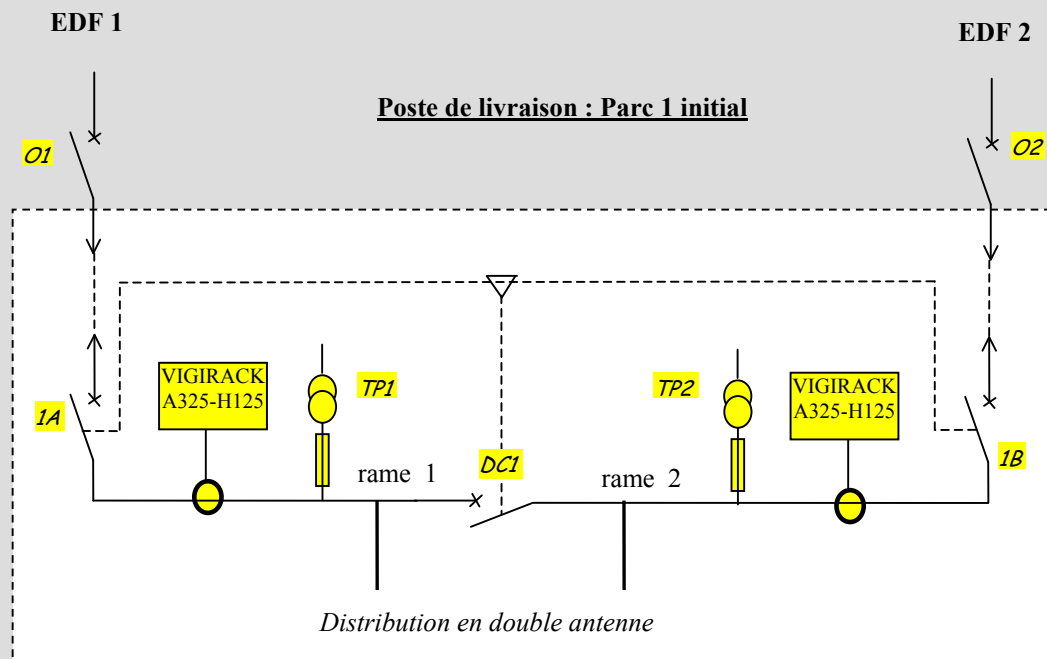


# DOSSIER QUESTIONNEMENT - PARTIE 1

## ALIMENTATION ELECTRIQUE DES PARCS

La mise en œuvre du parc 2 a entraîné des modifications dans le poste de livraison du parc 1. La gestion et la surveillance de l'installation après modification sont désormais assurées par un automate programmable TSX Premium de Schneider.

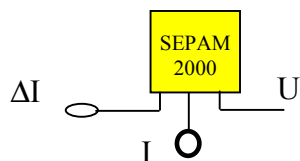


- Les relais de commande de type **VIGIRACK** installés sur les disjoncteurs d'arrivée (**1A** et **1B**) du poste de livraison du **parc 1** ne permettent pas la réalisation des automatismes et les supervisions. Il a été nécessaire de les remplacer par des relais de type **SEPAM 2000**.
- Le disjoncteur de couplage **rame1/rame2** (**DC1**) était dépourvu de relais de commande. Sa fermeture automatique a imposé l'installation dans sa cellule d'un relais type **SEPAM 2000** et la modification du verrouillage existant avec les arrivées.
- Les transformateurs de potentiel existants (TP1 et TP2) possédaient un seul enroulement secondaire dédié au comptage EDF. Il a été nécessaire de les remplacer par des transformateurs de potentiel à deux enroulements ; un pour le comptage EDF et un autre pour les mesures nécessaires aux automatismes.
- Le disjoncteur d'interconnexion **parc 2/rame 2-parc 1** (**2B**) et le disjoncteur d'arrivée **parc 2** (**2A**) ont été équipés d'un relais **SEPAM 2000**.
- Les relais **SEPAM 2000** utilisés pour la surveillance des disjoncteurs d'interconnexions sont équipés de la fonction directionnelle.

**Q-1.1 Compléter** ci-dessous le schéma de distribution de l'ensemble parc 1 + parc 2 en y insérant les nouveaux transformateurs de potentiel ainsi que les relais de type SEPAM 2000.

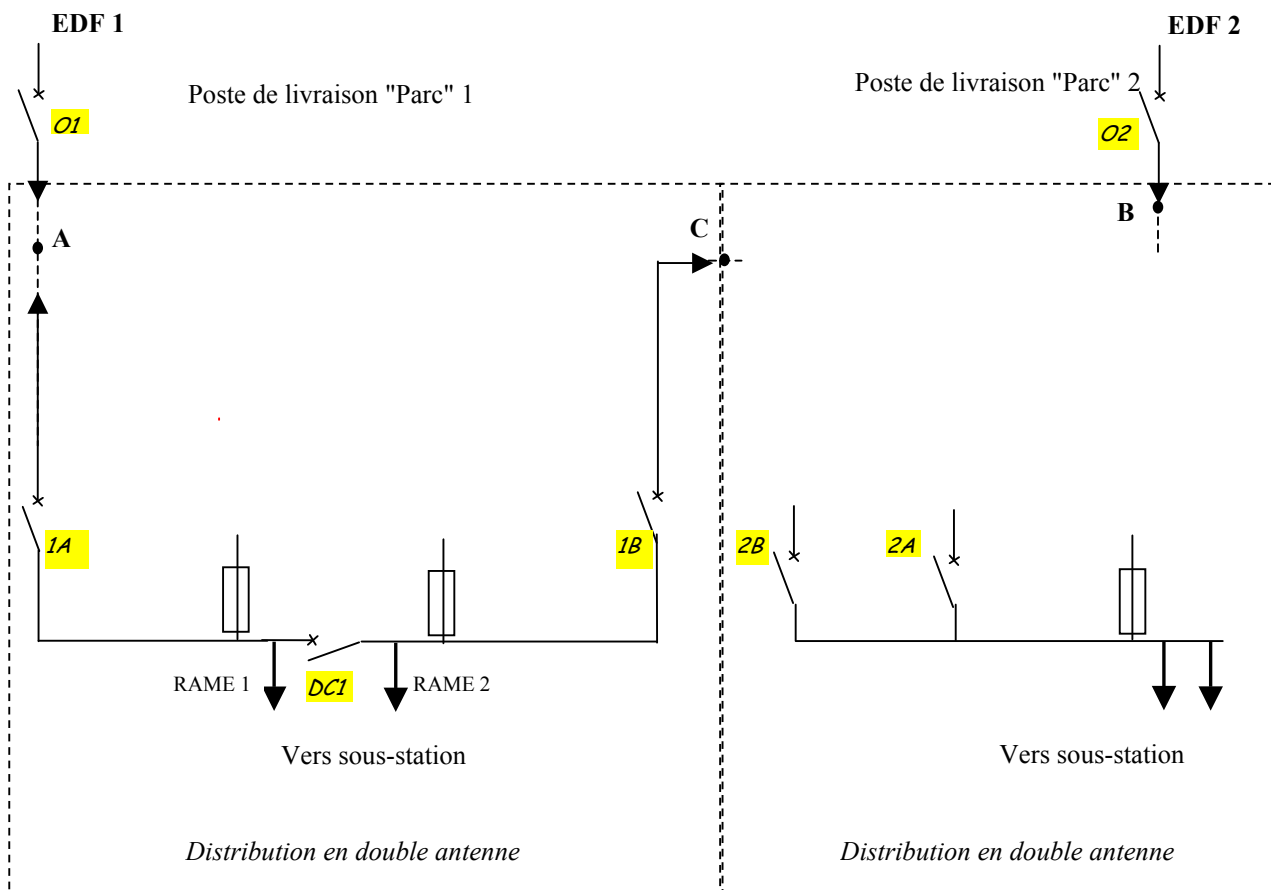
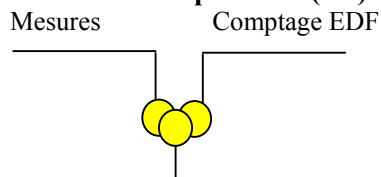
**Symboles à utiliser**

