

BACCALAUREAT GENERAL

Session 2005

Série S SI

ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

Coefficient : 4

Durée de l'épreuve : 4 heures

Aucun document n'est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, conformément à la circulaire n°99-181 du 16 novembre 1999.

Les réponses seront communiquées sur documents réponses et feuilles de copie.
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

ASCENSEUR SANS LOCAL DE MACHINE



Photo ThyssenKrupp Elevator

Composition du sujet et sommaire

- **Un dossier relié "TEXTE DU SUJET" de 10 pages numérotées de 1 à 10 comportant :**
 - Une présentation de l'étude :
 - Une première partie ou analyse fonctionnelle :
 - Une deuxième partie ou étude de la précision de positionnement :
 - Une troisième partie ou étude de la sûreté :
 - Une quatrième partie de synthèse de l'étude globale:
- **Un dossier "DOCUMENTS TECHNIQUES" : documents DT1 à DT3.**
- **Un dossier "DOCUMENTS REPONSES" : documents DR1 à DR2.**

pages 1 à 3
page 3
pages 4 à 7
pages 7 à 10
page 10

Conseils au candidat :

Vérifier que vous disposez bien de tous les documents définis dans le sommaire.

La phase d'appropriation d'un système pluritechnique passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet. Il est fortement conseillé de consacrer au moins 30 minutes à cette phase de découverte.

1 PRESENTATION DE L'ETUDE

INTRODUCTION

Avec cent millions d'utilisateurs transportés par jour, l'ascenseur occupe à ce titre le rang de premier moyen de transport collectif en France. Pour ce faire, chaque machine parcourt en moyenne 3 000 kilomètres par an, sous la libre utilisation de ses passagers. Avec un volume de marché annuel de 9 400 ascenseurs et un parc de 430 000 machines en usage, l'ascenseur est un produit industriel de grande série.

L'ascenseur constitue un support qui nourrit l'imaginaire collectif. Souvent utilisé au cinéma comme unité de lieu propice à &éphémères rencontres, il a également inspiré des auteurs, qui en ont fait un personnage central tant en littérature, *Germinal* de Zola, qu'au cinéma, *Ascenseur pour l'échafaud* ou dans une moindre mesure *Mission Cléopâtre*. S'il déplace les personnes, l'ascenseur transporte aussi les esprits et bien que constituant l'un des moyens de déplacement les plus sûrs, il reste l'objet d'une veille médiatique intense.

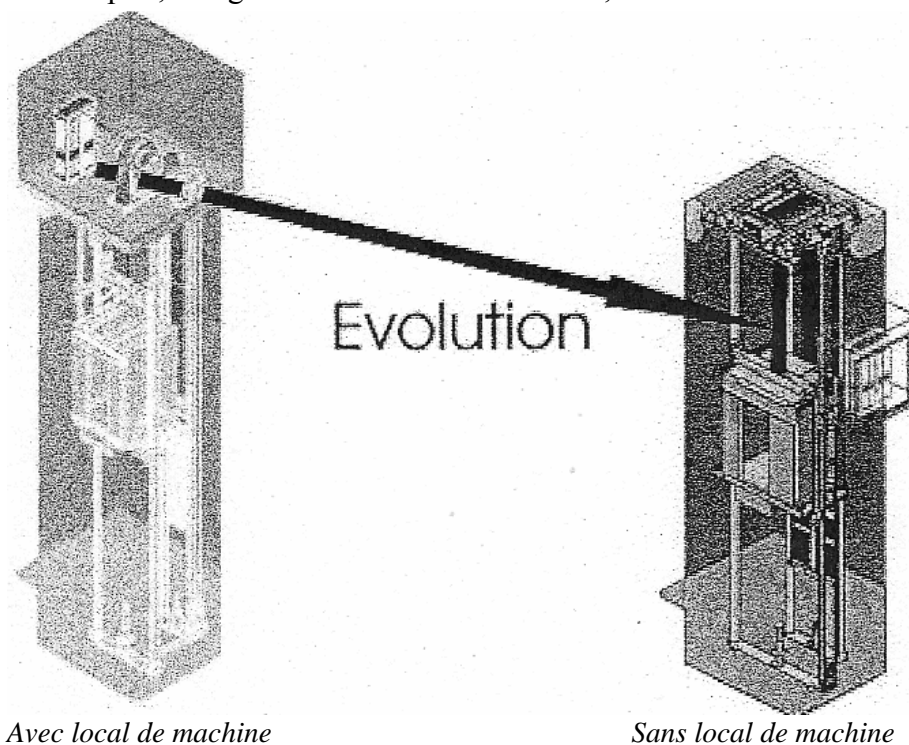
Dans ce contexte, l'évolution du produit s'est développée sous deux impulsions majeures, la dimension technique et la dimension légale.

- D'une part, l'évolution technique intègre des efforts en matière de coût (fabrication, temps de montage lors de l'installation, service après vente),
- d'architecture des bâtiments (réduction des volumes techniques, esthétique des toitures, maîtrise des coûts de construction),
- d'usage (fiabilité, rapidité des interventions).

D'autre part, la législation en terme de sécurité, de maintenance et d'accès aux personnes handicapées ou à

mobilité réduite joue le rôle de moteur de progrès. L'évolution de la réglementation européenne relative aux ascenseurs (directive 95-16-CE) a permis aux constructeurs d'intégrer les technologies les plus récentes dans la conception des systèmes, en particulier en terme de technologies embarquées sur la cabine, de motorisation et de communication.

La présente étude se propose d'analyser les solutions et les principes de solutions techniques mis en oeuvre sur un ascenseur sans local de machine afin de garantir aux usagers la précision d'accès aux étages et un haut niveau de sécurité.



