

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**

Maintenance des systèmes mécaniques automatisés  
Option « Systèmes ferroviaires »

Epreuve E2 – Epreuve technologique – Sous épreuve A2  
Etude technologique des matériels roulants et des automatismes

**Unité U 21**

Durée : 2 heures

Coefficient : 1,5

Cette épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis les compétences en :  
- technologie des matériels roulants.

L'épreuve a pour support un dossier technique relatif aux matériels roulants.

Ce sujet comporte :

- 31 pages (page de garde comprise) numérotées 1/31 à 31/31.

Thème :

**Sélecteur de circuit**

Composition du sujet :

- 1 dossier technique → pages 2/31 à 18/31.
- 1 dossier questions – réponses → pages 19/31 à 19/31.

**Calculatrice autorisée.** Calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel et documentaire (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n° 42).

**Aucun document autorisé.**

**Les réponses doivent être inscrites au stylo noir ou bleu.**

L'ensemble du dossier questions - réponses est à rendre impérativement, même s'il n'a pas été complété par le candidat. Il ne devra pas porter d'indications susceptibles de reconnaître l'identité du candidat. Il sera agrafé à une copie d'examen par le surveillant de l'épreuve.

**ATTENTION :** le système étudié dans ce dossier peut être différent de celui qui existe dans la réalité ; vous ne devez pas faire appel à vos connaissances propres.

## CHAPITRE 1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA RAME TGV SE

### 1.1 Généralités

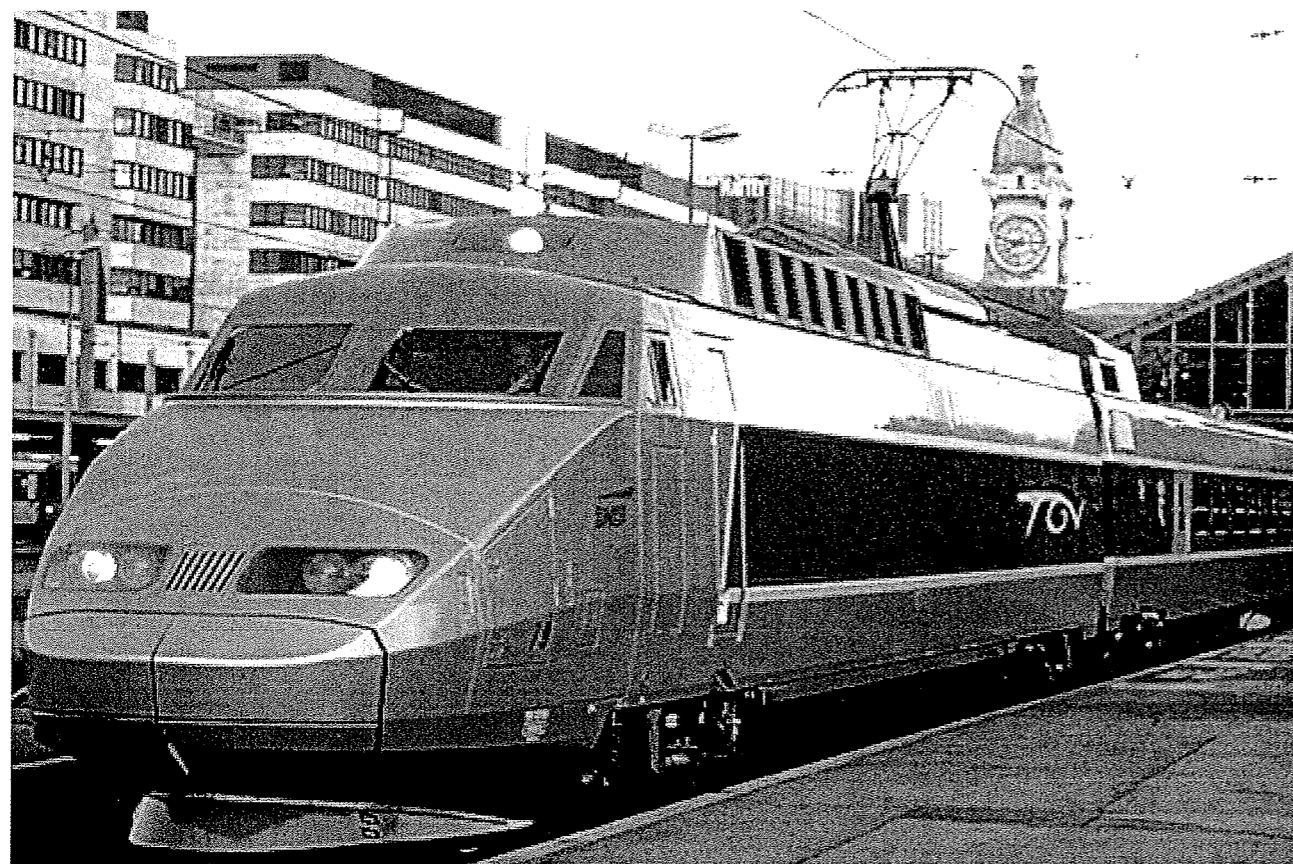
Les rames TGV SE sont bicourant, elles sont destinées à assurer la desserte voyageur sur :

- Les lignes électrifiées alimentées en courant monophasé 25 kV- 50 Hz (Lignes à Grande Vitesse « LGV » ou Classiques),
- Les lignes électrifiées alimentées en courant continu 1500 V.

Une rame TGV comprend un ensemble de huit remorques (R1, R2... R8) encadrées par deux motrices **identiques** (M1, M2).