**- Relais SEPAM**



- **U1** pour le T.P. de mesure tension **rame 1 - parc 1**.
- **U2** pour le T.P. de mesure tension **rame 2 - parc1**.
- **U3** pour le T.P. de mesure tension **parc 2**.

**- Transformateur de potentiel (TP)**



- **A** -câble EDF 1
- **B** -câble EDF 2
- **C** -câble de liaison **parc 1/parc 2**

**Q-1.2 Indiquer l'état des disjoncteurs de la distribution parc 1 et parc 2 en fonctionnement « normal ».**

**Ouvert = 0**

**Fermé = 1**

Disjoncteur	Etat
01	
02	
1A	
1B	
2A	
2B	
DC1	

**Q-1.3 Indiquer l'état des disjoncteurs de la distribution parc 1 et parc 2 lors d'indisponibilité de l'arrivée EDF 2, en fonctionnement « secours ».**

**Ouvert = 0**

**Fermé = 1**

Disjoncteur	Etat
01	
02	
1A	
1B	
2A	
2B	
DC1	

**Q-1.4 Indiquer l'état des disjoncteurs de la distribution parc 1 + parc 2 lors d'indisponibilité de l'arrivée EDF.1, en fonctionnement « secours ».**

**Ouvert = 0**

**Fermé = 1**

Disjoncteur	Etat
01	
02	
1A	
1B	
2A	
2B	
DC1	

**Q-1.5** Les relais SEPAM utilisés sont de deux types S02 et S03.

**Préciser** la différence entre ces deux types de relais et **indiquer** les codes **ANSI** (Américan National Standard Institute) qui les identifient.

SEPAM	Code ANSI	Différences
S02	.....	..... ..... ..... .....
S03	.....	..... ..... ..... .....

**Q 1.6** Pour chaque type de sélectivité retenue, **énoncer** les particularités respectives.

➤ Sélectivité chronométrique

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

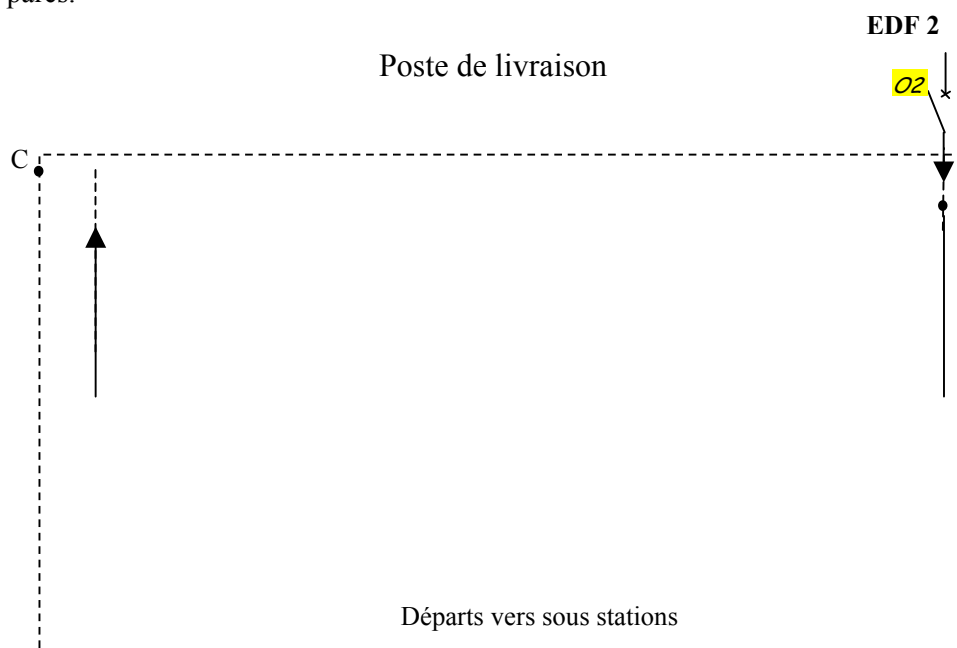
➤ Sélectivité logique

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

➤ Sélectivité directionnelle

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Q-1.7 Proposer** une configuration du poste de livraison du parc 2, qui permettrait une continuité de service totale des deux parcs.



**Q-1.8** Pour anticiper les travaux de coupures de câbles, on a procédé à leur repérage sur plan (doc. ressource)

**Compléter** le tableau des caractéristiques des câbles sur lesquels vont être effectués ces travaux.

<i>Nom de repère</i>	.....
<i>N° jeu de barre amont</i>	.....
<i>N° jeu de barre aval</i>	.....
<i>Nombre de câbles</i>	.....
<i>Type et nombre de conducteurs</i>	.....
<i>Section</i>	.....
<i>Longueur</i>	.....
<i>Nature du conducteur</i>	.....
<i>Intensité nominale</i>	.....
<i>Intensité admissible</i>	.....

**Q-1.9** Le poste de livraison **parc 2** est constitué de cellules modulaires à pas réduit, équipées d'appareillages à coupure dans le SF6.

**Définir** le sigle SF6 et **justifier** son utilisation

.....
.....
.....
.....
.....

**Q-1.10 Choisir** les cellules qui ont permis de réaliser ce poste de livraison en précisant leurs caractéristiques

<i>Type de cellules</i>	<i>Nbr</i>	<i>I assignée</i>	<i>I max admissible</i>	<i>U assignée</i>
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

**Q-1.11** En fonction des résultats de l'analyse fonctionnelle et des courants de court circuit, **compléter** le tableau des caractéristiques et les réglages du système de protection des postes de distributions de la **sous-station 5**.

