

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2023

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-III

الموضوع

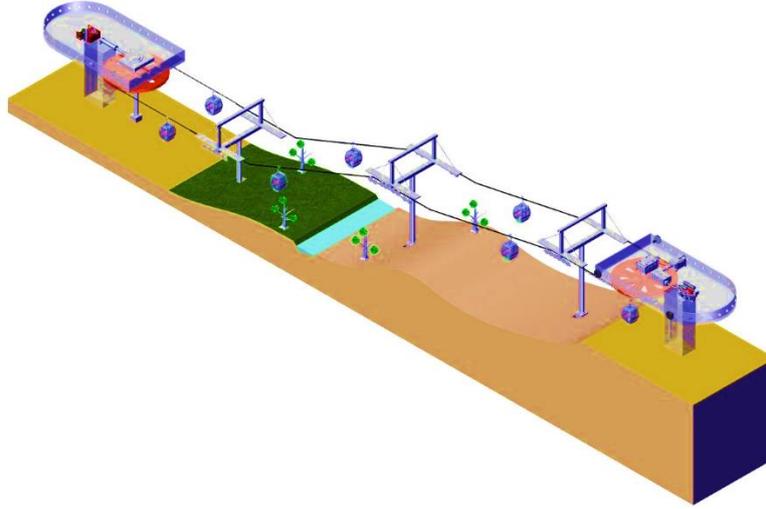
NS 44

| | | | |
|----|-------------|---|------------------|
| 3h | مدة الإنجاز | علوم المهندس | المادة |
| 3 | المعامل | شعبة العلوم الرياضية مسلك العلوم الرياضية (ب) | الشعبة أو المملك |

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 3, 4, 5. |
| | Documents réponses D.Rep | pages 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Documents ressources D.Res | pages 13, 14, 15, 16, 17, 18. |

Volet 1 : Présentation de l'épreuve



| | |
|------------------------------|--|
| Système à étudier : | Téléphérique. |
| Durée de l'épreuve : | 3 h. |
| Coefficient : | 3. |
| Moyens de calcul autorisés : | Calculatrices scientifiques non programmables. |
| Documents autorisés : | Aucun. |

- Vérifier que vous disposez bien de tous les documents de 1/18 à 18/18.
- 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

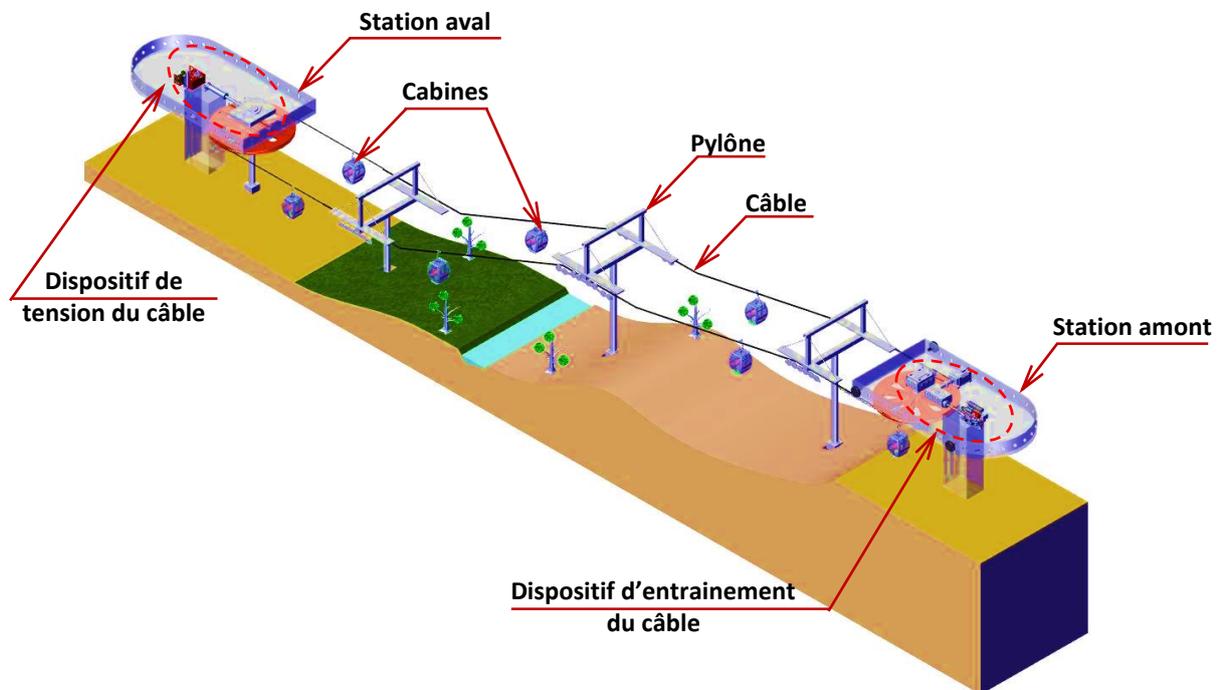
Un nombre croissant de villes à travers le monde (notamment la ville d'Agadir), utilise le **transport par câble aérien** (connu sous le nom de **téléphérique**) dans leur réseau de transport collectif, touristique ou sportif. L'avantage majeur d'un tel système est d'offrir la possibilité d'un déplacement aisé avec un changement d'altitude important dans des zones à accès difficile, généralement en montagne.

Le **téléphérique** est une installation dans laquelle des **passagers** sont transportés dans des **véhicules** non motorisés appelés **cabines**, suspendus à un ou à plusieurs câbles.

2. Présentation

Le **téléphérique** - objet de notre étude - est un système **de transport à cabines monocâble débrayables**. Il utilise un seul câble à la fois **porteur** (assurant la portance des cabines) et **tracteur** (transmettant son mouvement aux cabines).

Les cabines se **détachent** (se débrayent) du câble tracteur à leur arrivée en **stations** afin de permettre **l'embarquement** et le **débarquement** des passagers et **s'attachent** à nouveau au câble tracteur afin de permettre le déplacement des passagers d'une station à l'autre.



3. Constituants

Le **téléphérique** est composé d'un :

- ⊙ **Dispositif d'entraînement du câble tracteur** : Il est installé sur la **station amont**, il assure le mouvement unidirectionnel du câble (donc des cabines) à vitesse constante par l'intermédiaire d'une **roue motrice**. Ce mouvement est assuré par une chaîne de transmission qui dépend du mode de fonctionnement : **Mode normal** ou **mode de secours**.
- ⊙ **Dispositif d'entraînement dans les stations** : Il est installé sur les deux stations **amont** et **aval**, il assure le mouvement des cabines dans chaque station par l'utilisation d'un ensemble de pneus (**ralentisseurs** et **lanceurs**) qui entraînent les cabines à une vitesse réduite permettant ainsi **l'embarquement** et le **débarquement** des passagers en toute sécurité. Ce dispositif n'est pas étudié dans ce sujet.
- ⊙ **Dispositif de tension du câble** : Il est installé sur la **station aval**, il régule la tension du câble selon la variation du poids des passagers et le changement de la température ambiante.
- ⊙ **Dispositif de freinage** : Il assure le freinage du système en cas de besoin, il comporte :
 - ★ **Un frein de service** : Fonctionnant dans les cas d'arrêt normal du moteur principal.
 - ★ **Un frein d'urgence** : En cas d'arrêt d'urgence, il agit directement sur la **roue motrice**.

