

الصفحة

1
17

***|

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2023



.....

الموضوع**RS 44**

3h	مدة الإجهاز	علوم المهندس	المادة
3	المعامل	شعبة العلوم الرياضية مسلك العلوم الرياضية (ب)	الهجرة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

Volet 1 :	Présentation de l'épreuve	page 1.
Volet 2 :	Présentation du système	pages 2, 3.
Volet 3 :	Substrat du sujet	pages 4, 5.
	Documents réponses D.Rep	pages 6, 7, 8, 9, 10, 11.
	Documents ressources D.Res	pages 12, 13, 14, 15, 16, 17.

Volet 1 : Présentation de l'épreuve



Système à étudier :

Durée de l'épreuve :

Coefficient :

Moyens de calcul autorisés :

Documents autorisés :

Système d'entraînement des cabines de téléphérique en gare.

3 h.

3.

Calculatrices scientifiques non programmables.

Aucun.

- Vérifier que vous disposez bien de tous les documents de 1/17 à 17/17.
- Rédiger les réponses aux questions posées sur les documents réponses D.Rep.

NB : Tous les documents réponses D.Rep sont à rendre obligatoirement.

Sauf indication contraire, prendre **deux chiffres après la virgule** pour tous les résultats des calculs.

Vos réponses aux questions dépendront beaucoup de l'importance prêtée à la recherche des informations que peuvent contenir les différentes **descriptions** et les **documents ressources**. A chaque fois une lecture attentive est nécessaire.

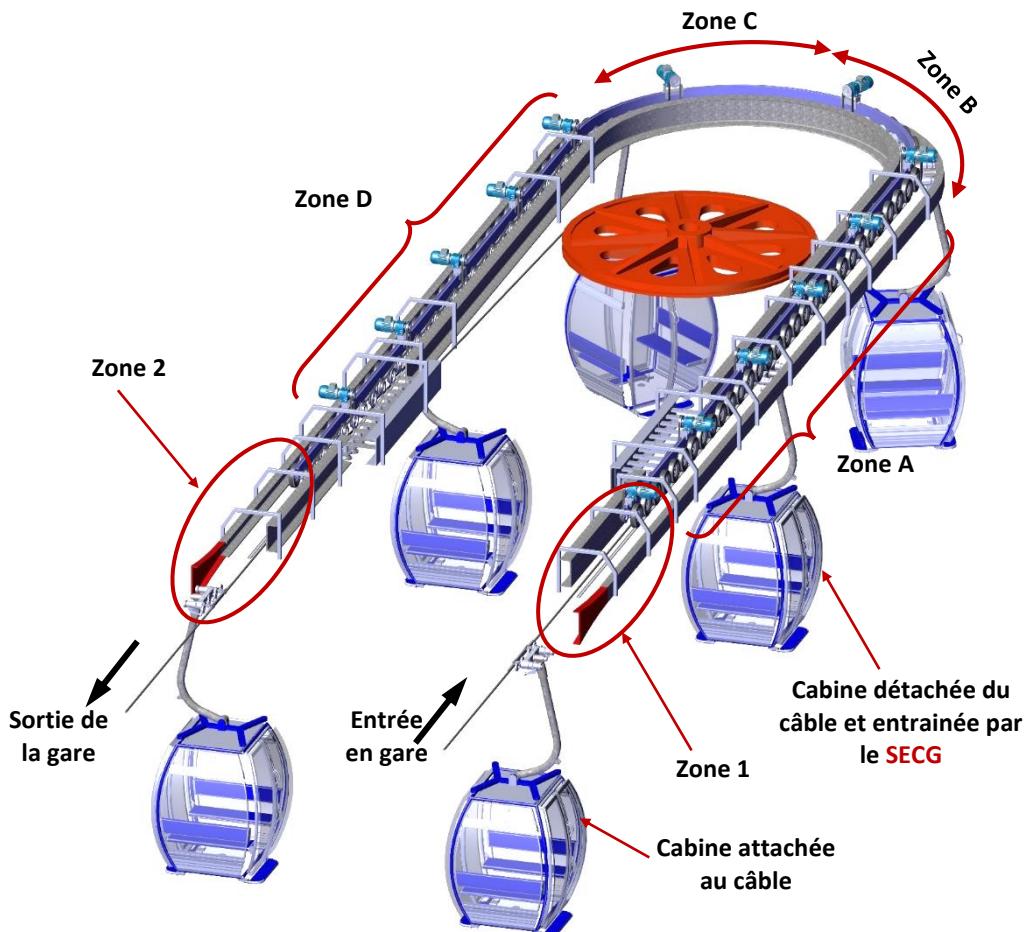
Volet 2 : Présentation du système

1. Mise en situation

Le téléphérique est un système de transport par câble entraînant des cabines reliant deux points (deux gares) dont le dénivelé est important. Le **câble** du téléphérique est animé d'une vitesse constante et continue qui est transmise aux cabines entre les deux gares.

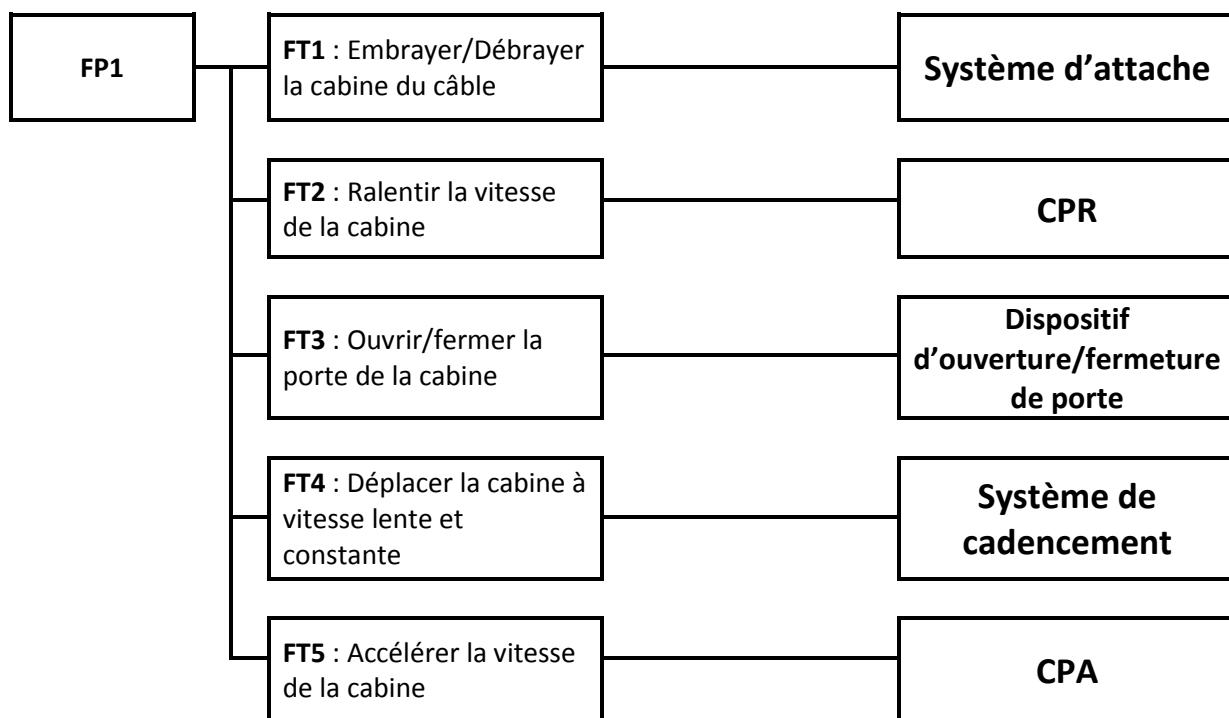
Le **Système d'Entrainement des Cabines de téléphérique en Gare (SECG)** -Objet de notre étude- permet donc l'entraînement des cabines en gare en vue de permettre un embarquement et un débarquement aisés et sécurisés des passagers.