Les protections utilisées sont des fusibles de type **FUSARC** pour les postes de transformation et des disjoncteurs de type **Masterpact** avec déclencheur **STR38S** pour les tableaux basse tension

SOUS-STATION	In	Icc maxi	Icc mini	Catégorie de fusibles ou de disjoncteurs	Calibre et courant assigné
TR1 SS1	46 A	6,73 kA	6,48 kA	FU 80	80 A
DJ BT SS1	2 312 A	32,5 kA	31 kA	M 25	2 500 A
TR1 SS5	.....	.....	.....	.....	.....
TR2 SS5	.....	.....	.....	.....	.....
TR3 SS5	.....	.....	.....	.....	.....
DJ BT1 SS5	.....	.....	.....	.....	.....
DJ BT2 SS5	.....	.....	.....	.....	.....
DJ BT3 SS5	.....	.....	.....	.....	.....

SS\* (sous-stations) – TR\*(transformateur) – DJ BT\* (disjoncteur Basse Tension)

**Préciser** Les réglages à effectuer au niveau de l'unité de contrôle STR38S

	DJ BT1 SS5	DJ BT2 SS5	DJ BT3 SS5
Seuil instantané, In	.....	.....	.....
Seuil long retard (LR), Ir	.....	.....	.....
Seuil court retard (CR), tm	.....	.....	.....
Temporisation court retard, th	.....	.....	.....

### Q-1.12 Phasage des travaux de raccordement du poste de livraison du parc 2 sur le réseau

Compléter le tableau de phasage des opérations de raccordement et de mise en service. (phase2)

Ordre des opérations	Site	Nomenclature du matériel	Désignation de l'opération	Intervenant	Habilitation minimale requise
1	.....	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....	.....	.....
7	.....	.....	.....	.....	.....
8	.....	.....	.....	.....	.....
9	.....	.....	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....	.....	.....
11	.....	.....	.....	.....	.....
12	.....	.....	.....	.....	.....
13	.....	.....	.....	.....	.....
14	.....	.....	.....	.....	.....
15	.....	.....	.....	.....	.....
16	.....	.....	.....	.....	.....
17	.....	.....	.....	.....	.....

## DOSSIER QUESTIONNEMENT - PARTIE 2

### COMMUNICATION : AUTOMATE PREMIUM / RELAIS SEPAM

L'automatisme est réalisé par le système relais Sepam 2000 / automate Premium.

#### Rôle de l'automate

L'automate concentrateur assure les automatismes. Suivant les différentes situations, il reconfigure cette boucle en commandant les différents relais SEPAM.

De plus, il transmet les informations de positions et de défauts des relais SEPAM 2000 vers la supervision.

Le protocole de communication utilisé est Modbus / Jbus.

#### Rôle des relais SEPAM 2000

Les relais SEPAM 2000 ont pour fonction principale la protection de la boucle HTA.

Une supervision du type ISIS 3000, permet de télésurveiller la boucle HTA.

#### Communication automate Premium / relais SEPAM

- **Protocole de communication : Modbus/Jbus**
- Vitesse de transmission : 9 600 Bauds
- Format de transmission :
  - ☐ 8 bits
  - ☐ Sans parité
  - ☐ 1 bit de stop
- L'automate est configuré en maître et les relais SEPAM en esclaves :

<input type="checkbox"/> Disjoncteur DC1	Esclave N°1
<input type="checkbox"/> Disjoncteur 1 A	Esclave N°2
<input type="checkbox"/> Disjoncteur 1 B	Esclave N°3
<input type="checkbox"/> Disjoncteur 2B	Esclave N°4
<input type="checkbox"/> Disjoncteur 2A	Esclave N°5

#### Liaisons

La liaison de communication entre les différents appareils d'un même parc est réalisée à l'aide d'un câble blindé, 2 paires.

Entre les deux parcs elle est réalisée en fibre optique.



**Q 2-1** Le protocole de communication est de type Modbus et le dialogue est de type half-duplex.

**Définir** ce protocole ainsi que les principes de communication et de dialogue utilisés.

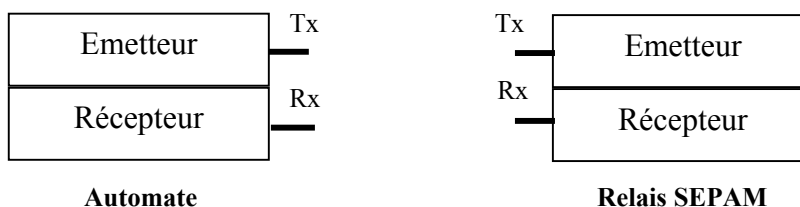
➤ Protocole :

.....
.....
.....
.....
.....

➤ Principe de communication :

.....
.....
.....
.....
.....

**Q 2-2 Compléter** le schéma de principe d'échange entre automate et relais SEPAM en faisant apparaître le sens du dialogue.



**Q 2-3 Calculer** le nombre de bits utilisés dans la trame pour émettre un caractère et **déterminer** le temps de transmission d'un caractère :

➤ Nombre de bits

.....
.....
.....
.....
.....

➤ Temps de transmission

.....
.....
.....
.....
.....

**Q 2-4 Convertir** le caractère ASCII "L" en hexadécimal puis en binaire et **compléter** le chronogramme de la ligne pour émettre ce caractère :

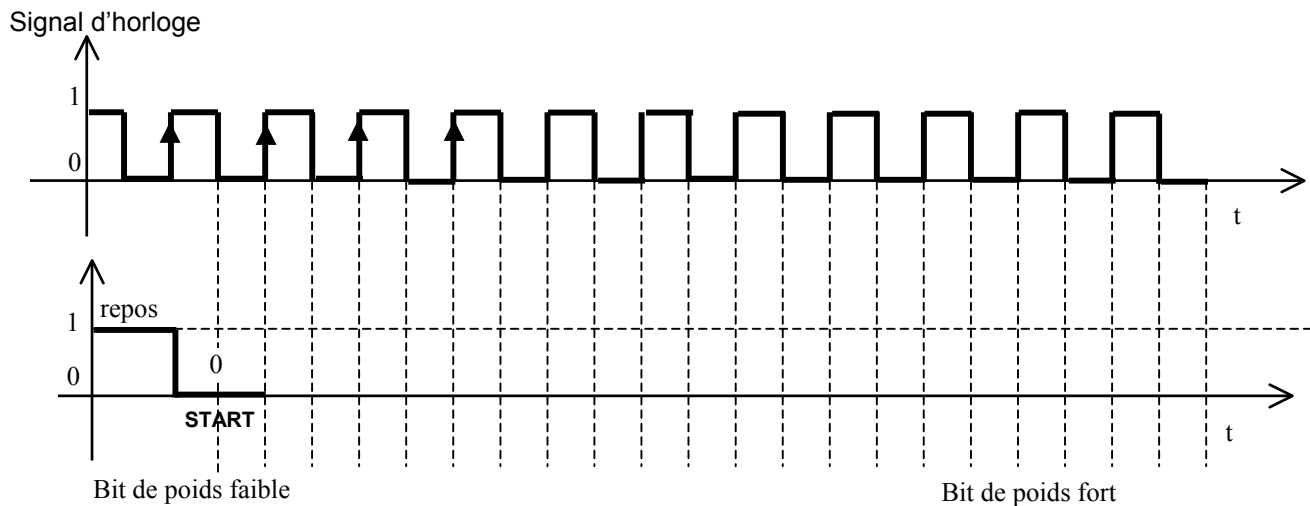
Pour le codage en ASCII pur sur 8 bits, un zéro sera affecté pour le bit de poids fort.