1.2 EXPRESSION DU BESOIN

Le besoin consiste à déplacer des personnes depuis un niveau d'accueil jusqu'à un autre niveau choisi. Dans cette action, la sécurité des personnes transportées et la facilité d'accès constituent un souci prioritaire, préalable à celui de la fiabilité, de la rapidité et du confort. Le système technique complet qui permet à l'ascenseur de fonctionner, doit satisfaire aux contraintes suivantes. Des extraits du décret **n° 2004-964 du 9 septembre 2004** rappellent que la sécurité d'un ascenseur consiste à assurer:

Contrainte C1 : L'accès sans danger des personnes à la cabine;

C1 impose un système de contrôle de l'arrêt et du maintien à niveau de la cabine à tous les paliers desservis. Cela est de nature à assurer un accès sans danger et l'accessibilité des personnes handicapées ou à mobilité réduite (avant le 3 juillet 2013 pour les ascenseurs installés avant le 1er janvier 1983). De surcroît, la norme européenne EN81-70 définit les conditions d'accessibilité aux ascenseurs pour les personnes avec handicap, telle que la précision d'arrêt de la cabine doit être de ± 10 mm.

Contrainte C2 : La protection contre les dérèglements de la vitesse de la cabine ,

Contrainte C3 : La prévention des risques de chute et d'écrasement de la cabine,

C2 et C3 imposent pour les ascenseurs électriques, un parachute de cabine et un limiteur de vitesse en descente (avant le 3 juillet 2008) et pour les ascenseurs électriques à entraînement par adhérence, un système de protection contre la vitesse excessive de la cabine en montée.

Contrainte C4 : La mise à la disposition des utilisateurs de moyens d'alerte et de communication avec un service d'intervention, appelé téléalarme.

Les questions du sujet seront essentiellement articulées autour des quatre contraintes techniques **C1, C2, C3** et **C4**.

1.3 SYSTEME PLURITECHNIQUE: ASCENSEUR SANS LOCAL DE MACHINE

L'objet de cette étude consiste à découvrir et s'approprier l'organisation fonctionnelle et structurelle de ce modèle récent d'ascenseur.

13.1 Description succincte du système

Description structurelle

Dans ce type d'ascenseur (voir figure 1 et DT3) l'ensemble des composants est contenu dans un volume appelé « gaine » délimité par des parois, un plafond et un fond de cuvette. La disparition du local de machine a pour conséquence une intégration de l'ensemble de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information dans cette gaine. La cabine et son contrepoids se déplacent en translation rectiligne dans la gaine le long de rails de guidage.

L'entraînement de la cabine est assuré par des câbles de traction (reliés aux contrepoids) qui s'enroulent sur des poulies motrices situées de chaque côté du moteur.

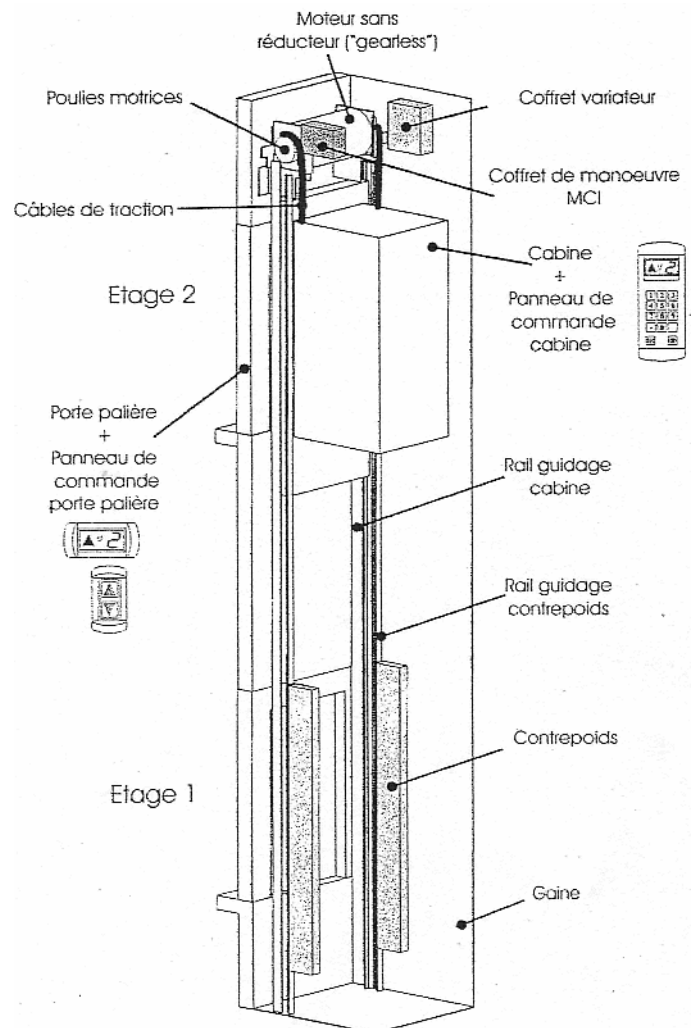
Ces poulies sont en prise directe avec le rotor du moteur, sans interposition d'un réducteur. On parle alors de motorisation "gearless".

Information, motorisation et commande de la motorisation

La distribution de l'énergie électrique au moteur est assurée par un variateur.

Le coffret de manoeuvre (MCI) qui inclue, une carte électronique de commande à microprocesseur (carte centrale) et un modem, est chargé de :

- traiter les demandes des utilisateurs saisie sur les panneaux de commande situés aux étages ou en cabine, via un bus CAN de terrain ,
- traiter les informations des capteurs de sécurité ;
- envoyer des ordres au coffret variateur ,
- informer les utilisateurs par affichage aux étages et en cabine via le bus



*Document ThyssenKrupp Elevator
figure 1 : vue d'ensemble*

- communiquer avec un centre de téléalarme via un modem.