2. Constituants et fonctionnement



- A l'entrée de la gare la cabine **se détache** (se débraye) du câble dans la **zone 1** appelée **zone de débrayage**. A la sortie elle est à nouveau **rattachée** (embrayée) au câble dans la **zone 2** appelée **zone d'embrayage**. Cela est assuré par un dispositif appelé : **Système d'attache** constitué par une paire de **pinces débrayables**.
- Une fois détachée du câble, la cabine entre dans la **zone A** appelée **zone de décélération** dans laquelle un **CPR** (Convoyeur à Pneus Ralentisseur) l'entraîne en ralentissant progressivement sa vitesse de translation.
- Dans les **zones B** et **C**, appelées **zones de cadencement**, les portes des cabines sont ouvertes par un dispositif d'ouverture/fermeture des portes et les cabines se déplacent à vitesse lente et sont régulièrement espacées pour permettre le **débarquement** de passagers en (**Zone B**) et **l'embarquement** d'autres passagers en (**Zone C**). Cela est assuré par un **système de cadencement** (Non étudié dans ce sujet).
- Dans la **zone D** appelée **zone d'accélération**, un **CPA** (Convoyeur à Pneus Accélérateur) entraîne la cabine en **accélérant** progressivement sa vitesse de translation pour atteindre à la fin de cette zone la vitesse du câble.

3. FAST relatif à la fonction principale FP1 du système



Volet 3 : Substrat du sujet

Afin d'assurer le confort et la sécurité des passagers lors de l'embarquement et le débarquement en gare de téléphérique, le système **SECG** présente des solutions constructives pertinentes pour ce type de transport.

Votre société vous a chargé d'assurer la supervision technique en gare, pour se faire vous devez prendre connaissance de l'environnement fonctionnel et technologique du système.

Situation d'évaluation n°1

/3,50 Pts

Pour appréhender le système en termes de services rendus, d'interactions avec son milieu environnant ; vous êtes invités à faire les approches fonctionnelles externe et interne ciblées par la réalisation des tâches suivantes.

Tâche n°1 : Expression du besoin et identification des interactions du système avec son environnement extérieur.

A partir du **volet n°2**, sur le **D.Rep 1**.

Q.01. Compléter l'actigramme **A-0** du **SECG**.

0,75 pt

Q.02. Compléter le diagramme pieuvre et le tableau des fonctions correspondant.

1,75 pt

Tâche n°2 : Identification des solutions constructives employées dans le **SECG** pour réaliser les différentes fonctions techniques.

A partir du **volet n°2** et des **D.Res 1, D.Res 2 et D.Res 4**, sur le **D.Rep 2**.

Q.03. Compléter le FAST relatif à la fonction **FT2** du **SECG**.

1,00 pt

Situation d'évaluation n°2

/10,25 Pts

Le système d'attache des cabines utilise des solutions constructives adéquates pour ce type de transport.

A travers les tâches suivantes, vous êtes amenés à identifier la structure, le fonctionnement d'une pince du système d'attache et le contrôle de passage de la cabine.

Tâche n°1 : Etude de la structure et du fonctionnement de la pince du système d'attache.

A partir des **D.Res 1, D.Res 2 et D.Res 3**, sur le **D.Rep 2 et D.Rep 3**.

Q.04. Compléter le tableau qui correspond au graphe des liaisons relatif à la pince.

1,50 pt

Q.05. Compléter le schéma cinématique de la pince.

0,75 pt

Q.06. Compléter le tableau relatif à la pièce (22)

0,75 pt

Q.07. Compléter la vue de face en coupe A-A de la chape (10).

2,75 pts

Tâche n°2 : Analyse des phases permettant le débrayage de la pince.

Pendant son passage sur la **rampe**, le **galet-rampe** (7) monté sur le levier (6) évolue selon **trois phases** dépendant respectivement des **3 profils** de la rampe.

A partir de la liste des propositions du tableau du **D. Res 3**, sur le **D.Rep 4**.

Q.08. Compléter le tableau relatif à la **phase 1**.

0,75 pt

Q.09. Compléter le tableau relatif à la **phase 2**.

0,75 pt

Q.10. Compléter le tableau relatif à la **phase 3**.

0,75 pt

Tâche n°3 : Etude du dispositif de contrôle du système d'attache de la cabine en gare.

A partir des **D.Res 1 et D.Res 3**, sur le **D.Rep 4**.

Q.11. Compléter l'actigramme relatif au capteur de proximité inductif **Cp**.

0,75 pt

Q.12. Donner le symbole du capteur **Cp** et préciser la nature de l'information à sa sortie.

0,50 pt

Q.13. Le **galet-rampe** (7) peut-il être fabriqué avec n'importe quel matériau ? Justifier.

0,50 pt

Q.14. Quelle est la nature de l'information à la sortie du **Cf** ?

0,25 pt

Q.15. Déterminer la déformation **λ** critique qui déclenche l'arrêt du système, sachant que le seuil d'alarme issu du capteur **Cf** est de **9V**.

0,25 pt

Situation d'évaluation n°3

/6,25 Pts

La connaissance des solutions constructives mécanique et électrique adoptées pour la réalisation du système d'entraînement des cabines en gare, revêt une importance primordiale. A travers les tâches suivantes, vous allez procéder aux analyses des solutions retenues.

Tâche n°1 : Etude cinématique relative aux unités d'entraînement qui constituent le **CPR** et le **CPA**.

A partir des **D.Res 4** et **D.Res 5**, sur le **D.Rep 5**.

- Q.16.** Ecrire l'expression de la vitesse **Vci1** (en m/s) en fonction de **Nmi** (en tr/min), **kr**, **k_P** et **D_R**. 0,50 pt
- Q.17.** En déduire la vitesse de rotation **Nmi** (en tr/min) du moteur de **UEi** pour **i=1** sachant que **Vci1 = 4,7 m/s**. 0,25 pt
- Q.18.** Ecrire l'expression de la vitesse **Vci6** (en m/s) en fonction de **Nmi** (en tr/min), **kr**, **k_P** et **D_R**. 0,50 pt
- Q.19.** En déduire la vitesse de translation de la cabine **Vci6** (en m/s) à la sortie de **UEi** pour **i = 1**. 0,25 pt
- Q.20.** Conclure sur le respect de la condition entre la vitesse à l'entrée et à la sortie de **UEi** pour **i = 1** 0,50 pt

Tâche n°2 : Identification des composants du circuit de commande des moteurs de l'unité d'entraînement.

A partir du **D.Res 5**, sur le **D.Rep 5** et **D.Rep 6**.

- Q.21.** Compléter le tableau du composant **As** en précisant la nature des tensions d'entrée et de sortie. 0,25 pt
- Q.22.** Donner la fonction de l'**élément H**, et proposer la solution constructive avec laquelle on peut le réaliser. 0,25 pt
- Q.23.** Donner le nom et la fonction de l'**élément D**. 0,50 pt
- Q.24.** Calculer le rapport cyclique **α1** pour que le moteur **MCC1** tourne à la vitesse **300 tr/min**. 0,50 pt

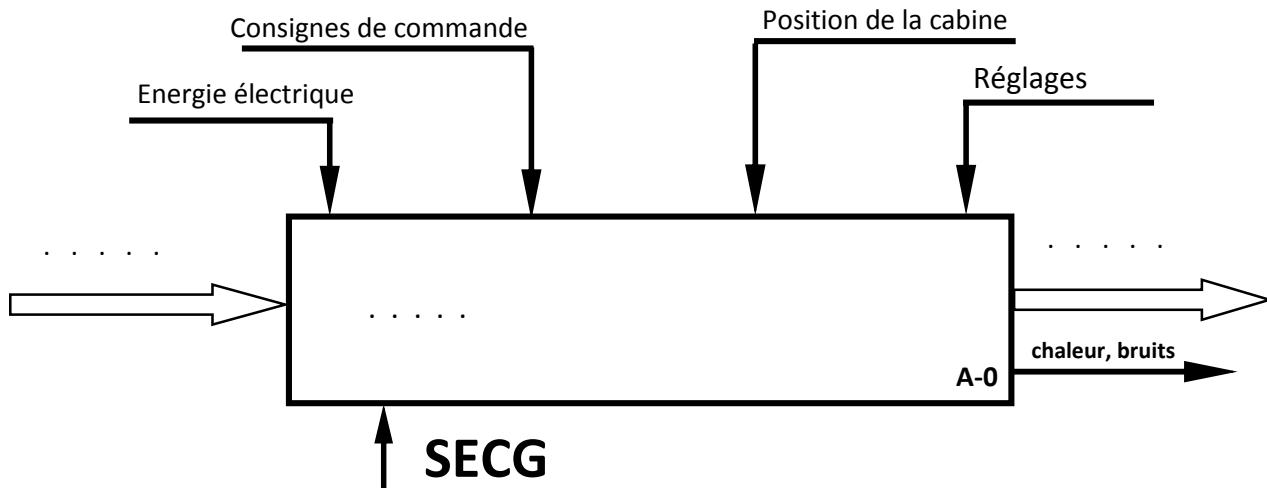
Tâche n°3 : Identification des solutions technologiques adoptées pour transmettre le mouvement de rotation au pneu d'entraînement de la cabine.

