

Date : __ / __ / __

Nom et prénom :

__ / 20

Exercice 1 : Conversions d'unités

/ 2

Compléter les tableaux ci-dessous.

1.1) Les positions angulaires

1.2) Les vitesses linéaires



Radians (rad)	Tours et degrés (tour et °)	Kilomètres par heure (km·h ⁻¹)	Mètres par seconde (m·s ⁻¹)
17,88 rad		90 km·h ⁻¹	

1.3) Les durées

1.4) Les pressions

Secondes (s)	Heures (h +min +sec)	Hectopascal (hPa)	Bars (bar)
8 420 s		1 013 hPa	

Exercice 2 : Chronogramme des vitesses

/ 4

Pour chacun des chronogrammes ci-dessous, **déterminer** les équations horaires $a(t)$, $v(t)$ et $x(t)$, ainsi que la distance parcourue Δx pendant la phase.

Pour $t \in [\quad ; \quad]$

$a(t) =$

$v(t) =$

$x(t) =$

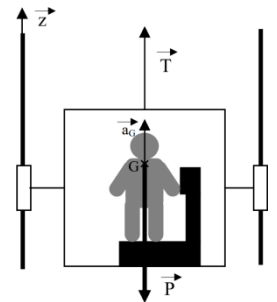
$\Delta x =$

Exercice 3 : Cabine d'ascenseur

/ 1

Un homme de 80 kg se tient debout sur une balance dans une cabine d'ascenseur à l'arrêt. Le moteur est mis en route et la tension du câble T atteint la valeur de 900 daN pendant les trois premières secondes. Les frottements sont négligés et la masse de la cabine {cabine +balance} est de 720 kg.

Le centre de gravité G de l'ensemble est situé sur la verticale commune aux actions T et P . L'accélération est supposée constante.



3.1) **Déterminer** la valeur que l'on peut lire sur la balance ?

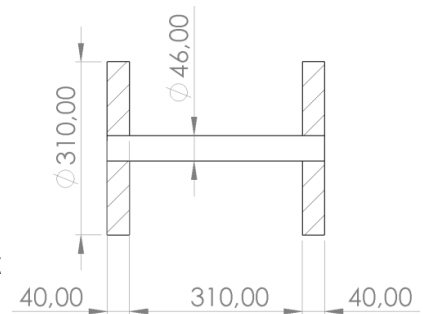
Exercice 4 : Touret à meuler

/ 3

Un touret tourne à la fréquence de 3 000 tour/min. L'alimentation électrique est coupée, la broche met 40 secondes pour s'immobiliser.

4.1) **Déterminer** la décélération angulaire (supposée constante).

L'ensemble {meule + arbre} est assimilé au dessin ci contre. La masse volumique des meules est de 2 500 kg/m³, celle de l'arbre (en acier) est de 7 800 kg/m³.



4.2) **Déterminer** le moment d'inertie de l'ensemble et le couple résistant exercé par les paliers pendant la phase d'arrêt.

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 se déplacer sur un rail.



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 la Figure 1.

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.

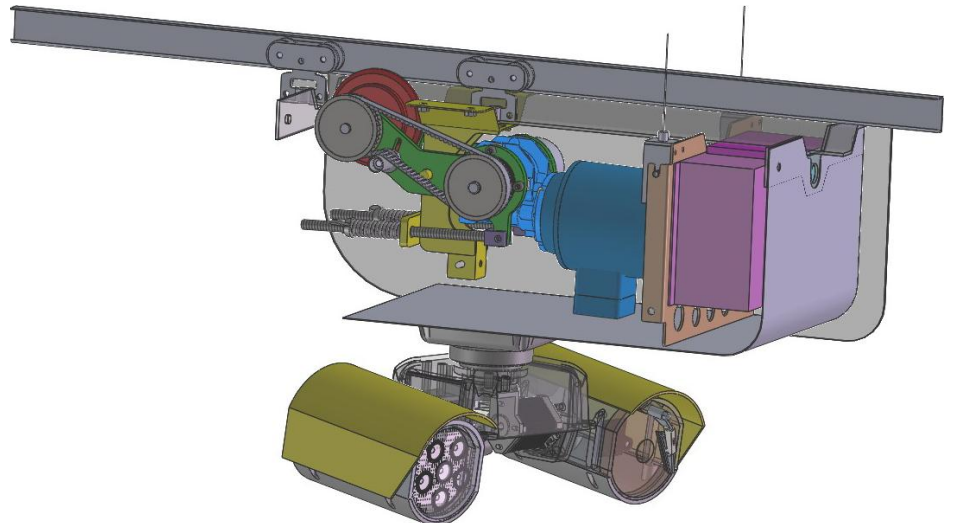


Figure 1 : Modèle 3D du robot de surveillance

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 2 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.

