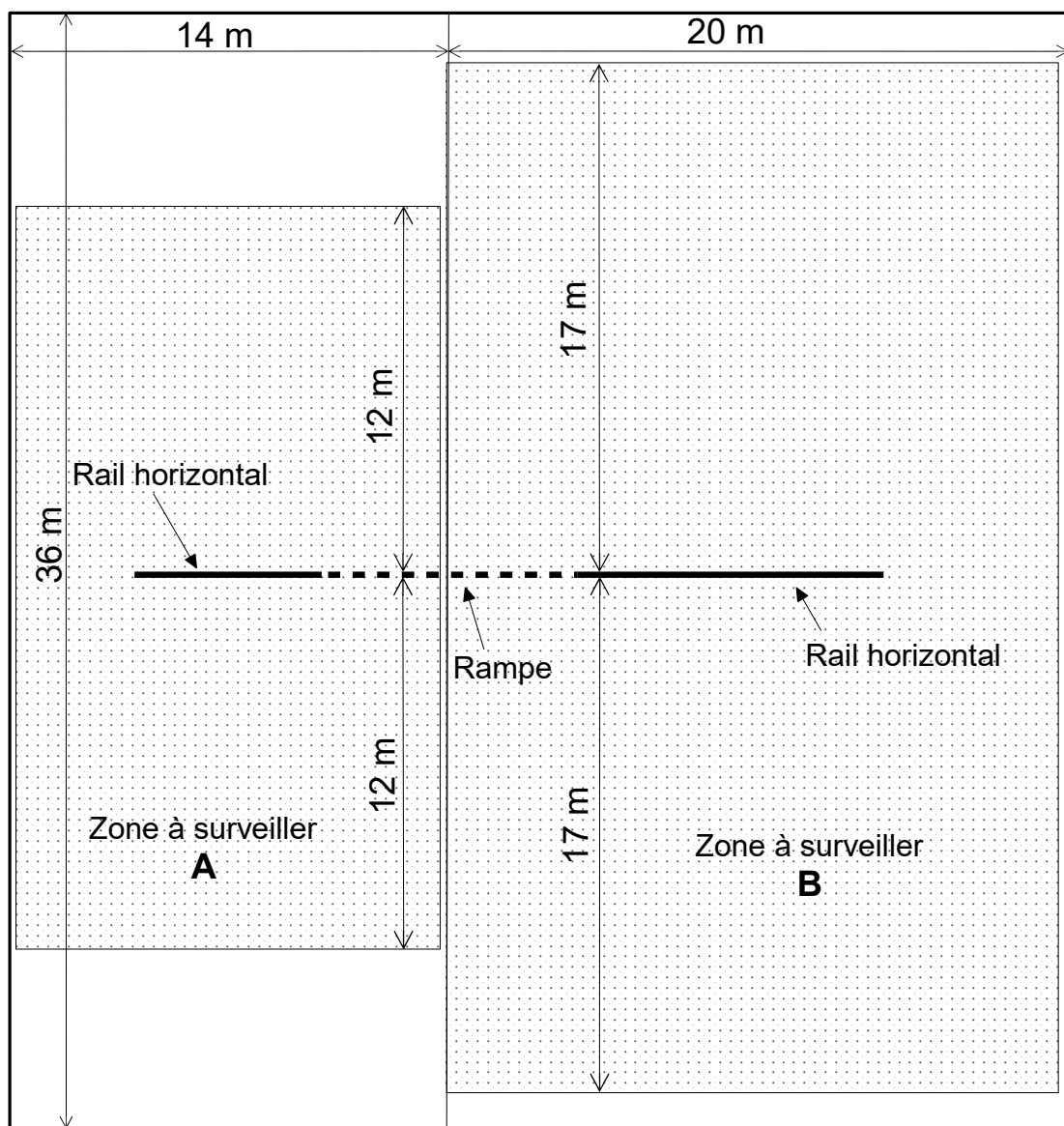
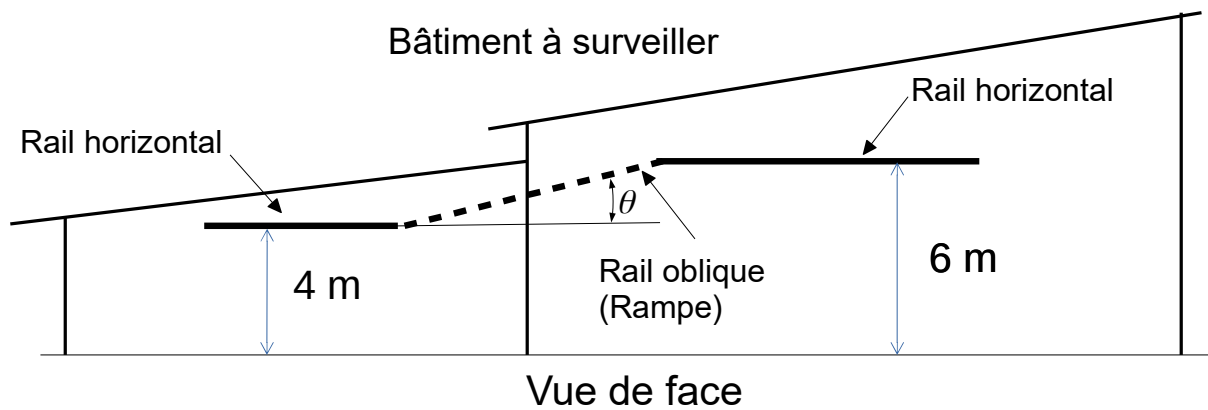
Q28. **Conclure** quant à la pertinence de cette proposition d'amélioration du système.