- ⊙ **Dispositif de commande et de contrôle** : Il assure la gestion globale de l'installation par le biais des automates programmables qui génèrent et traitent les signaux de commande des différents préactionneurs et reçoivent ceux envoyés par :
- ★ **Les capteurs** installés tout au long du système (capteurs de force **1S**, de déplacement **LVDT**, de température **CT**, de fermeture de portes des cabines **CF**, ...);
 - ★ **Les boutons de commande** de marche, de sécurités, des signalisations regroupés sur le **pupitre** de commande ;
 - ★ **Deux dynamos tachymétriques (DT)** de détection de vitesses (**DT1** pour le câble et **DT2** pour le moteur);
 - ★ **Deux capteurs optiques** de détection de la position des cabines entraînés par la roue motrice ;
 - ★ Un **écran tactile** permettant l'affichage d'état et le changement de certains paramètres du téléphérique.

Volet 3 : Substrat du sujet

Le transport par câble aérien présente aujourd'hui un système de haute technologie adopté quasiment dans le monde entier. Cependant, les conditions d'insertion, d'exploitation et d'utilisation de ses systèmes diffèrent fortement d'un milieu à un autre.

Votre ville opte pour une installation d'un téléphérique dont vous êtes appelés à étudier et examiner son environnement fonctionnel et technologique, afin de satisfaire plusieurs exigences techniques et économiques.

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Situation d'évaluation n°1 | /7,00 Pts |
|-----------------------------------|------------------|

Avant d'entamer une étude détaillée du téléphérique. Il est nécessaire d'appréhender ses finalités et ses interactions avec l'environnement extérieur en utilisant quelques outils de l'analyse fonctionnelle, et ce à travers les 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.** Exprimer le besoin du téléphérique à travers l'outil **bête à cornes**. 0,75 pt
- Q.02.** Compléter le diagramme des interactions et la liste des fonctions de service. 1,50 pt
- Q.03.** Compléter le diagramme **FAST** partiel relatif à la fonction principale **FP1** du téléphérique. 1,25 pt

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

A partir du **volet n°2**, du **D.Res 1** et **D.Res 3**, sur le **D.Rep 2**.

- Q.04.** Compléter la chaîne fonctionnelle relative au téléphérique. 3,50 pts

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Situation d'évaluation n°2 | /4,50 Pts |
|-----------------------------------|------------------|

L'identification des solutions constructives employées dans le dispositif d'entraînement du câble tracteur, le choix et la validation de quelques-unes de leurs caractéristiques est une étape clé de l'étude du téléphérique. A travers les tâches ci-après, vous êtes amenés à identifier, choisir et valider quelques solutions retenues par le constructeur.

Tâche n°1 : Identification des organes de transmission du dispositif d'entraînement du câble tracteur.

A partir du **D.Res 1**, sur le **D.Rep 2**.

- Q.05.** Compléter le tableau par le nom et la fonction convenable. 0,50 pt
- Q.06.** Donner le nom et le symbole de l'organe de transmission **3** (OT 3). 0,50 pt
- Q.07.** Compléter l'actigramme relatif à l'organe de transmission **6** (OT 6). 0,75 pt

Tâche n°2 : Validation du choix du réducteur de secours **Rds** pour avoir une vitesse de la cabine en mode de secours qui répond à certaines exigences sécuritaires.

En mode normal, la vitesse des cabines (donc du câble) est $V_c = 4,7 \text{ m/s}$. En mode de secours, une norme sécuritaire impose une vitesse de la cabine $V_c' = V_c/4$. Dans ce cas répondre aux questions suivantes.

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

- Q.08.** Donner l'expression de la vitesse de la cabine V_c en fonction de la vitesse de rotation N_{mp} (en **tr/min**), **de**, **ds**, **dr** et **kp**. 0,50 pt
- Q.09.** En déduire la valeur de la vitesse de rotation N_{mp} (en **tr/min**) du moteur principal en mode normal. 0,25 pt
- Q.10.** Donner l'expression de la vitesse de la cabine V_c' en fonction de la vitesse de rotation N_{ms} (en **tr/min**), **de**, **ds**, **dr**, **kp** et **ks**. 0,50 pt
- Q.11.** En déduire la valeur du rapport de transmission **ks** que doit avoir le réducteur **Rds** pour respecter la condition sur la vitesse V_c' . 0,25 pt
- Q.12.** Choisir la référence (Type) du réducteur **Rds** convenable parmi les références proposées par un constructeur de réducteurs. 0,25 pt

Tâche n°3 : Validation du choix du moteur principal.

En mode normal, la vitesse des cabines (donc du câble) est $V_c = 4,7 \text{ m/s}$. La force nécessaire au niveau du câble pour déplacer toutes les cabines dans les conditions extrêmes de fonctionnement est $F_c = 73 \text{ kN}$.

A partir du **D.Res 1** et **D.Res 2**, sur le **D.Rep 4**.

- Q.13.** Calculer la puissance P_c au niveau du câble (en **kW**), nécessaire pour déplacer les cabines dans les conditions extrêmes de fonctionnement. 0,25 pt
- Q.14.** Calculer le rendement global η_g de la chaîne de transmission en **mode normal**. 0,25 pt
- Q.15.** En déduire la puissance P_{mp} (en **kW**) que doit développer le moteur principal pour déplacer les cabines du téléphérique. 0,25 pt
- Q.16.** À partir de l'extrait du catalogue constructeur de moteur, donner la référence (Type) du moteur adéquat. 0,25 pt

Situation d'évaluation n°3

/8,50 Pts

A travers les tâches suivantes, vous êtes invités à identifier les solutions constructives employées par le constructeur pour assurer une tension régulée du câble porteur de cabines, puis à étudier les conditions de régulation de cette tension afin d'assurer une sécurité extrême pendant le transport des passagers dans les cabines du téléphérique.

Tâche n°1 : Identification des différentes liaisons du dispositif de tension du câble tracteur ainsi que les solutions constructives employées par le constructeur pour les réaliser.

A partir du **D.Res 3** et **D.Res 6**, sur le **D.Rep 4** et **D.Rep 5**.

- Q.17.** Identifier les liaisons du dispositif de tension du câble tracteur en complétant le tableau par les noms des liaisons et par des « 1 » indiquant les degrés de liberté. 1,25 pt
- Q.18.** Relier chacune des solutions constructives 1, 2 et 3 à sa liaison convenable. 0,75 pt
- Q.19.** Compléter le dessin de la chape de pied en vue de droite en **coupe A-A**. 1,50 pt
- Nota :** Ne pas représenter les formes cachées.

Tâche n°2 : Vérification des conditions de régulation de la tension du câble tracteur des cabines du téléphérique.

A partir du **D.Res 4**, sur le **D.Rep 5** et **D.Rep 6**.

Q.20. Compléter le tableau par le nom et la fonction des composants hydrauliques. 0,75 pt

Q.21. Compléter le schéma du circuit hydraulique par : 1,00 pt

- Un clapet anti-retour **1X** ;
- Un clapet anti-retour avec ressort **1D** ;
- Les conduites convenables pour permettre la sortie de la tige du vérin.

Q.22. Le distributeur **1C** comporte deux types de commandes : électrique et manuel, pourquoi la commande manuelle est indispensable dans ce système. 0,25 pt

Q.23. Vérifier que la pression initiale P_0 dans la chambre convenable du vérin générée par la charge initiale F_{T0} est égale à **150 Bars**. On donne $F_{T0} = 14254,5 \text{ daN}$. 0,25 pt

Q.24. En déduire les valeurs des pressions minimale P_{\min} et maximale P_{\max} (en **Bars**) à partir desquelles il est nécessaire de faire un réajustement de la pression. 0,50 pt

Q.25. Est-ce le réajustement de la pression dans la chambre convenable du vérin est-il nécessaire si la charge F_T atteint la valeur de **15015 daN** ? Justifier. 0,50 pt

Tâche n°3 : Etude du dispositif de tension du câble tracteur des cabines du téléphérique.