Un variateur pilote le moteur et module l'énergie afin de contrôler le couple moteur en tout point de fonctionnement, y compris à vitesse nulle. En équipant d'un codeur de position l'axe du rotor et en pilotant la fréquence f de l'alimentation électrique de ce moteur particulier, dit synchrone, on contrôle sa fréquence de rotation N :

$$N = f / p \quad (N \text{ en tr/s, } f \text{ en Hz et } p \text{ le nombre de paire de pôles}).$$

Les ordres de mise en mouvement, reçus par le variateur de la carte centrale, diffèrent selon les versions d'ascenseur. Ces ordres sont:

- soit "**de type logique**", alors la carte centrale traite les informations de position de la cabine issues des capteurs de position ,
- soit "**de type numérique**" véhiculés par le bus CAN, alors le variateur gère intégralement le mouvement de la cabine.

1.3.2 Analyses fonctionnelle et structurelle

Question 1A : Après un appel effectué par un utilisateur sur le panneau de commande d'un étage

- préciser sur votre copie comment cette information va être transmise à la carte centrale;
- donner le nom du composant principal de la carte centrale qui assure la fonction "traiter"
- préciser les types de signaux véhiculant les ordres de la carte centrale à destination du variateur.

Question 1B : Sur votre copie, définir le type des énergies aux points (2) et(3) précisés figure 2 ci-dessous.

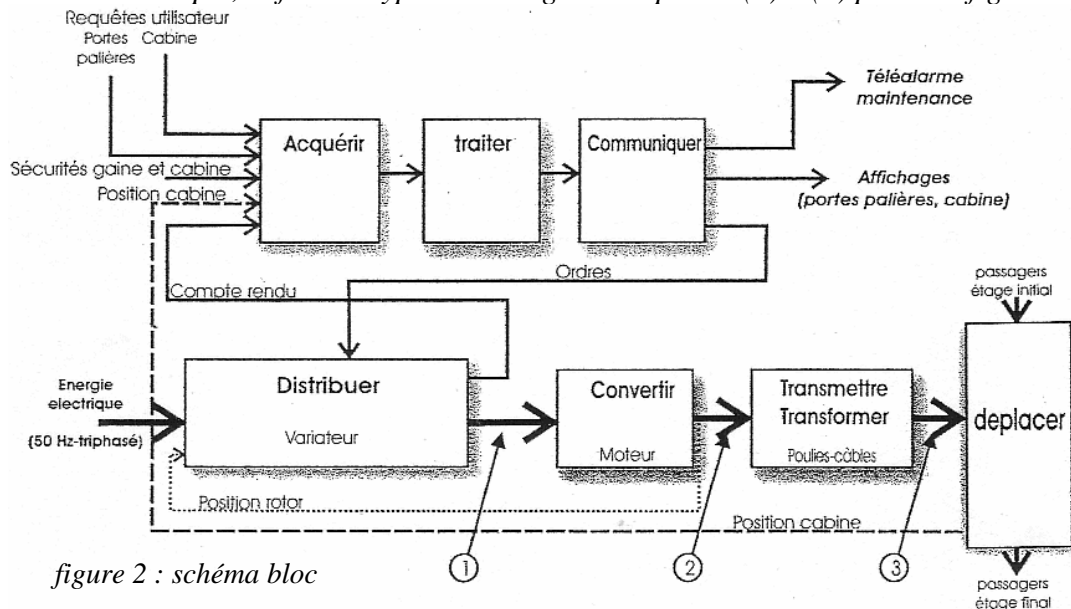


figure 2 : schéma bloc

Question 1C: A partir de la présentation de l'ascenseur (paragraphe 1.3.1), proposer sur votre copie un schéma cinématique intégrant la gaine et ses rails de guidage, la cabine, un contrepoids, une poulie et un câble.

Lors du déplacement de la cabine de l'ascenseur d'un étage à l'autre, la vitesse V de la cabine par rapport au rail croît progressivement pour atteindre la vitesse nominale $V_n = 1 \text{ m/s}$, puis décroît jusqu'à la vitesse nulle. Le diamètre de la poulie motrice est de 280 mm. Le moteur possède 4 paires de pôles.

Question 1D: Afin de caractériser l'énergie sortant du variateur au point (1)

- calculer la fréquence de rotation du moteur lorsque $V = V_n$;
- déduire alors la fréquence de l'alimentation électrique du moteur dont le comportement est défini paragraphe 1.3.1
- préciser l'évolution de la fréquence de l'alimentation électrique lors du déplacement de la cabine d'un étage à l'autre ;
- conclure quant au rôle du variateur.

2 SITUATION D'ÉTUDE: « COMMENT AMENER, AU NIVEAU APPELÉ, LA CABINE

AVEC UNE PRECISION DE POSITION DONNEE ? »