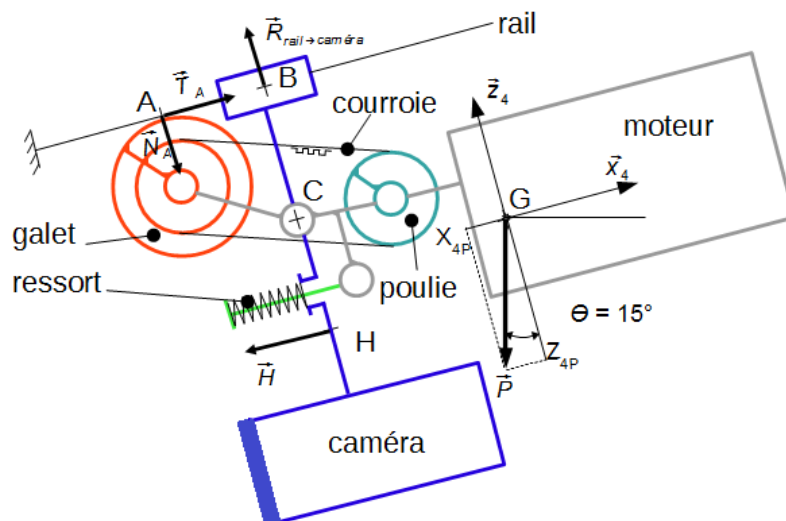


Figure 2 : Modélisation du chariot et des résultantes des actions mécaniques

L'étude est faite dans la situation la plus défavorable : démarrage dans une montée de 15° . L'ensemble S, de masse $m = 17 \text{ kg}$, constitué de tout l'ensemble mobile (caméra+chariot) est soumis à 4 actions mécaniques.

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

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

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 **DT2** page 6) Cette simulation prend en compte la masse du câble ainsi que le frottement de celui-ci sur le rail.

Q1. Relever, sur le graphique du document technique **DT2**, la valeur maximale de $\|\vec{H}\|$ correspondant à la situation étudiée.

Q2. 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 $\overrightarrow{R_{rail \rightarrow galet}}$ 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 : $\|\vec{T}_A\| = \|\vec{N}_A\| \times f$ avec $f = 0,6$ selon les essais menés.

Q3. 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 Figure 3.

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 Figure 3) provoquent un moment autour de l'axe de rotation (C, \vec{y}) .

