

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

**Maintenance des systèmes mécaniques automatisés
Option "Systèmes ferroviaires"**

**Epreuve E 2 - Epreuve technologique - Sous épreuve A 2 :
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 et des automatismes

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

CORRIGÉ

**Dossier réponse à rendre
IMPERATIVEMENT
par le candidat
(même si les feuilles ne sont pas remplies)
y compris page 13/24**

QUESTION 1 :

Note : / 10

Mise en œuvre du pantographe monophasé CX25 :

Lors des essais avant GVG (Grande Visite Générale), vous procédez à une commande de montée du pantographe monophasé sous caténaire 25kV (position ligne classique) en mode normal depuis la motrice M1, la conduite principale étant à 9bar.

On donne : Les documents présentation & ressources pages 4/24, 16/24, 17/24

On demande : **citer** les organes à mettre en œuvre afin de commander la montée du pantographe.

Pour procéder à la montée du pantographe, il faut :

- que tous les coupes circuits soient fermés (non évalué);
 - que le sectionneur HBA1 soit fermé ((HBA2) ou (HBA1 et HBA2) réponses acceptées) ;
- que sur la motrice 1 :
- la BL1 soit en service ;
 - le commutateur Z1(SEL)UL est positionné sur monophasé ;
 - le commutateur Z1(SEL)PT est positionné sur normal ;

QUESTION 2 :

Note : / 40

Étude du schéma électrique du pantographe monophasé CX25 :

Toujours lors des essais avant GVG (Grande Visite Générale), vous procédez à une commande de montée du pantographe monophasé sous caténaire 25kV (position ligne classique) en mode normal depuis la motrice M1, la conduite principale étant à 9bar.

État des contacts associés aux commutateurs Z(SEL)UL et Z(SEL)PT :

		Position du Z(SEL)UL		
		Continu	Monophasé	LGV
Motrice 1	UL11	Non étudié	Fermé	Fermé
	UL12		Ouvert	Fermé
	UL13		Ouvert	Fermé
Motrice 2	UL21		Fermé	Fermé
	UL22		Ouvert	Fermé
	UL23		Ouvert	Fermé

		Position du Z(SEL)PT			
		O	N	L	S
Motrice 1	PT11	Ouvert	Fermé	Fermé	Fermé
	PT12	Ouvert	Fermé	Ouvert	Ouvert
	PT13	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé
	PT14	Fermé	Fermé	Ouvert	Fermé
	PT15	Ouvert	Ouvert	Ouvert	Fermé
Motrice 2	PT21	Ouvert	Fermé	Fermé	Fermé
	PT22	Ouvert	Fermé	Ouvert	Ouvert
	PT23	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé
	PT24	Fermé	Fermé	Ouvert	Fermé
	PT25	Ouvert	Ouvert	Ouvert	Fermé

On donne : Les documents présentation & ressources pages 4/24, 16/24, 17/24, 23/24, 24/24.

On demande : **colorier**, sur le schéma de la page 13/24, les circuits et composants sous tension qui permettent d'établir cette configuration.

- HBA1 fermé (HBA1 & HBA2 fermés accepté)
- BL1 fermé, BL2 ouvert
- Z1 SEC & Z2 SEC restent fermés
- UL11 fermé, UL12 & UL13 ouverts
- PT11, PT12 & PT14 fermés, PT13 & PT15 ouverts
- PT21, PT22, PT23 & PT25 ouverts, PT24 fermé
- Sur motrice 1, les relais QBL1, Q1ZPT(M), QB1PT sont excités
- Sur motrice 2, les relais QA2PT, Q2T(DF)PT, Q2CO(DF), Q2VEPT, VE2PT, Q2SEC sont excités
- Tous les autres relais ne sont pas excités

QUESTION 3 :

Note : / 10

Mise en œuvre du pantographe monophasé CX25 :

Toujours lors des essais avant GVG (Grande Visite Générale), vous procédez à une commande de montée du pantographe monophasé sous caténaire 25kV (position ligne LGV) en mode secours depuis la motrice M1, la conduite principale étant à 9bar.