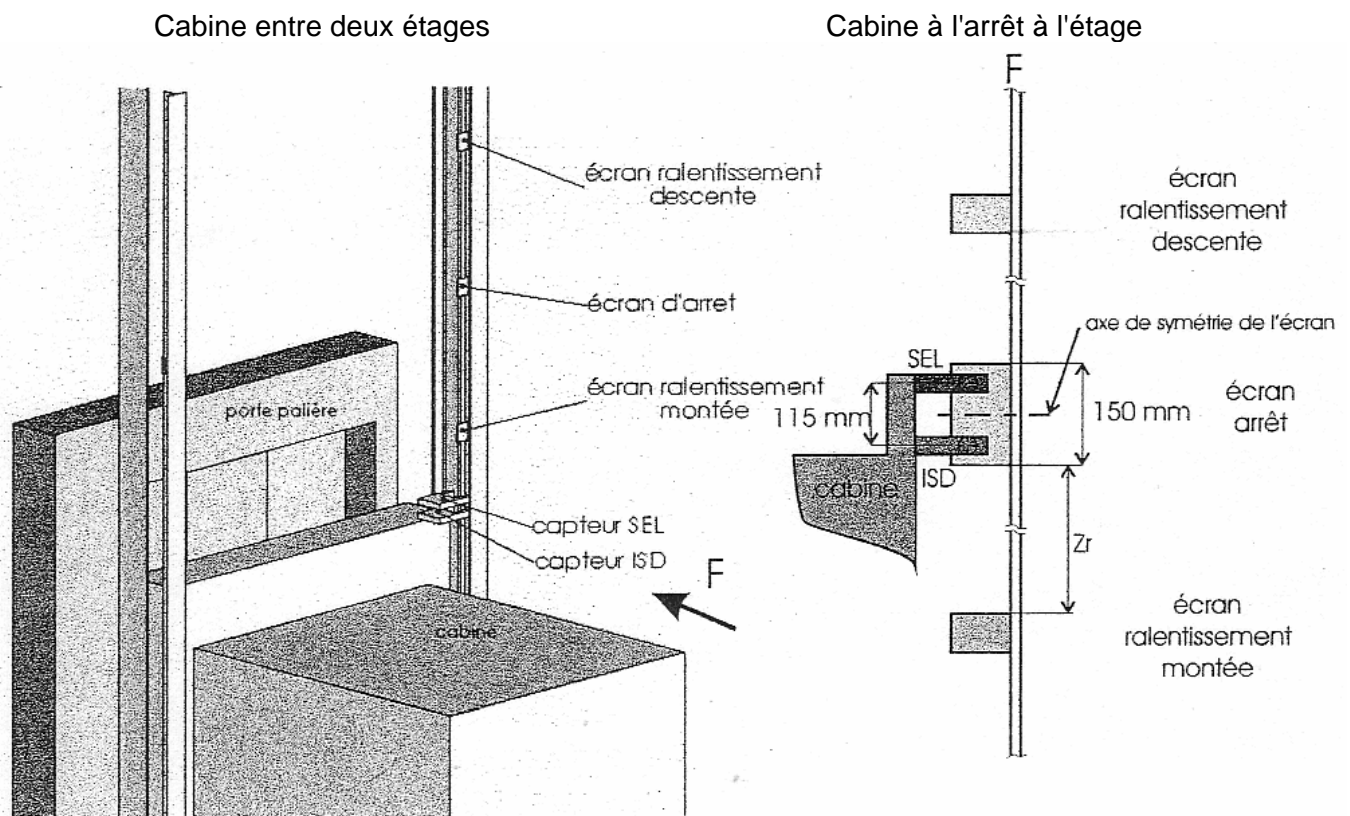
L'objet de cette étude est d'analyser deux solutions technologiques de positionnement de la cabine mises en oeuvre par le constructeur dans le respect des normes (contrainte CI) et permettre leur comparaison.

2.1 PREMIERE SOLUTION: PAR UTILISATION D'ECRANS DANS LA GAINÉ

Cette solution implique l'utilisation, pour chaque niveau, de trois plaques opaques ou écrans positionnés le long du rail de guidage :

- un écran de ralentissement pour la montée ;
- un écran de ralentissement pour la descente ;
- un écran d'arrêt.

Les écrans sont détectés par deux capteurs optiques, appelés SEL et ISD, positionnés sur la partie supérieure de la cabine. Dans cette solution, le variateur n'est pas relié au bus CAN.



La carte centrale exploite les informations des capteurs SEL et ISD et gère le positionnement de la cabine en envoyant au variateur différents ordres (grande vitesse GV, petite vitesse PV, montée M, descente D). A partir de ces ordres et des paramètres cinématiques préprogrammés, le variateur élabore la loi d'évolution de la vitesse (accélérations, grande et petite vitesse) et asservit en conséquence la vitesse du moteur.

Le variateur gère aussi la commande des contacteurs **SPI et SP2** (voir DTI "Schéma électrique) et l'alimentation des électro freins à manque de courant. Sur un ordre de montée M, le variateur:

- se connecte au moteur par l'intermédiaire des contacteurs **SPI et SP2** ;
- délivre une énergie électrique au moteur;
- débloque les freins par l'intermédiaire du contacteur FR, lorsque le couple moteur est suffisant pour maintenir la cabine;
- prend en compte la loi d'évolution de la vitesse.

2.1.1 Gestion et traitement des informations de position

Les chronogrammes (figure 4) représentent les signaux de commande lors du déplacement de la cabine.

Question 2A : A partir de l'analyse des chronogrammes de la figure 4, compléter sur voire copie, l'algorithme ci-après du programme de la carte centrale destiné à la commande du variateur

```

Début
M = 1
GV = 1
Répéter
Jusqu'à (ISD = 0)
...

```

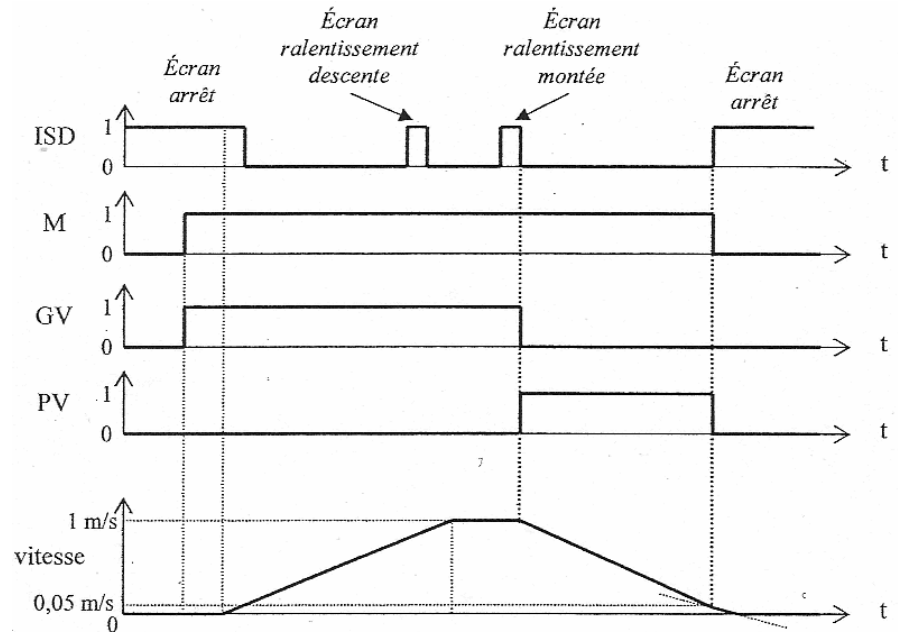


figure 4: chronogrammes lors du déplacement de l'étage 1 à l'étage 2

2.1.2 Position des écrans

Il est nécessaire de positionner correctement les écrans.