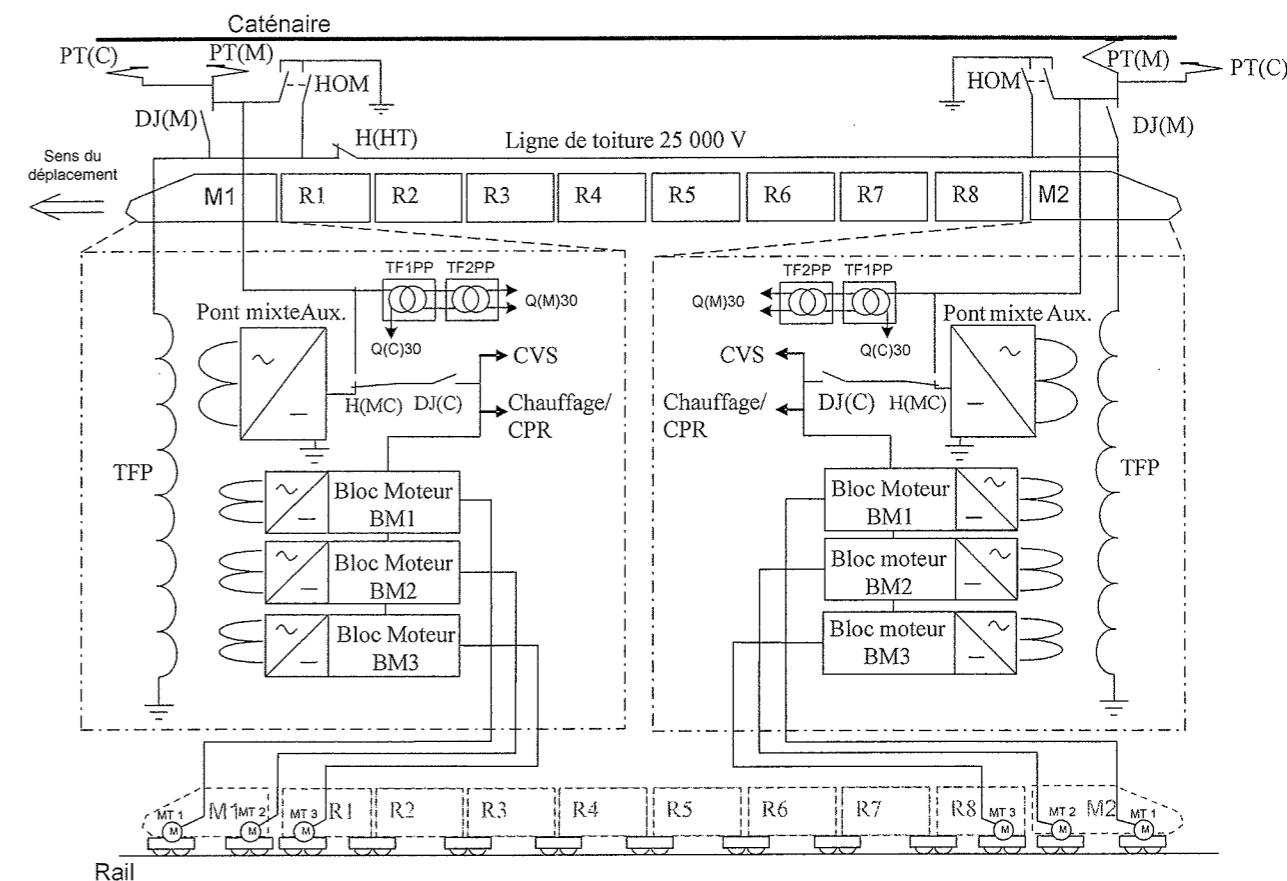
Chaque motrice est équipée :

- D'un pantographe « **Monophasé** » le **PT(M)**, utilisé lorsque la caténaire est alimentée en 25000 Volts monophasé.
- D'un pantographe « **Continu** » le **PT(C)**, utilisé lorsque la caténaire est alimentée par du 1500 Volts continu.



### 1.2 Schéma simplifié du circuit de puissance TGV SE

Configuration "Normal" sous une tension caténaire de 25000V avec une mise en service depuis la M1, avant la fermeture des disjoncteurs par l'ADC



### 1.3 Mise en configuration de la rame selon la tension caténaire

Lorsque la caténaire est alimentée en 1500V continu, les **deux** pantographes « **continu** » sont utilisés. Chaque motrice est alimentée par son propre pantographe. Le courant va de la caténaire aux blocs moteurs en passant par le pantographe continu : PT(C), le sectionneur de circuit à deux positions : H(M-C) et par le disjoncteur continu : DJ (C).

Lorsque la caténaire est alimentée en 25000V alternatif seul le pantographe « **Monophasé** » de queue est utilisé. Le courant va de la caténaire au bloc moteur en passant par le pantographe Monophasé : PT(M), le disjoncteur Monophasé : DJ (M) et le transformateur principal : TFP de chaque motrice.

La sélection de la tension au niveau de la motrice est réalisée par l'Agent De Conduite (ADC). Il manœuvre le sélecteur de tension ligne ZPT (T) 3 positions (1500V, 25000V, LGV).

Pour protéger les équipements électriques des motrices lors de la sélection du ZPT(T), un contrôle de la tension caténaire est réalisé par le « **sélecteur de circuit** » après la montée du ou des pantographes de la rame et avant l'alimentation des motrices par la fermeture des disjoncteurs.

Lorsque la sélection du ZPT (T) et en cohérence avec la tension caténaire, l'ADC pourra en manœuvrant le Z (DJ) et le BP (DJ) fermer le ou les disjoncteurs des motrices et mettre en service la rame.

L'indication de l'autorisation de la fermeture des DJ est donnée à l'ADC par l'allumage de la lampe LS1 DJ située sur le pupitre de la cabine de conduite.

Les conditions pour que cette lampe soit allumée sont :

- la tension caténaire sélectionnée doit être cohérente avec celle détectée par le sélecteur de circuit.
- le H (M-C) soit positionné correctement par rapport à la tension caténaire détectée.
- la pression d'air dans la Conduite de mise en service soit supérieure à 6 bars.

Cette lampe s'éteint lorsque l'ADC manœuvre BP (DJ) pour fermer les DJ.

