

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2009

ÉPREUVE E42

LE PONT DE COULÉE 65T DES FONDERIES DE  
SAINT GOBAIN P.A.M



**DOSSIER CORRECTION**

Barème général :

1. Partie A : Dimensionnement des moteurs de translation **/12pts**
2. Partie B : Dimensionnement du variateur **/17pts**
3. Partie C : Contrôle des mouvements du pont de coulée **/11pts**
4. Partie D : Maintenance à distance **/8pts**
5. Partie E : Amélioration de la disponibilité **/9pts**
6. Partie F : Conclusion **/3pts**

## Partie A : dimensionnement des moteurs de translation

**A.1** Identifier le service effectué par ces moteurs en vous reportant au dossier ressource page 2.

Réponse :

**C'est un service intermittent à freinage électrique, service type S5.**

**A.2** Vérifier que les moteurs pressentis sont en mesure d'accélérer le pont dans le temps imparti. Se reporter au dossier ressource pages 4 et 5.

Réponse :

**Associés à un variateur de vitesse, ces moteurs seront capables de fournir leur couple maximum sur quasiment toute la gamme de fréquence de tension délivrée par le variateur (0 à 50Hz).  
Dans notre cas le couple maximal du moteur pressenti est de l'ordre de  $2,12 \times 10^9 = 231 \text{ Nm}$ .  
Le couple maximal demandé par moteur pour démarrer le pont de coulée est de  $150 \text{ Nm}$ , ces moteurs sont en mesure d'accélérer le pont de coulée dans le temps imparti.**

**A.3** Le pont roulant doit être capable d'effectuer sur 24H 1440 de ces cycles et environ 720 marches impulsionnelles.  
Déterminer sa classe de démarrage ainsi que son facteur de marche et compléter les indications de service type qui devront être plaquées sur le moteur. Se reporter au dossier ressource page 3.

Réponse :

**En une heure les moteurs effectueront :  
 $1440 / 24 = 70$  démarrages et 70 freinages électriques  
 $720 / 24 = 30$  marches impulsionnelles  
La classe de démarrage sera donc :  $70 + 3 \times 70 + 0,5 \times 30 = 295$ .  
Le facteur de marche sera de :  $10/20 = 0,5$  d'où 50%  
Les indications de service plaquées sur le moteur : **S5\_300 c/h\_50%****

**A.4** Déterminer, pour chaque moteur, la puissance équivalente en service intermittent pour ce cycle. Se reporter au dossier ressource page 3.

Réponse :

$$P = \sqrt{\frac{7500^2 \times 3,5 + 5500^2 \times 3 + 5600^2 \times 3,5}{20}} = 4457 \text{ W}$$

**La puissance en régime établi est égale à  $1989 \text{ W} < 0,5 P_n$ .**

**A.5** Comparer la puissance nominale du moteur pressenti à la puissance calculée en A3. Conclure sur l'échauffement effectif des moteurs de translation.

Réponse :

**La puissance équivalente du service effectué par le moteur est inférieure à sa puissance nominale. Thermiquement, le cycle est acceptable par les moteurs de translation sans échauffement majeur.**

**A.6** Les moteurs initiaux étaient plaqués 225M. Qu'est-ce que cela implique, en terme d'adaptation, de passer à des moteurs plaqués 160L ?

Réponse : **On passe d'une hauteur d'axe de 225mm à une hauteur de 160mm.**

**Les adaptations sont d'ordre mécanique, dans la mesure où les hauteurs d'axe, empattement, et diamètres d'arbre sont différents.**

---

## Partie B : dimensionnement du variateur

### B.1 détermination du calibre du variateur

**B.1.1** En vous reportant au dossier ressource pages 6 et 7, proposer et justifier la référence de variateur qui convient à cette application.

Réponse :

**Le courant nominal doit être supérieur ou égal à la somme des courants nominaux des moteurs à commander :**

**In variateur  $\geq 2 \times 23.3 = 46.6A$ .**

**Le variateur qui convient à cette application a pour référence : ATV 71 HD22N4.**

**Son courant nominal est de 48 A**

**B.1.2** Proposer les références des éléments de protection et de commande en amont du variateur (Disjoncteur Q0 et contacteur KM0). Le circuit de commande est alimenté en 110V 50Hz. Se reporter au dossier ressource pages 9 à 10.