Dans un premier temps, on programme le variateur pour obtenir le profil de vitesse trapézoïdal ci-contre figure 5).

Ce relevé oscillographique a été réalisé à l'aide d'un capteur de vitesse (génératrice tachymétrique).

La base de temps est de 1 s / division.

La valeur du relevé pour la phase 2 correspond à la vitesse de 1 m/s.

La valeur du relevé pour la fin de la phase 3 correspond à la vitesse de 0,05 m/s.

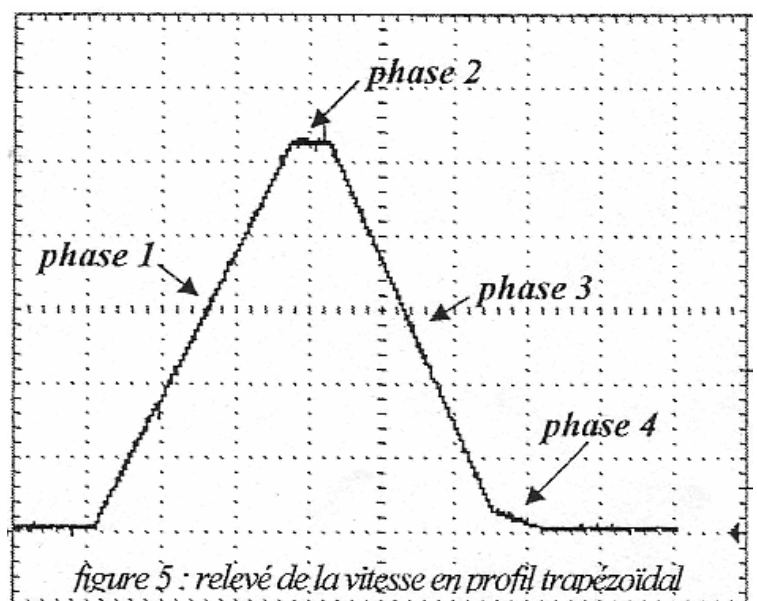


figure 5 : relevé de la vitesse en profil trapézoïdal

Le positionnement idéal de la cabine à l'arrêt est obtenu lorsque les capteurs ISD et SEL sont situés symétriquement par rapport à l'axe de l'écran d'arrêt. On considérera que la détection de l'écran d'arrêt est effective quand l'axe du capteur ISD coïncide avec le bord de l'écran.

Question 2B : Afin de déterminer la position de l'écran de ralentissement:

- caractériser la nature des mouvements dans les phases 1, 2, 3 et 4 (voir figure 5)
- déterminer à l'aide de cet oscillogramme la valeur de l'accélération lors de la phase 3
- calculer la distance Z_r entre l'écran de ralentissement et l'écran d'arrêt (voir figure 3).

Question 2C: Afin de déterminer l'accélération finale

- à partir de la figure 3, calculer la distance restant à parcourir entre la détection de l'écran d'arrêt par le capteur ISD et l'arrêt effectif;
- en déduire la valeur de l'accélération (on rappelle que $V=0.05$ m/s au début de la phase 4);
- vérifier la cohérence de votre résultat avec le relevé (figure 5).

Question 2D : Sur votre copie, expliquer l'influence d'un mauvais positionnement de l'écran de ralentissement sur la précision d'arrêt de la cabine ?

2.1.3 Comparaison entre profils de vitesse:

En réalité, le variateur est programmé pour des accélérations progressives, ce qui génère le profil de vitesse « parabolique » suivant figure 6).

La distance trouvée dans la question précédente reste la même pour ce profil.

Question 2E : Sur votre copie, expliquer l'avantage apporté par ce profil de vitesse pour les personnes transportées.

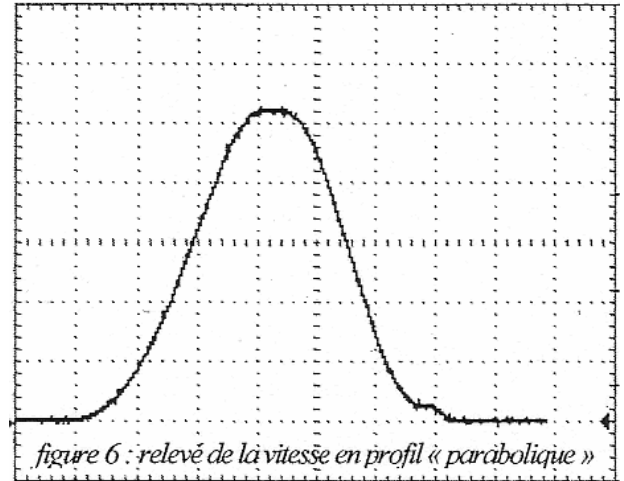


figure 6 : relevé de la vitesse en profil « parabolique »

2.2 DEUXIEME SOLUTION. PAR UTILISATION DU CODEUR DE POSITION

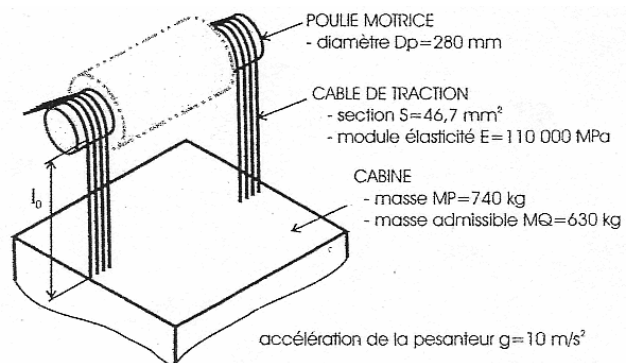
Le codeur de position, monté sur l'axe du rotor, informe le variateur pour la gestion de l'asservissement du moteur. Pour cette solution, il renseigne également sur la position de la cabine. Le variateur est relié au bus CAN et ne requiert pas d'écran de ralentissement et d'arrêt. Cependant d'autres écrans sont conservés :

- un à chaque étage par sécurité ;
- un à l'extrémité de la gaine pour permettre une prise de référence, suite à une coupure de courant par exemple.