➤ Conversion en hexadécimal

.....
.....
.....
.....

➤ Conversion en binaire

.....
.....
.....
.....



**Q 2-5 Compléter** la table de télésignalisation et téléalarme de la communication entre les relais SEPAM et le disjoncteur 1A.

*(Fonction 1 : lecture de bits)*

RANG	Télésignalisation Libellé	Adresse relais	Adresses JBUS		
			MOT (hexadecimal)	BIT (hexadecimal)	BIT (décimal)
<b>0</b>	Défaut de commande	<b>KTS1</b>	<b>0C90</b>		<b>51 456</b>
<b>1</b>	Défaut de télécommande		<b>0C90</b>	<b>C901</b>	
<b>5</b>	Commutateur en distance	<b>KTS6</b>	<b>0C90</b>	<b>C905</b>	<b>51 461</b>
<b>6</b>	Verrouillage électrique.	<b>KTS7</b>	<b>0C90</b>	<b>C906</b>	<b>51 462</b>
<b>7</b>	Absence secteur	<b>KTS8</b>	<b>0C90</b>		<b>51 463</b>
<b>9</b>	Appareil fermé		<b>0C90</b>	<u>C90A</u>	<b>51 465</b>
<b>10</b>	Appareil débroché		<b>0C90</b>	<b>C90B</b>	
<b>12</b>	Sectionneur de terre fermé		<b>0C90</b>	<b>C90C</b>	<b>51 468</b>
<b>14</b>	Maximum de courant phase	<b>KTS15</b>	<b>0C90</b>	<b>C90E</b>	
<b>15</b>	Maximum de courant terre		<b>0C90</b>		<b>51 471</b>
<b>16</b>	Minimum de tension	<b>KTS17</b>	<b>0C91</b>	<b>C910</b>	<b>51 472</b>

*Bit = 0 ⇒ Etat 0, Bit = 1 ⇒ Etat 1*

**Justifier** par un exemple de calcul, une conversion hexadécimal / décimal et décimal / hexadécimal

**Q 2-6 Compléter** les trames d'échanges de données entre l'automate Premium et le relais Sepam 2000 concernant la table de télésignalisation et téléalarme de la communication entre le relais Sepam et le disjoncteur 1A.

**Question maître :** l'automate Premium interroge l'esclave (le relais Sepam) sur l'état du disjoncteur (fermé ou débouché)

.....	.....	.....	.....	CRC16
-------	-------	-------	-------	-------

**Réponse esclave :** le relais Sepam informe le maître (l'automate Premium) que le disjoncteur est ouvert mais pas débouché

.....	.....	.....	.....	CRC16
-------	-------	-------	-------	-------

**Q 2-7 Justifier** l'emploi de fibre optique pour la transmission des informations entre les deux parcs

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

**Q 2-8** Dans les postes de livraison cohabitent des courants faibles et des courants forts.

**Cocher** parmi les principes énoncés ci dessous les règles principales de câblage CEM à respecter :

- ☐ Séparer physiquement courant faible et courant fort.
- ☐ Respecter les rayons de courbure.
- ☐ Créer une prise de terre informatique indépendante de la prise de terre courant fort.
- ☐ Utiliser une terre unique.
- ☐ Mettre en place le minimum de liaisons équipotentielle.
- ☐ Mettre en place un maillage de toutes les liaisons équipotentielles possibles.
- ☐ Ne pas raccorder les conducteurs non utilisés d'un câble.

# DOSSIER QUESTIONNEMENT - PARTIE 3

## ETUDE DES INSTALLATIONS DE SECURITE

### **Extrait du procès verbal de la commission départementale des services d'incendie et de sécurité.**

SPACE MOUNTAIN est une attraction située dans DISCOVERYLAND entre Autopia et 3 D Theater, face à Vidéopolis.

Il s'agit d'un manège de type « grand huit » couvert, composé d'un bâtiment principal circulaire de 60 m de diamètre et 25 m de hauteur par rapport au sol extérieur et d'un bâtiment embarquement-débarquement. L'attraction est accessible aux handicapés par un ascenseur. Le maître d'ouvrage s'engage à ne pas dépasser l'effectif prévu par l'article GN8.

Cette attraction a été classée en type L par la commission de sécurité.

### **Circulation normale**

La circulation du public à la périphérie extérieure se fera sur une surface totale de 534 m<sup>2</sup>.

La file d'attente accède à l'attraction après avoir emprunté un parcours balisé en extérieur (surface maximale extérieure occupée par la file d'attente : 160 m<sup>2</sup>) suivi d'un parcours couvert qui se termine sur l'un des quais d'embarquement. La sortie s'effectue par le quai de débarquement couvert puis un parcours également couvert permet de rejoindre l'extérieur (surface maximale couverte occupée par la file d'attente : 230 m<sup>2</sup>).

### **Circulation en cas d'évacuation**

En cas d'incident grave, le public est évacué sous le contrôle du personnel, 16 personnes maxima sont prévues à cet effet.

Un ensemble de deux passerelles couvertes reliées par des escaliers aux différentes zones de freinage des trains permet aux passagers de regagner l'extérieur de l'attraction.

La passerelle « déambulatoire » reliant les zones nord et sud a une longueur de 316,6 m et une largeur de 0,90 m.

La passerelle « file d'attente » de même largeur que la précédente a une longueur de 224,5 m.

**Q 3-1 : Citer** les différents types d'établissements dans lesquels une installation de sécurité est obligatoire

.....
.....
.....
.....
.....

**Q 3-2 : Enoncer** les deux parties qui composent un système de sécurité

① .....
.....
② .....
.....
.....

**Q 3-3 : Calculer** l'effectif de l'ensemble des personnes pouvant être présentes dans l'attraction (3 pers/m<sup>2</sup> pour les personnes en attente et 1 pers/m<sup>2</sup> pour les personnes en circulation).

Zone	Calcul des effectifs	Nombre de personnes
Circulation extérieure	.....	.....
File d'attente extérieure	.....	.....
File d'attente couverte	.....	.....
Passerelle déambulatoire	.....	.....
Passerelle file d'attente	.....	.....
Trains dans le « ride »	.....	.....
Trains en gare	.....	.....
Total public		.....
Effectif total à prendre en compte		.....

**Q 3-4 : Définir** la catégorie de classement de l'établissement en justifiant votre réponse

.....
.....
.....
.....
.....

**Q 3-5 : Donner la périodicité des visites de contrôle de la commission de sécurité pour cette attraction**

.....
.....
.....
.....
.....

**Q 3-6 : Calculer** le nombre de sorties (dégagements) à prévoir pour l'évacuation du public. Deux sorties supplémentaires sont retenues pour l'évacuation du canon et une sortie pour le point le plus bas de l'attraction.

.....
.....
.....
.....
.....

### Q 3-7 ECLAIRAGE DE SECURITE

#### Q 3-7.1 : Préciser la fonction des éclairages d'ambiance et d'évacuation.

➤ L'éclairage d'ambiance

.....
.....
.....
.....
.....

