

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2013

ÉPREUVE E4.2

BANCS DE MAINTENANCE DU
TRAMWAY DU MANS
CORRIGÉ

BARÈME : Total sur 60 points

- Partie 1 sur 35 points
- Partie 2 sur 10 points
- Partie 3 sur 15 points

Partie 1 : alimentation électrique d'un moteur de boggie.

1.1 Choix de câble C1.

1.1.1 Calcul du courant I_b maximum.

$$(85 \times 20\%) + 85 = 102 \text{ A}$$

1.1.2 Calcul de la valeur de I'_z.

Lettre de sélection D >> Câble enterré

K₄ = 0,8x1 >> Câble seul dans un fourreau enterré

K₅ = 1 >> Câble seul

K₆ = 1,05 >> Sol normal

K₇ = 1 >> Température de 20°C

K_n et K_s = 1 >> Valeurs données dans le sujet

$$K = K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_n \times K_s = 0,8 \times 1 \times 1,05 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,84$$

$$I'_z = I_z / K = 102 / 0,84 = 121,4 \text{ A}$$

1.1.3 Justification de la section du câble C1.

3 conducteurs chargés donc PR3 dans le tableau câble enterré,

I'_z = 121,4 A on prend 144 A dans le tableau

Section de 25 mm² en cuivre

(S_n = S_{ph} car le neutre n'est pas chargé)

1.2 Chute de tension globale

1.2.1/ Longueur du câble C1.

$$\text{Longueur du fourreau, } L_{\text{fourreau}} = \sqrt{(20-8)^2 + 6^2} = 13,41 \text{ m}$$

$$\text{Longueur de C1} = 6 + 13,41 + 1 = 20,41 \text{ m}$$

1.2.2 Chute de tension totale.

*Chute de tension pour C1 (20,41m) voir tableau Doc ressources

Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(20,41 \times 3,3/100) = 0,673\%$

*Chute de tension pour C2 (3m) voir tableau Doc ressources

Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(3 \times 3,3/100) = 0,099\%$

*Chute de tension pour C3 (10m) voir tableau Doc ressources









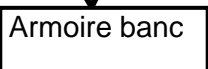


Cos = 0,85 (moteur)

In = 102 A

Chute de tension 3,3% pour 100m donc $(10 \times 3,3/100) = 0,33\%$

Chute de tension totale depuis le poste de transformation jusqu'au moteur : $1,2 + 0,673 + 0,099 + 0,33 = 2,302\%$

Correcte car inférieure à la norme 8% (abonné propriétaire de son poste HTA/BTA)

Schémas	Partie de l'installation	Chute de tension en %
	S1 = 1000 kVA	
	Disjoncteur général PGBT	Evaluée à 1,2%
	Interrupteur général	
	Jeux de barres TGBT	Calculée à 0,673%
	Disjoncteur Q09.2 Nouveau départ	
	Câble C1	
	Prise atelier	
	Câble C2	Calculée à 0,099%
	Prises sur l'armoire banc de test	
	Câble C3	
	Moteur 120 kW	Chute de tension totale : 2,3%

1.3 Choix du disjoncteur du nouveau départ

1.3.1 SLT : TNC (le neutre est relié à la terre, les masses sont reliées au neutre, présence d'un conducteur PEN).

Le conducteur PEN ne pouvant pas être coupé, le disjoncteur possédera uniquement 3 pôles.