Le variateur ne reçoit du bus CAN que le numéro de l'étage à atteindre. Il dispose en mémoire de la position de chaque étage. En comparant la position mémorisée et la position du rotor du moteur, il élabore la loi d'évolution de la vitesse, en accord avec les ordres venant de la carte centrale et des paramètres cinématiques préprogrammés (accélérations et grande vitesse). Le variateur asservit alors la vitesse du moteur à cette loi et permet d'arriver directement en position sans réaliser une approche à petite vitesse (nivelage).

- Pour valider cette solution de positionnement, en respect des exigences réglementaires, il faut aborder les étapes suivantes : une vérification de l'allongement des câbles de traction ;
- un calcul de l'incertitude de position due au codeur.

La vérification de l'allongement est effectuée sur la partie des câbles de traction, de distance située entre le point d'accrochage sur la cabine et le point de contact avec la poulie. Il y a deux séries de quatre câbles chacune pour soutenir la cabine. Dans une gaine couvrant 8 étages, la longueur varie de 1 à 26 mètres.



Une cabine de masse MP peut accepter une charge admissible MQ correspondant à 8 personnes.

Pour chaque câble, on considère que la zone sollicitée satisfait la loi de comportement assimilable, dans le domaine élastique, à celle d'une poutre soumise à une sollicitation de traction, soit:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\delta}{l_0}$$

F : effort de traction (N)
 S : section de la poutre (mm²)
 E : module d'élasticité (Wa) (MPa=IN/mm²)
 l₀ : longueur initiale de la poutre non chargée (mm)
 δ : allongement (mm)

Question 2F.:

- Préciser et justifier, la charge étant donnée, à quel niveau se trouve la cabine lorsque l'allongement du câble est maximal.
- A partir de cette configuration, afin de déterminer l'écart de position possible de la cabine, calculer la variation d'allongement des câbles. Veiller à bien préciser les deux situations de chargement considérées. On suppose une répartition égale des efforts entre les huit câbles.

La précision du positionnement dépend aussi de la précision du codeur, dont la résolution de position est de 4096 points/tour.

Question 2G : Calculer l'incertitude (en mm) sur la position de la cabine due au codeur ?

Question 2H: Conclure au regard de la contrainte CI.

L'organisation des trames d'informations véhiculées par le bus CAN entre la carte centrale, le variateur et les cartes palières est donnée sur le document DT2 (communication avec le bus CAN). On s'intéresse aux trames d'information sur le bus CAN entre la carte centrale et le variateur. Au départ, la cabine est à l'étage 1

Question 2I: Afin de caractériser les trames sur le bus CAN:

- lors de la demande d'appel venant de l'étage 2 dans le but d'atteindre un niveau supérieur~ quelles sont les valeurs (en hexadécimal) de l'identificateur et du premier mot de données de la trame générée par la carte palière ?
- quelles sont alors les -valeurs (en hexadécimal) de l'identificateur et du premier mot de données de la trame générée par la carte centrale à destination du variateur ?

3 SITUATION D'ETUDE: « COMMENT EST ASSURÉE LA SÉCURITÉ EN CAS DE FONCTIONNEMENT DÉGRADÉ? »

L'objet de cette étude est d'analyser les solutions technologiques mises en oeuvre -

- pour détecter une survitesse éventuelle de la cabine (contrainte C2) ;
- pour freiner la cabine lors de cette survitesse puis la maintenir à l'arrêt (contrainte C3)
- pour signaler cet état aux services de téléalarme (contrainte C4).

Une famille de causes de dysfonctionnement peut être un manque d'alimentation électrique, une survitesse ou une surcharge détectée par le variateur. A chaque fois, les électro-freins freinent immédiatement le moteur, ils agissent dès qu'ils ne sont plus alimentés.

Des altérations plus pénalisantes, comme une rupture d'un élément de la transmission ou une défaillance totale de la commande électrique seraient possibles. La législation impose de prévoir une solution technique en réponse à ces situations exceptionnelles. Cette étude porte de façon qualitative sur le principe de la solution mise en oeuvre.

3.1 APPROPRIATION DE LA SOLUTION TECHNIQUE DE FREINAGE D'URGENCE

3.1.1 Dispositif de freinage d'urgence (voir DT 3.1 et figure 7)

Un dispositif de freinage d'urgence équipe de façon obligatoire chaque ascenseur. Il immobilise la cabine lors du dépassement de la vitesse limite de déplacement. Ce dispositif est constitué par:

- un câble de commande fixé à la gaine ;
- un limiteur de vitesse chargé de détecter la sur-vitesse et d'informer de cet état ;

- un mécanisme de commande de prise des « parachutes », situé au niveau de la cabine, qui commande le freinage d'urgence ;
- deux freins, appelés « parachutes », situés de part et d'autre ~ de la cabine, qui assurent son immobilisation par coincement avec le rail de guidage.