Réponse :

**Référence du disjoncteur Q0: GV3 L 50**

**Référence du contacteur KM0 : LC1 D65 F5 ou F7 (circuit de commande en 110V AC)**

**B.1.3** Compléter le schéma du variateur en conséquence sur le document réponse 2 page 3 du dossier réponses.

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

**B.1.4** Proposer la référence du relais électronique de surcouple. Se reporter au dossier ressource pages 9 à 10.

Réponse :

**Le relais qui convient pour cette application : LR 97 D38F7.**

**B.1.5** Compléter les schémas de commande et de puissance en conséquence sur les documents réponse 1 et 3 pages 2 et 4 du dossier réponse.

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

---

## B.2 Dimensionnement de la résistance de freinage

**B.2.1** En admettant un rendement de 0.865 constant pour le moteur, un rendement de 0,98 pour l'ensemble onduleur + hacheur de freinage, déterminer les puissances crêtes et moyennes que devra dissiper la résistance de freinage.

Réponse :

**Puissance crête :  $11700 \cdot 2 \cdot 0.865 \cdot 0.98 = 19836W$**

**Puissance moyenne :  $5600 \cdot 2 \cdot 0.865 \cdot 0.98 = 9424W$**

**B.2.2** La résistance proposée avec le variateur est référencée VW3 A7 804. La valeur minimale de la résistance que l'on peut connecter à l'unité de freinage est de  $13,3\Omega$ .

Vérifier Que la résistance convient pour l'application,

Réponse :

**Les puissances moyenne et crête de freinage imposées par le cycle de fonctionnement du pont de coulée sont inférieures à la puissance permanente que peut dissiper la résistance.**

**La résistance référencée VW3 A7 804 convient donc à cette application.**

**B.2.3** Vérifier que l'unité de freinage est en mesure de commuter la puissance crête de freinage imposée par le cycle de fonctionnement du pont de coulée.

Réponse :

**L'unité de freinage quant à elle est capable de commuter une puissance maximale de  $P_{fr} = 785^2 / 13.3 = 46332.7 W$ . La résistance VW3 A7 804 de  $14\Omega$  peut être connectée à l'unité de freinage, dans la mesure où sa résistance convient ( $> 13.3\Omega$ ) et que la puissance crête imposée par les cycles de freinage est inférieure à la puissance maximale que peut commuter le hacheur de freinage.**

---

## B3 Paramétrage du variateur

**B.3.1** Le variateur de vitesse choisi propose plusieurs modes de contrôle moteur, proposer les modes de contrôle qui permettent le pilotage simultané des moteurs de translation. Se reporter au dossier ressource page 6.

Réponse :

**Deux modes de contrôle sont possibles :**

**Le contrôle scalaire à U/F constant codé U/F 2pts**

**Le contrôle vectoriel en boucle ouverte codé SVC U**

**B.3.2** On désire un contrôle optimal du couple (application du couple aux plus basses fréquences) sur les moteurs afin d'éviter les éventuels effets de patinage. Proposer le mode de contrôle le mieux adapté.

Réponse :

**Le contrôle vectoriel en boucle ouverte permettra les meilleurs résultats en terme de contrôle du couple sans toute fois permettre l'obtention d'un couple à l'arrêt, ce qui n'est pas primordial pour cette application.**

## Partie C : Contrôle des mouvements du pont de coulée.

### C.1 Choix du combinateur de translation / direction.

C.1.1 En vous aidant du document ressource page 11 à 12, compléter le bon de commande du combinateur page 5 du dossier réponses.