A partir du **D.Res 6**, sur le **D.Rep 6**.

- Q.25.** Donner le nom et la fonction des formes (**C**) réalisées sur l'arbre (**33**). 0,50 pt
- Q.26.** Par quel type de courroie est assurée la transmission de mouvement de rotation ? 0,25 pt
- Q.27.** Compléter le tableau par les composants et les formes de surfaces permettant la mise et le maintien en position (**MIP & MAP**) de la jante (**30**) /moyeu (**38**). 0,75 pt
- Q.28.** Donner le repère et le nom complet des éléments assurant le guidage en rotation de l'arbre (**33)/(37**). 0,50 pt
- Q.29.** Compléter le schéma par :
 - Le symbole normalisé des éléments assurant le guidage en rotation de l'arbre (**33)/(37**) ;
 - l'emplacement des arrêts latéraux de ces éléments.0,75 pt

Q.01. L'actigramme A-0.

0,75 pt



Q.02. Diagramme des interactions et tableau des fonctions de service.

1,75 pt

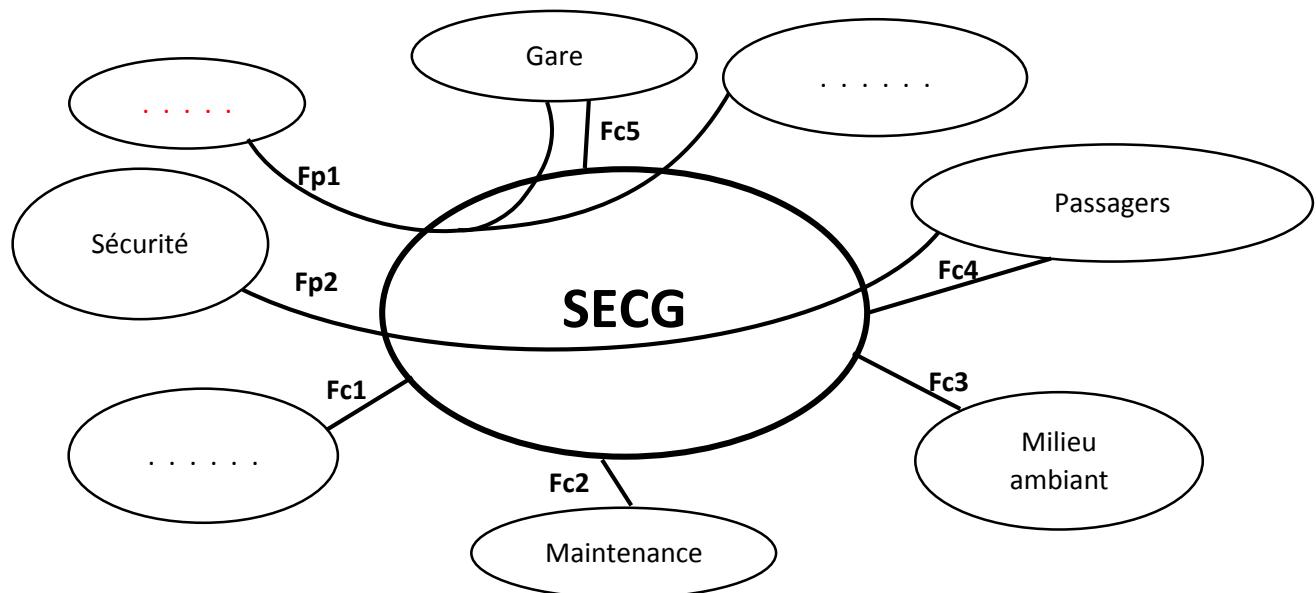


Tableau des fonctions de service.

Fs	Enoncés
Fp1	Permettre de débrayer/embrayer une cabine du câble et de l'entrainer à l'intérieur de la gare.
Fp2	Assurer l'embarquement et le débarquement des passagers en toute sécurité.
Fc1	S'alimenter en énergie électrique du réseau.
Fc2
Fc3
Fc4
Fc5

D.Rep 2

/2,50 Pts

Q.03. FAST relatif à la fonction FT2 du SECG.

1,00 pt

FT2 : Ralentir la vitesse de la cabine

FT21 : Commander les différents moteurs du système

API

FT22 :

- Galets de guidage
- Rails

FT23 : Entrainer la cabine en réduisant sa vitesse

FT231 : Distribuer l'énergie électrique

Hacheur

FT232 :

Moto-Réducteur

FT233 :

- Train de pouilles de diamètres croissant
- Courroies

FT234 : Entrainer la cabine par friction

Exercer un effort presseur entre les pneus et la traverse

Dispositif de réglage de pression

Choisir les matériaux et les surfaces de contact

- Pneus en caoutchouc
- Nature de la surface supérieure de la traverse

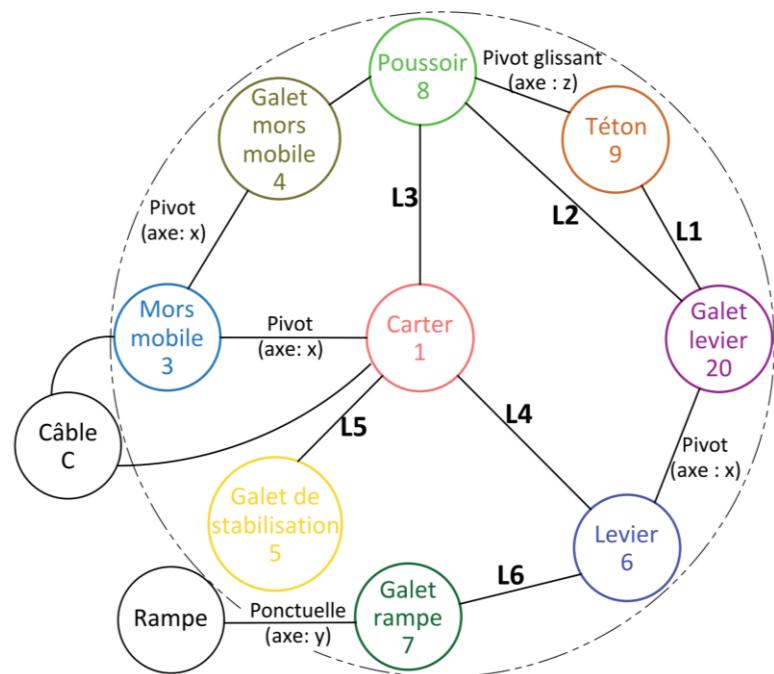
FT24 : Déetecter la position de la cabine

.....

Q.04. Le tableau des liaisons qui correspond au graphe des liaisons relatif à la pince.