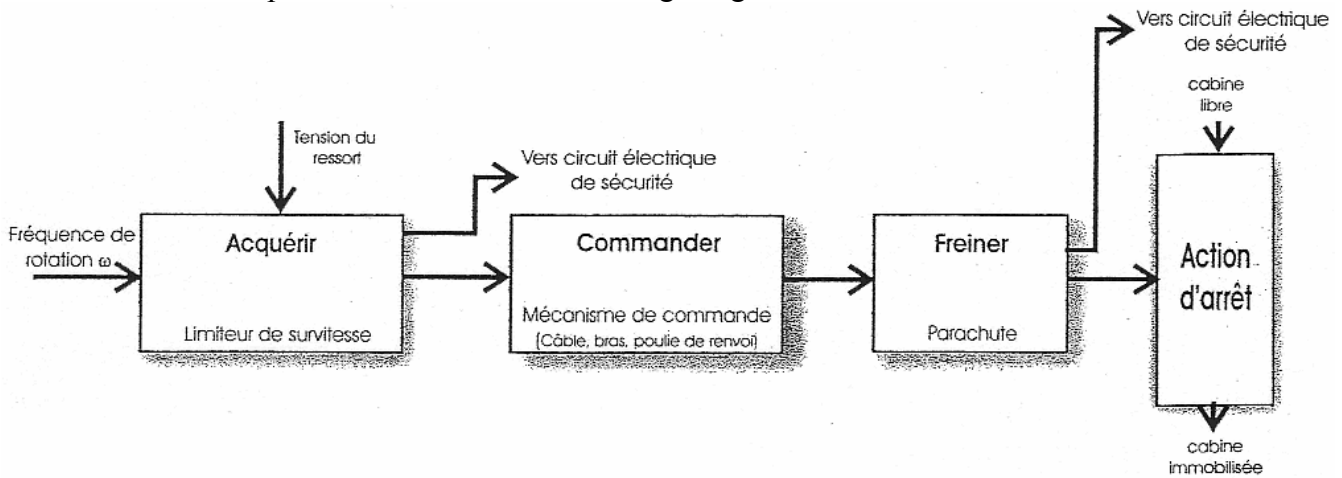


figure 7: schéma bloc dispositif de freinage d'urgence

Le câble de commande entraîne en rotation les poulies de renvoi et d'arrêt. Ce câble s'enroule successivement dans une première gorge de la poulie de renvoi, dans la gorge de la poulie d'arrêt du limiteur, puis enfin dans la seconde gorge de la poulie de renvoi. La tension de pose du câble garantit l'adhérence dans les gorges des poulies.

3.1.2 Détection de la survitesse (voir DT 3. La)

La détection de la survitesse réalisée ci-après (question 3A) est indépendante de la suite du sujet.

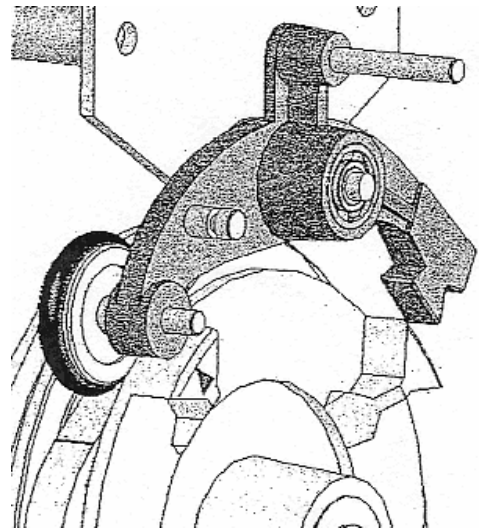
Dans le limiteur de survitesse, l'ensemble poulie d'arrêt est constitué d'une poulie, d'une came et d'un moyeu à encoches. Lors de la rotation de cet ensemble par rapport au corps du limiteur, la came entraîne par l'intermédiaire d'une roulette l'oscillation d'un levier à crochet.

Tant que la fréquence de rotation de la poulie d'arrêt $\omega_{\text{poulie d'arrêt/corps}}$, est inférieure à une valeur limite ω_{limite} définie par les normes de sécurité, la poulie d'arrêt conserve son mouvement de rotation (voir DT 3.2 vignettes A1 à A3 et B1 à B3).

Les vignettes A4 et B4 présentent la trajectoire d'un point A appartenant au levier à crochet par rapport à la poulie d'arrêt dans les cas où $\omega_{\text{poulie d'arrêt}}$ reste inférieure à ω_{limite} .

Dès que la fréquence de rotation $\omega_{\text{poulie d'arrêt}}$ atteint la valeur ω_{limite} , la poulie d'arrêt va stopper son mouvement de rotation. Le limiteur va être en situation de blocage (voir DT 3.2 vignettes C 1 à C3).

Question 3A : Dans ce cas, tracer sur le document réponse DRI la trajectoire du point A. Justifier.



3.1.3 Commande du freinage (voir DT 3.1.b)

Le mécanisme de commande étudié comprend:

- un câble de commande fixé à la gaine ;
- un bras, en liaison pivot par rapport à la cabine ,
- une poulie de renvoi en liaison. pivot par rapport au bras.

Les modèles suivants représentent deux états de fonctionnement de ce mécanisme de commande.

En fonctionnement normal (figure 8):

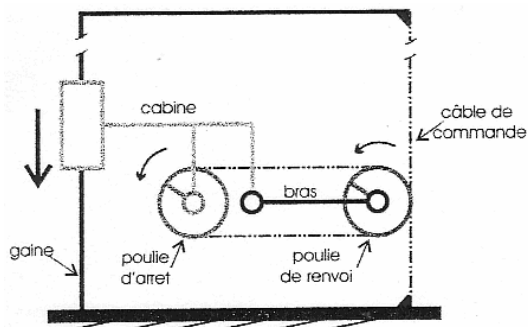


fig 8.- "Phase de fonctionnement normal"

A l'instant du blocage du limiteur (figure 9):

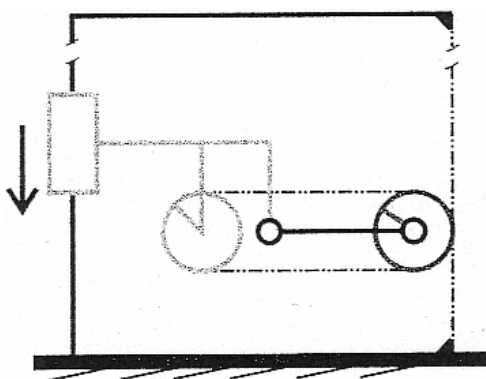


fig 9.- "Phase de blocage"

La cabine se déplace en descente à une vitesse constante inférieure à la vitesse limite. La poulie d'arrêt est en liaison pivot par rapport à la cabine. Document DR1, on isole l'ensemble « poulie renvoi - bras - brin supérieur brin inférieur ». La tension de pose du câble de commande est de 750 N. On considère que chaque brin est soumis à un effort d'intensité égale à la tension de pose.