Le capteur **1P** utilisé est un capteur de pression linéaire délivrant un signal de sortie **0-10V** avec une étendue de mesure allant de **0 à 200 bars**, la valeur **200 bars** correspond à la tension **10 V**. Le contrôleur du circuit hydraulique permet le contrôle et la régulation de la pression suivant une consigne donnée.

A partir du **D.Res 5**, sur le **D.Rep 7**.

Q.26. Compléter l'actigramme relatif au capteur de pression **1P**, en précisant la nature de l'information d'entrée et de sortie. 0,75 pt

Q.27. Donner le nom et le symbole des deux modules **A** et **D**. 0,50 pt

Q.28. Déterminer la tension **U** (en **V**) image de la pression **P** à la sortie du capteur **1P** lorsque la pression **P** est égale **160 Bars**. 0,25 pt

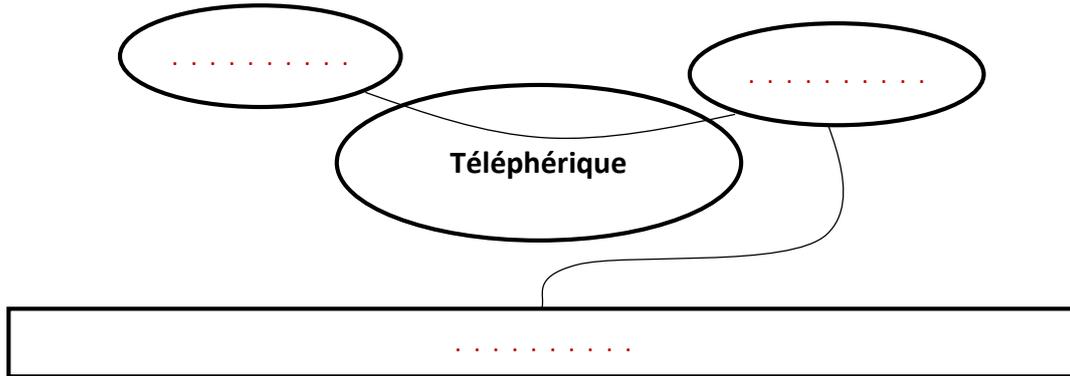
Q.29. Déterminer pour la même pression **P**, le courant **I** (en **mA**) de commande du distributeur **1C** que doit délivrer le contrôleur du circuit hydraulique. 0,25 pt

D.Rep 1

/3,50 Pts

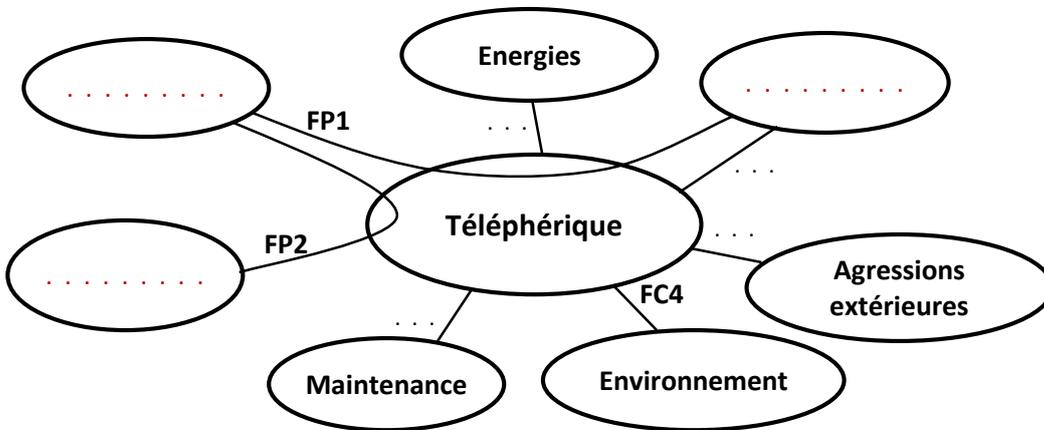
Q.01. Bête à cornes.

0,75 pt



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

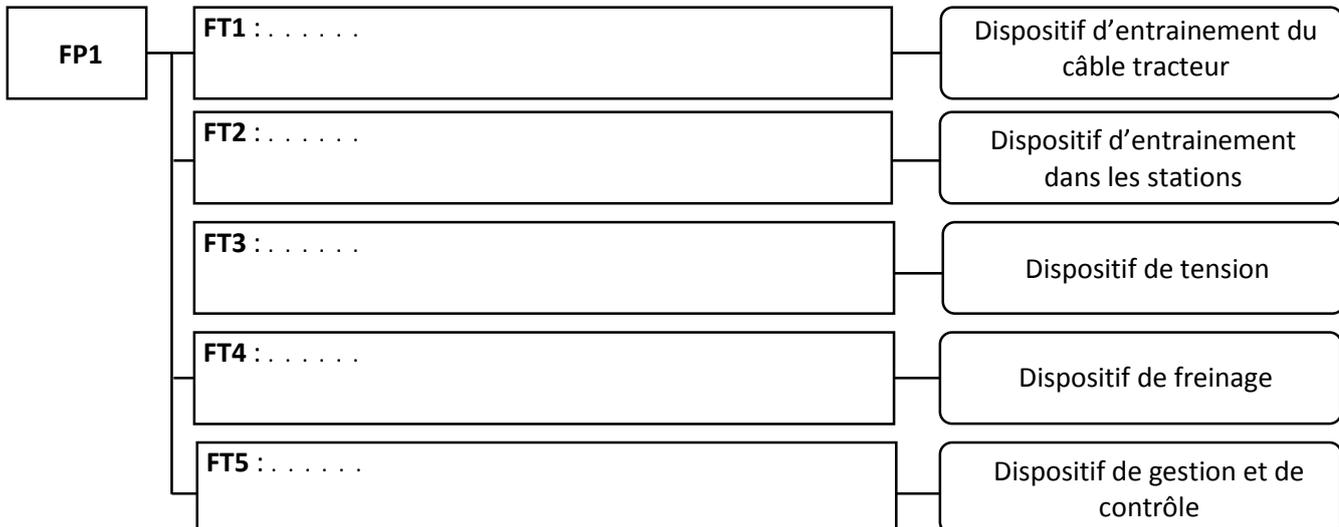
1,50 pt



| Fonctions de service | Identification des fonctions |
|----------------------|--|
| FP1 | Transporter des passagers dans des cabines à des altitudes importantes |
| FP2 | Assurer la sécurité des passagers |
| FC1 | Maintenir la stabilité des cabines |
| FC2 | Alterner entre deux sources d'énergie différentes en cas de besoin |
| FC3 | |
| FC4 | |
| FC5 | |

Q.03. Diagramme FAST partiel relatif à la fonction « FP1 ».