**Référence (utiliser la grille de constitution de la référence d'un combinateur page 30258/2)**

		Mouvement AB						Mouvement CD (XKM A seulement)				
		Modèle	Levier	Poignée	Type de contact	Nombre de blocs	Manœuvre	Adaptation potentiomètre	Nombre de blocs	Manœuvre	Adaptation potentiomètre	
Nombre d'appareils identiques	<b>1</b>	<b>XKM</b>	<b>A</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>

**Réserve traitement Schneider Electric Industries**

Commande	Poste	MOD	LEV	POI	GLV	CT1	CT3	MAB	P13	CT2	CT4	MCD	P24
		<b>XKM</b>											

**Guide levier**

Tracer et hachurer le débattement du levier sur le quadrillage

**Schéma : vue de dessus**

**Tambour n°3**

Mouvement AB

Adaptation  Potentiomètre

Repère (2)

**Mouvement CD (XKM A seulement)**

Adaptation  Potentiomètre

Repère (2)

**Tambour n°2**

Adaptation potentiomètre

Cocher  la position sur le schéma

**Sur mouvement AB**

Type/Taille : **15**

Valeur : **4700 ohms**

**Sur mouvement CD**

Type/Taille : **15**

Valeur : **4700 ohms**

**Tambour n°1**

Adaptation  Potentiomètre

Mouvement AB

Repère (2)

**Tambour n°4**

Mouvement CD (XKM A seulement)

Adaptation  Potentiomètre

Repère (2)

**Choix des porte-cames**

(1) La 1<sup>ère</sup> came sera obligatoirement une came au zéro ou une came d'inversion.

Came au zéro  Ou  Came d'inversion

(2) Réserve à l'identification du contact dans le schéma d'automatisme. Ne peut pas être réalisé sur l'appareil.

Contact en bout de poignée

**H.mort**

Repère (2)

**Étiquette (1 par direction)**

Sans étiquette

Étiquette vierge XKM Y1

Étiquette avec gravure spécifique (texte à indiquer sur ce schéma)

Appareil à main gauche

Appareil à main droite

Étiquette avec texte normalisé (voir page 30259/3)

Appareil à main gauche

Appareil à main droite

△ 2 contacts maximum à rappeler simultanément à 6° puis 4 contacts tous les 6° suivants.

---

**C.1.2** Compléter le schéma de câblage de l'entrée de consigne de vitesse du variateur de translation avec la représentation du potentiomètre ci-dessous. (Document réponse 2 Page 3 du dossier réponses).

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

## **C.2 Sécurité anti- collision.**

*Sur le même chemin de roulement évoluent deux ponts de coulée. Chacun d'eux est équipé d'un télémètre.*

*On désire assurer une sécurité à deux niveaux :*

- Niveau 1 : la distance entre les ponts est comprise entre 8 et 4m, la vitesse des moteurs de translation est limitée à 1/3 de la vitesse maximale du pont soit 20m/mn.
- Niveau 2 : la distance entre les ponts est inférieure à 4 m, le pont doit s'arrêter.

*Le pontier a à sa disposition un bouton poussoir permettant de shunter l'information d'arrêt en provenance du télémètre pour pouvoir sortir en petite vitesse de la zone de sécurité de niveau 2.*

**C.2.1** Compléter les schémas de commande du variateur, sachant que celui-ci a été configuré pour commuter de la consigne potentiométrique à une consigne interne lorsque l'on applique sur l'entrée LI3 +24V. (Document réponse 2 page 3 du dossier réponses)

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

**C2.2** Compléter le schéma de commande avec le contact du télémètre permettant l'arrêt complet du pont lorsque le pont se situe en zone de sécurité de niveau 2. (Document réponse 3 page 4 du dossier réponses)

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

**C2.3** Ajouter le bouton poussoir (S3T) permettant le dégagement du pont de la zone de sécurité de niveau 2. (Document réponse 3 page 4 du dossier réponses)