On donne : Les documents présentation & ressources pages 17/24.

On demande : **compléter** le tableau ci dessous en dessinant la position des pantographes qui composent votre rame.

Lors d'une demande normale de montée du pantographe monophasé, c'est le pantographe de l'autre motrice qui se lève. En mode secours, c'est celui de la motrice d'où est donné l'ordre de montée qui se lèvera.

Motrice 1		Motrice 2	
PT1(C)	PT1(M)	PT2(M)	PT2(C)
	>		

< ou > pantographe levé _ pantographe baissé

QUESTION 4 :

Note : / 30

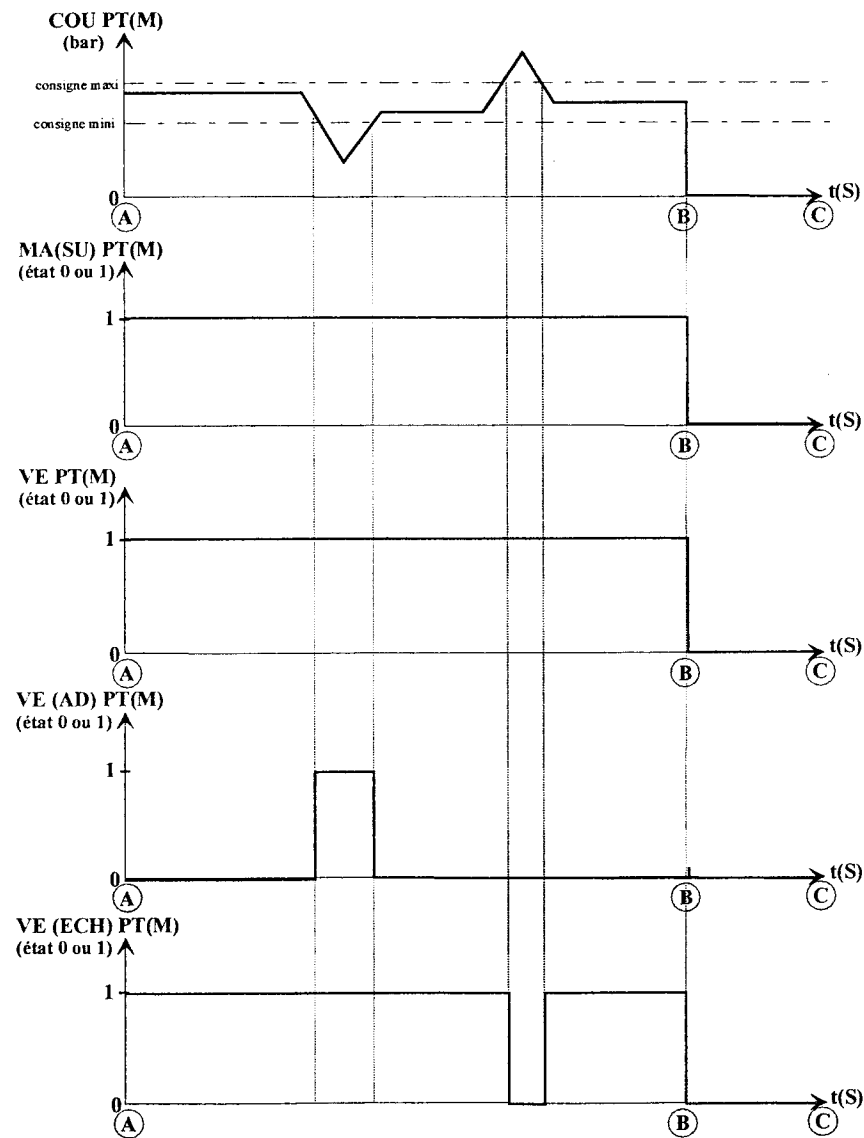
Étude du circuit de contrôle d'usure d'archet du pantographe monophasé CX 25 :

Le T.G.V. Duplex effectue un trajet sur ligne à grande vitesse du point A au point C. La pression dans le coussin pneumatique évolue entre les points A et B comme le montre le chronogramme **COU PT(M)** en fonction du temps.