1,25 pt

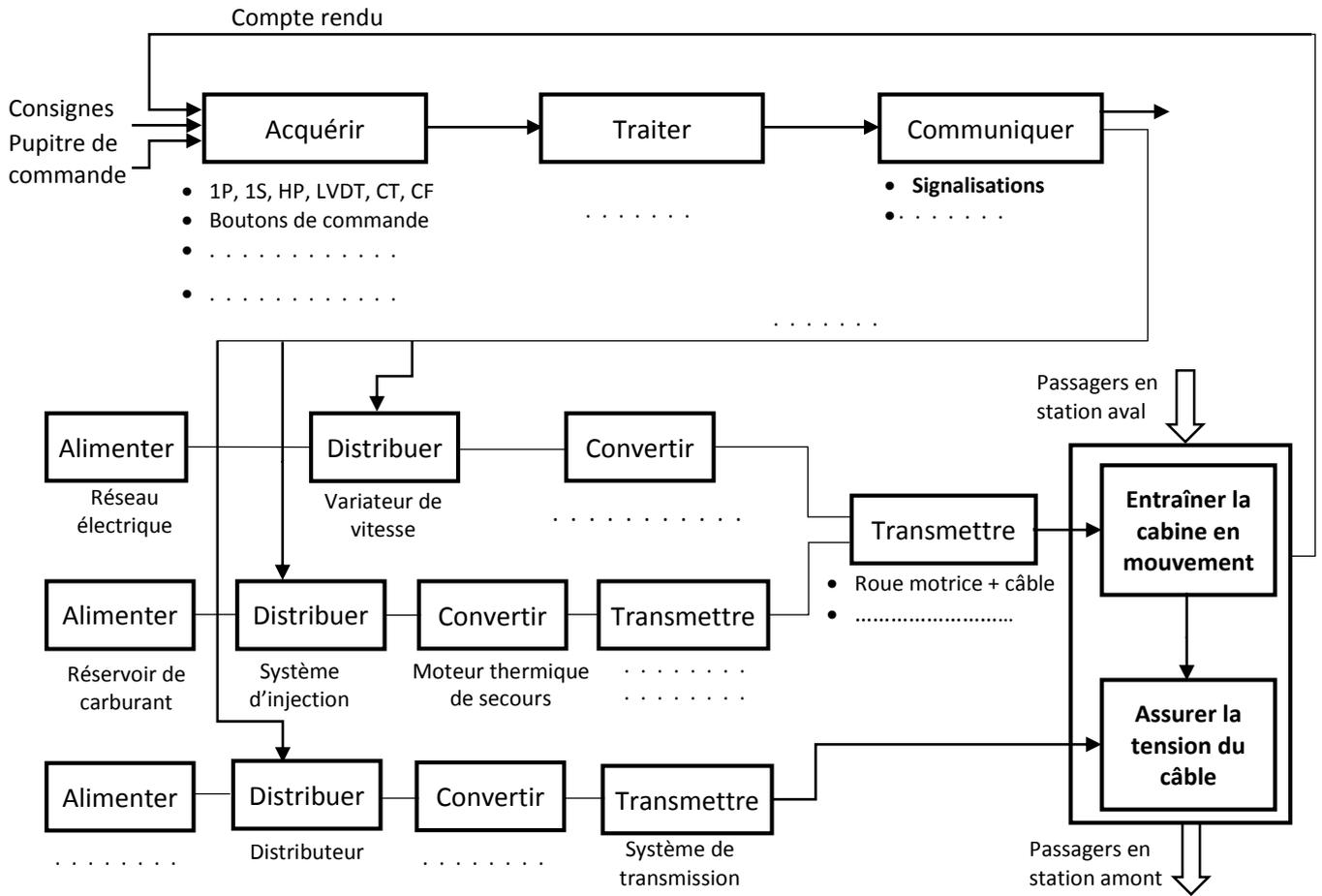


D.Rep 2

/5,25 Pts

Q.04. Chaîne fonctionnelle.

3,50 pts



Q.05. Nom et fonction convenable.

0,50 pt

| Organe de transmission | Nom | Fonction |
|------------------------|-------|----------|
| OT 1 | | |
| OT 2 | | |

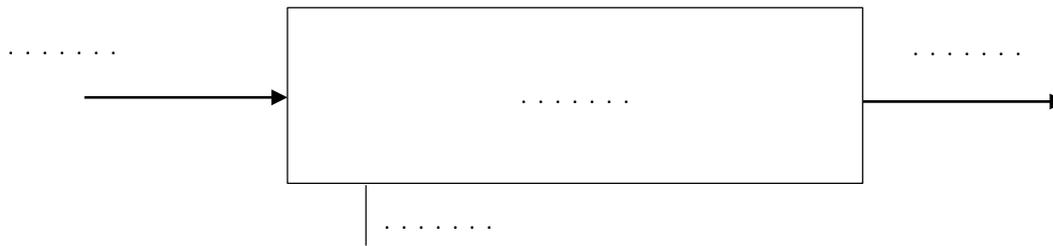
Q.06. Nom et symbole de l'organe de transmission 3 (OT 3).

0,50 pt

| Nom | Symbole |
|-------|---------|
| | |

Q.07. Actigramme de l'organe de transmission 6 (OT 6).

0,75 pt



D.Rep 3

/1,75 Pt

Q.08. Expression de la vitesse de la cabine V_c en fonction de la vitesse de rotation N_{mp} (en tr/min), d_e , d_s , d_r et k_p .

0,50 pt

Q.09. Déduction de la valeur de la vitesse de rotation N_{mp} (en tr/min) du moteur principal en mode normal.

0,25 pt

Q.10. Expression de la vitesse de la cabine $V_{c'}$ en fonction de la vitesse de rotation N_{ms} (en tr/min), d_e , d_s , d_r , k_p et k_s .

0,50 pt

Q.11. Déduction de la valeur du rapport de transmission k_s que doit avoir le réducteur R_{ds} pour respecter la condition sur la vitesse $V_{c'}$.

0,25 pt

Q.12. Choix de la référence (type) du réducteur convenable.

0,25 pt

D.Rep 4

/3,00 Pts

Q.13. Calcul de la puissance P_c au niveau du câble (en kW), nécessaire pour déplacer les cabines dans les conditions extrêmes de fonctionnement.

0,25 pt

Q.14. Calcul du rendement global η_g de la chaîne de transmission en **mode normal**.

0,25 pt

Q.15. Déduction de la puissance P_{mp} (en kW) que doit développer le moteur principal pour déplacer les cabines du téléphérique.

0,25 pt

Q.16. La référence (type) du moteur adéquat.

0,25 pt

Q.17. Identification des liaisons du dispositif de tension du câble tracteur.

1,25 pt

| Liaison entre | Nom de la liaison | Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
|---|-------------------|----|----|----|----|----|----|
| Tige du vérin/Support de la roue réceptrice | ... | | | | | | |
| Corps du vérin/Bâti | ... | | | | | | |
| Tige du vérin/Corps du vérin | ... | | | | | | |
| Support de la roue réceptrice/Roue réceptrice | ... | | | | | | |
| Support de la roue réceptrice/Bâti | ... | | | | | | |

Q.18. Solution constructive 1, 2 et 3 liée à la liaison convenable.

0,75 pt

| Liaison entre | Solution constructive |
|---|-----------------------|
| Tige du vérin/Support de la roue réceptrice | 1 |
| Tige du vérin/Corps du vérin | 2 |
| Support de la roue réceptrice/Bâti | 3 |

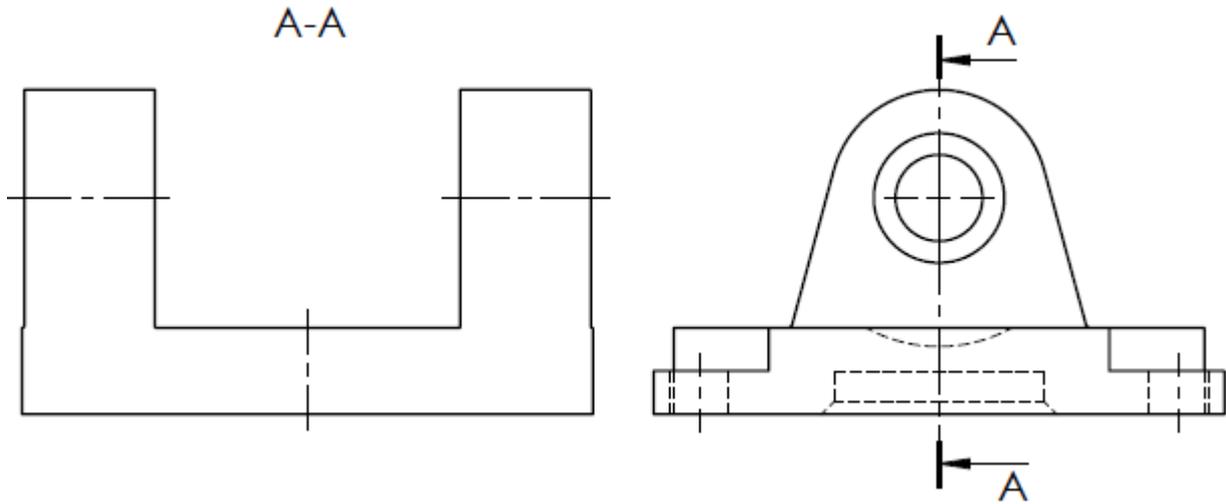
D.Rep 5

/3,25 Pts

Q.19. Dessin de la chape de pied en :

1,50 pt

- Vue de droite en coupe A-A.