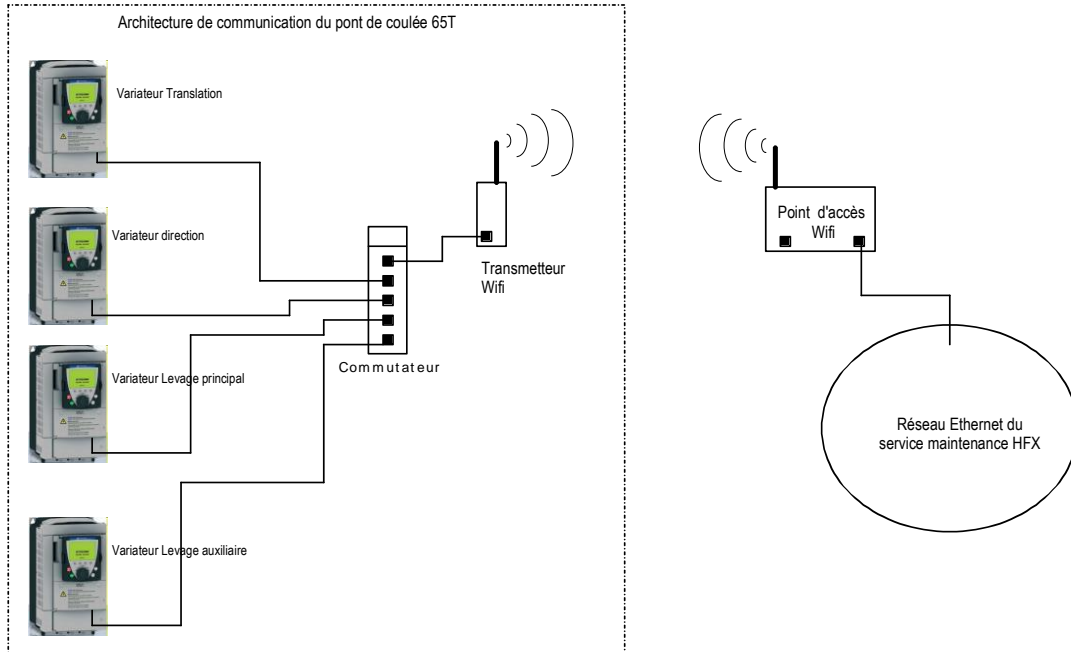
Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

## Partie D : maintenance à distance

A terme le pont de coulée devrait être équipé de 4 variateurs vitesse. Chaque ATV 71 peut être équipé d'une carte de communication permettant le diagnostic, le paramétrage et la surveillance par le biais d'un serveur web embarqué et accessible par navigateur internet depuis le réseau Ethernet de l'usine.

L'architecture de communication proposée est la suivante :



**D.1** Proposer la référence de la carte de communication du variateur permettant ce type d'échange de données.

Réponse :

**2 Cartes de communication sont envisageables :**  
**La carte VW3 A3 310 qui supporte le protocole Modbus TCP**  
**La carte VW3 A3 316 qui supporte le protocole Ethernet TCP/IP**  
**Ces deux cartes intègrent un serveur Web embarqué.**

**D.2** En utilisant le document ressource page 13, proposer le choix du transmetteur WIFI à associer à la carte de communication du variateur. Justifier.

Réponse :

**Le transmetteur ACKSYS WL-IDA/S ne peut être utilisé dans la mesure où celui-ci est une passerelle sans fil modbus série (RS232) vers modbus TCP.**  
**La carte ACKSYS WL-IDA/N est un bridge ou passerelle wifi qui supporte le protocole modbus TCP, et Ethernet TCP/IP ce qui est en adéquation avec les deux cartes de communication choisies en E1.**

**D.3** Donner et justifier la référence du commutateur ainsi que les câbles de liaison variateur-commutateur à connecter RJ 45 (longueur 5m). Se reporter au dossier ressource page 16.

Réponse :

**Les quatre variateurs et le transmetteur nécessitent l'utilisation d'un switch 5 ports. La référence du commutateur sera 499 NS 251 00, quant aux câbles, de catégorie 5e torsadés droits, ils auront pour référence 490 NTW 000 05.**



---

**D.4** Lister et renseigner les paramètres de la carte communication du variateur à paramétrer. Se reporter au dossier ressource page 17

Réponse :

**Trois paramètres sont à renseigner :**

**IP Carte : 182.16.2.40**

**IP Masque : 255.255.0.0**

**IP Gate : 182.16.0.1**

### **Partie E : amélioration de la disponibilité**

*Il s'avère qu'en cas de défaillance du transformateur de la sous station « mélangeur 5 », l'alimentation électrique des ponts de coulée n'est plus assuré.*