5. Synthèse

Objectif de cette partie : **justifier** le choix du robot de surveillance pour cette application.

Q29. **Synthétiser** les performances étudiées du robot et **vérifier** son aptitude à répondre aux spécifications du cahier des charges.

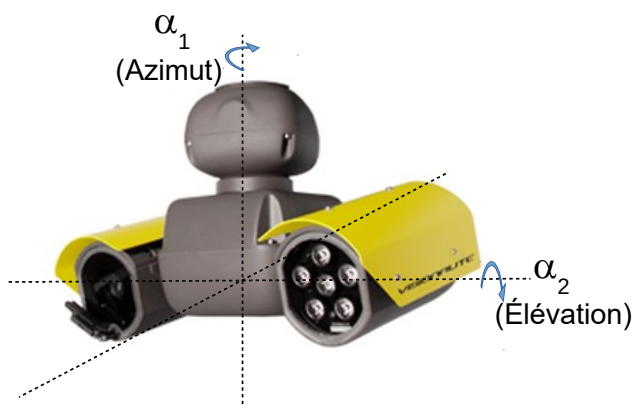
Document technique DT1. Bâtiment à surveiller



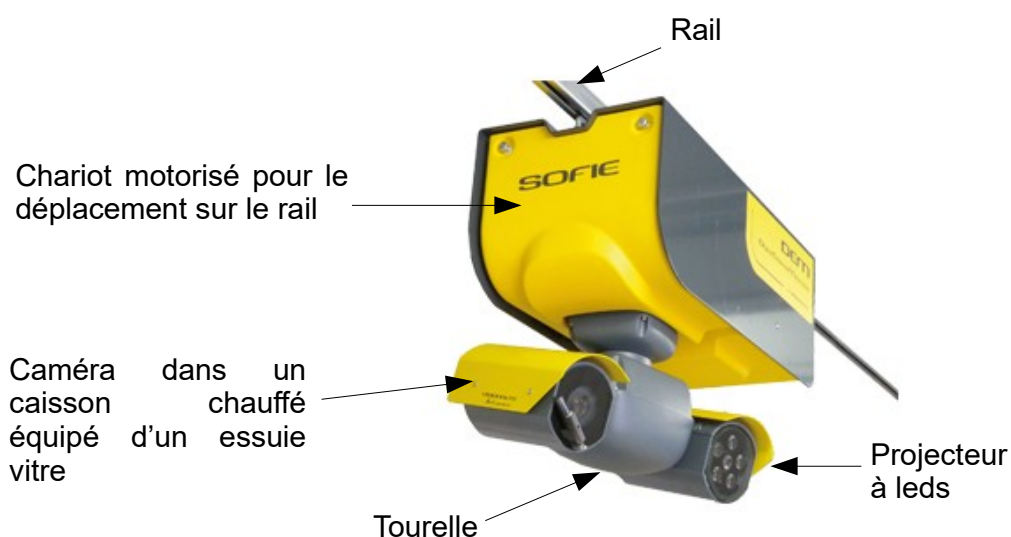
Vue de dessus

Document technique DT2.