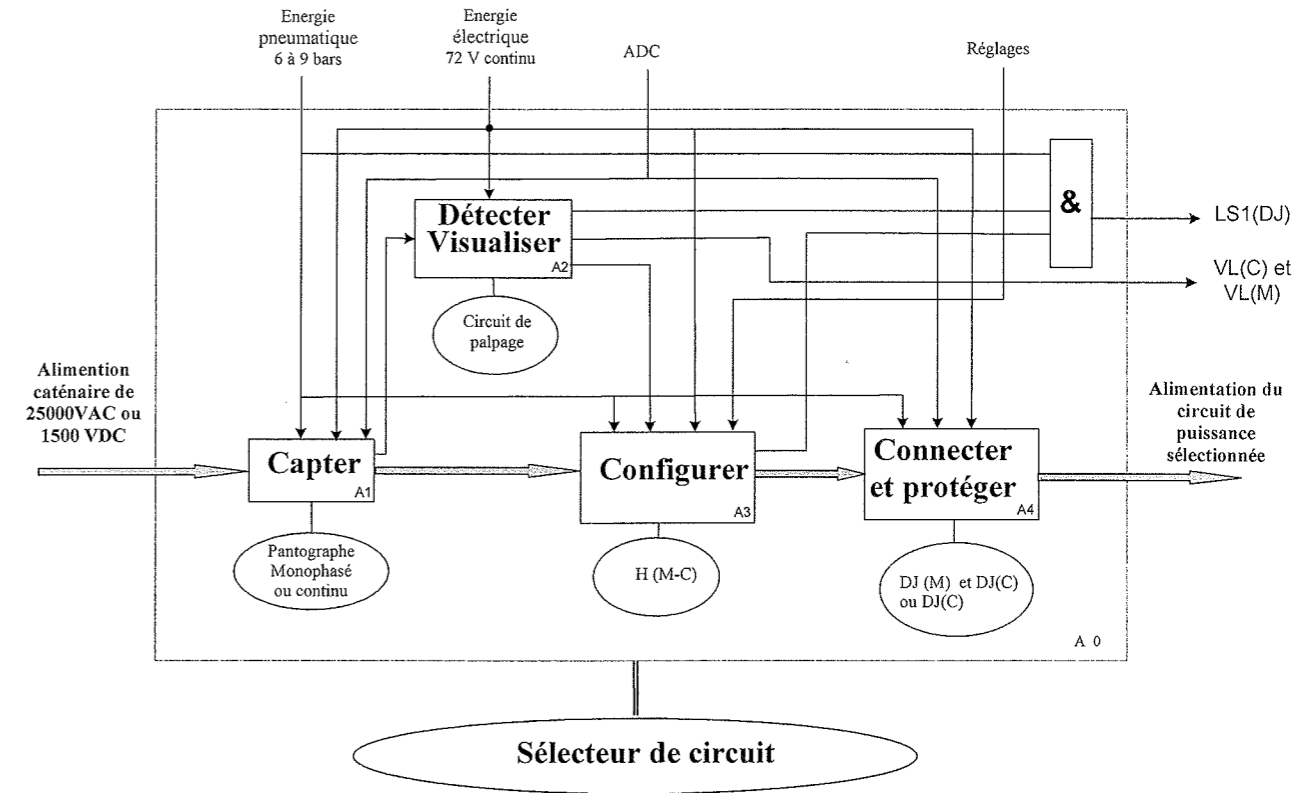
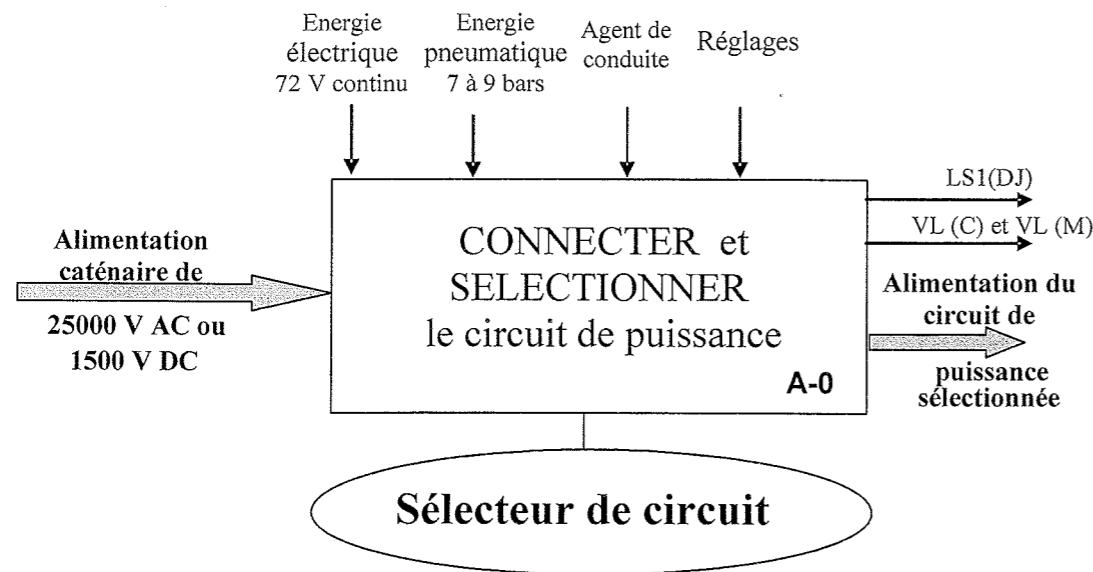
Le système étudié sera le « sélecteur de circuit ».

**1.4 PRÉSENTATION DU SYSTEME « SELECTEUR DE CIRCUIT »**

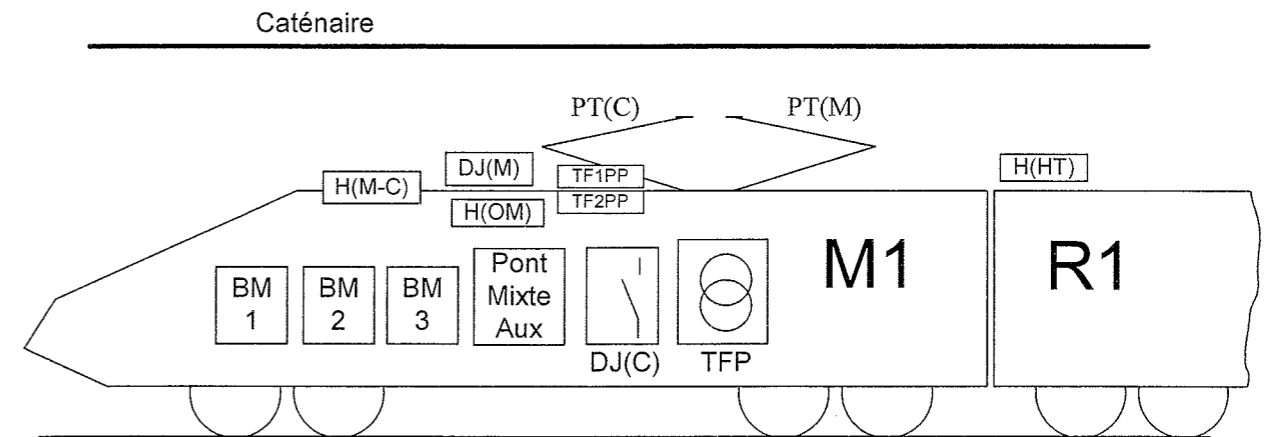
**Fonction d'usage :**

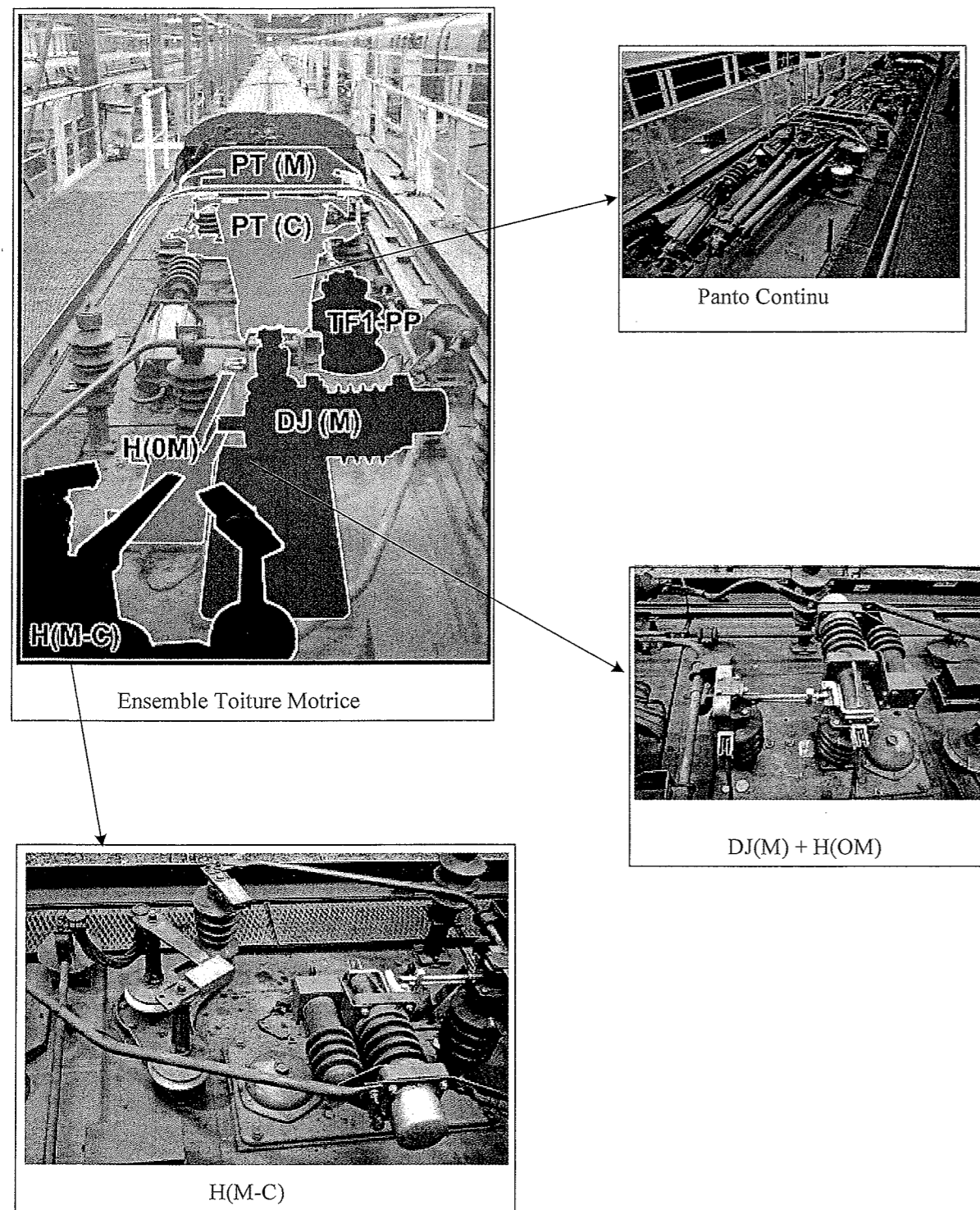
Il permet de configurer l'alimentation de la rame, en prenant en compte la configuration donnée par l' ADC, la position effective du H (M-C) et la tension réelle de la caténaire.