*On se propose dans ce cas d'alimenter le TGBT de la sous station « mélangeur 5 » par le TGBT de la sous station « tranche T5 non prioritaire » depuis le disjoncteur Q2A via un inverseur de source.*

**E.1** Proposer le schéma de cette solution sur le document réponse 5 page 6 du dossier réponse.

Réponse :

**Voir schémas en fin de corrigé.**

*Après bilan de puissance des départs en aval du transformateur de la sous station « mélangeur 5 » il s'avère que le courant d'emploi du jeu de barre principal est de 1550A.*

**E.2** Effectuer et justifier le choix du disjoncteur Q2A. Se référer au document ressource page 18.

Réponse :

**Le disjoncteur qui convient a pour référence DMX 2500**

**Calibre 1600A < Ib**

**PDC = 50kA > 30kA**

**Référence : 26703**

*Le disjoncteur choisi est associé en standard à une unité de déclenchement électronique MP17.*

**E.3** Déterminer le réglage de  $I_r$ , appelé aussi protection long retard. Se référer au document ressource page 20.

Réponse :

**$I_r = I_n$**

**car**

**$I_b / I_n = 0,97$**

**E.4** Déterminer la valeur du courant de court-circuit en bout de câble de liaison en aval de Q2A. Se référer au document ressource page 21.

Réponse :

**Pour  $I_{cc}$  amont de 30kA et une canalisation de 300m en  $3 \times 185 \text{mm}^2$ , on trouve  $I_{cc_{aval}} = 12.9 \text{ kA}$**

**E.5** Déterminer la valeur  $I_i$  seuil de réglage du déclenchement instantané. Se référer au document ressource page 20.

Réponse :

**Le seuil de réglage du déclenchement instantané sera réglé à  $8 \times I_r$  (  $I_{cc_{aval}} / I_r$  )**



---

La protection court-retard doit être réglée à  $I_m = 6I_r$  et  $T_m$  à 0,4s pour assurer la sélectivité avec les départs en aval du « TGBT mélangeur 5 ».

**E.6** Le câble a une contrainte thermique admissible de  $13.59 \cdot 10^8 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ . Est-il en mesure de supporter le réglage du court retard ?

Réponse :

**La contrainte thermique imposée par le réglage du court retard est de :  $(6 \cdot 1600)^2 \cdot 0.4 = 36.84 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ , qui est bien inférieure à celle admissible par le câble. Celui-ci supportera sans dommage le réglage du court retard.**

### **Partie F : Conclusion**

*A chaque arrêt annuel, dans le cadre de la maintenance préventive, le service HFX procède au remplacement d'une des 4 séquences de commande du pont de coulée.*

*Cette opération coûte en moyenne 25 000€.*

*Si la solution étudiée précédemment est validée en termes de fiabilité et de fonctionnement et que celle-ci est généralisée à l'ensemble des mouvements du pont, l'investissement serait d'environ 100 000 €.*

*On planifie un remplacement des variateurs tous les dix ans.*

**F.1** Au bout de combien de temps le remplacement des variateurs serait-elle une solution rentable ?

Réponse :

**Au bout de 4 ans cet investissement deviendrait rentable, l'équivalent de 4 remplacements de séquences.**

**F.2** Au-delà de la maintenance préventive qui serait beaucoup moins lourde en termes de financement, sur quel autre plan fait-on des économies ?

Réponse :