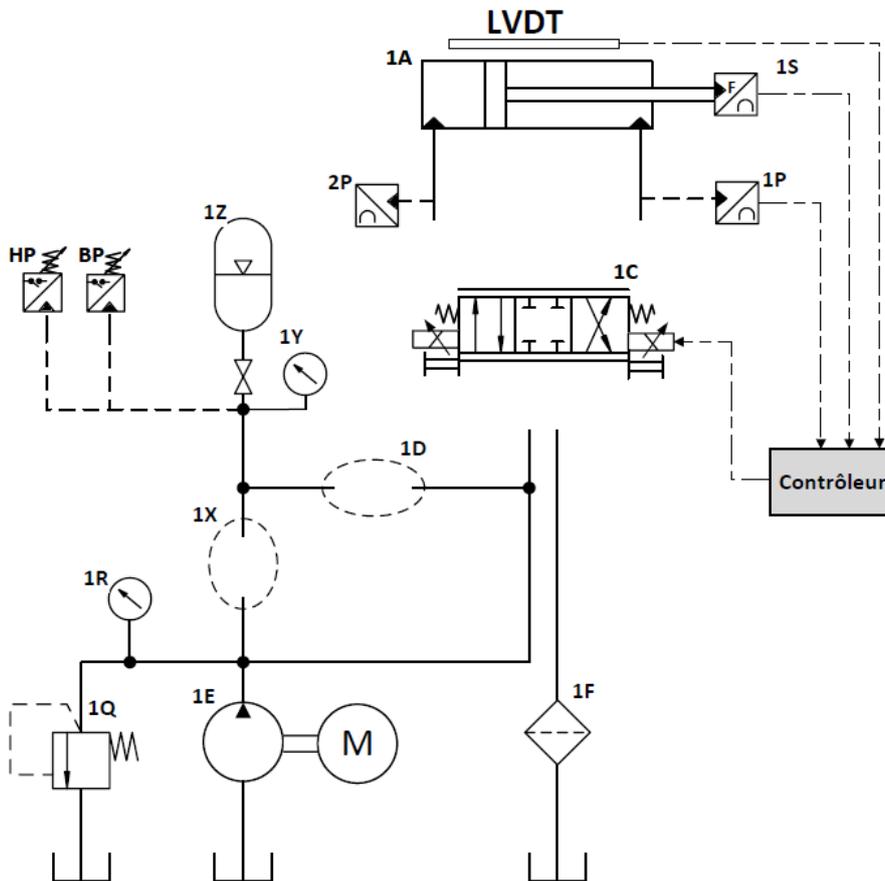
Q.20. Nom et fonction des composants hydrauliques.

0,75 pt

| Composant | Nom | Fonction |
|-----------|-------|----------|
| 1Q | | |
| 1R | | |
| 1F | | |

Q.21. Schéma du circuit hydraulique.

1,00 pt



D.Rep 6

/1,50 Pt

Q.22. Le distributeur **1C** comporte deux types de commandes : Electrique et manuelle, la cause de l'utilisation de la commande manuelle est :

0,25 pt

Q.23. Vérification de la pression initiale $P_0 = 150 \text{ Bars}$ dans la chambre convenable du vérin générée par la charge initiale F_{ro} .

0,25 pt

Q.24. Déduction des valeurs des pressions minimale P_{min} et maximale P_{max} (en Bars) à partir desquelles il est nécessaire de faire un réajustement de la pression.

0,50 pt

Q.25. Vérification si le réajustement de la pression dans la chambre convenable du vérin est nécessaire et justification.

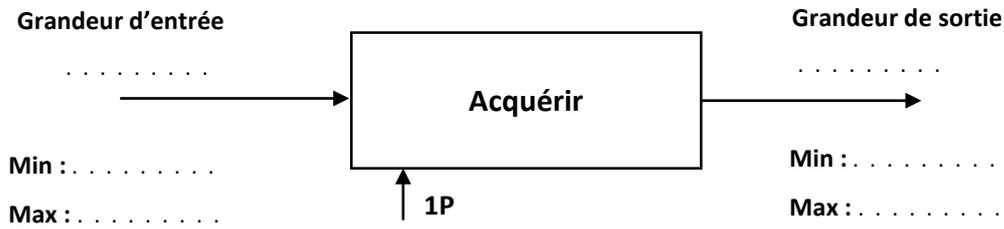
0,50 pt

D.Rep 7

/1,75 Pt

Q.26. Actigramme relatif au capteur de pression 1P, et nature de l'information d'entrée et de sortie.

0,75 pt



Q.27. Nom et symbole des deux modules A et D.

0,50 pt

| Nom | Nom | Symbole |
|----------|-------|---------|
| Module A | | |
| Module D | | |

Q.28. Détermination de la tension U (en V) image de la pression P à la sortie du capteur 1P lorsque la pression P est égale 160 Bars.

0,25 pt

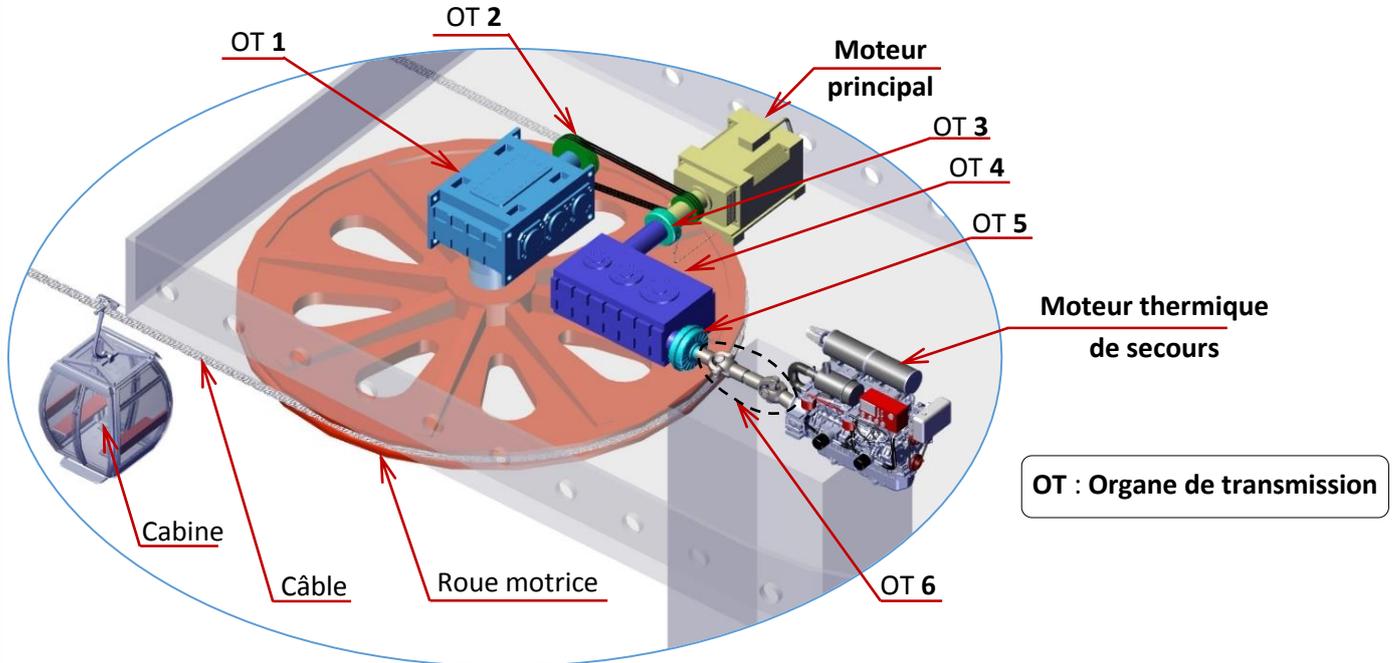
Q.29. Détermination pour la même pression P , le courant I (en mA) de commande du distributeur 1C que doit délivrer le contrôleur du circuit hydraulique.