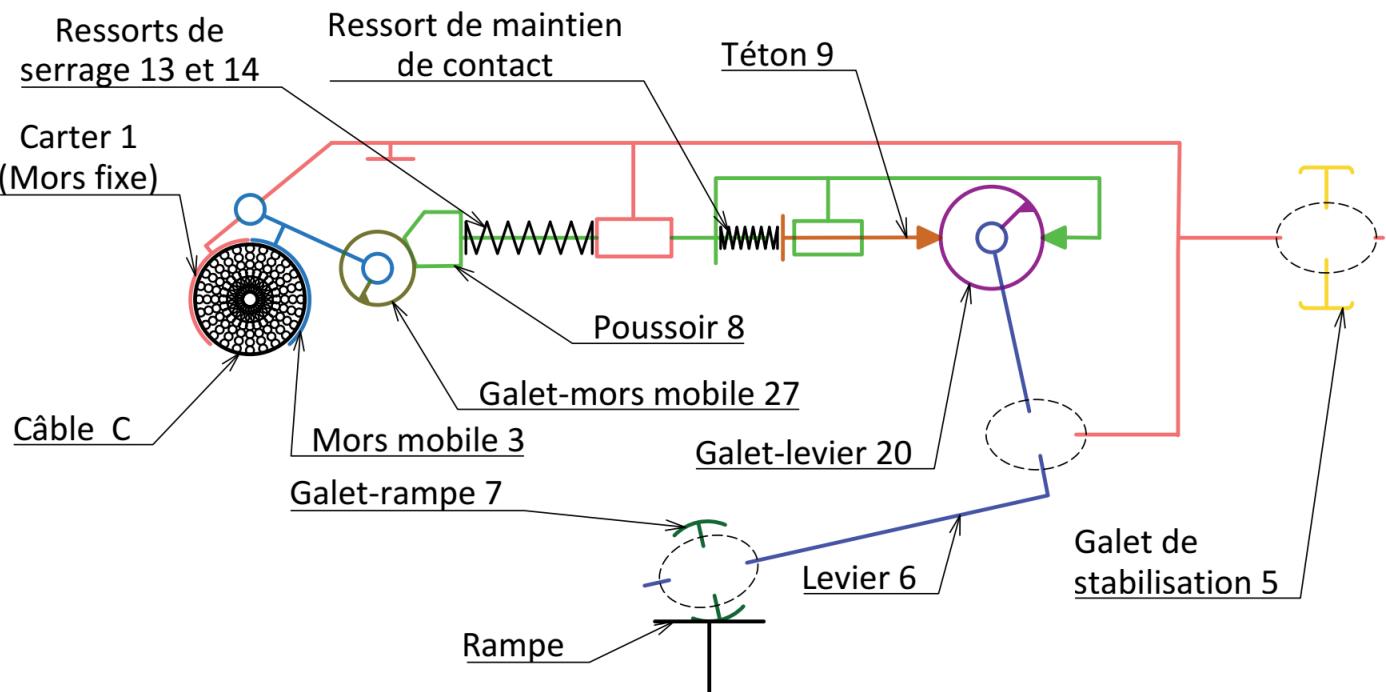
1,50 pt

Liaison	Nom	Axe
L1
L2
L3
L4
L5
L6



Q.05. Le schéma cinématique de la pince.

0,75 pt



Q.06. Tableau relatif à la pièce (22).

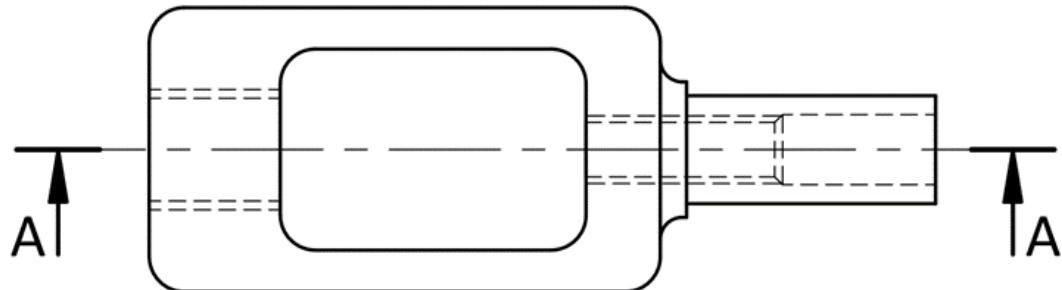
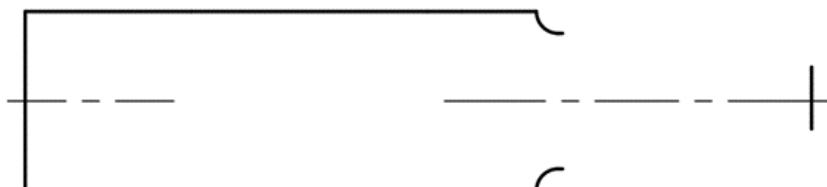
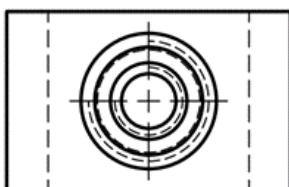
0,75 pt

Repère	Nom	Nature du matériau	Fonction
22

Q.07. Dessin de la chape (10) en vue de face coupe A-A.

2,75 pts

A - A



D.Rep 4

/4,50 Pts

Q.08. Le tableau relatif à la phase 1.

0,75 pt

Levier	Ressorts	Poussoir	Mors mobile
.....	N'est plus bloqué par le poussoir

Q.09. Le tableau relatif à la phase 2.

0,75 pt

Levier	Ressorts	Poussoir	Rail de relevage (non représenté)	Mors mobile
.....	Reculé	Pousse le mors mobile vers le haut

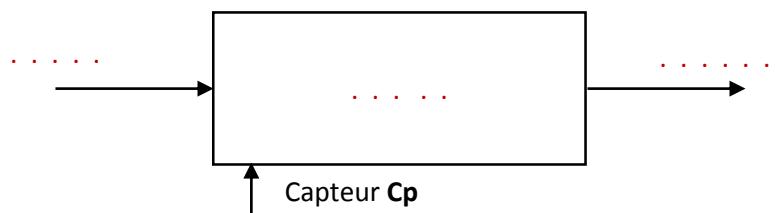
Q.10. Le tableau relatif à la phase 3.

0,75 pt

Levier	Ressorts	Poussoir	Mors mobile	Pince débrayable
.....	Se détendent	Désolidarisée du câble

Q.11. L'actigramme relatif au capteur de proximité inductif Cp.

0,75 pt



Q.12. Le symbole du capteur Cp et la nature de l'information à sa sortie.

0,50 pt

Symbol	Nature de l'information

Q.13. Le galet-rampe (7) peut-il être fabriqué avec n'importe quel matériau ? Justifier.

0,50 pt

Q.14. Nature de l'information de sortie du Cf.

0,25 pt

Q.15. Détermination de la déformation λ critique qui déclenche l'arrêt du système, sachant que le seuil d'alarme issu du capteur Cf est de 9V.

0,25 pt

D.Rep 5

/2,50 Pts

Q.16. Expression de la vitesse $Vci1$ (en m/s) en fonction de Nmi (en tr/min), kr , kp et D_R .

0,50 pt

Q.17. Déduction de la vitesse de rotation Nmi (en tr/min) du moteur de UEi pour $i=1$ sachant que $Vci1 = 4,7$ m/s.

0,25 pt

Q.18. Expression de la vitesse $Vci6$ (en m/s) en fonction de Nmi (en tr/min), kr , kp et D_R .

0,50 pt

Q.19. Déduction de la vitesse de translation de la cabine $Vci6$ (en m/s) à la sortie de UEi pour $i = 1$.

0,25 pt

Q.20. Conclusion sur le respect de la condition entre la vitesse à l'entrée et à la sortie de UEi pour $i = 1$

0,50 pt

Q.21. Tableau du composant As et nature des tensions d'entrée et de sortie.

0,25 pt

Composant	Nom	Nature de la tension à l'entrée	Nature de la tension à la sortie
As			

Q.22. Fonction et solution constructive de l'élément H .

0,25 pt

Composant	Nom	Fonction	Solution constructive
H	Hacheur		

D.Rep 6

/3,75 Pts

Q.23. Nom et fonction de l'élément D.

0,50 pt

Composant	Nom	Fonction
D		

Q.24. Rapport cyclique α_1 pour que le moteur MCC1 tourne à la vitesse 300 tr/min.

0,50 pt

Q.25. Le nom et la fonction des formes (C) réalisée sur l'arbre (33).

0,50 pt

Nom :
Fonction :

Q.26. Le type de courroie assurant la transmission de mouvement de rotation.

0,25 pt

Q.27. La mise et le maintien en position (MIP & MAP) de la jante (30)/moyeu (38).