➤ L'éclairage d'évacuation

.....
.....
.....
.....
.....

#### Q 3-7.2 : Enoncer les facteurs à prendre en compte pour déterminer respectivement :

<p>➤ Le nombre de luminaires d'un éclairage d'évacuation :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪</li><li>▪</li><li>▪</li></ul> <p>➤ Le nombre de luminaires d'un éclairage d'ambiance :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪</li><li>▪</li></ul>
---

#### Q 3-7.3 : Déterminer le type d'éclairage de sécurité à installer, et justifier votre réponse.

<p>➤ Type :</p> <p>➤ Justification :</p>
--

**Q 3-7.4 : Calculer** la puissance nécessaire, puis **déterminer** la référence de la source centrale retenue et **énoncer** ses caractéristiques.

En respect avec la réglementation et en prenant en compte les particularités du local, la commission de sécurité a arrêté pour l'éclairage de sécurité :

- 48 luminaires de type fluorescent en 24 V =, IP 55 pour l'éclairage d'ambiance.
- 63 luminaires de type fluorescent en 24 V =, IP 55 pour l'éclairage d'évacuation.
- 

➤ Puissance

.....
.....
.....
.....
.....

➤ Référence de la source centrale retenue et rappel de ses caractéristiques

.....
.....
.....
.....

**Q 3-8 SYSTEME DE SECURITE INCENDIE (SSI)**

**Q 3-8.1 :** La norme AFNOR définit les différents éléments entrant dans la constitution d'un SSI.

**Indiquer** les deux principales fonctions d'un SSI et énoncer deux types d'éléments assurant ces fonctions

Fonctions	Eléments
➤ .....	➤ .....
	➤ .....
➤ .....	➤ .....
	➤ .....

**Q 3-8.2 : Déterminer** la catégorie du SSI et le type d'équipement d'alarme. **Justifier** votre réponse.

➤ Catégorie avec justification

.....

.....

.....

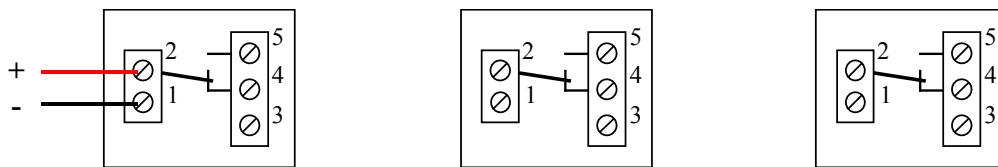
➤ Type avec justification

.....

.....

.....

**Q 3-8.3 Compléter** le schéma partiel de raccordement des déclencheurs manuels du SSI en insérant les résistances nécessaires.



**Calculer** l'intensité du courant qui circule dans la boucle de détection pour les deux états suivants :

➤ Au repos : courant de veille,

.....

.....

.....

➤ En fonctionnement : courant d'alarme,

.....

.....

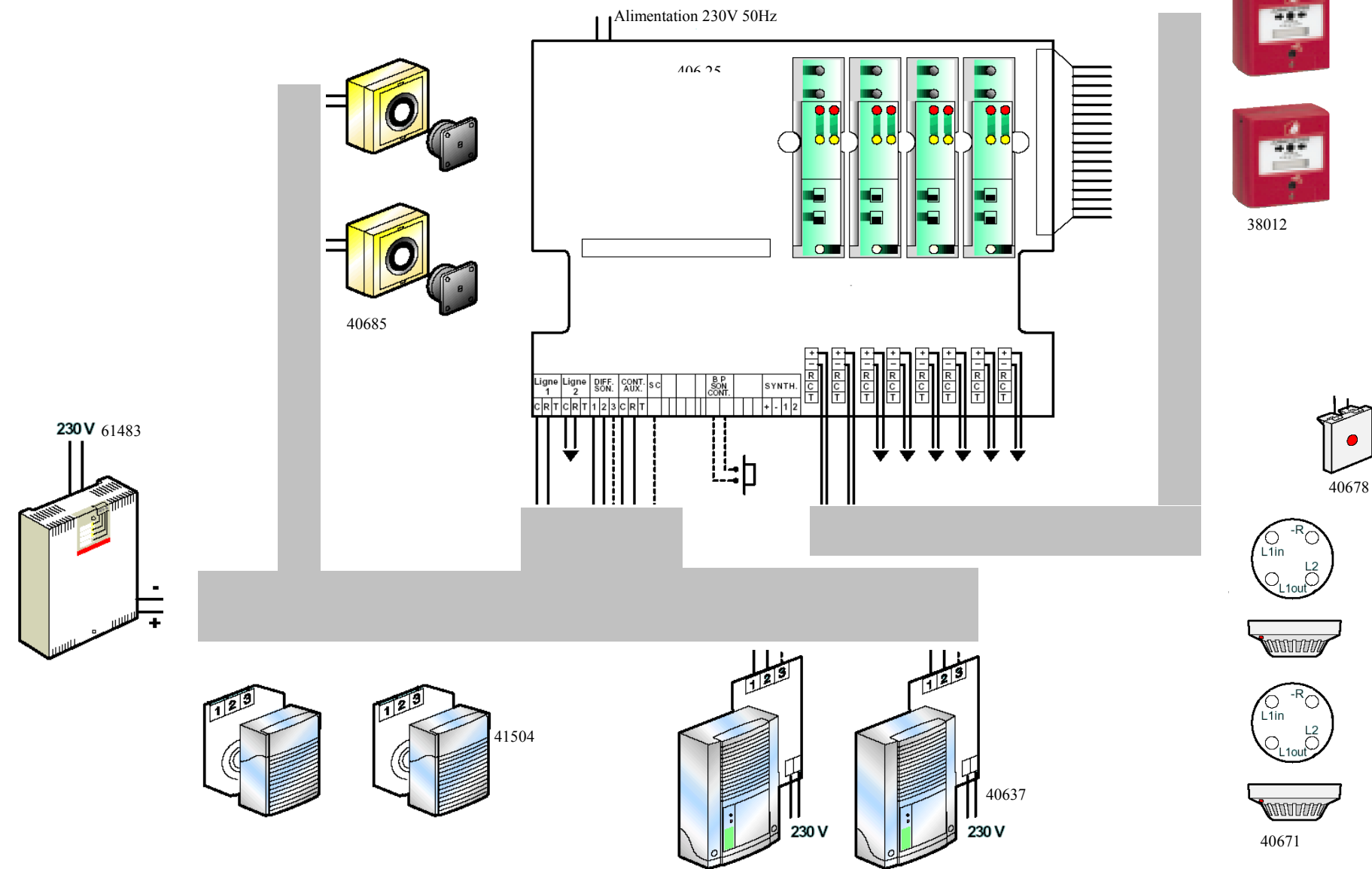
.....

**Indiquer** la valeur et le rôle des résistances

Repère	Valeur	Rôle
R1	.....	.....
R2	.....	.....



Q 3-8.4 Compléter le schéma de principe partiel de raccordement du SSI.