1.3.2 $I_{cu} > I_{cc}$ donc $> 24,7$ kA choix 25 kA

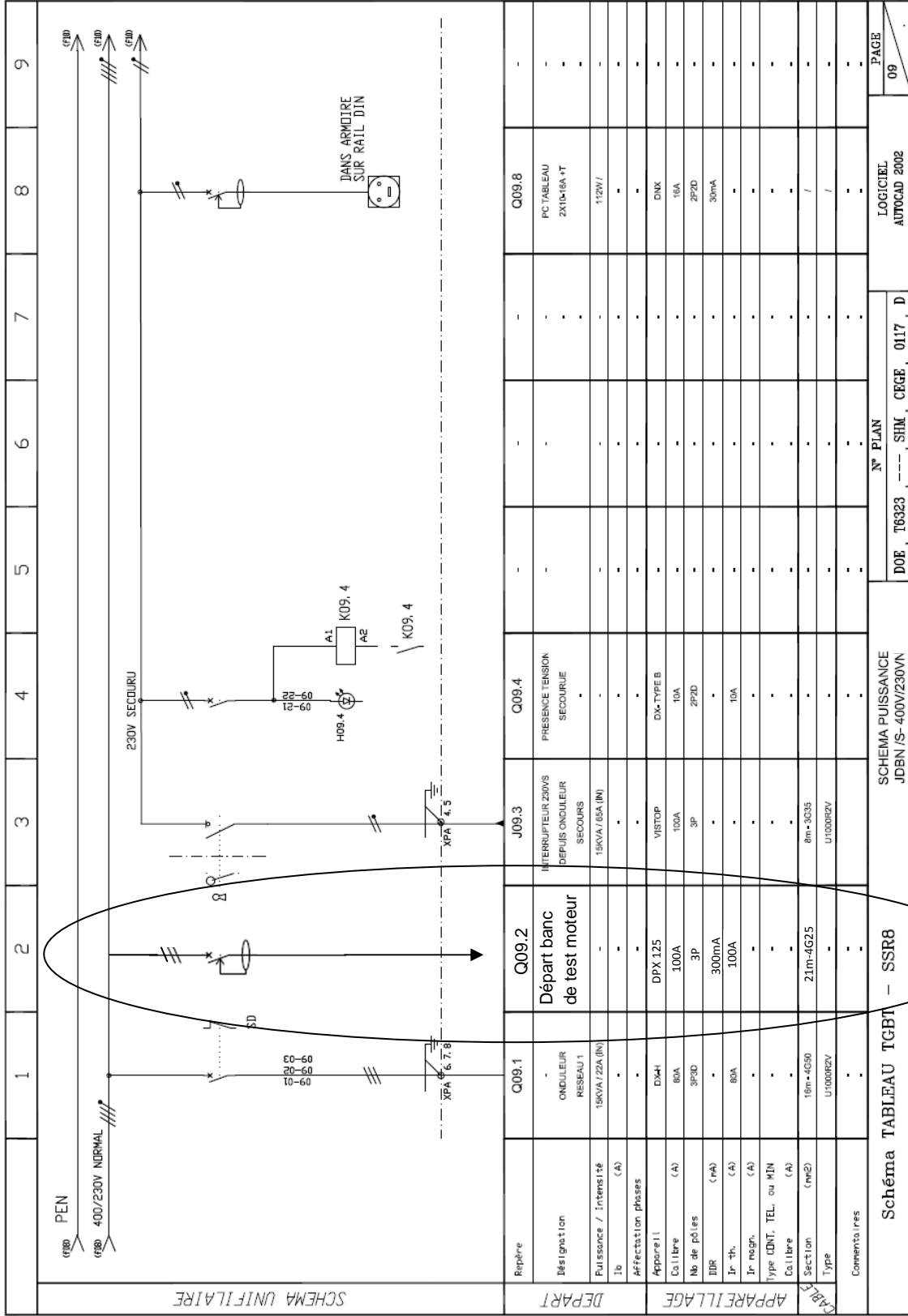
$I_n = 100$ A donc le choix est un DPX125 calibre 100 A,

I_{cu} 25 kA, 3 pôles.

Référence : 250 40 (pour le magnéto-thermique)

+ Référence : 260 12 (pour le différentiel)

Utilisation d'un DDR car le départ est long (protection des personnes sur départ long).