0,75 pt

Forme de surface et composant	
MIP	- - -
MAP	-

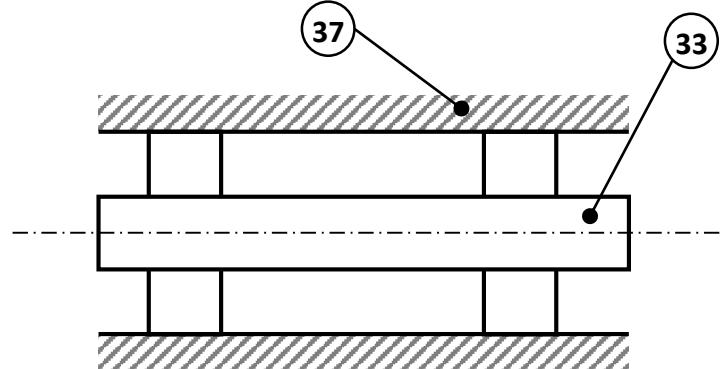
Q.28. Le repère et le nom complet des éléments assurant le guidage en rotation de l'arbre (33)/(37).

0,50 pt

Repère	Nom complet
.....

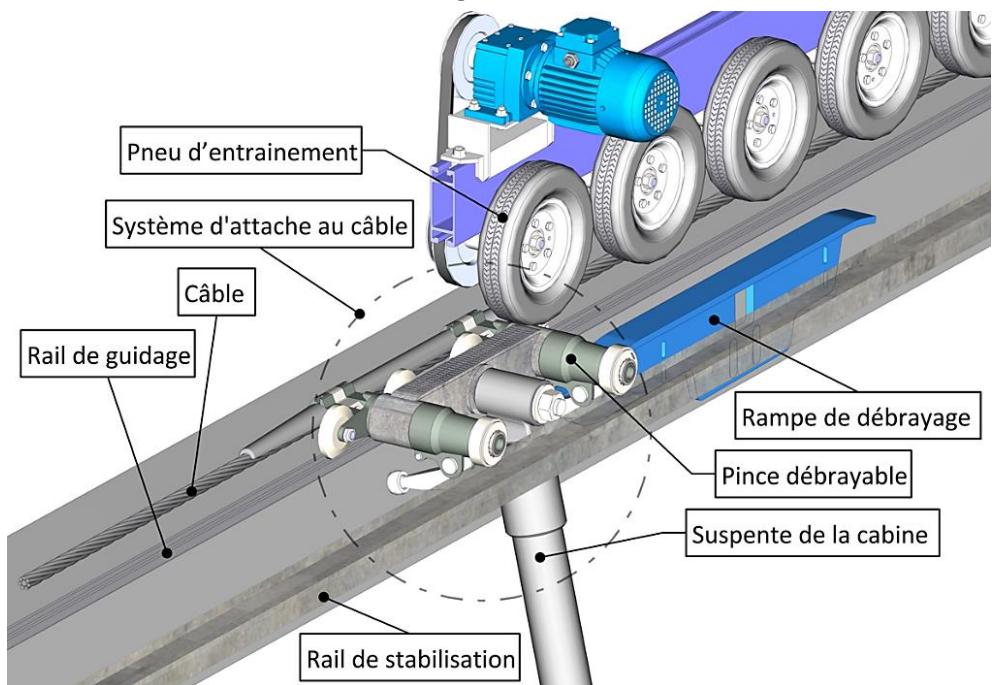
Q.29. Symbole normalisé et l'emplacement des arrêts latéraux des éléments assurant le guidage en rotation de l'arbre (33)/(37).

0,75 pt



D.Res 1

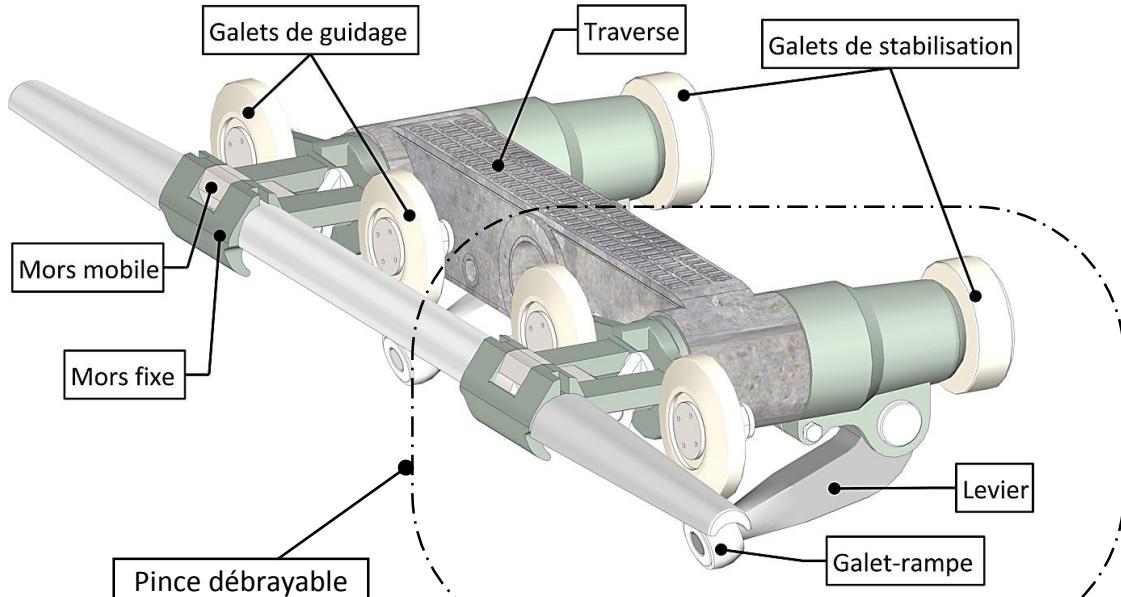
Vue 3D du système d'attache de la cabine à l'entrée de gare



Constituants du système d'attache

Le système d'attache comporte deux **pinces** et une **traverse** :

- La **traverse** : permet de donner le mouvement à la cabine en gare par le moyen des pneus du **CPR** ou **CPA**. Qui viennent s'adhérer dessus.
- Deux pinces qui comportent chacune :
 - Deux galets de guidage et un galet de stabilisation, ils permettent le guidage de la cabine sur des rails présentes en gare.
 - Un **mors fixe** et un **mors mobile** qui serre le câble avec un **effort suffisant** pour déplacer la cabine.
 - Un **levier** qui permet de commander l'ouverture et la fermeture des **mors**.
 - Un **capteur** de proximité inductif **Cp** qui détecte le passage du **galet-rampe** (7) sur la **rampe de débrayage**.
 - Un **capteur Cf** installé à **3 mm** au-dessous de la **rampe** à l'entrée et à la sortie de la gare, permet de détecter toute cabine mal attachée sur le câble. L'effort de serrage de la pince définit par la déformation **λ** de la rampe agit sur la distance **d** entre cette rampe et la tête du capteur. La distance est donnée par : **d = 3-λ**. Le signal délivré par ce capteur est envoyé au coffret de contrôle pour le comparer à un seuil d'alarme programmé. Si cet effort est insuffisant, l'arrêt du téléphérique est déclenché. (voir caractéristique de **Cf** sur D.Res 3).