Tourelle avec caméra et éclairage



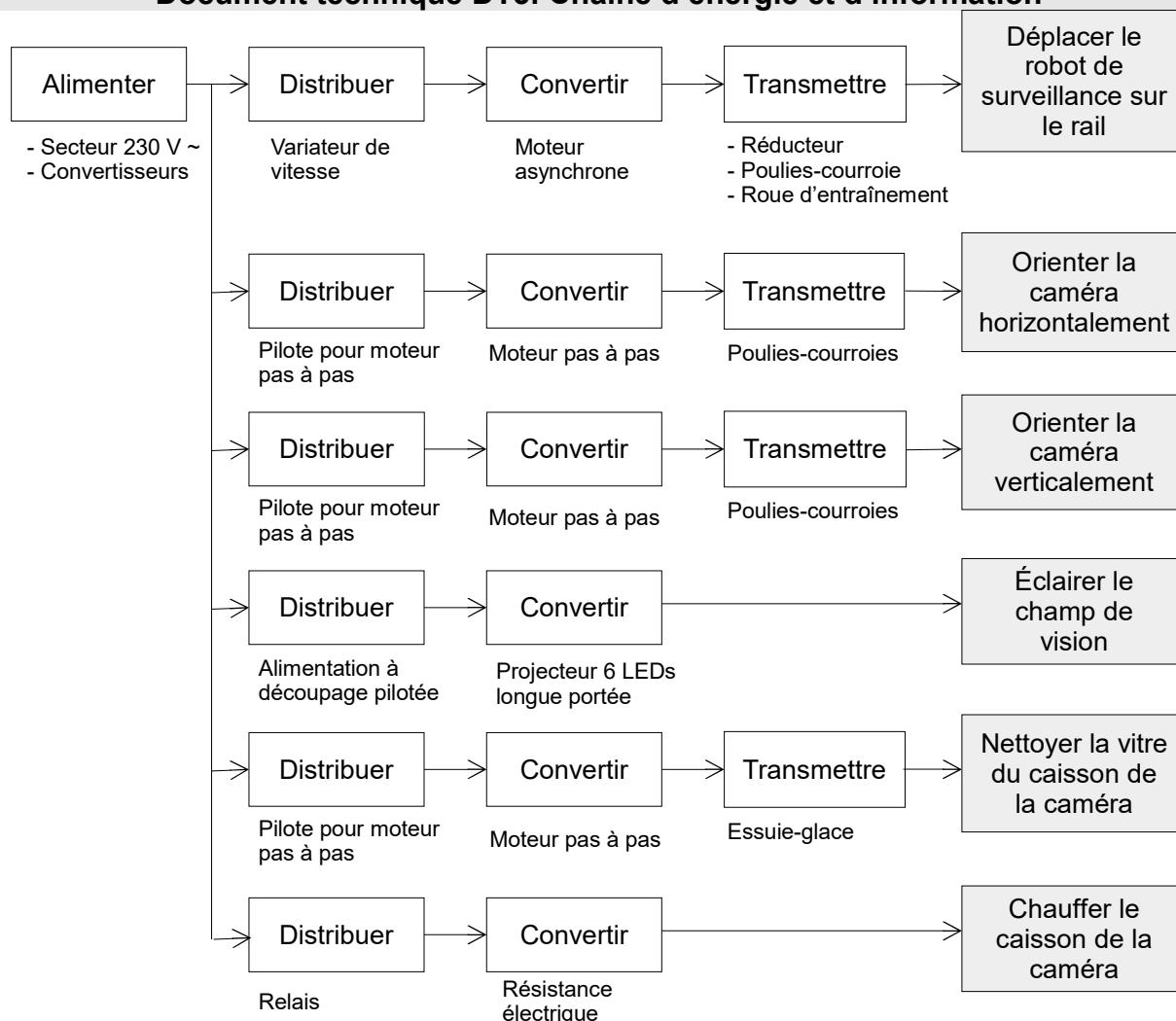
Tourelle montée sur le chariot



Principales caractéristiques techniques

Alimentation en énergie	Réseau 230 V – 50 Hz
Angle de rotation horizontale (azimut)	Sans butée (contact électrique avec frotteurs et bagues)
Caméra	Standard ou haute définition (option) Zoom : 1x à 26x
Angle de rotation verticale (élévation)	De -90° à $+90^\circ$ par rapport à la position horizontale
Vitesse de rotation de la caméra (azimut et élévation)	Adaptable automatiquement à la vitesse du zoom. Pour zoom x 1 : 360° en 10 s. Pour zoom x 26 : 360° en 6 min et 40 s.
Vitesse maximale de déplacement sur le rail	$0,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Document technique DT3. Chaîne d'énergie et d'information

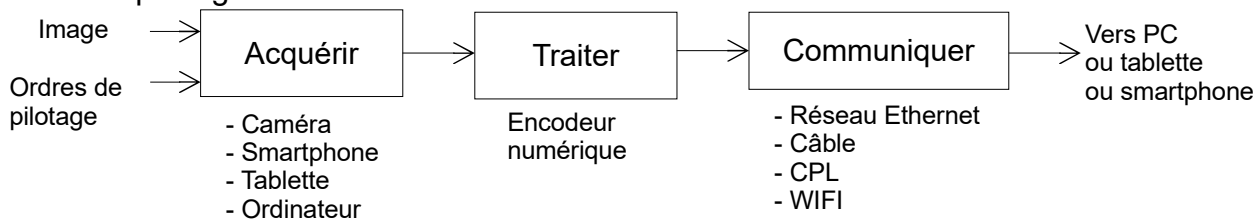


Le robot de surveillance est complété d'un système de transmission de la vidéo et des commandes. Différents moyens de transmission sont proposés afin de pouvoir répondre aux différentes configurations des sites à surveiller :

- transmission filaire (câble réseau, CPL*) ;
- transmission par ondes (Wifi).

Le contrôle des mouvements du robot peut être réalisé à partir d'un ordinateur, d'une tablette ou d'un smartphone.

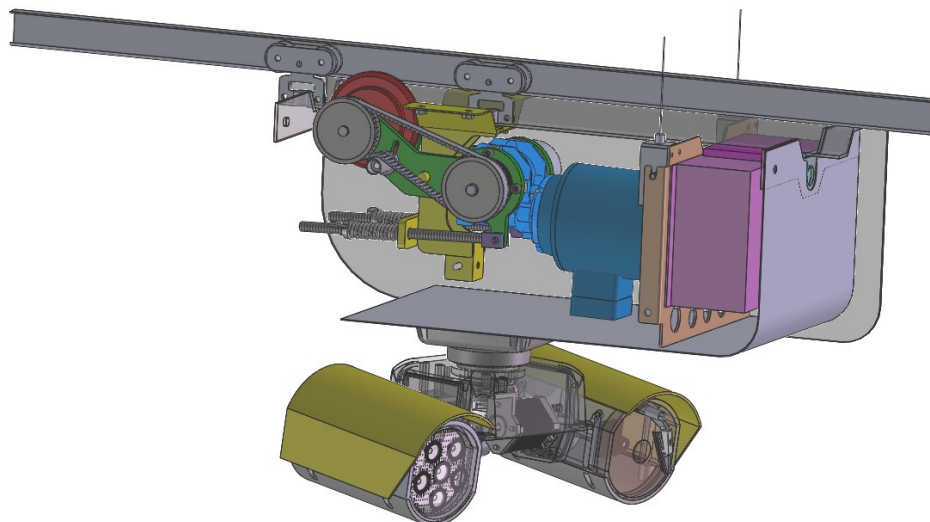
La chaîne d'information relative à l'acquisition et à la transmission de la vidéo et des ordres de pilotage de la caméra est décrite ci-dessous.