0,25 pt

D.Res 1

Chaîne de transmission du dispositif d'entraînement du câble tracteur en mode normal et en mode de secours

Le câble est entraîné par la roue motrice, celle-ci est animée en rotation en **mode normal** par le **moteur principal**, ou en **mode de secours** par le **moteur thermique de secours** selon les chaînes de transmission ci-après. Ce **mode de secours** est destiné à la récupération des cabines en cas d'impossibilité de l'entraînement en **mode normal**.



• **Chaîne de transmission en mode normal**



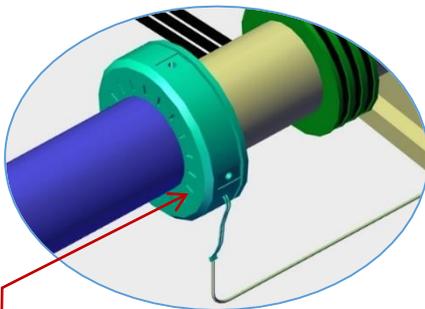
• **Chaîne de transmission en mode de secours**



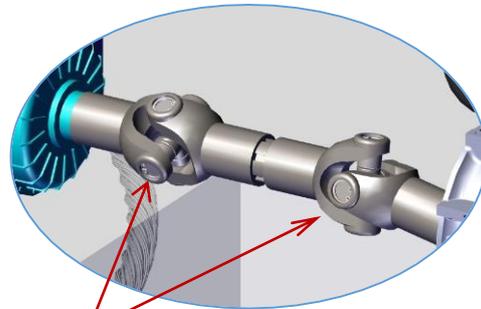
| Organe de Transmission | Nom |
|------------------------|--------------------------------|
| OT 1 | Réducteur principal Rdp |
| OT 2 | Système poulies-courroies |
| OT 3 | ? |

| Organe de Transmission | Nom |
|------------------------|---------------------------------|
| OT 4 | Réducteur de secours Rds |
| OT 5 | Coupleur |
| OT 6 | ? |

Vue 3D en détail des organes de transmission OT 3 et OT 6



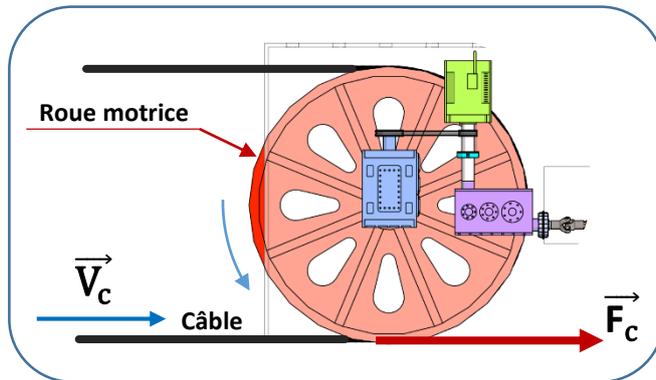
L'organe de transmission 3 (OT 3) permet la transmission de puissance vers la roue motrice lorsque le moteur de secours est en marche (panne d'électricité), mais ne la permet pas lorsque c'est le moteur principal qui est en marche. Sa commande est électromagnétique et il ne modifie pas la vitesse de transmission.



L'organe de transmission 6 (OT 6)

D.Res 2

Caractéristiques des différents organes de transmission du dispositif d'entraînement du câble tracteur



- **Roue motrice/Câble :**
 - ★ Transmission par adhérence sans glissement entre le câble et la roue.
 - ★ Diamètre de contact entre le câble tracteur et la roue motrice est $dr = 2,7 \text{ m}$.
 - ★ Rendement $\eta_{rc} = 100\%$.
- **Réducteur principal Rdp (OT 1) :**
 - ★ Rapport de transmission $k_p = 1/50$.
 - ★ Rendement $\eta_1 = 90\%$.
- **Système poulies-courroies (OT 2) :**
 - ★ Diamètre des poulies d'entrée $d_e = 134 \text{ mm}$.
 - ★ Diamètre des poulies de sortie $d_s = 240 \text{ mm}$.
 - ★ Rendement $\eta_2 = 90\%$.
- **Réducteur de secours Rds (OT 4) :**
 - ★ Rapport de transmission $k_s = ?$
 - ★ Rendement $\eta_4 = 90\%$.
- **Moteur thermique de secours :**
 - ★ Moteur diesel $P_{us} = 537 \text{ KW}$.
 - ★ Vitesse de rotation fixe $N_{ms} = 2100 \text{ tr/min}$

Extrait du catalogue constructeur du réducteur de secours

| Type | Rapport de transmission | N _{entrée} En tr/min | N _{sortie} En tr/min | Puissance Maxi. à l'entrée en kW | Encombrement | Poids en Kg |
|----------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------|
| TH1HC1-1 | 0,35 | 2100 | 735 | 750 | 750x720x450 | 585 |
| TH1HC1-2 | 0,35 | 2100 | 735 | 560 | 670x640x360 | 405 |
| TH1HC2-1 | 0,8 | 2100 | 1680 | 460 | 540x510x310 | 210 |
| TH1HC2-2 | 0,8 | 2100 | 1680 | 385 | 440x410x240 | 110 |
| TH1HC3-2 | 1,25 | 2100 | 2625 | 750 | 750x520x450 | 585 |
| TH1HC3-3 | 1,25 | 2100 | 2625 | 560 | 670x640x360 | 405 |

Extrait du catalogue constructeur de moteur asynchrone

Moteur asynchrone 2 pôles-3000 tr/min- IP 23- Classe F RESEAU 230/400 V 50Hz

| Type | Puissance nominale En kW | Vitesse nominale En tr/min | Intensité nominale En A | Facteur de puissance | Rendement |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------|
| PLS 315 L | 250 | 2975 | 421 | 0,9 | 95,3 |
| PLS 315 M | 355 | 2965 | 617 | 0,87 | 95,5 |
| PLS 315 VLG | 450 | 2975 | 778 | 0,87 | 96 |
| PLS 355 LB | 710 | 2978 | 1207 | 0,88 | 96,5 |