## PARTIE 4

### ALIMENTATION DE L'ATTRACTION "SPACE MOUNTAIN"

L'attraction "space mountain" est alimentée par l'intermédiaire de la sous station n° 33.

#### *Description du local MT (HTA).*

- Un ensemble de protection gamme SM6 de MERLIN GERIN constitué :
  - 1 cellule d'arrivée GAM
  - 1 cellule de protection interrupteur - fusible QMC
- Un transformateur FRANCE TRANSFO à 2 secondaires de caractéristiques suivantes :

<b>U<sub>1n</sub></b>	<b>20 000 V</b>
<b>I<sub>1n</sub></b>	<b>57,8 A.</b>
<b>S<sub>2n</sub></b>	<b>2 x 1 000 KVA.</b>
<b>Couplages</b>	<b>Dd0, Dy11.</b>
<b>U<sub>2</sub></b>	<b>2 x 701 V à vide</b>
<b>I<sub>2</sub></b>	<b>2 x 823,6 A</b>
<b>U<sub>cc</sub></b>	<b>6,5 %</b>
- Deux interrupteurs fusibles SOCOMEC (1 par départ BT) calibre 1600 A type aM pour protéger les câbles.
- Deux armoires condensateurs RECTIPHASE (1 par départ BT) pour l'amélioration du facteur de puissance.

#### *Description du local BT.*

- Deux armoires de régulation montées en "Maître"/"Esclave" comprenant
  - Les variateurs de vitesse de type RECTIVAR 84 (2 ponts à thyristors 3 000 A)
  - Les composants de mesure, de protection et de commande
  - 2 châssis de résistances pour le freinage rhéostatique
- Une armoire "Fonctions communes" comprend :
  - un ensemble chargeur + batteries
  - des coffrets d'interface CCS ↔ CPS
  - un automate programmable de type TSX 107 et son onduleur.

#### *Description du local machine.*

Deux moteurs à courant continu montés en tandem.

Caractéristiques :

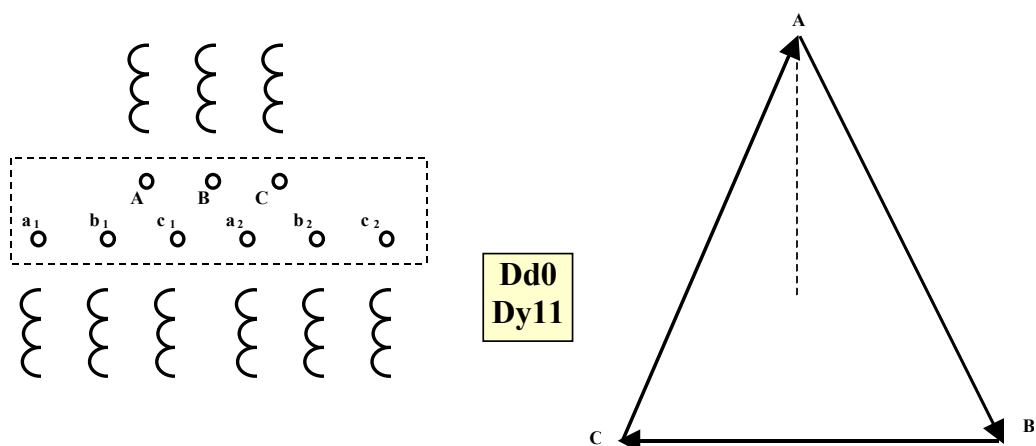
<b>K</b>	<b>22</b>
<b>r induit</b>	<b>30 m Ω</b>

**Q 4-1 : Le schéma de liaison à la terre retenu est à masses interconnectées avec prise de terre par fond de fouille unique, il s'identifie avec trois lettres.**

**Identifier** le schéma des liaisons à la terre utilisé. **Donner** la signification des différentes lettres et **préciser** les repères et le nom des éléments qui ont permis cette identification.  
**Indiquer** la valeur exacte de la résistance de terre globale.

<i>Lettres</i>		<i>signification</i>	<i>Eléments d'identification</i>
<i>1<sup>er</sup> lettre</i>			<i>Présence sur chaque secondaire du transformateur de :</i>  <div>➤</div> <div>➤</div> <div>➤</div>
<i>2<sup>ème</sup> let- tre</i>			
<i>3<sup>ème</sup> lettre</i>			
			<b>Résistance de terre globale</b> <b>R<sub>pna</sub> =</b>

**Q 4-2 Représenter** les couplages primaire et secondaires du transformateur ainsi que le diagramme de Fresnel des tensions en indiquant l'indice horaire :



**Q 4-3 : Préciser** la valeur du déphasage entre les deux secondaires du transformateur

Déphasage :

**Q 4-4 : Calculer** les rapports de transformations à vide pour chaque secondaire ( en tenant compte du couplage)

$m_{1v} =$

$m_{2v} =$

**Q 4-5 : Calculer** les courants en lignes ainsi que ceux dans les enroulements primaires et secondaires. ( la puissance nominale donnée est répartie pour des charges égales entre les deux secondaires.)