* CPL - Courant Porteur en Ligne. Utilise les lignes électriques existantes pour transporter l'information.

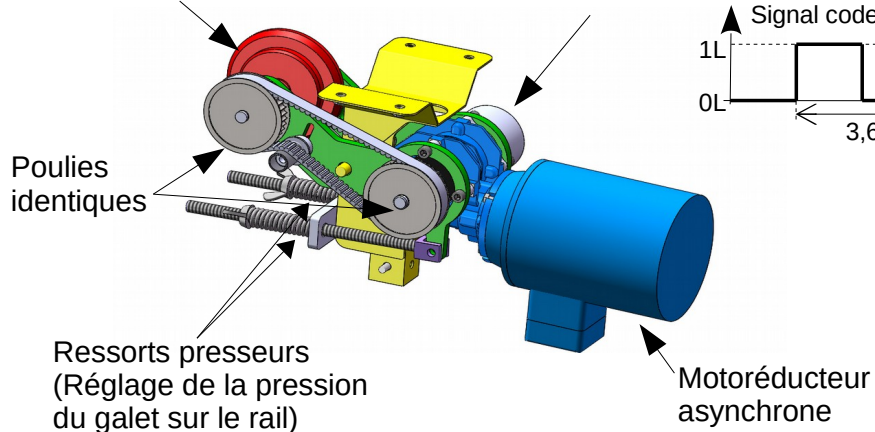
Document technique DT4.

Modèle 3D du robot de surveillance

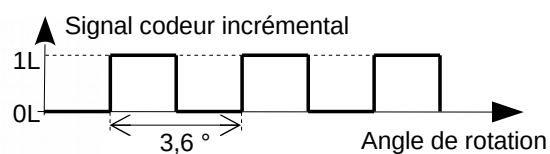


Sous-ensemble de traction de la caméra sur le rail.

Galet d'entraînement
Diamètre : 90 mm



Codeur incrémental monté sur l'axe du réducteur.
Résolution : 100 impulsions/tour



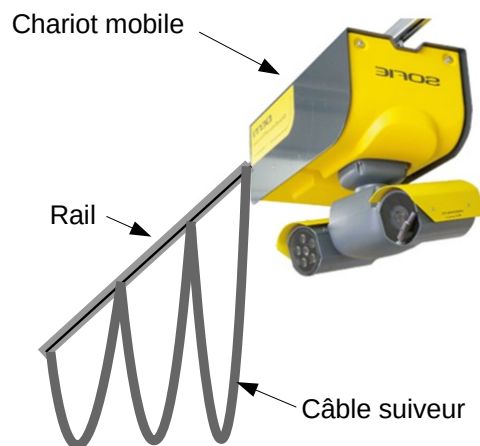
Caractéristiques du motoréducteur asynchrone d'entraînement

Grandeur	Valeur	Unité
Tension d'alimentation	3 x 230	V
Courant nominal	0,55	A
Puissance utile nominale	160	W
Couple nominal	11,5	N.m
Vitesse nominale	140	tr·min ⁻¹

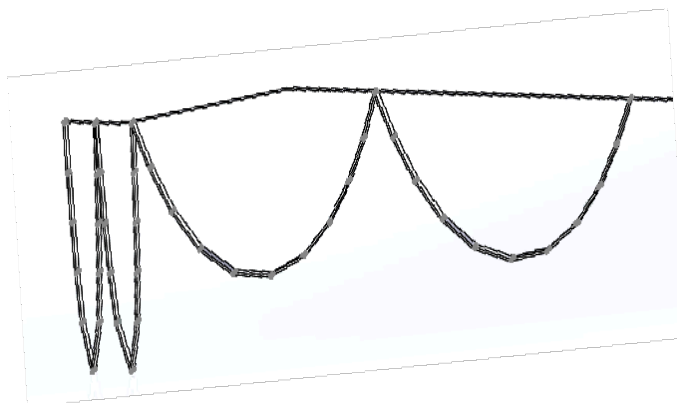
Document technique DT5. Efforts exercés par le câble sur le chariot

Chariot mobile sur rail avec le câble suiveur

Le câble assure l'alimentation en énergie et le transfert des données (commandes, vidéo).