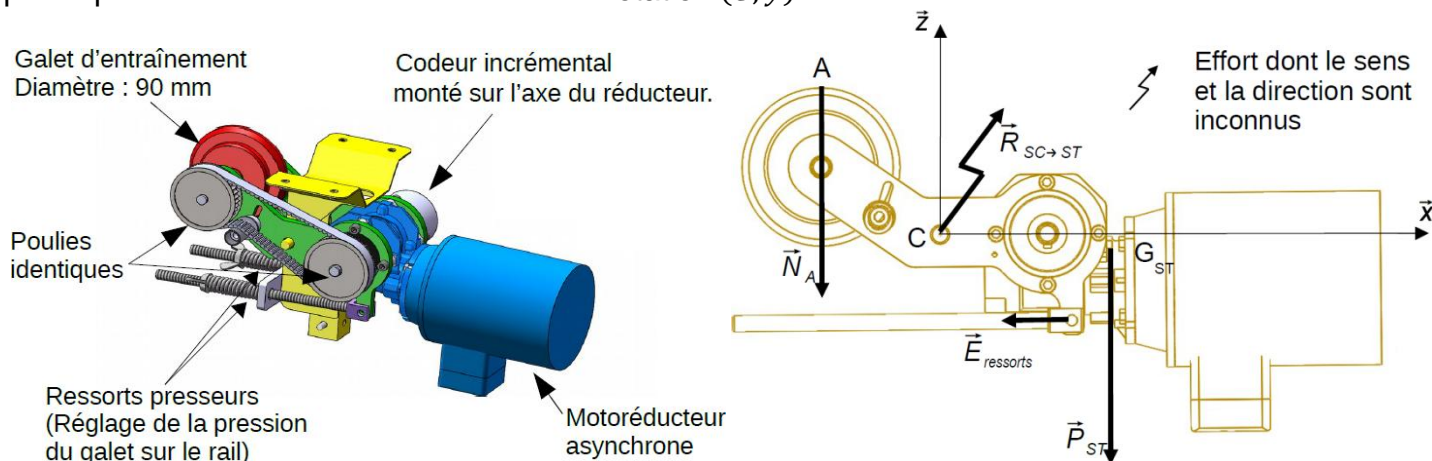


Figure 3 : Sous-ensemble de traction ST de la caméra sur le rail

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.

Le sous-ensemble de traction ST, de masse $m = 3,5$ kg, est soumis à 4 actions mécaniques :

- Son poids \vec{P}_{ST} ;
- L'effort normal en A : \vec{N}_A ;
- L'effort des deux ressorts sur ST : $\vec{E}_{ressorts}$;
- La résultante de la liaison pivot présente entre le support de la caméra et le balancier du sous ensemble de traction. : $\vec{R}_{SC \rightarrow ST}$.

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 :

$$\vec{CA} = -75 \cdot \vec{x} + 88,5 \cdot \vec{z}$$

$$\vec{CE} = -83 \cdot \vec{x} - 55 \cdot \vec{z}$$

$$\vec{CG}_{ST} = 102 \cdot \vec{x} - 22 \cdot \vec{z}$$

$$\vec{E}_{ressorts} = X_E \cdot \vec{x}$$

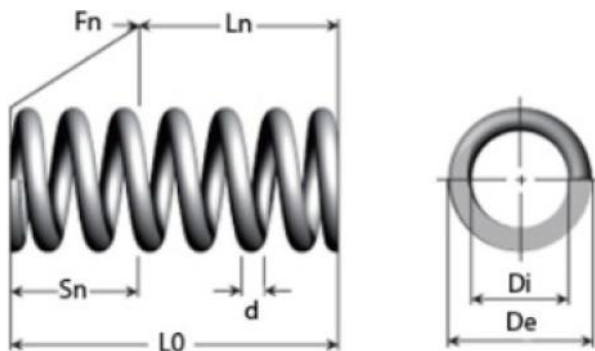
$$\vec{P}_{ST} = Z_{P_{ST}} \cdot \vec{z}$$

$$\vec{N}_A = 120 \cdot \vec{z}$$

$$\vec{R}_{SC \rightarrow ST} = X_{SC \rightarrow ST} \cdot \vec{x} + Z_{SC \rightarrow ST} \cdot \vec{z}$$

La masse du motoréducteur est de 3 kg.

La Figure 4 présente les caractéristiques techniques des deux ressorts de compression utilisés.