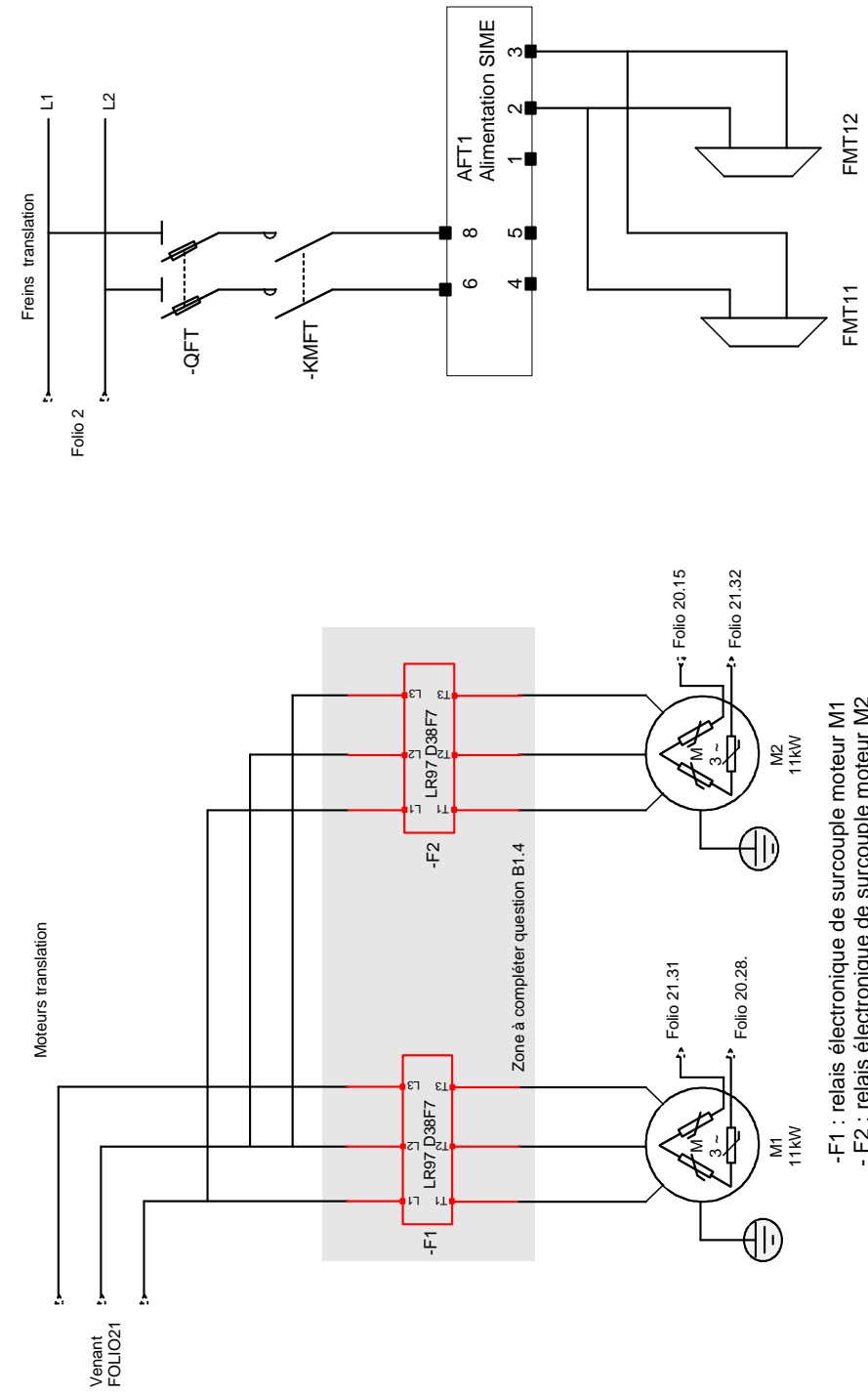
**Sur le plan de la maintenance curative mécanique, il n'y aura plus d'usure prématurée des paliers de roulements, des rails, des accouplements dû à l'utilisation de la contremarche, ce qui se traduira par moins d'arrêts de production.**

**Sur le plan de la maintenance préventive, le suivi en temps réel grâce aux serveurs WEB embarqués dans les variateurs permettra d'avoir l'état de santé du pont de coulée, et de prévoir les interventions au plus juste.**

**Il n'y aura plus de maintenance systématique sur les moteurs, dans la mesure où les moteurs à bagues sont remplacés par des moteurs à cage.**