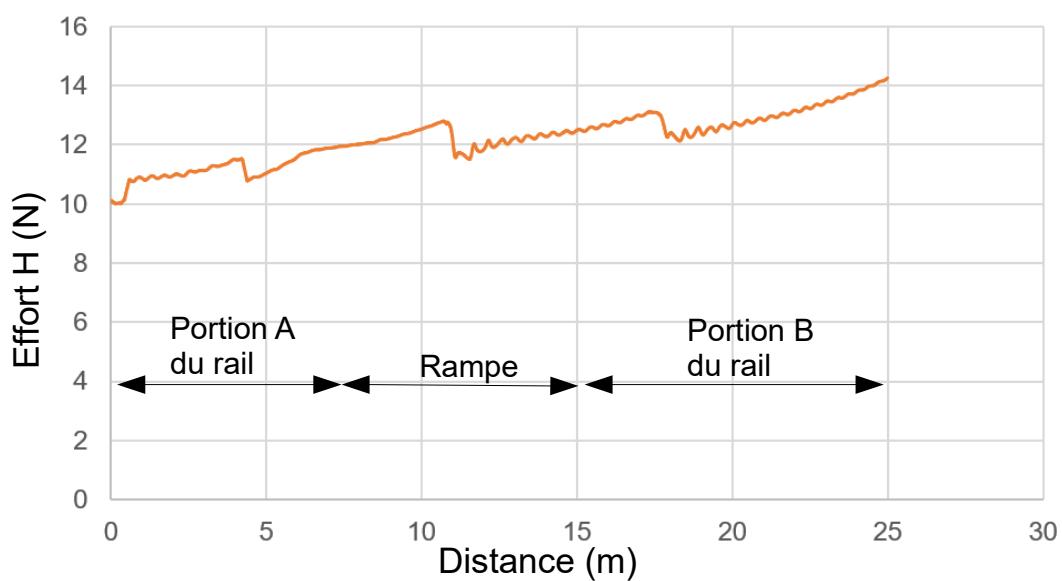


Modèle du câble

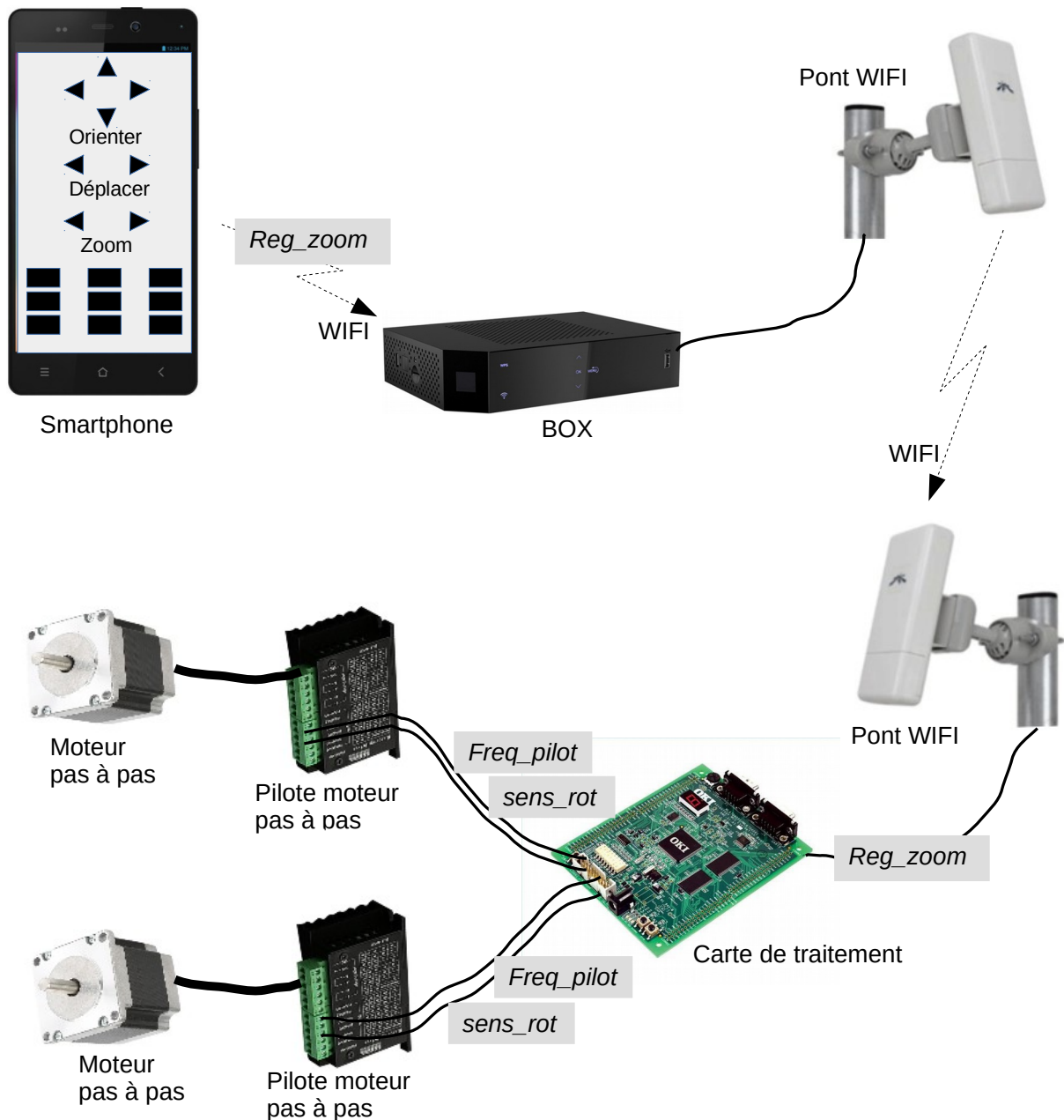


La simulation permet d'obtenir l'effort exercé par le câble sur le chariot mobile pour un déplacement depuis le début de la portion A du rail jusqu'à la fin de la portion B.