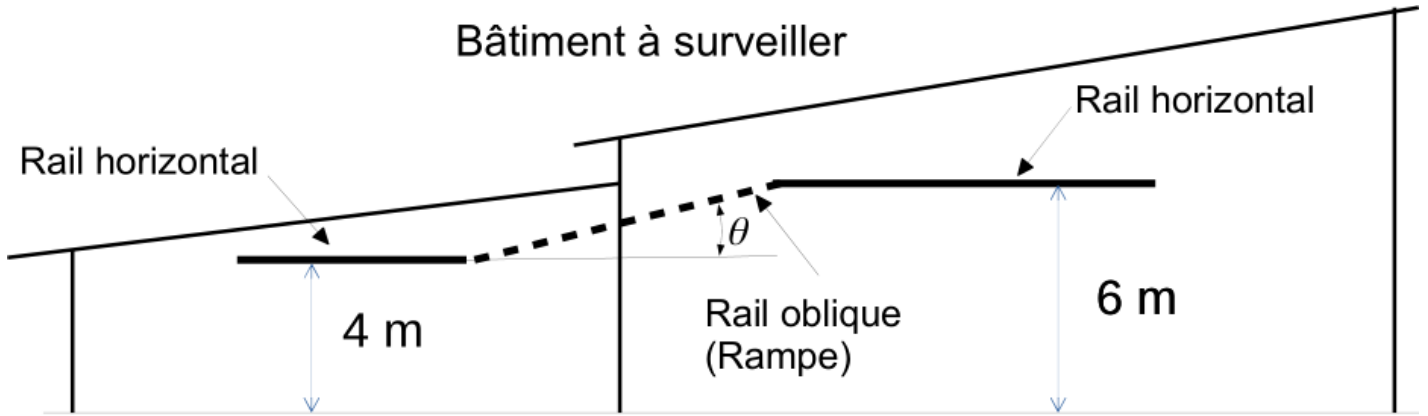


d	De	Di	L0	Ln	Sn	Fn	R	Référence
Fil mm	Diamètre ext. mm	Diamètre int. mm	Longueur libre mm	Longueur sous charge max. mm	Course max. mm	Force Max. N	Raideur N/mm	
1,60	15,24	12,04	88,90	45,90	43,00	80,07	1,86	C06000633500M

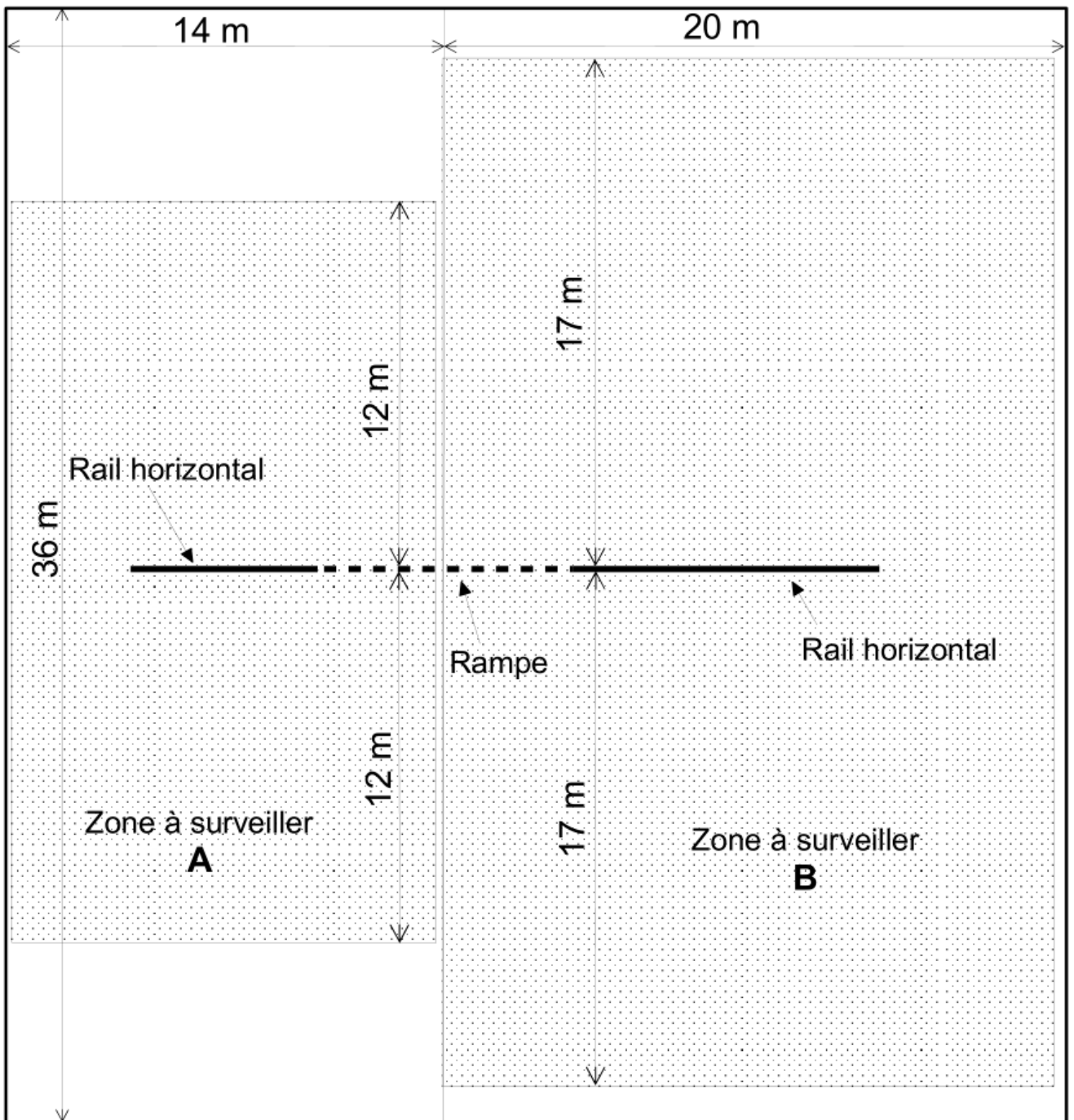
Figure 4 : Caractéristiques des ressorts de compression