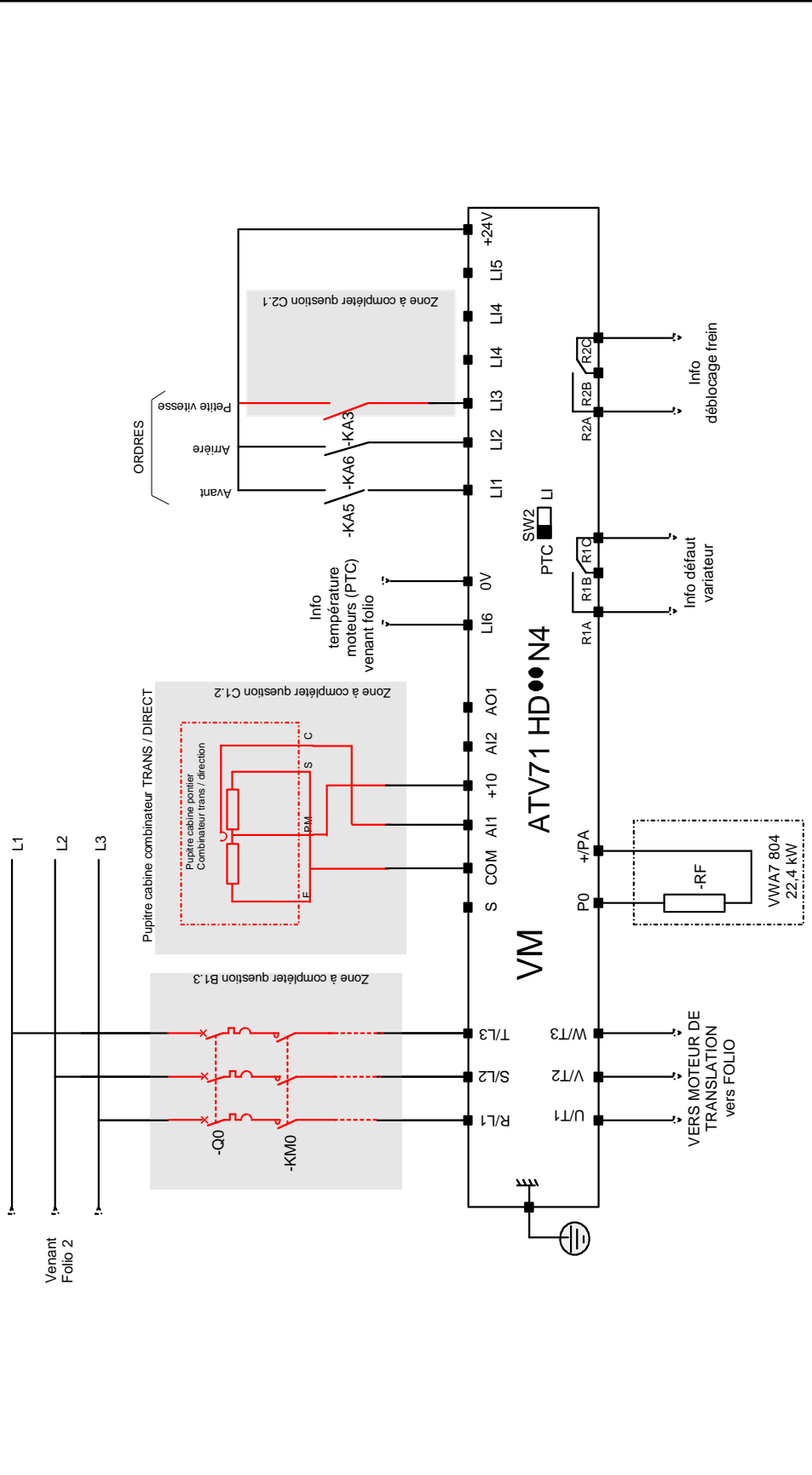
**Enfin sur le plan énergétique, on peut s'attendre à une chute importante de la consommation d'énergie électrique.**