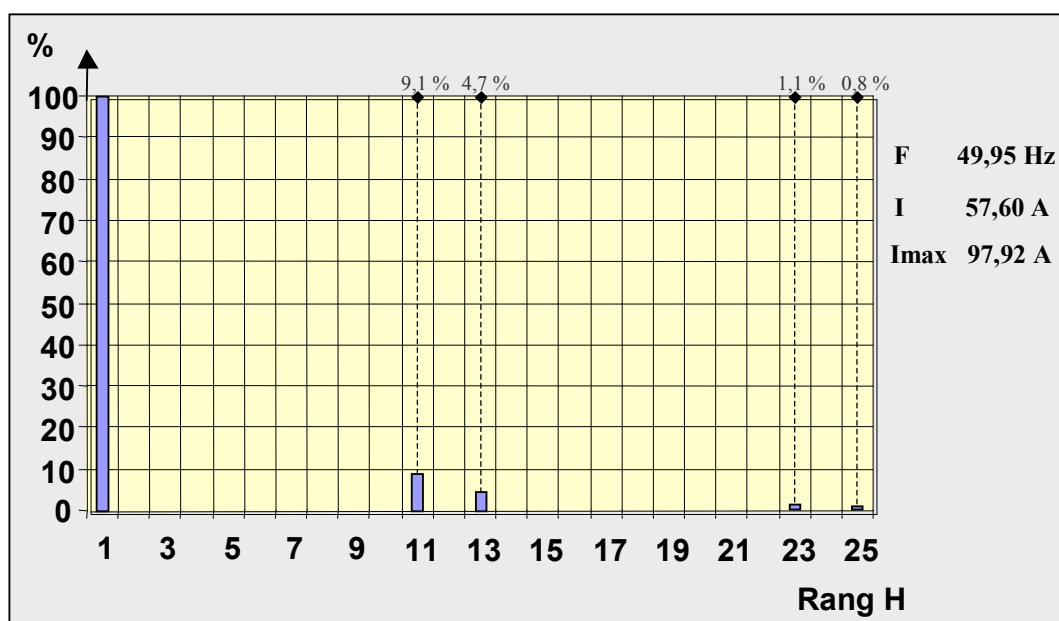
$I_1 = J_1 =$

$I_2Y = J_2Y =$

$I_2\Delta =$   
 $J_2\Delta =$

**Q 4-6 : PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES :**

Soit l'analyse spectrale du courant relevé en amont du transformateur,



**Q 4-6-1 : Identifier** la cause principale de ces perturbations harmoniques.

**Q 4-6-2 : Citer** les principaux effets engendrés par ces perturbations :

✓

✓

✓

**Q 4-6-3 : Soit** le synoptique simplifié de l'alimentation de l'attraction « Space Mountain »

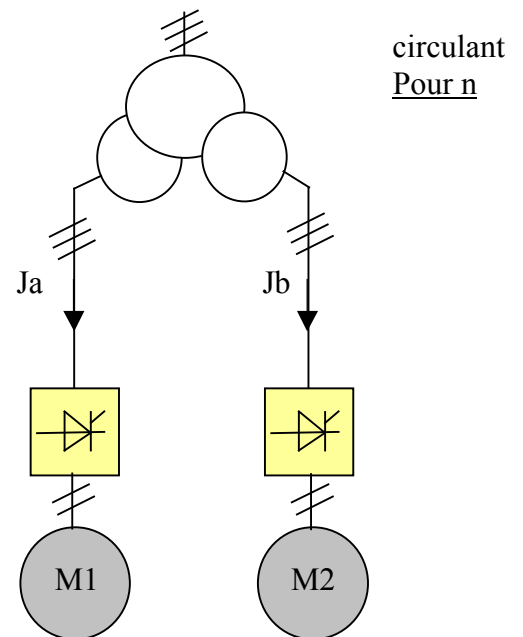
la décomposition en série de Fourier des signaux des courants au secondaire du transformateur donne les relations suivantes :  
impair

✓ Le courant Ja,

$$\hat{J}_{an} = \frac{4.I_d}{n.\pi} \cos.\frac{n\pi}{6}$$

✓ Le courant Jb.

$$\hat{J}_{bn} = \frac{4.I_d}{3.n.\pi} \left[ 1 + \cos\frac{n.\pi}{3} \right]$$



**Exprimer** pour chaque courant, les rangs harmoniques suivants : rang 1, rang 3, rang 5 et rang 7.

	Rang 1	Rang 3	Rang 5	Rang 7
Ja				
Jb				

**Q 4-6-4 : Justifier** par le calcul les résultats obtenus lors de l'analyse spectrale en amont du transformateur.

**Q 4-6-5 :** La norme **NFC 52114** indique les contraintes admissibles par les transformateurs. Pour prendre en compte ces contraintes liées aux courants harmoniques dans le choix des transformateurs un déclassement est nécessaire, il est indiqué par un facteur K noté (KF)

$$KF = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,1 \sum_{i=2} \Gamma_i^2 \times H_i^{1,6}}}$$

Avec :

- $I_n$  : intensité nominale à 50 Hz.
- $I_i$  : intensité de rang i
- $\Gamma = I_i / I_n$
- H : rang harmonique

**Calculer** ce facteur KF (facteur de déclassement) et **préciser** la valeur de déclassement du transformateur de l'attraction.

✓ Calcul de KF :	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">KF=</div>
✓ Valeur de déclassement :	

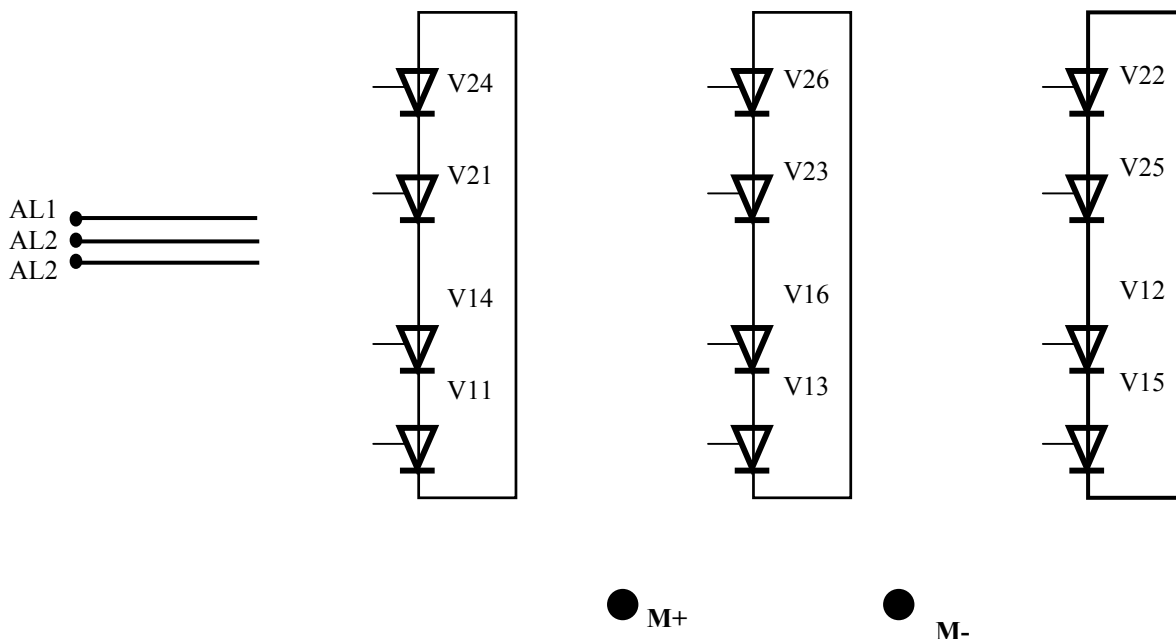
**Q 4-6-5 :** Citer les avantages pour l'exploitation, de l'association des deux machines en tandem.

- ✓ .....
- ✓ .....
- ✓ .....

#### Q 4-7 : FREINAGE PAR VARIATEUR

Chacun des moteurs est alimenté par un variateur dont le circuit de puissance est composé de deux ponts hexaphasés montés tête-bêche (V11, V12,V13, V14,V15, V16 pour la pont 1 et V21, V22, V23, V24, V25, V26 pour le pont 2.).

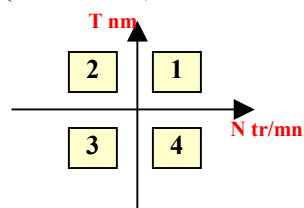
**Q 4-7-1 : Compléter** Le schéma de principe d'un variateur de vitesse en le raccordant à l'induit d'un moteur. (L'alimentation triphasée alternative sera faite en noir et les polarités positives et négatives du moteur seront représentées respectivement en rouge et bleu).



**Q 4-7 -2:** Les variateurs utilisés pour l'alimentation des moteurs en régime permanent travaillent en freinage par récupération d'énergie.