Le décalage de 10 N correspond aux frottements engendrés par les roulettes de support du câble sur le rail.



Document technique DT6. Commande de l'orientation de la caméra



Le réglage du zoom sur le smartphone ajuste une variable *Reg_zoom* variant de la valeur 1 (zoom x 1) à la valeur 26 (zoom x 26). La variable *Reg_zoom* est transférée, via le réseau, jusqu'à la carte de traitement. Celle-ci contient un module programme qui calcule la valeur de la consigne de vitesse nommée *Cons_pilote* codée sur un octet dont la valeur peut varier de 0 à 255. La carte de traitement possède un convertisseur numérique analogique (C.N.A) qui convertit la valeur numérique *Cons_pilote* en une tension *U_pilote* comprise entre 0 et 5 V.

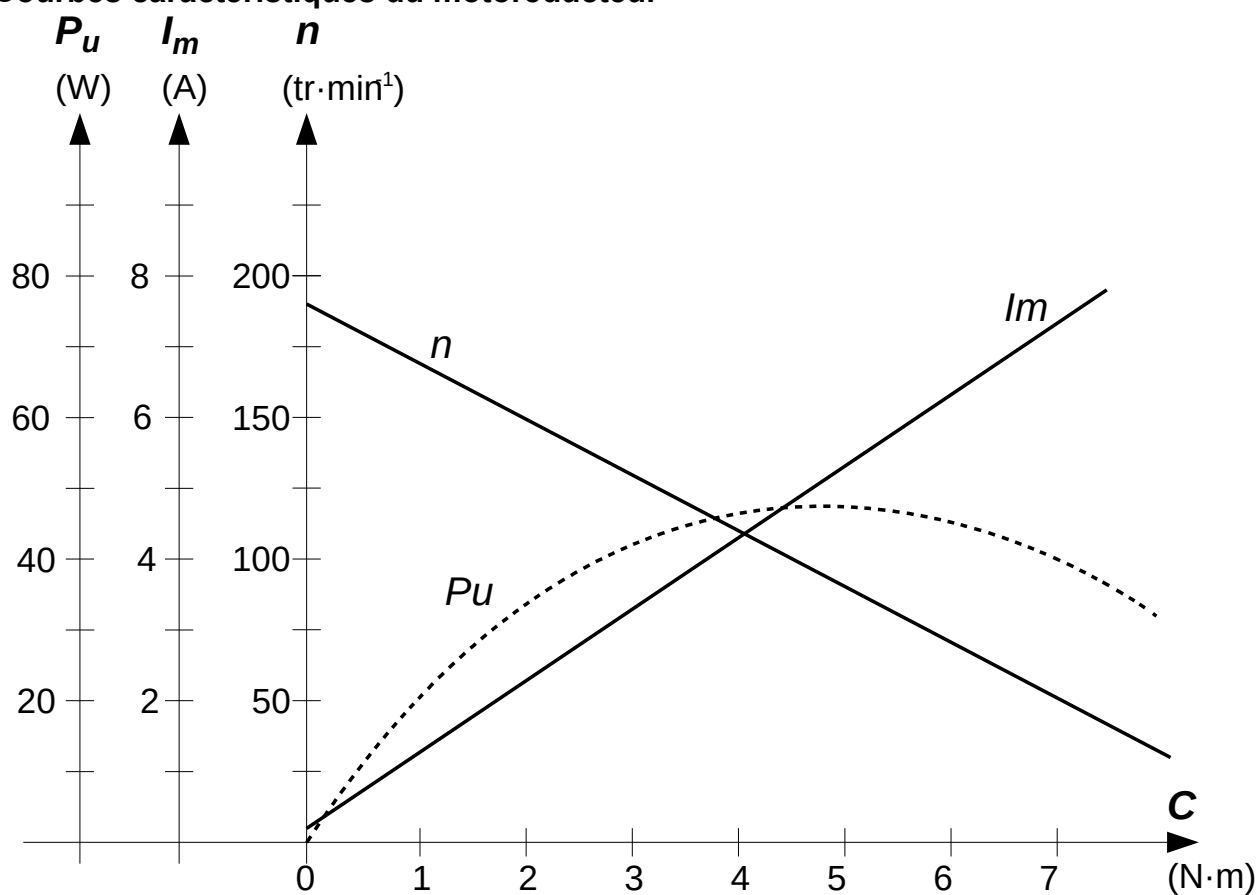
Document technique DT7. Motoréducteur à courant continu

Principales caractéristiques du motoréducteur

Grandeur	Valeur	Unité
Tension nominale	24	V
Couple nominal	2,7	N·m
Vitesse nominale	135	tr·min ⁻¹