Q4. 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 (S_n) correspondante pour les ressorts utilisés.

Q5. Conclure quant à la capacité du système à répondre au cahier des charges.



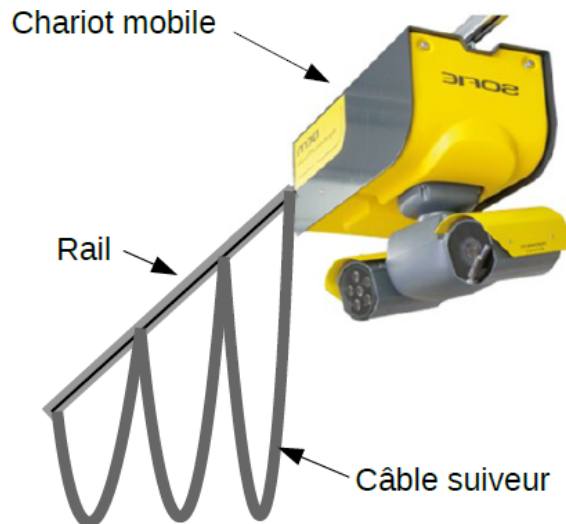
Vue de face



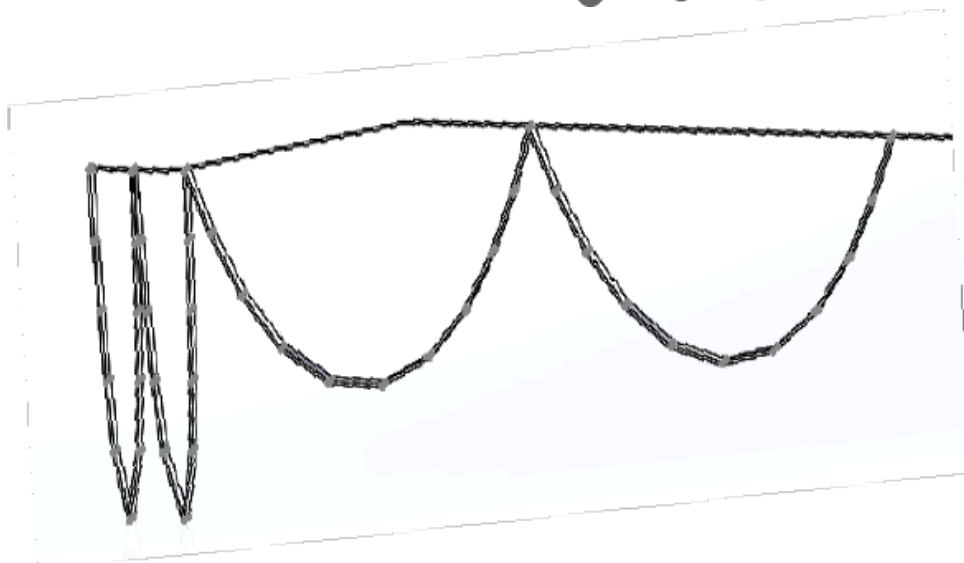
Vue de dessus

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.