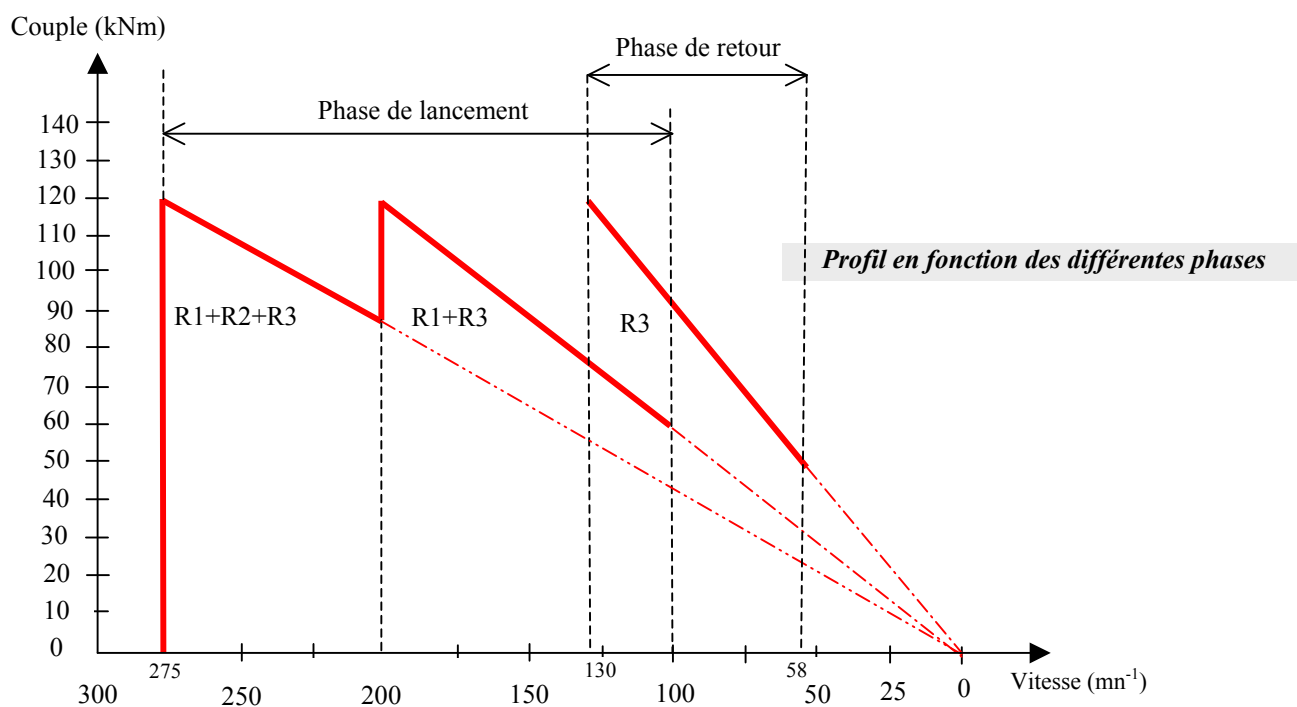
**Indiquer** pour chaque quadrant le mode de fonctionnement des ponts (redresseur, onduleur ou bloqué)

	Pont 1	Pont 2
Q1		
Q2		
Q3		
Q4		



**FREINAGE RHEOSTATIQUE**

**Q 4-8 :**



En cas de défaut majeur détecté, un freinage rhéostatique d'urgence permet le ralentissement du "pus-her". La machine débite alors sur une ou plusieurs résistances.

**4-8-1 : Exprimer** la relation de la vitesse en fonction du couple dans ce mode de fonctionnement :

**4-8-2 : Calculer** la résistance équivalente nécessaire lors de la phase de lancement.

# DOSSIER QUESTIONNEMENT - PARTIE 5

## MOTORISATION DE LA CATAPULTE

### Caractéristiques du système

#### Caractéristiques des machines :

- Deux moteurs SICME MOTORI type NP560KX6 à excitation indépendante et enroulements de compensation.
- Chaque moteur est muni : d'un moto ventilateur avec filtre, d'un pressostat de contrôle de ventilation, d'une sonde PTC, d'un dispositif de contrôle d'usure des balais et de résistances anti-condensation.

- Tension induit	$U_n$	= 700 V
- Vitesse nominale	$N_n$	= 275 tr/mn
- Puissance nominale	$P_n$	= 825 kW
- Courant nominal	$I_n$	= 1 300 A
- Couple de démarrage	$T_d$	= 2,1 Tn
- Courant de démarrage	$I_d$	= 2,2 $I_n$
- Moment d'inertie	$J_m$	= 218 kg m <sup>2</sup>



#### Caractéristiques mécaniques :

- "Pusher" :
 

masse	
vitesse de lancement	
vitesse d'engagement	
vitesse de charge	
vitesse de retour	$v_r = 0,65 \text{ m/s}$
- Tambour moteur :
 

masse	$m_t = 2\,500 \text{ kg}$
moment d'inertie	$J_t = 600 \text{ kg.m}^2$
rayon	$R_t = 0,5 \text{ m}$
- Poulie de tête
 

masse	$m_p = 120 \text{ kg}$
moment d'inertie	$J_p = 22 \text{ kg.m}^2$
rayon	$R_p = 0,5 \text{ m}$
- Arbre de liaison
 

moment d'inertie	$J_l = 150 \text{ kg.m}^2$
------------------	----------------------------
- Accouplement :
 

moment d'inertie	$J_a = 14 \text{ kg.m}^2$
------------------	---------------------------
- Câble de liaison
 

masse	$m_c = 870 \text{ kg}$
-------	------------------------
- Couple nécessaire au lancement
 

	$T = 86187 \text{ Nm}$
--	------------------------



**Q 5-1 Calculer** la vitesse maximale du moteur.

	<b>n maxi =</b>

**Q 5-2 Calculer** le couple maximal que les machines peuvent fournir et **vérifier** qu'il permet le lancement du train.

<b>Tmax =</b>	

**Q 5-3 Calculer** l'inertie totale de l'équipement .

On considère le frottement du câble négligeable ainsi que son énergie de déformation ;

<b>J<sub>total</sub> =</b>	

**Q 5-6 Donner** le rôle des différents éléments intégrés dans le moteur.

**Enroulements de compensation :**

***Sondes PTC***

**Résistances « 2 x 500W » :**


**Q 5-7 Calculer** la tension d'induit nécessaire pour obtenir le retour du pousseur  
( On négligera pour le calcul la chute de tension dans l'induit.)

**U =**

**Q 5-8 Calculer** le temps nécessaire au retour du pousseur (distance à parcourir de 50 mètres).

**t<sub>total</sub> =**

**Q 5-9 Compléter** le tableau suivant en précisant les temps relatifs aux différentes phases du cycle de fonctionnement du « pusher » ainsi que le sens de rotation du moteur.

Phases	Mode de fonctionnement		Durée	Sens de rotation du moteur
"0" engagement du « pusher »	Accélération		} <b>Maxi 5 s</b>	
	Vitesse constante	0,2 m/s		
	Décélération			
	Attente			

**Q 5-10** A partir du tableau précédent, **compléter** le chronogramme en indiquant les différentes phases du cycle :