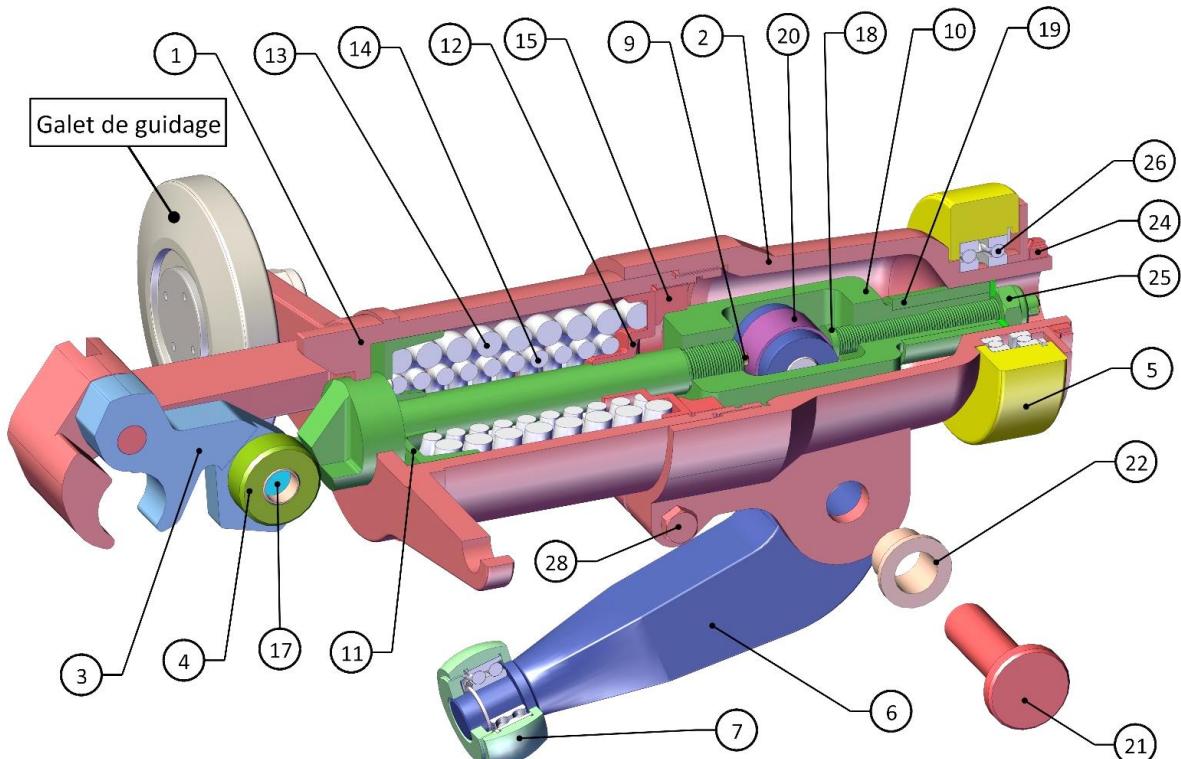
D.Res 2

Dessin 3D au $\frac{1}{4}$ enlevé d'une pince en position embrayée :

NB : les couleurs permettent de mettre en évidence les différentes classes d'équivalence.

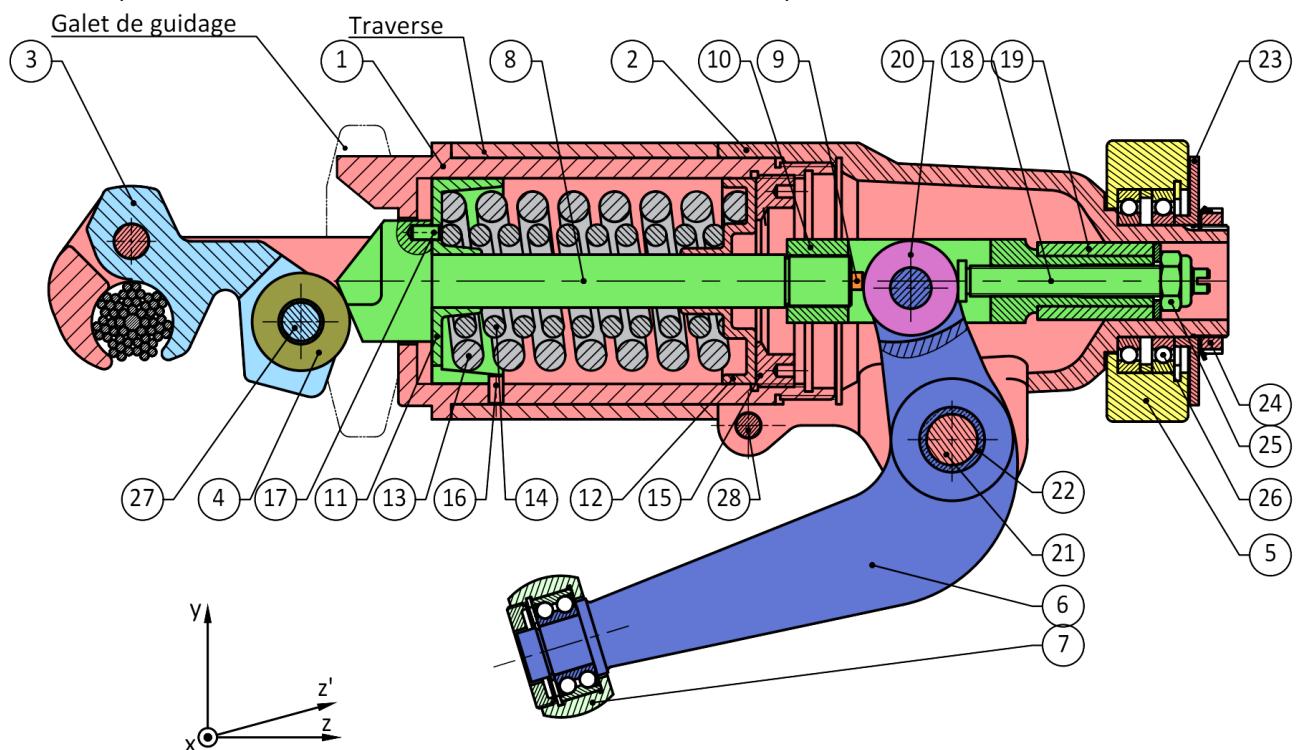
Fonctionnement de la pince :

Une pince débrayable est composée de deux **ressorts de serrage** coaxiaux (13) et (14). Ils exercent un effort permanent sur le **poussoir** (8), qui maintient le **mors mobile** (3) en position fermée. La commande de déverrouillage de la pince s'effectue grâce au **levier** (6) et à la rampe de débrayage qui comprime les deux ressorts pour libérer le mors mobile (3).



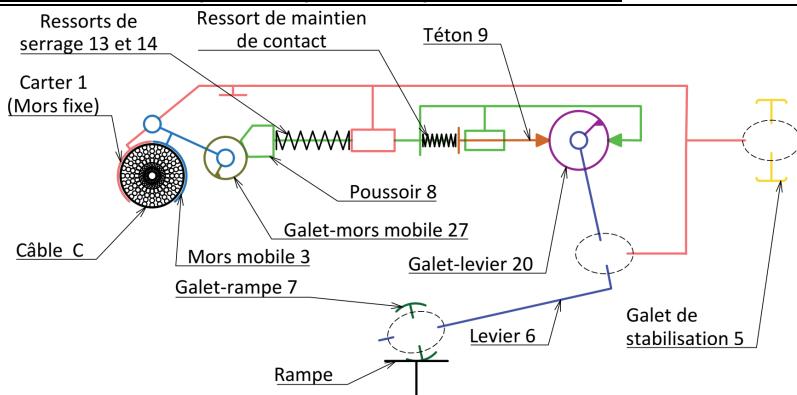
Dessin 2D en coupe d'une pince en position embrayée :

NB : les couleurs permettent de mettre en évidence les différentes classes d'équivalence.