**Fonction globale A-0:**



**1.5 SITUATION DES DIFFERENTS ELEMENTS**



**1.6 PRESENTATION ORGANIQUE :****1.7 ETUDE DE CAS****Cas où la caténaire est alimentée en 25000 V alternatif :**

Le sélecteur ZPT (P) a 3 positions : normal, secours et local. La position étudiée sera « normal ».

Fonctionnement de la sélection**Phase 1:****L'ADC manœuvre :**

- ZBA (Mise en service de la batterie)
- BP Q BA
- Clef BL (déverrouillage du pupitre)

Il constate la présence de la tension batterie 72 V continu au voltmètre V BA

**L'ADC manœuvre :**

- ZPT (T) sur « 25000 V »
- ZPT (P) sur « normal »

**Phase 2:**

Il contrôle la pression d'air de la conduite principale par le manomètre 0 Z 5

**Phase 3:**

Déploiement du pantographe « monophasé » de la motrice M2

**Phase 4:**

Tension caténaire visualisée en cabine par VL(M) ou VL(C)  
Détection de la tension caténaire par les relais Q(C) 30 et Q(M) 30

**Phase 5:**

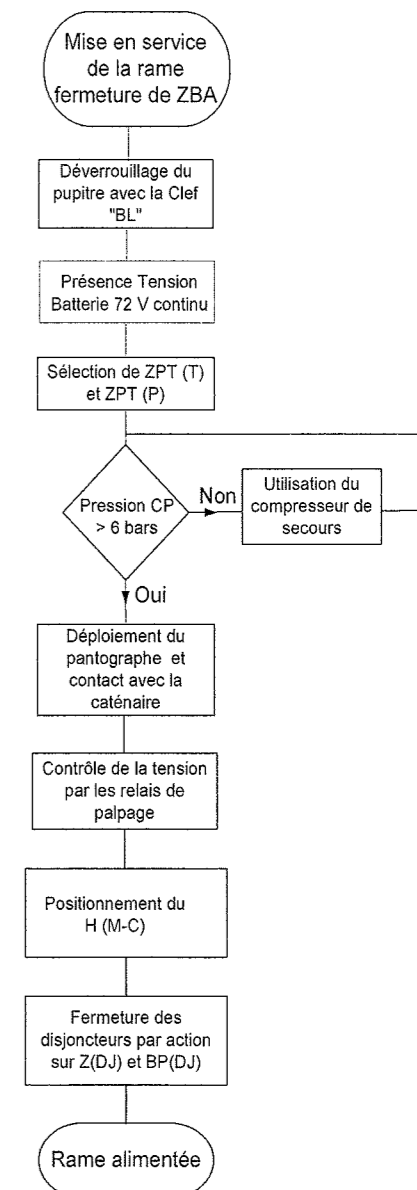
Positionnement du H (M-C)

**Phase 6:****L'ADC manœuvre :**

Le commutateur Z (DJ) + impulsion sur BP (DJ)

**LOGIGRAMME**

Mise en service du pupitre de la motrice M1



**CHAPITRE 2 LE CIRCUIT PNEUMATIQUE (Voir DT page 12/31)****Cas où la pression est inférieure à 6 bars.**

Chaque motrice TGV SE est équipée d'un compresseur auxiliaire 0P1 entraîné par un moteur à courant continu 0M1 alimenté par la batterie 72 V.

La mise sous tension du moteur 0M1 est assujettie à la pression présente dans la conduite principale P.

Lorsque cette pression est inférieure à 6 bars, ce dispositif permet d'alimenter le circuit de « première mise sous tension » qui permettra la montée du pantographe, la manœuvre du H(M-C), l'alimentation des contacteurs de mise en service et des disjoncteurs

Après fermeture des disjoncteurs, le moteur **0M2**, 1500 V continu, du compresseur principal **0P2** est mis sous tension. Il permet l'alimentation pneumatique, 8 à 9 bars, de l'ensemble des appareillages de la rame TGV SE (frein, portes, contacteurs, essuie-vitres et sablières...). Le réservoir **0Z4** permet de stocker cette énergie.

Si la pression présente dans la CP est supérieure ou égale à 6 bars, alors le compresseur auxiliaire 0P1 est isolé.

**CHAPITRE 3 PRESENTATION DES DIFFERENTS ORGANES(Voir DT page 3,13 et 14/31)****3.1 Les disjoncteurs haute tension :**

Il existe deux types de protection dans chaque motrice :

- Disjoncteur de type continu : **DJ(C)**
- Disjoncteur de type monophasé : **DJ(M)**

La commande **automatique sélective** s'effectue en fonction du type d'alimentation rencontrée à la caténaire, continu ou monophasé.

Les disjoncteurs **DJ(C)** et **DJ(M)** assurent la protection des circuits respectifs.

**3.2.1 Les disjoncteurs sous caténaire continue :**

Lors d'une utilisation sous 1500 V continu, seuls les **DJ(C)** seront actionnés. Les **DJ(M)** resteront ouverts.

**3.2.2 Les disjoncteurs sous caténaire monophasée :**

Sous caténaire monophasée, le PT(M) sera levé uniquement sur la motrice arrière. Seul le DJ(M) associé, sera fermé. L'alimentation sera alors transmise à l'autre extrémité de l'élément par la ligne de toiture lorsque le sectionneur **H(HT)** est fermé.