Au point B un corps étranger percute l'archet et provoque son arrachement. Cet incident entraîne la perforation du conduit d'usure d'archet monophasé **CUAM** qui est mis à l'atmosphère.

On donne : Les documents présentation & ressources pages 22/24, 23/24, 24/24.

On demande : **compléter** les cinq chronogrammes ci-dessous pour la totalité du trajet entre les points A et C.



lors d'un choc avec l'archet du pantographe, le tuyau CUAM est mis à l'atmosphère MA2(SU)PT(M) est désexcité et Q2(DF)PT(M) s'excite car le relais Q2CO(DF)PT(M) reste excité grâce à son auto maintien. Sur le plan 1/2, le contact Q2(DF)PT(M) excite Q2DEF qui ferme son contact et alimente la sortie ②. Sur le plan 2/2, la sortie ② permet l'auto alimentation de Q2(DF)PT(M). Les relais Q2VEPT(M) et VE2PT(M) sont désexcités à cause du contact Q2(DF)PT(M) et le pantographe monophasé descend. Le relais Q2T(DF)PT(M) est désexcité.

QUESTION 5 :

Note : / 10

Étude de la centrale tachymétrique :

Vous devez contrôler les informations données par la centrale tachymétrique du TGV duplex.

On donne : Les documents présentation & ressources pages 20/24.

On demande : **calculer** la fréquence émise par la centrale tachymétrique lorsque le train roule à la vitesse de 300 km/h.

Lorsque le train roule, la fréquence issue de la centrale tachymétrique est de la forme : $f = 80 + (v \cdot 10)$ avec ici $v = 300$ km/h
d'où $f = 80 + (300 \cdot 10) = 80 + 3000 = 3080$ Hz **f = 3080 Hz**

QUESTION 6 :

Note : / 20

Tarage du pantographe monophasé CX 25 :

Lors de la GVG, vous êtes amené à effectuer le tarage du pantographe. Les essais effectués sur une voie sans caténaire montrent une modification de la pression statique du pantographe entraînant un nouveau marquage sur la deuxième ligne de la plaque du châssis comme ci-dessous :

POSITION COMMUTATEUR SCHAKELAAR STAND SCHALTERSTELLUNG											
	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5
			X								
								X			

On donne : Les documents présentation & ressources pages 18/24, 19/24, 20/24.

On demande : **calculer** la consigne de pression **V CONS P** sur ligne à grande vitesse à 300 km/h. La consigne est elle compatible avec la tolérance ?

Justifiez votre réponse.

Calcule de la consigne d'effort de montée **CONS EM** à 300 km/h

paramètre	vitesse	paramètre	paramètre	paramètre
A ₀	v	B ₀	C ₀	K
0,00111	300	0	100	0,00014

$$V \text{ CONS EM} = (0,00111 \times 300^2) + (0 \times 300) + 100 - (0,00014 \times 300^2)$$

$$V \text{ CONS EM} = 99,9 + 0 + 100 - 12,6$$

$$V \text{ CONS EM} = 187,3 \text{ N}$$

Calcule de la consigne d'effort de captage **CONS EC** à 300 km/h

paramètre	vitesse	paramètre	paramètre	paramètre
A ₁	v	B ₁	C ₁	K
0,00122	300	0	70	0,00014

$$V \text{ CONS EC} = (0,00122 \times 300^2) + (0 \times 300) + 70 - (0,00014 \times 300^2)$$

$$V \text{ CONS EC} = 109,8 + 0 + 70 - 12,6$$

$$V \text{ CONS EC} = 167,2 \text{ N}$$

Calcul de la consigne de pression **V CONS P** à 300 km/h

Pression d'équilibre du panto	Correction de pression du commutateur de tarage (en bar)	Paramètre	Consigne d'effort global
P°	V COM	S.P	V CONS E
2,575	0,070	0,00818	177,25

$$V \text{ CONS P} = 2,575 + 0,070 + (177,25 \times 0,00818)$$

$$V \text{ CONS P} = 4,094 \text{ bar}$$

La consigne est bien comprise entre la valeur mini 2,5 bar et la valeur maxi 5,5 bar.