Question 3B: Effectuer le bilan des actions mécaniques. Montrer l'état d'équilibre de l'ensemble isolé par rapport à son point d'articulation (repéré A sur le DR1).

La cabine vient de dépasser la vitesse limite. Le limiteur empêche alors la rotation de la poulie d'arrêt qui est considérée comme fixe par rapport à la cabine. Par inertie, la cabine poursuit son mouvement.

A cet instant, document DR1, on isole l'ensemble « poulie renvoi - bras - brin supérieur - brin inférieur ». Le brin supérieur subit une mise en tension qui entraîne:

- une augmentation des efforts au point E et D ,
- une diminution des efforts au point C et F.

Question 3C: L'équilibre statique est-il conservé ? Justifier votre réponse. Quelle conséquence cela aura-t-il sur le mécanisme de commande ?

3.1.4 Freiner et maintenir la cabine (voir DT 3.1.c et figure 10)

Le freinage et l'arrêt de la cabine sont réalisés par des parachutes. Le boîtier d'un parachute est fixé à la cabine, le chariot et ses galets sont maintenus en « position repos » par le levier de commande, lui même en liaison pivot par rapport à la cabine. Quand le mécanisme de commande agit, le levier de commande pivote, ce qui déplace le chariot et ses galets. La forme du boîtier oblige à la friction entre le boîtier, un galet et le rail. Le coincement, qui en résulte, entraîne le freinage et l'arrêt de la cabine.

Question 3D :- La cabine étant arrêtée, on isole le galet « coincé » soumis alors aux deux seules actions de contact avec frottement du rail et du boîtier. Tracer et justifier sur le document DR2 la direction des actions. Sur le document DR2 où sont représentés les cônes de frottement au niveau des contacts rail/galet et boîtier/galet, justifier que la cabine reste à l'équilibre indépendamment de son poids.

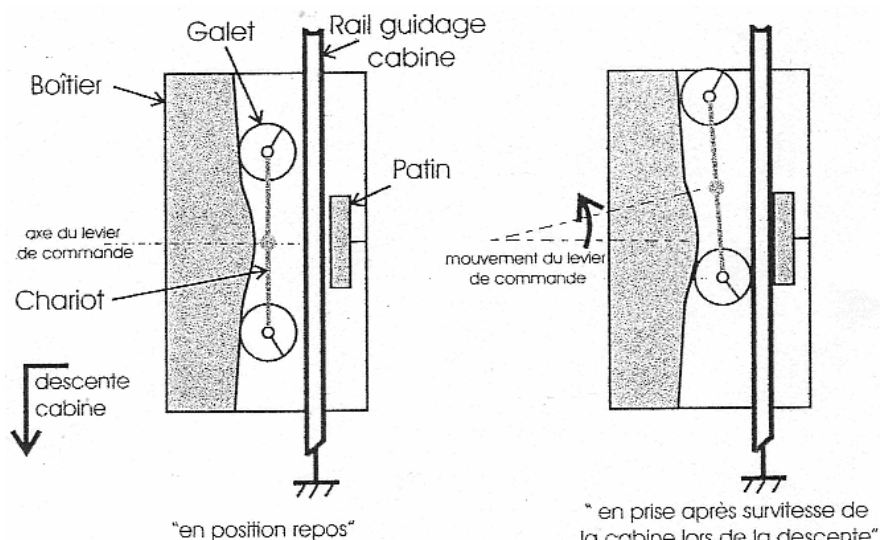


figure 10 : parachute

3.2 RÔLE DU CAPTEUR « SURVITESSE CABINE » DANS LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE DE SÉCURITÉ

Le schéma bloc (figure 7) montre qu'une information est transmise vers la partie commande lorsqu'une survitesse est détectée. Cette information est obtenue à partir du capteur « survitesse cabine » représenté sur le DT3.3.

Question 3E : En analysant le circuit de sécurité du document technique DT 1 (Schéma électrique), expliquer les conséquences de cette information sur l'alimentation des pré-actionneurs du moteur. Préciser à cet effet les éléments mis en jeu, sachant que SCM, SF et KS sont fermés en fonctionnement « normal ».

3.3 INDICATION DE L'ÉTAT DE SURVITESSE

Le défaut de survitesse doit être mémorisé sur la carte centrale, voire transmis à un centre de télésurveillance. La carte centrale acquiert les informations de la chaîne de sécurité à l'aide d'interfaces d'entrée. Chaque interface d'entrée comprend un redressement double alternance, suivi d'un filtrage, puis d'un opto-coupleur, assurant une isolation galvanique et une adaptation en tension. Voici la caractéristique d'entrée sortie et l'état logique ESi (i = 1, 2 ou 3) correspondant :

<i>V_{in} (tension alternative)</i>	<i>V_{out} (tension continue)</i>	<i>état logique ESi</i>
> 120 V efficace	0 V	0
< 40 V efficace	24 V	1

Le temps de réponse de l'interface est de l'ordre de 10 ms.

Question 3F: Afin d'analyser les signaux du circuit de sécurité :

- compléter le document réponse DR2 "Chronogrammes interface d'entrée";
- préciser les états de ES1, ES2 et ES3 lorsque la survitesse est détectée.

4 SYNTHÈSE LIÉE À LA COMPRÉHENSION GLOBALE DU SYSTÈME

Question 4 : Rédiger en quelques lignes:

- les avantages de chacune des deux solutions technologiques de positionnement étudiées lors de la partie 2 ;
- l'intérêt de transmettre à la carte centrale trois informations de la chaîne de sécurité, étudiées lors de la partie 3, au lieu d'une seule.