Les deux transformateurs de l'élément sont sous tension. Il sera nécessaire de procéder à la fermeture des **deux disjoncteurs continus** de la rame.

En monophasé toute l'intensité utile transite par le **DJ(M)** qui est fermé. Le **DJ(C)** est traversé par l'intensité nécessaire aux auxiliaires puisque les blocs moteurs sont alimentés par les enroulements secondaires du transformateur principal.

**3.3 Le circuit de palpage :**

Le circuit de palpage permet :

- de visualiser en cabine la tension caténaire, c'est le rôle des voltmètres VL(M) et VL(C).
- de détecter la nature de la tension caténaire (25000 v alternatif ou 1500 v continu) cette information sera comparée à la configuration réalisée par l'ADC et autorisera ou non la fermeture des disjoncteurs.

**3.3.1 Caténaire sous tension 1500 V= :**

Le dispositif de palpage Continu est en série avec le primaire du transformateur de palpage **TF1PP**

Lorsque ce primaire est traversé par un courant continu il est assimilé à une résistance. (On considère que sa résistance est négligeable) on admettra que  $U_1=U_L$

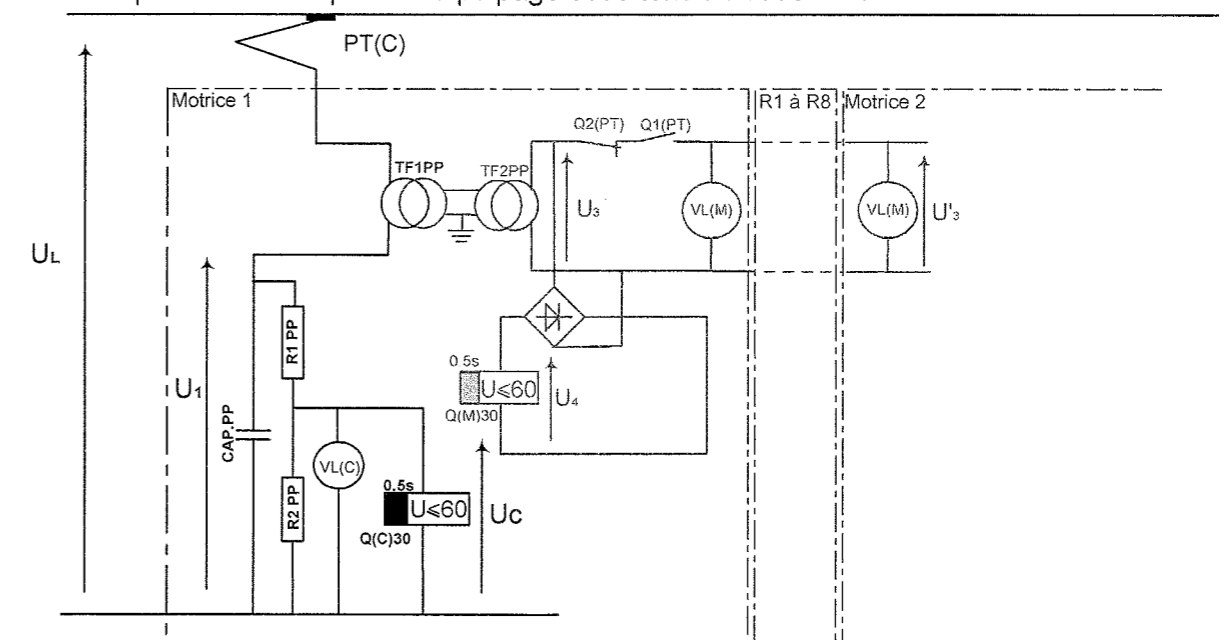
Il est formé d'un diviseur de tension comprenant la résistance R1PP et la résistance équivalente de l'ensemble R2PP en parallèle avec le relais Q(C)30 temporisé à 0,5 seconde à l'ouverture et le voltmètre VL(C).

La tension  $U_c$  aux bornes du relais et du voltmètre aura donc une valeur proportionnelle à la tension  $U_1$ .

La capacité CAP.PP sert de réservoir d'énergie.

Le contact temporisé du Q(C)30 permet le maintien du disjoncteur pendant 0,5 seconde, lorsque la tension caténaire devient insuffisante (micro coupure liée au défaut de contact entre la caténaire et la pantographe).

Schéma équivalent du dispositif de palpage sous tension 1500 V= :



## 3.3.2 Caténaire sous tension 25000 V~ :

Le dispositif de palpage Monophasé (50Hz) est alimenté par un transformateur de palpage TF1 PP (25000V/100V) et par un transformateur d'isolement TF2 PP (100 V/ 100 V).

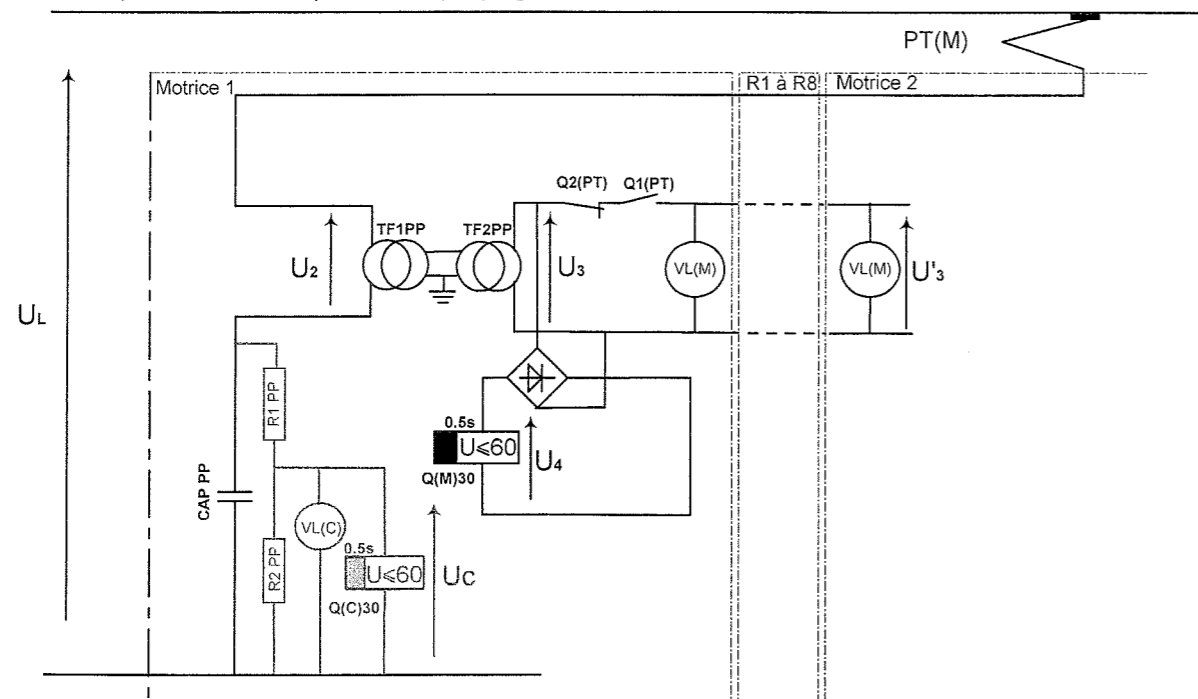
Ce dernier alimente :

- Les voltmètres VL(M) des deux motrices. Les contacts des relais Q1(PT) et Q2(PT) permettent le branchement des deux voltmètres de la rame sur le circuit de palpage en service, c'est-à-dire sur celui de la motrice ayant le pantographe monophasé PT(M) levé.