QUESTION 7 :

Note : / 20

Étude du circuit pneumatique du pantographe CX25 :

On donne : les documents présentation & ressources pages 14/24, 22/24.

On demande : **donner** la désignation normalisée des organes ci dessous.

CLAPT(M)	Clapet de non retour avec ressort
VLGV	Vérin simple effet
VE(ECH)PT(M)	Distributeur 3/2 pneumatique à commande par électro aimant et à rappel par ressort
CA1PT(M)	Capteur de pression analogique
MA(SU)PT(M)	Capteur de pression logique

QUESTION 8 :

Note : / 20

Maintenance améliorative du pantographe monophasé CX25 :

Lors des examens préventifs, les agents de maintenance ont constaté l'apparition de fissures sur les goujons des flasques de coussin. Ils proposent, par un dossier innovation, d'ajouter une entretoise afin de limiter la traction sur les goujons

On donne : Les documents présentation & ressources pages 15/24, 21/24.

On demande : **proposer** une gamme de démontage afin de remplacer les flasques du coussin pneumatique.

Après avoir pris la sécurité pour l'accès en toiture et condamné le circuit panto afin que celui-ci ne puisse être alimenté pneumatiquement, il faut :

- retirer les écrous autofreinés des flasques ;
- déposer le soufflet du coussin pneumatique ;
- désolidariser la liaison entre les deux flasques ;
- remplacer les flasques ;
- remettre en place le soufflet du coussin pneumatique ;
- mettre en place de nouveaux écrous autofreinés sur les flasques et serrer à un couple de xx daN.m ;

QUESTION 9 :

Note : / 20

Étude des coûts de maintenance.

L'analyse des défaillances sur les pantographes monophasé CX25 montre que certaines pièces sont régulièrement responsables d'incidents qui péjorent la régularité des circulations.

Analyse des dépotes d'organes.

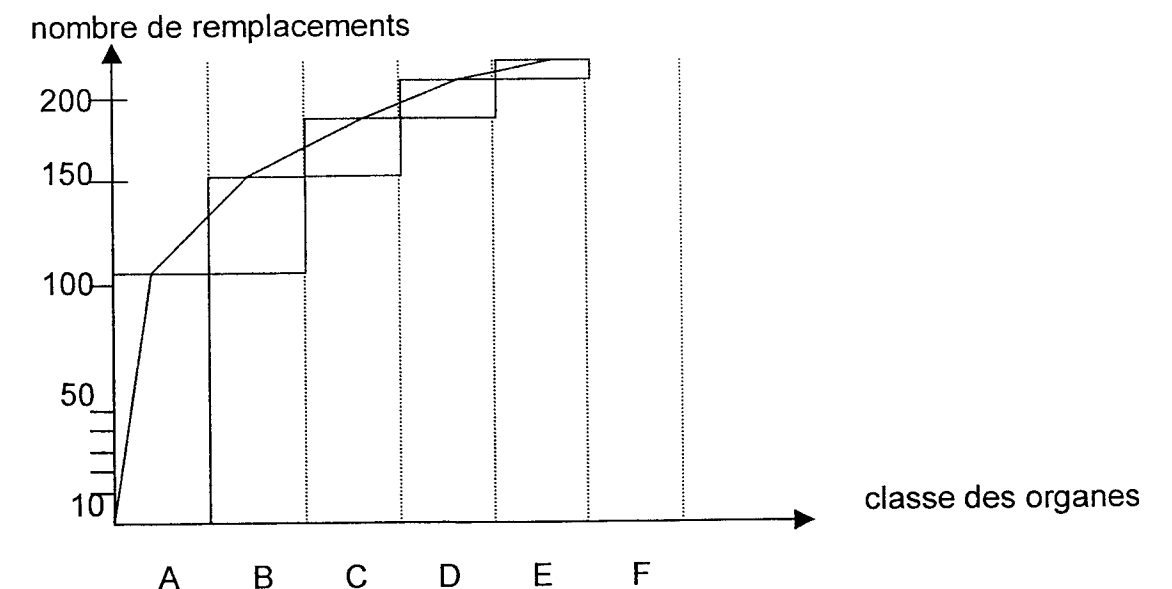
Après chaque incident, une expertise complète est réalisée sur l'ensemble des pièces du pantographe. Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des incidents sur la période des 12 mois de l'année 2002. Le nombre total d'incidents est de **220**.