D.Res 3

Vue 3D du dispositif de tension du câble tracteur

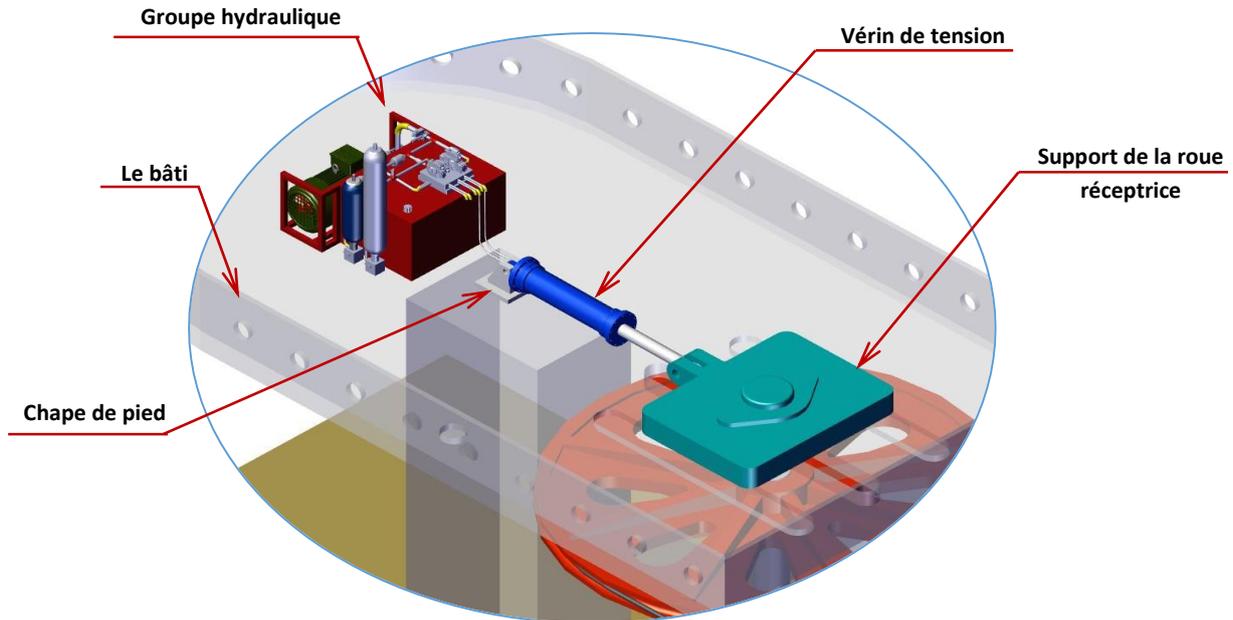
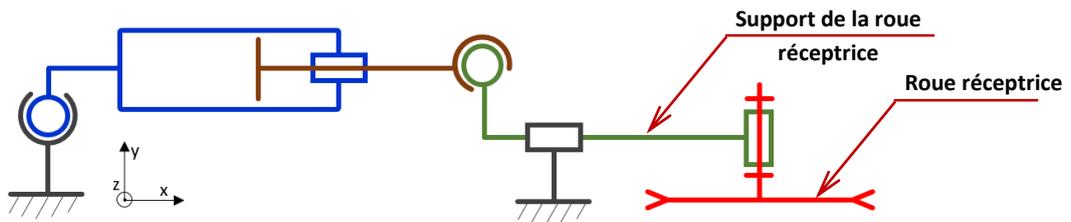
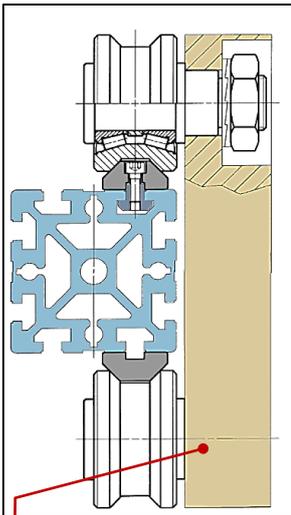


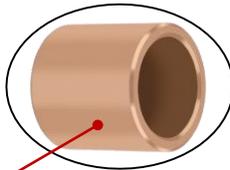
Schéma cinématique du dispositif de tension du câble tracteur



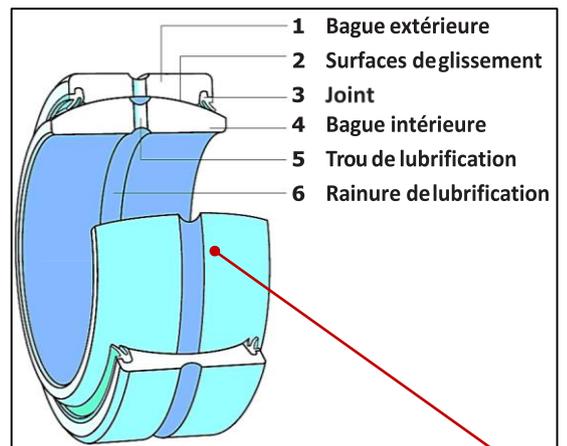
Quelques solutions constructives utilisées dans le dispositif de tension du câble tracteur

**Solution constructive 1 :**

Composant mécanique standardisé et prêt au montage pour un guidage de très forte charge, parfaitement adapté aux environnements difficiles. Facile à installer, tolérant aux erreurs de parallélismes.

**Solution constructive 2 :**

Bague de guidage en polymère ou en bronze permettant d'éviter le contact métal contre métal entre pièces mobiles.

**Solution constructive 3 :**

Composant mécanique standardisé et prêt au montage dont la conception permet de s'accommoder de tous types de désalignement. La bague intérieure présente un diamètre extérieur sphérique convexe avec lequel coïncide le diamètre intérieur concave de la bague extérieure.

D.Res 4

Schéma montrant la force exercée sur le vérin du dispositif de tension du câble tracteur

Afin d'assurer un bon fonctionnement du téléphérique ainsi qu'un niveau de sécurité élevé pour les passagers, la tension du câble doit être maintenue entre deux valeurs limites, malgré la variation de la longueur du câble. Cette variation de longueur est causée par :

- Variation du poids des passagers.
- Variation de température.

Le dispositif de tension permet donc de **tendre** ou **détendre** le câble en fonction des informations issues de la partie commande. Cela est possible en régulant la **pression** dans les **chambres 1** et **2** du vérin en fonction de la charge F_T appliquée **par le câble et l'ensemble des cabines** sur le vérin.