- A travers le pont de diodes, le relais à minimum de tension Q(M)30 temporisé à 0,5 seconde à l'ouverture.

La capacité CAP.PP est assimilée en alternatif à un conducteur. Elle permet ainsi de court-circuiter le dispositif de palpage Continu et d'établir la connexion au potentiel du primaire du transformateur de palpage TF1 PP.

Schéma équivalent du dispositif de palpage sous alimentation 25000 V ~.



## 3.4 Le H(M-C) :

Le **H(M-C)** est un sectionneur de circuit à deux positions. Monté sur la toiture de la motrice, il permet une configuration du circuit de traction pour un fonctionnement en monophasé ou en continu.

Par défaut, la position repos du H(M-C) est Monophasé.

L'information, sur l'alimentation caténaire, issue du palpage commande le positionnement du H(M-C).

La commande de ce sectionneur est, alors, réalisée par les électrovalves **3V1 et 3V2**.

L'alimentation de la bobine du distributeur **3V1** permet le passage en position « continu » et l'alimentation de la bobine du distributeur **3V2** permet le passage en position « monophasé ».

La position prise reste stable lorsque les bobines des distributeurs ne sont plus alimentées.

Le commutateur est fixé à la caisse, à l'extérieur, sur la toiture de la motrice.

Il est actionné par le dispositif de commande lui-même fixé à la caisse, à l'intérieur de la motrice. La liaison entre les deux systèmes est assurée par un dispositif réglable appelé tringlerie.

## 3.5 Le sectionneur haute tension H(HT) :

Le sectionneur de ligne de toiture **H(HT)** permet l'alimentation de la motrice de tête lorsque la caténaire est alimentée en 25000 V et d'ouvrir la ligne entre les deux motrices en cas de problème, il est situé en remorque 1. En situation normale, ce sectionneur est fermé assurant ainsi la continuité de cette ligne.

## 3.6 Le transformateur Principal :

Le transformateur principal **TFP** des TGV SE est constitué essentiellement de :

- 1 enroulement primaire sous 25KV, 50 Hz.
- 3 enroulements secondaires. Chaque enroulement alimente un bogie moteur.
- 1 enroulement secondaire pour l'alimentation des auxiliaires.

## 3.7 Le sectionneur H(OM) :

C'est un sectionneur à commande manuelle. Il est situé sur la motrice et sa commande est à l'intérieur de celle-ci (au-dessus du **TFP**). Il permet :

- La mise à la terre de la ligne de toiture et du primaire du **TFP**.
- D'isoler l'alimentation pneumatique des pantographes.

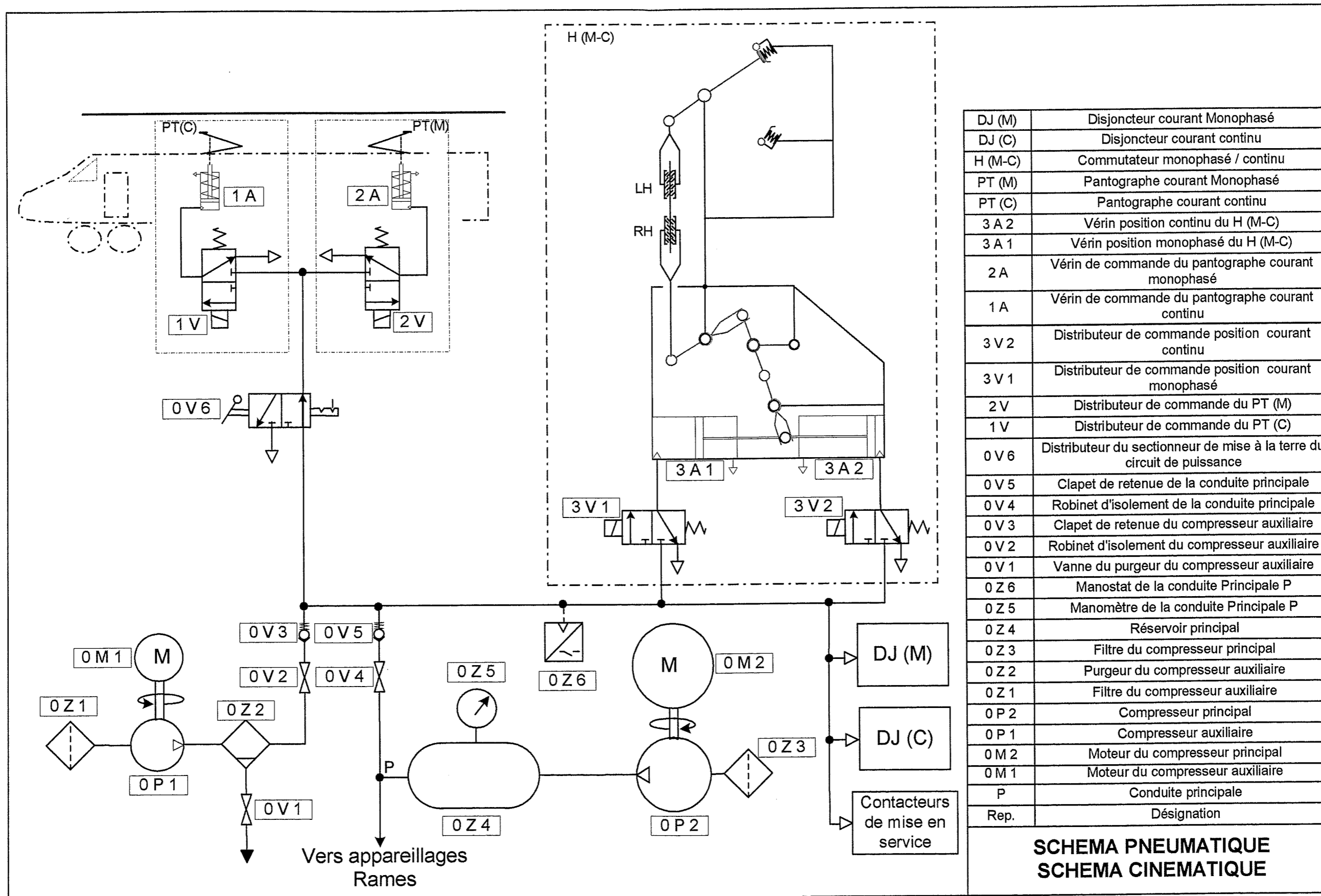
Il est utilisé en maintenance pour isoler et sécuriser le circuit Haute Tension.