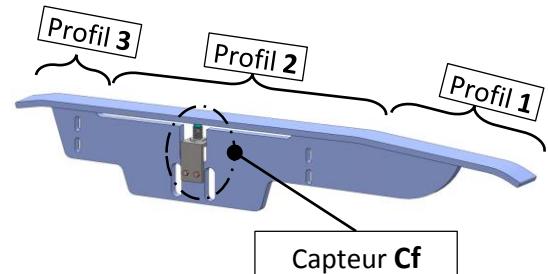


D.Res 3

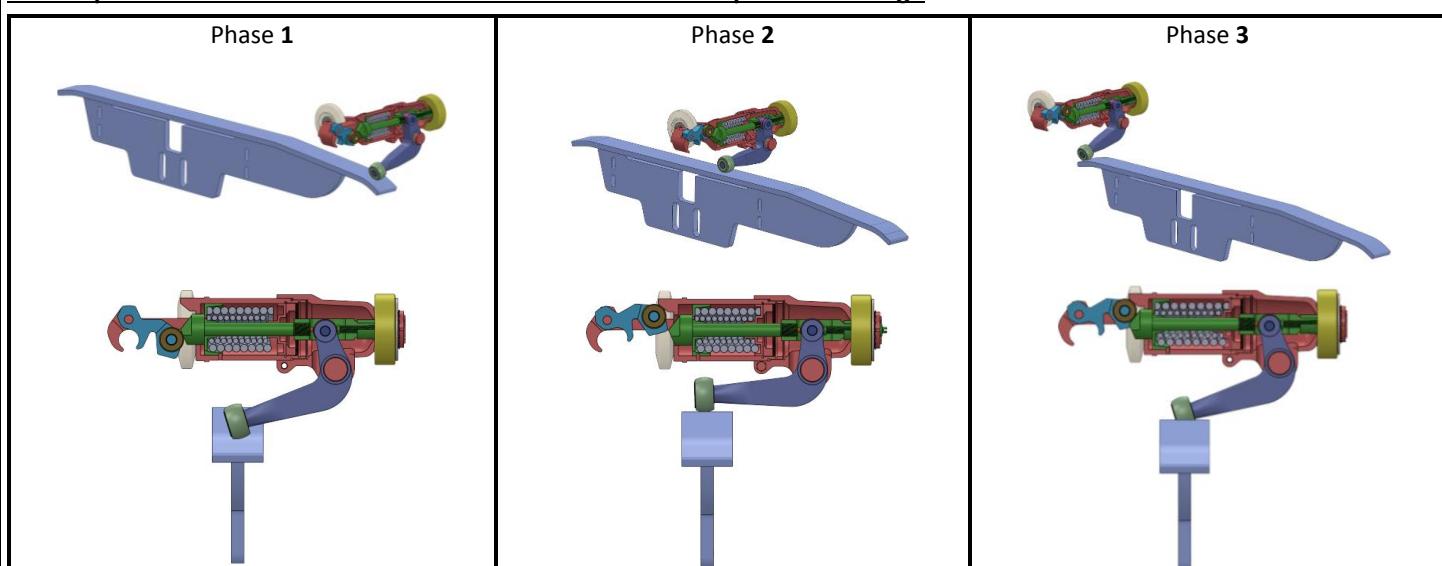
Schéma cinématique de la pince du système d'attache



Différents profils de la Rampe



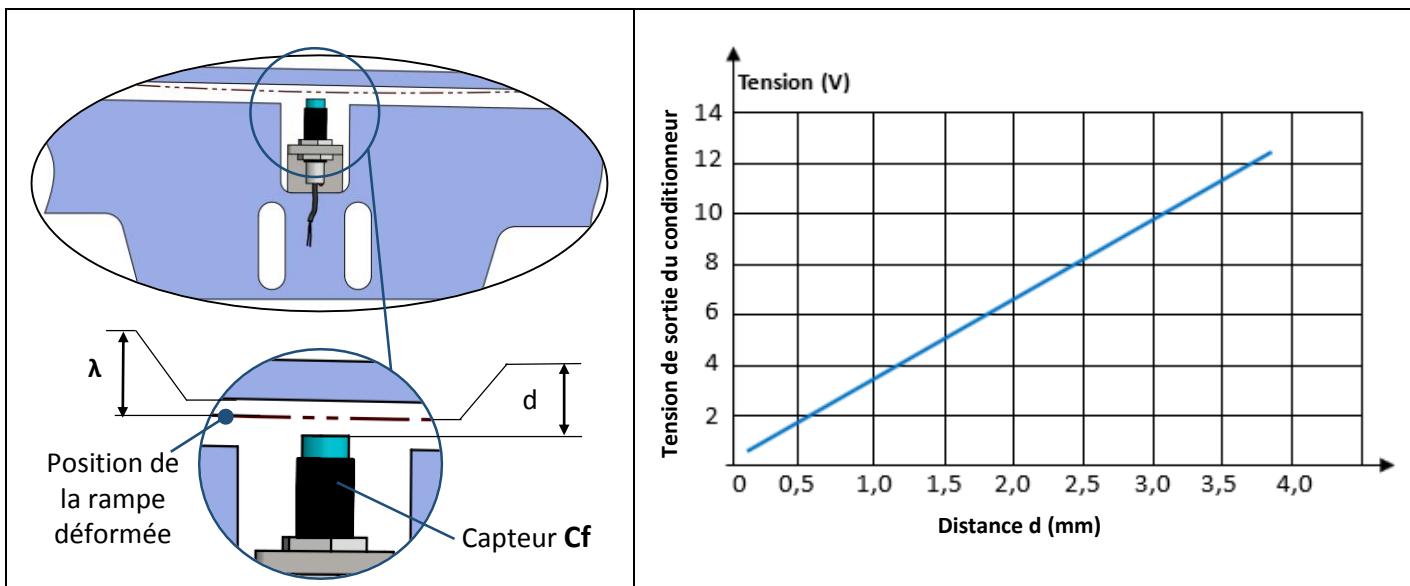
Phases permettant l'ouverture ou la fermeture des mors de la pince de serrage



Liste des propositions relatives aux 3 phases de fonctionnement

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="radio"/> Se compriment | <input type="radio"/> Pivoté autour de son axe | <input type="radio"/> Verrouillé en position ouverte |
| <input type="radio"/> Fixe en pivotement | <input type="radio"/> Comprimés | <input type="radio"/> Translate vers la droite pour lâcher le galet-mors |
| <input type="radio"/> Redescend | <input type="radio"/> S'ouvre et lâche le câble | <input type="radio"/> Sort en translatant vers la gauche |

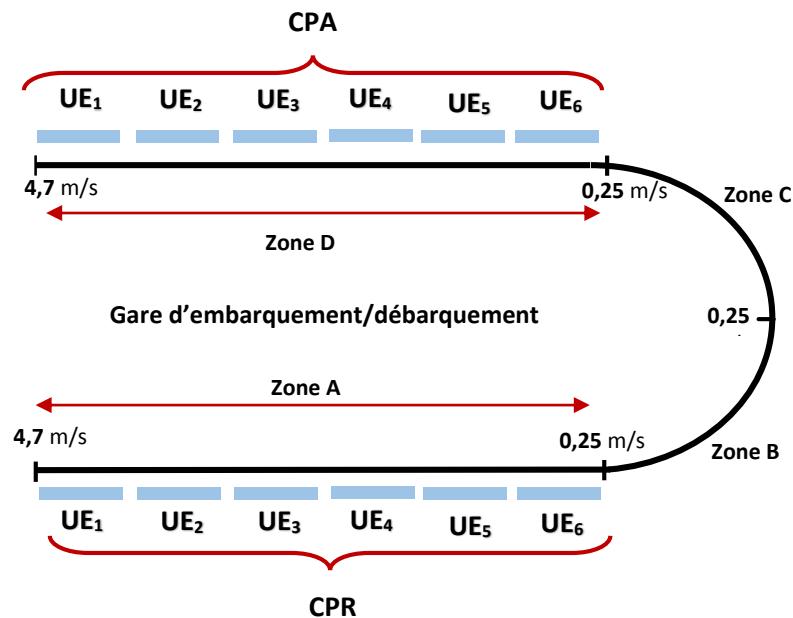
Caractéristiques du capteur Cf avec son conditionneur



D.Res 4

Constituants des convoyeurs à Pneus CPR et CPA

- Le Convoyeur à Pneus est constitué de six Unités d'Entrainement identiques UE₁, UE₂, ... et UE₆, chaque unité comporte un **motoréducteur** qui entraîne **six** pneus par l'intermédiaire d'un **train de poulies et courroies**.
 - Dans le Convoyeur à Pneus Ralentisseur (**CPR**), les unités d'entraînement sont commandées pour que la vitesse des cabines passe de la valeur **Vc = 4,7 m/s** à la valeur **Vce = 0,25 m/s** qui est la vitesse acceptable pour permettre le débarquement des passagers en toute sécurité.
 - Dans le Convoyeur à Pneus Accélérateur (**CPA**), les **UEi** sont commandées pour que la vitesse des cabines passe de la valeur **Vc = 0,25 m/s** jusqu'à **Vce = 4,7 m/s** pour atteindre la vitesse du câble.
 - La programmation de la commande des moteurs des **UEi** fait que la vitesse à la sortie de la **zone A** soit égale à **0,25 m/s**.



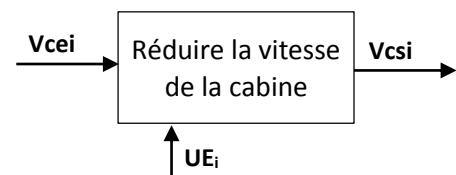
Fonction de l'unité d'entraînement UE_i ($i \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$)

Les unités d'entraînement sont identiques, chaque unité UEi réduit la vitesse de la cabine avec un coefficient $r = 0.723$.