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53

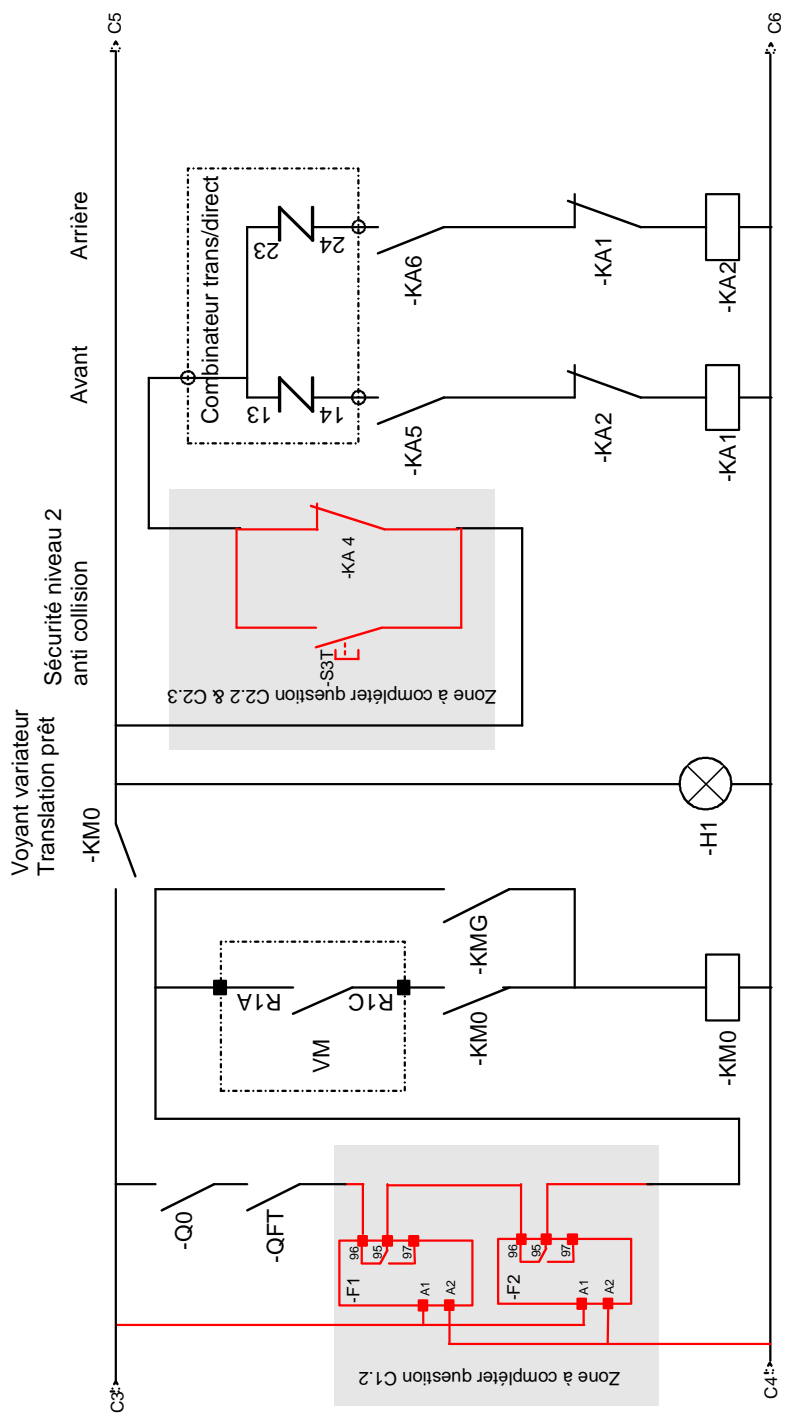


-F1 : relais électronique de surcouple moteur M1  
 -F2 : relais électronique de surcouple moteur M2

	SERVICE HFV DIRECTION DES REALISATIONS INDUSTRIELLES ET METHODES	SAINT GOBAIN USINE DE PAM HAUTS FOURNEAUX HALLE N°1 PONT DE COULEE 66T	Schéma de puissance MOTEURS + FREINS	Date:
				Folio n° 20



	SERVICE HFX DIRECTION DES REALISATIONS INDUSTRIELLES ET METHODES	SAINT GOBAIN USINE DE PAM HAUTS FOURNEAUX HALLE N°1 PONT DE COULEE 65T	Schéma variateur translation	Date:
				Folio n° 21



SERVICE HFX  
DIRECTION DES REALISATIONS  
INDUSTRIELLES ET METHODES

SAINT GOBAIN USINE DE PAM  
HAUTS FOURNEAUX  
HALLE N°1  
PONT DE COULEE 65T

Schéma de commande Translation

Date:  
Folio n° 22