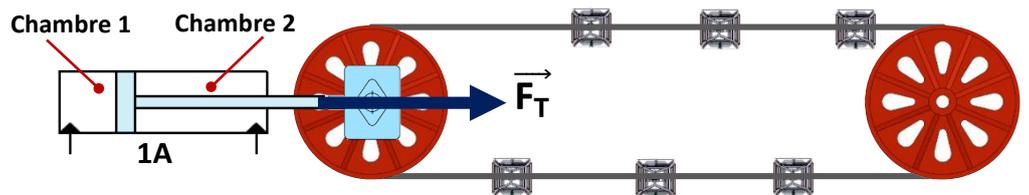
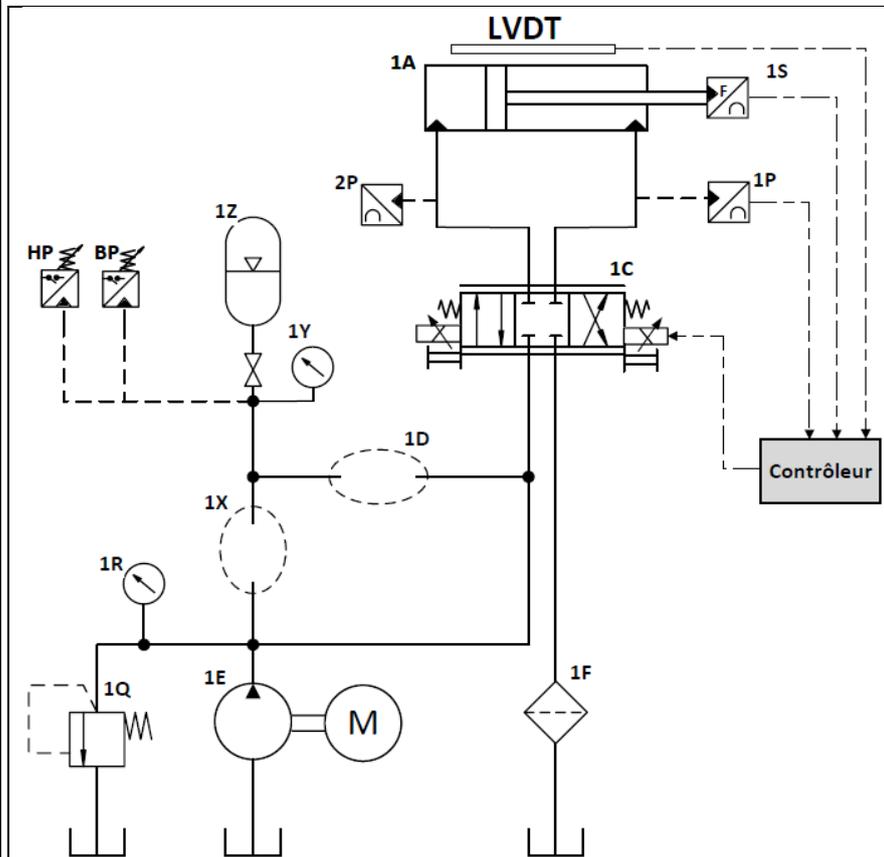
Le réajustement de la pression dans les **chambres 1** ou **2** du vérin ne se fait pas au moindre changement de la charge F_T . Tant que la pression ne dépasse pas des **seuils définis** (et réglementaires), le dispositif de tension du câble n'est pas activé.

- **Seuil de réajustement** : Lorsque la valeur de la pression est à l'extérieur de l'intervalle $[\pm 5\%$ de la pression initiale $P_0]$, la tension du câble est réajustée.
- **Seuil d'arrêt** : Lorsque la pression dépasse $\pm 10\%$ de la pression initiale P_0 , cela provoque l'arrêt total du système, car cela signifie que la tension dans le câble est trop importante ou trop faible (le dispositif n'a pas réussi à réguler cette tension de manière convenable) ce qui mettra en danger la sécurité des passagers.

S1 et S2 représentent les surfaces qui subissent la pression dans les chambres 1 et 2.

$$S1 = 254,47 \text{ cm}^2.$$

$$S2 = 95,03 \text{ cm}^2.$$

**Schéma du circuit hydraulique du dispositif de tension du câble tracteur**

LVDT : Capteur de déplacement : Détecte le déplacement de la tige du vérin.

1S : Capteur de force : Détecte la charge appliquée par le câble et les cabines sur le vérin.

1P et **2P** : Capteur de pression : Détecte la pression dans les deux chambres du vérin.

1C : Distributeur 4/3 proportionnel : même fonction qu'un distributeur standard sauf que le déplacement de son tiroir est proportionnel à la valeur du courant de commande des bobines.

1Z : Accumulateur hydropneumatique : Alimente l'installation hydraulique quand la pompe est à l'arrêt (panne d'électricité ou autre).

HP : Capteur haute pression.

BP : Capteur basse pression.

D.Res 5

Schéma synoptique du contrôleur de circuit hydraulique

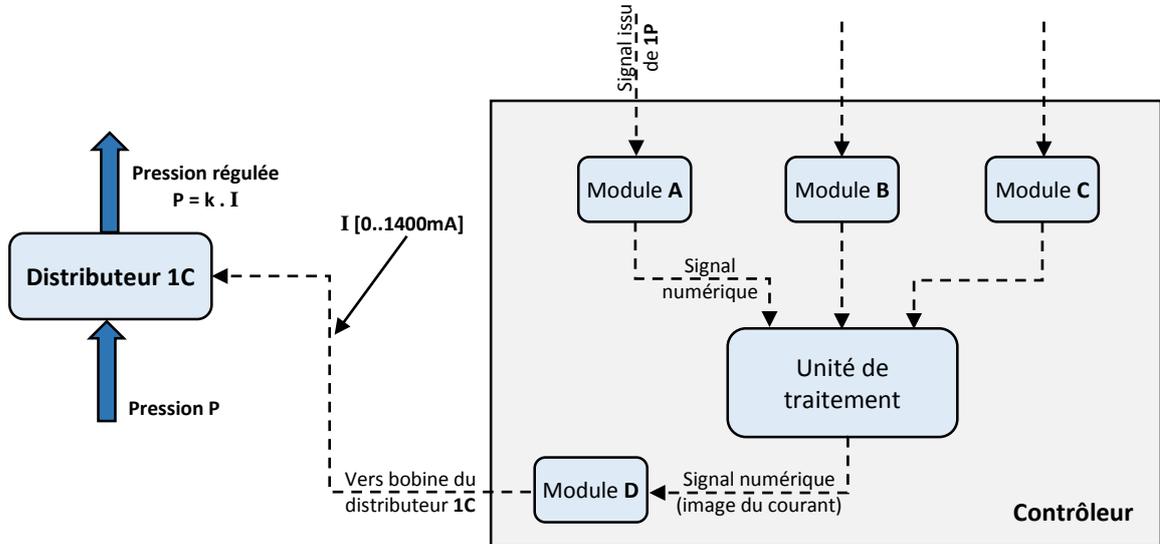
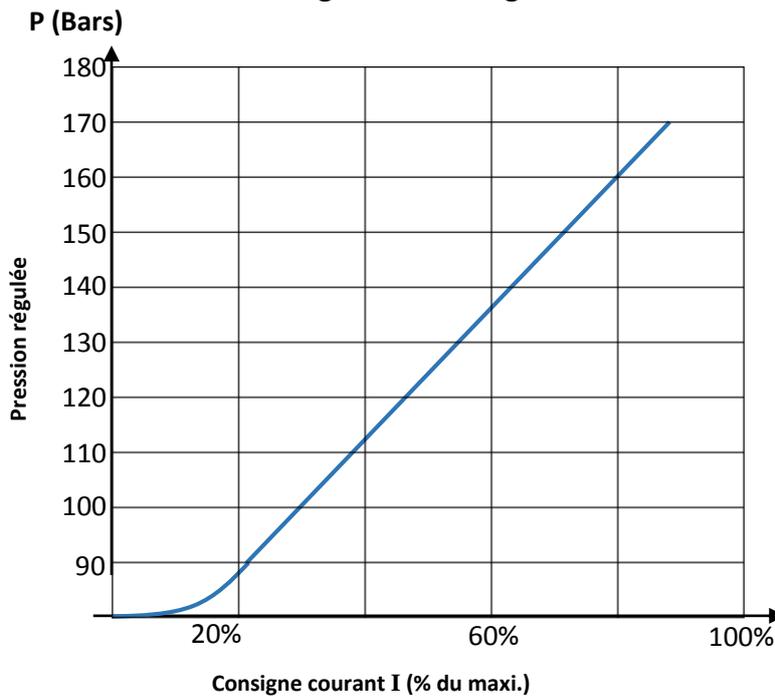


Diagramme de régulation de pression

- La régulation de la pression est assurée de façon linéaire par le contrôleur pour les valeurs de pressions comprises entre **110 Bars** et **170 Bars**.
- Le courant **I** à la sortie du module **D** varie entre **0 mA** et **1400 mA**.

Diagramme de régulation



D.Res 6

Dessin de la chape de pied