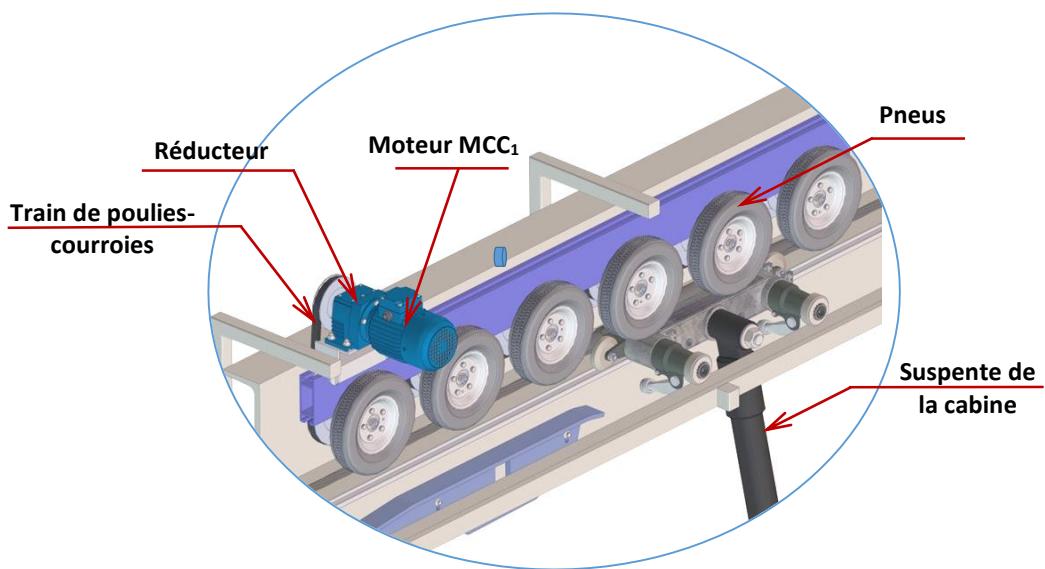
Vcei : Vitesse de la cabine à l'entrée d'une UEi.

Vcsi : Vitesse de la cabine à la sortie d'une UE_i.

$$V_{CSI} = 0,723 \cdot V_{CEI}$$



Constituants de l'unité d'entraînement UE₁ et caractéristiques de sa motorisation



D.Res 5

Schéma synoptique de la chaîne d'énergie d'une unité d'entraînement UE_i

- PC : Poules-Courroie, diamètre d'entrée d_e (=300 mm), diamètre de sortie d_s (=320 mm), rapport de transmission k_p .
- DT : Dynamo tachymétrique.
- Réducteur à engrenages ayant un rapport de transmission k_r (=0,90).
- Chaque pneu ayant un diamètre D_R (=350mm).
- Le glissement est supposé négligeable dans toutes les transmissions par adhérence.
- V_{ci1} : La vitesse tangentielle du point du pneu numéro 1 de l'unité UE_i en contact avec la traverse.

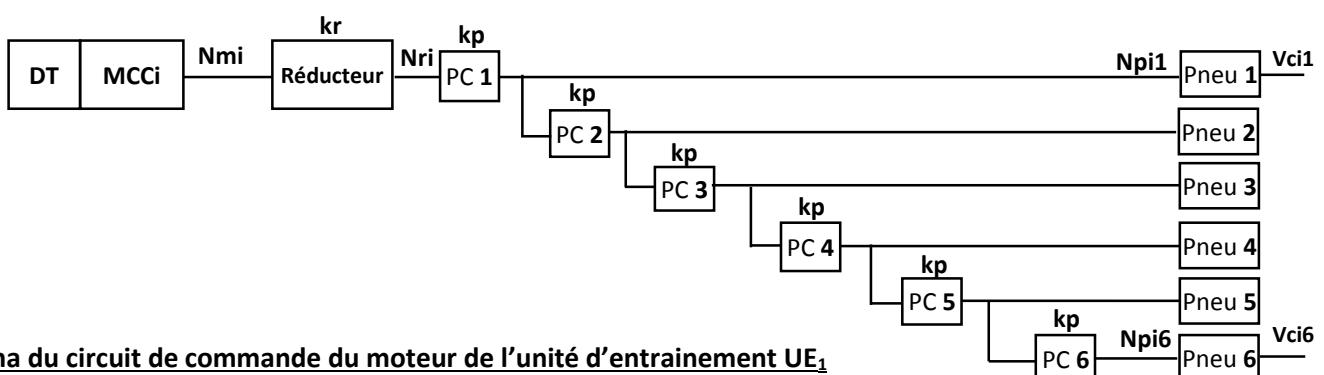
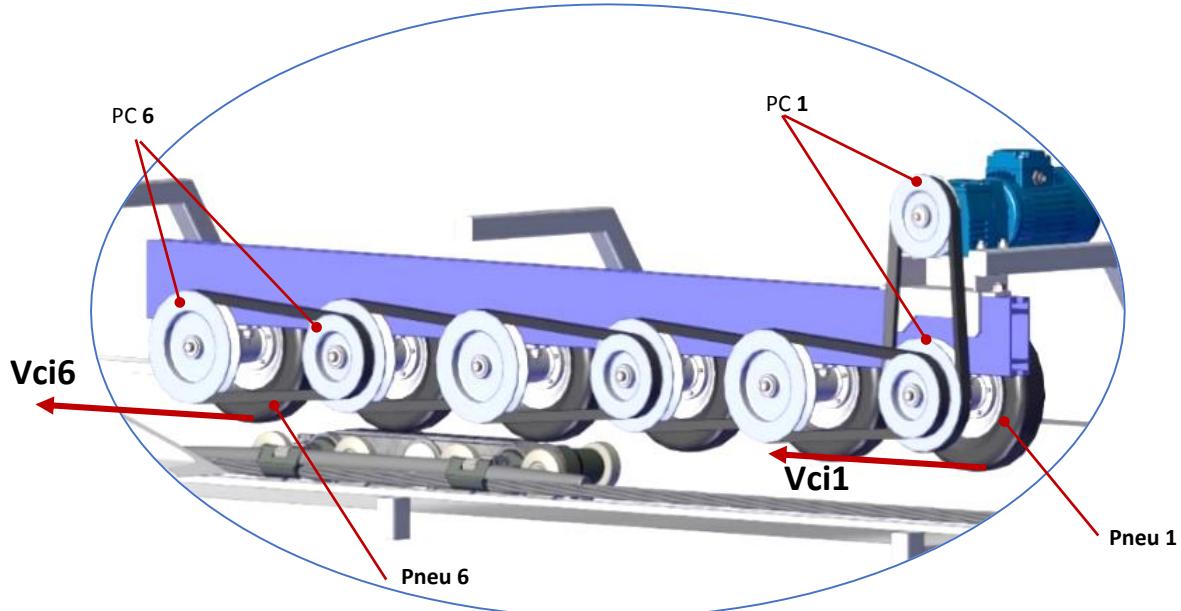
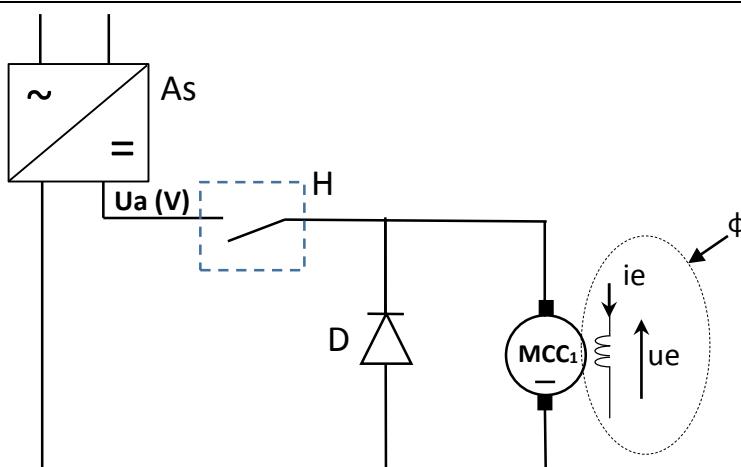


Schéma du circuit de commande du moteur de l'unité d'entraînement UE_i



Moteur MCC₁

- Tension d'alimentation : $U_a = 200V$
- Constante de la fem : $K_e = 0,635V/\text{tr/min}$
- Résistance de l'induit R_a négligeable
- N : Vitesse de rotation en tr/min.

D.Res 6

Dessin 2D représentant les éléments assurant la transmission de mouvement à un pneu d'entrainement :