Courbes caractéristiques du motoréducteur



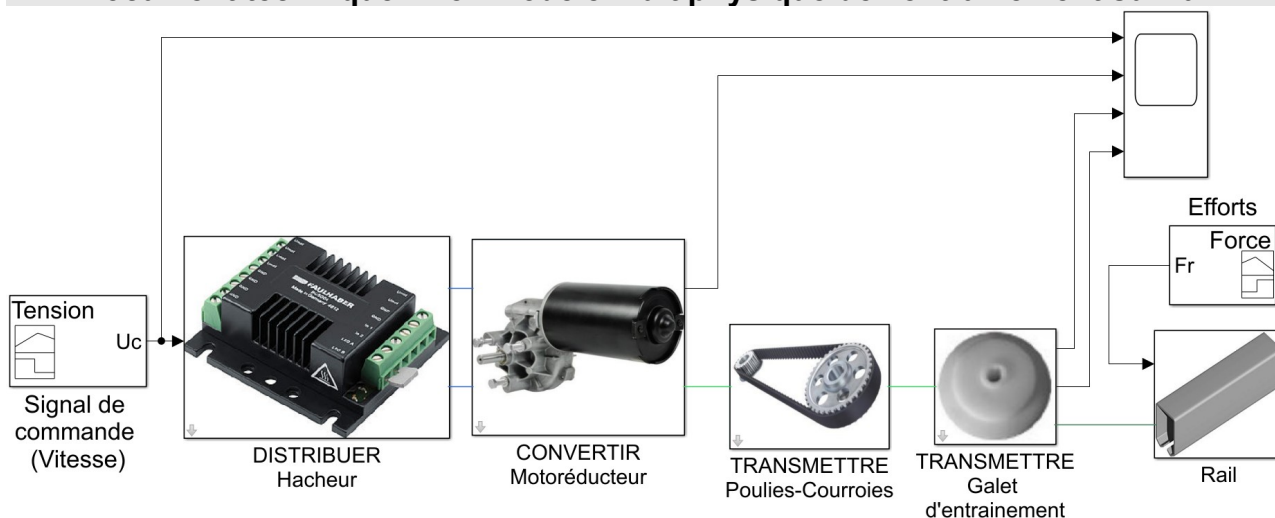
P_u : puissance utile du motoréducteur.

I_m : courant absorbé par le moteur.

n : vitesse de rotation en sortie du réducteur.

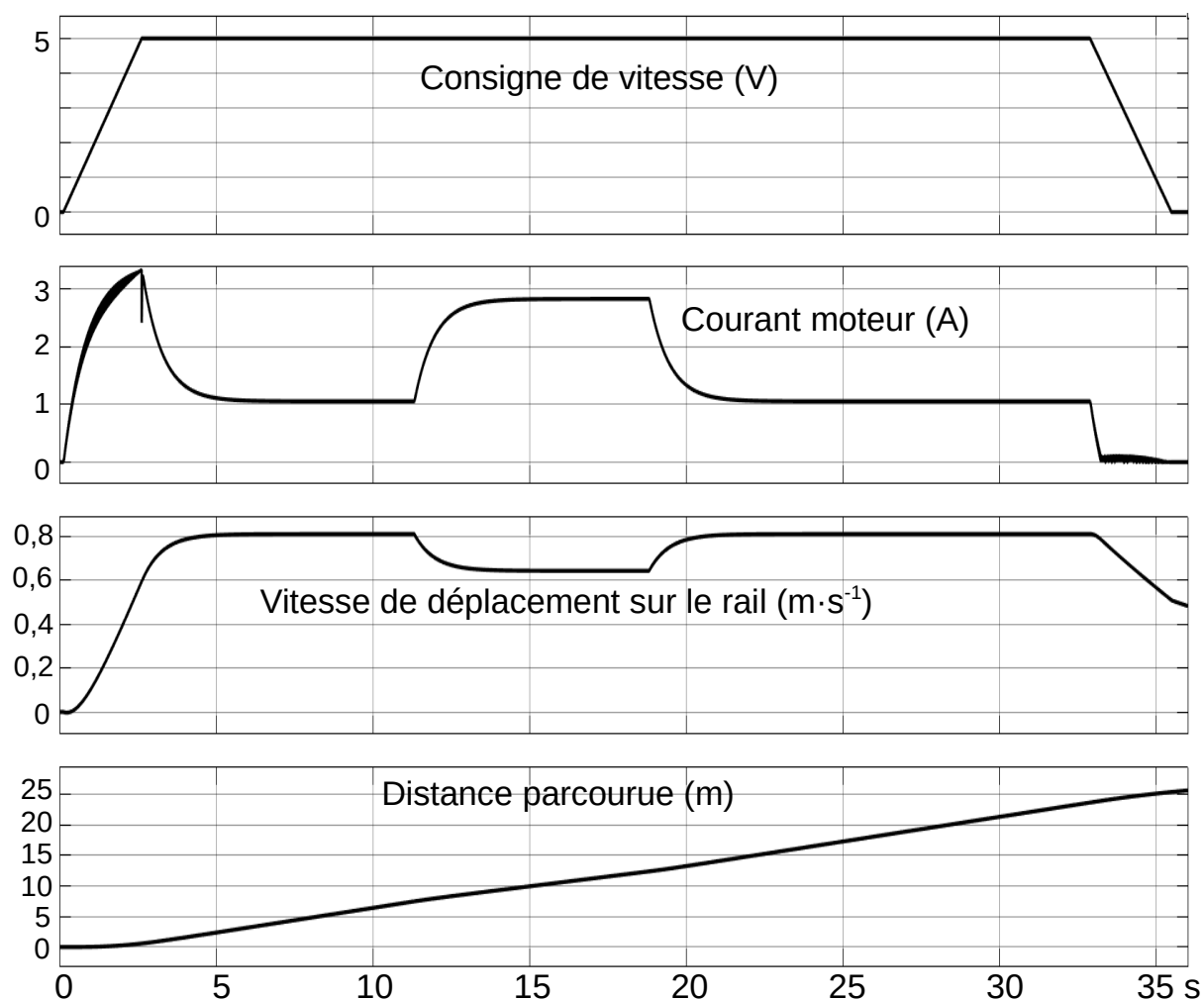
C : couple disponible sur l'axe du réducteur.