On donne : Le tableau ci-dessous et le document présentation pages 5/24.

Organes	% de remplacements	Classe des remplacements	Coût unitaire en euro
Coussin pneumatique	20%	44 B	590
Palier composite 25KV	50%	110 A	358
Élingues	10%	22 D	72
Bandes carbonées	15%	33 C	75
APIM	5%	11 E	1179

On demande : **compléter** le tableau en classant les organes suivant le nombre de remplacement par ordre décroissant (de A le plus remplacé jusqu'à E le moins remplacé) et de tracer la représentation de PARETO (courbe A,B,C) concernant ces remplacements.

D'analyser cette courbe et d'indiquer les organes devant faire l'objet d'une étude d'amélioration de tenue en service.



QUESTION 10 :

Note : / 20

Étude des coûts de maintenance.**Étude économique d'une modification technique :**

Les coussins pneumatiques sont en caoutchouc, et flasqués à leurs extrémités par deux pièces. Afin de limiter les déposes des pantographes, et de limiter les incidents, on envisage d'effectuer sur l'ensemble des pantographes en service, une modification sur les flasques, qui consiste au remplacement de tous les goujons et au renforcement par un cordon de soudure, de la fixation des goujons sur les flasques.

On donne :

- Le coût moyen de l'heure de main-d'œuvre d'un agent soudeur hors rame : 52 euros
- Le coût moyen de l'heure de main-d'œuvre d'un agent de maintenance chargé d'intervenir sur l'ensemble pantographe (dépose, pose, tarage) : 40 euros
- Le prix d'un goujon : 2 euros.
- Le tableau ci-dessous :

	Dépose ou pose du pantographe sur rame	Démontage ou remontage coussin + tarage	Retrait et soudage du goujon sur le flasque
Temps moyen	1 heure	2,5 heures	15 minutes
Nombre d'agent	2	1	1
qualification	maintenance	maintenance	soudeur

On demande : **calculer** le coût globale pour cette opération.

Proposer les différentes solutions pour l'organisation de cet acte de maintenance et de choisir la plus économique (le coût horaire pour l'immobilisation d'une rame est compris dans le coût moyen de l'heure de main-d'œuvre).

Coût des goujons : 8 goujons/panto \Rightarrow 16 goujons /motrice \Rightarrow 32 goujons/rame \Rightarrow 1056 goujons pour 33 rames, soit **2 112 €**.

Coût des déposes de pantographes : 33 rames \Rightarrow 132 pantographes \Rightarrow 132 heures à deux agents \Rightarrow 264 heures à 40€/heure \Rightarrow soit **10 560 €**.

Coût de maintenance coussin : 33 rames \Rightarrow 132 pantographes \Rightarrow 325 heures à un agent \Rightarrow 325 heures à 40€/heure \Rightarrow soit **13 000 €**.

Coût de la réparation : 33 rames \Rightarrow 132 pantographes \Rightarrow 264 flasques \Rightarrow 61 heures à un agent \Rightarrow 61 heures à 52€/heure \Rightarrow soit **3 172 €**.

Total modification : 2 112 € + 10 560 € + 13 000 € + 3 172 € = **28 844 €**.

Il existe trois solutions :

1°) travail opérations après opérations (y compris la modif des goujons)

2°) travail de dépose + remplacement à l'établi du coussin + pose sur rame

3°) travail de dépose du pantographe + pose d'un pantographe (le remplacement du coussin étant réalisé en temps masqué).

Schéma électrique de commande circuit pantographe monophasé du TGV Duplex