**CHAPITRE 4 MAINTENANCE DU « sélecteur de circuit »**

Le tableau ci-dessous recense le nombre d'interventions de maintenance et le prix unitaire des pièces de rechange sur les équipements du « sélecteur de circuit » d'un parc de 104 rames TGV SE sur une période de 12 mois (année 2009).

## Relevé statistique des interventions 2009

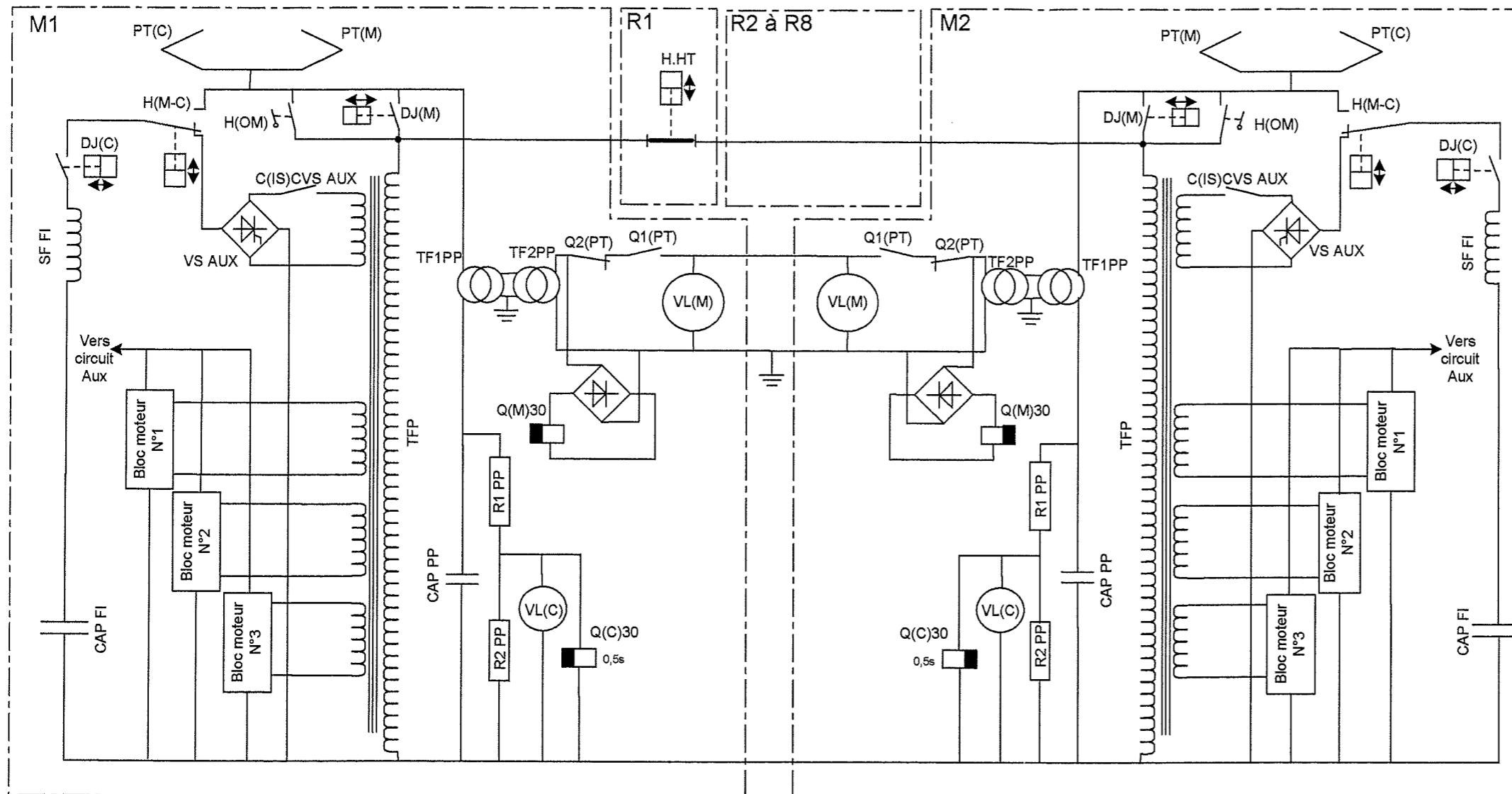
Fonction	Désignation	Nombre d'interventions	Prix Unitaire en €
A1	Transfo de palpage TF1 PP	1	1000
A2	Joint à lèvres du piston	21	0,50
A3	Contacts Q1 PT Q2 PT	18	80
A4	Relais Q (C) 30	3	150
A5	Butée à aiguilles	1	12
A6	Distributeur 3V1 – 3V2	3	180
A7	Résistance R1 PP	2	45
A8	Roulement à billes du commutateur	1	20



DJ (M)	Disjoncteur courant Monophasé
DJ (C)	Disjoncteur courant continu
H (M-C)	Commutateur monophasé / continu
PT (M)	Pantographe courant Monophasé
PT (C)	Pantographe courant continu
3 A 2	Vérin position continu du H (M-C)
3 A 1	Vérin position monophasé du H (M-C)
2 A	Vérin de commande du pantographe courant monophasé
1 A	Vérin de commande du pantographe courant continu
3 V 2	Distributeur de commande position courant continu
3 V 1	Distributeur de commande position courant monophasé
2 V	Distributeur de commande du PT (M)
1 V	Distributeur de commande du PT (C)
0 V 6	Distributeur du sectionneur de mise à la terre du circuit de puissance
0 V 5	Clapet de retenue de la conduite principale
0 V 4	Robinet d'isolement de la conduite principale
0 V 3	Clapet de retenue du compresseur auxiliaire
0 V 2	Robinet d'isolement du compresseur auxiliaire
0 V 1	Vanne du purgeur du compresseur auxiliaire
0 Z 6	Manostat de la conduite Principale P
0 Z 5	Manomètre de la conduite Principale P
0 Z 4	Réservoir principal
0 Z 3	Filtre du compresseur principal
0 Z 2	Purgeur du compresseur auxiliaire
0 Z 1	Filtre du compresseur auxiliaire
0 P 2	Compresseur principal
0 P 1	Compresseur auxiliaire
0 M 2	Moteur du compresseur principal
0 M 1	Moteur du compresseur auxiliaire
P	Conduite principale
Rep.	Désignation