Document technique DT8. Modèle multiphysique de l'entraînement sur rail



Relevés de la simulation

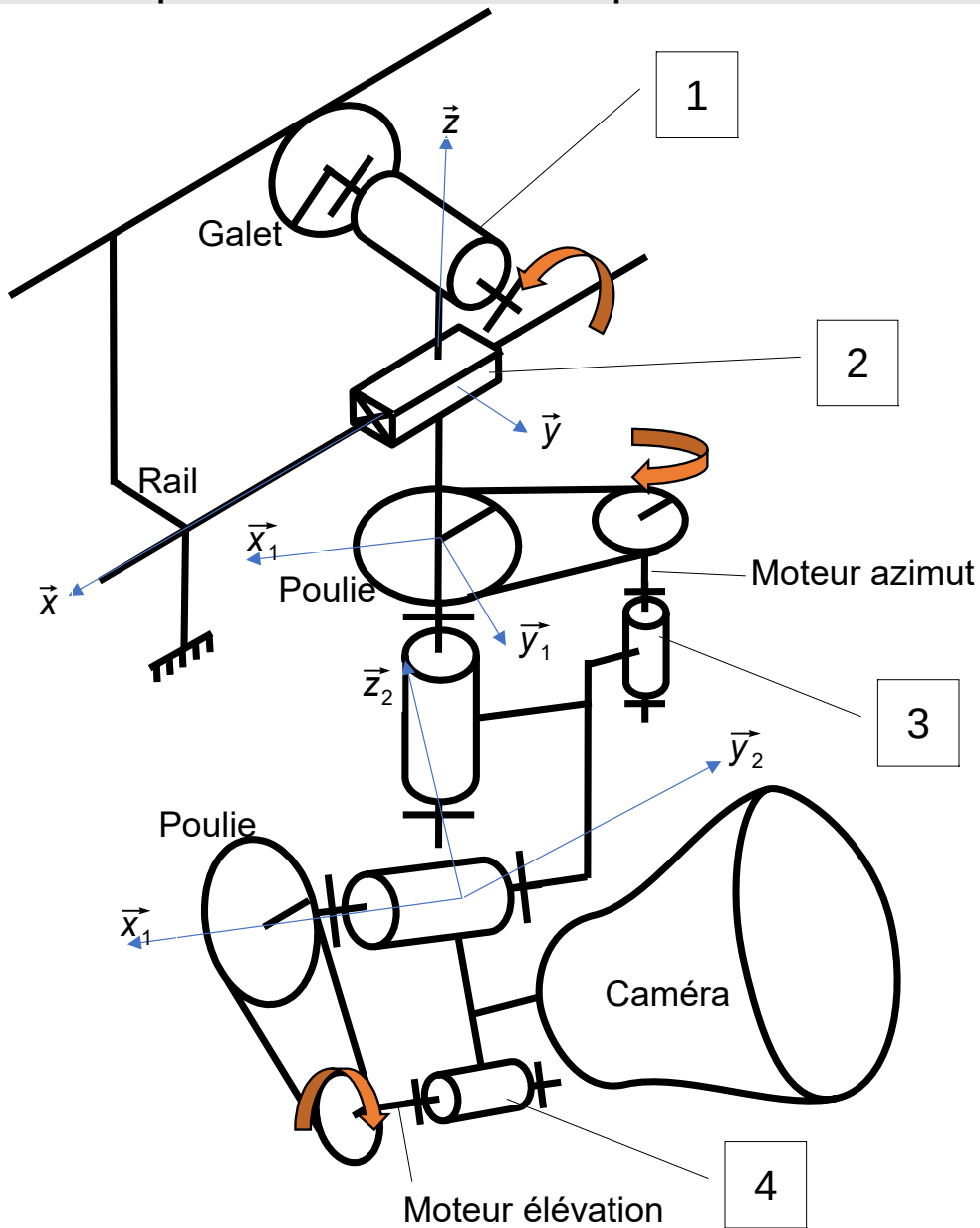
La simulation est réalisée pour un déplacement sur la totalité du rail à partir de la zone de surveillance A (voir le plan du document technique DT1 page 18).



À rendre avec la copie

Document réponse DR1. Schéma cinématique du robot de surveillance

Q2



Repère	Nom de la liaison	Axe ou direction de la liaison dans le repère associé	Mouvement associé : - élévation - azimut - déplacement sur rail
1			
2			
3			
4			