**SCHEMA PNEUMATIQUE  
SCHEMA CINEMATIQUE**

Schéma simplifié du circuit de puissance TGV SE

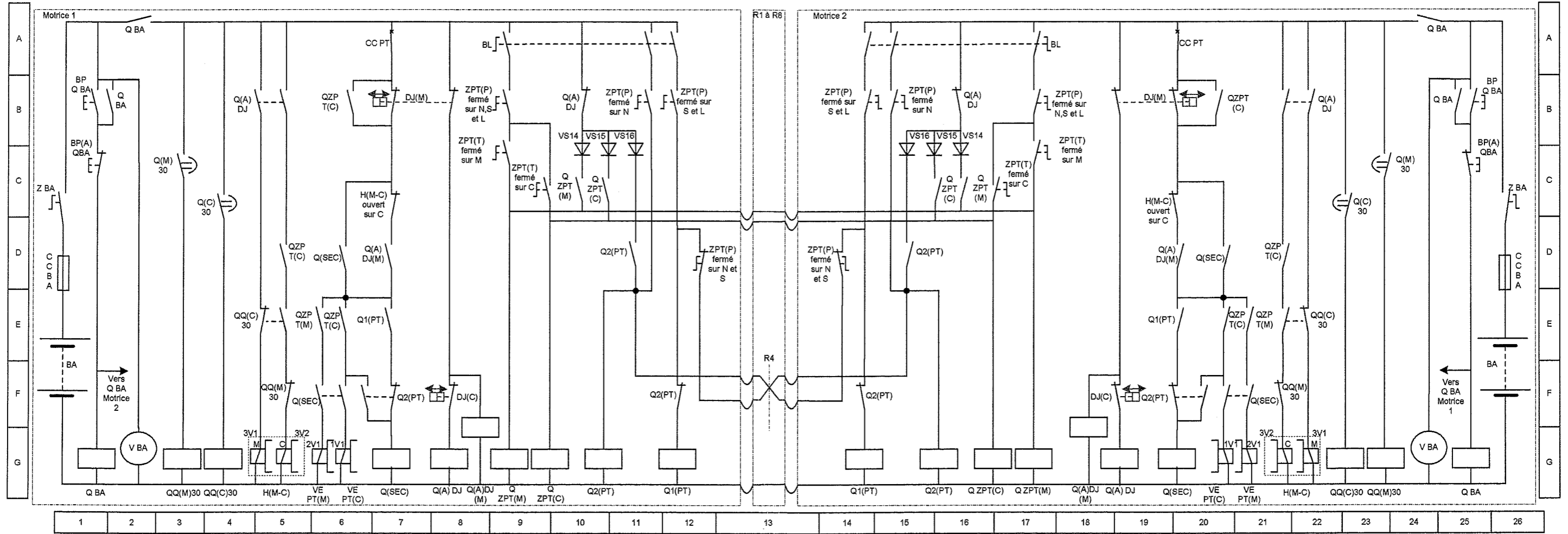


C(IS)VS AUX	Contacteur Isolement du Pont des Auxiliaires 1500V
CAP FI	Condensateur du Filtre
CAP PP	Condensateur circuit Palpage
DJ(C)	Disjoncteur Continu
DJ(M)	Disjoncteur Monophasé
H(MC) - (3A1 + 3A2)	Sectionneur « Monophasé » - « Continu »
H HT	Sectionneur Haute Tension (Ligne « Monophasé ») situé en Remorque 1
H(OM) - (0V1)	Sectionneur de mise à la terre
L(C)	Contacteur de Ligne « Continu »
L1(M)	Contacteur de Ligne « Monophasé »
PT(C) - (1V1 + 1A1)	Panto Continu
PT(M) - (2V1 + 1A1)	Panto Monophasé
Q1 (PT)	Contact du Relais N°1 Commande Pantos
Q2 (PT)	Contact du Relais N°2 Commande Pantos
Q (C)30	Relais à minimum de tension « Continu » Temporisé 0,5s à l'ouverture ( $Z=80\ 000\ \text{ohms}$ )
Q (M)30	Relais à minimum de tension « Monophasé » Temporisé 0,5s à l'ouverture ( $Z=80\ 000\ \text{ohms}$ )
R1PP	Résistance N°1 circuit Palpage ( $560\ 000\ \text{ohms}$ )
R2PP	Résistance N°2 circuit Palpage ( $80\ 000\ \text{ohms}$ )
SF FI	Self du Filtre
TF1PP	Transformateur circuit Palpage ( $25\ 000V - 100V$ )
TF2PP	Transformateur d'isolement circuit Palpage ( $100V - 100V$ )
TFP	Transformateur Principal
VL(C)	Voltmètre Ligne « Continu »
VL(M)	Voltmètre Ligne « Monophasé »
VS AUX	Pont Redresseur des Auxiliaires



Schéma électrique de commande de la configuration des circuits de traction TGV SE

Légende: M: 25000v C: 1500v N: Normal S: Secours L:Local



## Nomenclature du schéma électrique de commande

Désignation	Motrice 1 Position / réglette	Motrice 2 Position / réglette	Fonctions
BA	F1	F26	BATTERIE
BL	A9-A11-A12	A14-A15-A17	Boîte à leviers
BP (A)Q BA	C1	C25	Bouton Poussoir Annulation Mise en service Batterie
BP Q BA	B1	B25	Bouton Poussoir Relais Commande Batterie
CC BA	D1	D26	Coupe-Circuit Batterie
CC PT	A7	A20	Coupe-Circuit de protection Panto
DJ(C)	F8	F19	Contact(s) auxiliaire(s) du disjoncteur Continu
DJ(M)	B7-B8	B20-B19	Contact(s) auxiliaire(s) du disjoncteur Monophasé
H(M-C) - (3A1 + 3A2) - M (3V1) - C (3V2)	G5-C7	G21-G22-C20	Sectionneur « Monophasé » - « Continu » - Electrovalve position « Monophasé » - Electrovalve position « Continu »
Q (A)DJ	G8-B5-B5-B10	G19-B22-B21-B16	Relais Annulation Fermeture des Disjoncteurs
Q (A)DJ(M)	F8-D7	F18-D20	Relais Annulation Fermeture des Disjoncteurs Monophasés
Q (C)30	C4	C23	Contact du Relais à minimum de tension « Continu » Temporisé 0,5s à l'ouverture
Q (M)30	C3	C23	Contact du Relais à minimum de tension « Monophasé » Temporisé 0,5s à l'ouverture
Q (SEC)	G7-D6-F6-F6	G20-D20-F20-F21	Relais Sécurité Montée Panto
Q BA	G1-A2-B1	G25-A24-A25	Relais Mise en service Batterie
Q ZPT(C)	G9-B6-D5-C10-E6	G17-C16-D21-E20-B20	Relais Commande Panto « Continu »
Q ZPT(M)	G9-C10-E6	G17-C16-E21	Relais Commande Panto « Monophasé »
Q1 (PT)	G12-E7	G14-E20	Relais N°1 Commande Pantos
Q2 (PT)	G10-F12-F7-F7-D11	G16-F14-D15-F20-F20	Relais N°2 Commande Pantos
QQ (C)30	G4-E5-E5	G22-E22-E21	Relais de substitution du Q (C)30
QQ (M)30	G3-F5	G23-F21	Relais de substitution du Q (M)30
V BA	G2	G24	Voltmètre Batterie
VE PT(C) - (1V1)	G6	G20	Electrovalve Panto « Continu »
VE PT(M) - (2V1)	G6	G21	Electrovalve Panto « Monophasé »
VS 14 - 15 - 16	C10-C10-C11	C15-C15-C16	Diodes de séparation des circuits
Z BA	C1	C26	Commutateur Mise en service Batterie
Z PT(P)	B9-B11-B12-D12	B14-B15-B17-D14	Sélecteur de commande des Pantos (position « P »)
Z PT(T)	C9-C9	C17-C16	Sélecteur de Tension caténaire (position « T »)