Repre	Q09.1	Q09.2	J09.3	Q09.4	Q09.8
Désignation	ONDULEUR RESEAU 1	Départ banc de test moteur	INTERRUPTEUR 230VS DEFUS ONDULEUR SECOURS	PRESENCE TENSION SECOURS	PC TABLEAU 2X10-16A 1T
Puissance / Intensité	18kVA / 22A (IN)		18kVA / 6.5A (IN)		112W /
Ib	(A)				
Affectation Phases					
Appareil	DMH	DPX 125	VISTOP	DM-TYPE B	DNK
Calibre (A)	80A	100A	100A	10A	16A
Nb de pôles	3P3D	3P	3P	2P2D	2P2D
IJPE (VA)		300mA			30mA
Ir th (A)	80A	100A		10A	
Ir magn. (A)					
Type CNT, TEL, ou MIN					
Calibre (A)					
Section (mm ²)	16mm ² -4G50	21mm ² -4G25	8mm ² -3G35		/
Type	U1000R2V		U1000R2V		/
Commentaires					

Schéma TABLEAU TGBT - SSR8		SCHEMA PUISSANCE JDBN / S-400V/230VN		LOGICIEL AUTOCAD 2002		PAGE 09
		DOE T6323		N° PLAN SHM CERGE 0117 D		

1.4 Choix de la connectique armoire de test/réseau.

1.4.1 Icc amont = 24,7kA donc environ 25kA dans le tableau

Le câble dans le fourreau mesure 21m et à une section de 25mm².

Le tableau donne Icc aval 9,8kA < 10kA donc correcte pour la prise atelier.

Pour la prise armoire, on a 3m de plus soit 24m

donc 7,8kA < Icc aval < 9,8kA donc correcte car < à 10kA

1.4.2 Prise atelier :

In = 102A donc gamme 150A (DS9)

Référence du boîtier : 399 A053

Référence socle (3P+T) : 3194013

1.4.3 Prise armoire de test :

In = 102A donc gamme 150A (DS9), pas de boîtier

Référence du manchon métal : 399 A027

Référence socle (3P+T) : 3198013

1.4.4 Prises de jonction :

In = 102A donc gamme 150A (DS9)

Référence de la poignée avec PE : 619A25363P

Référence du connecteur : 3198013

1.5 Le variateur de vitesse.

1.5.1 Choix du variateur juste :

Courant en ligne mesuré 102 A (85 A +20%)

Courant en ligne documentation variateur 104 A

Tensions moteur 290/500V

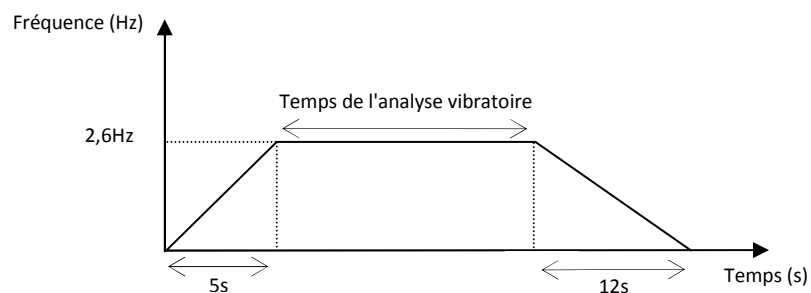
Tensions documentation variateur entre 380 ...480V

Choix le plus juste variateur 45 kW, référence ATV71HD45N4

1.5.2 Les caractéristiques du moteur sont :

120 kW, 168 A, 290/500 V, 2600 tr/min, 88,1 Hz, cependant le moteur fonctionnera à vide à 2,6 Hz maximum et 102A (85 A +20%) de courant en ligne, le variateur *ATV71HD75N4* accepte des moteurs de tensions 380/480V, de plus l'intensité d'entrée sous 380V (167A) est très supérieure à 102 A (condition de l'analyse)

1.5.3



Réglage de l'accélération : $(5 \times 88,1)/2,6 = 169,42 \text{ s}$

Réglage de la décélération : $(12 \times 88,1)/2,6 = 406,61 \text{ s}$

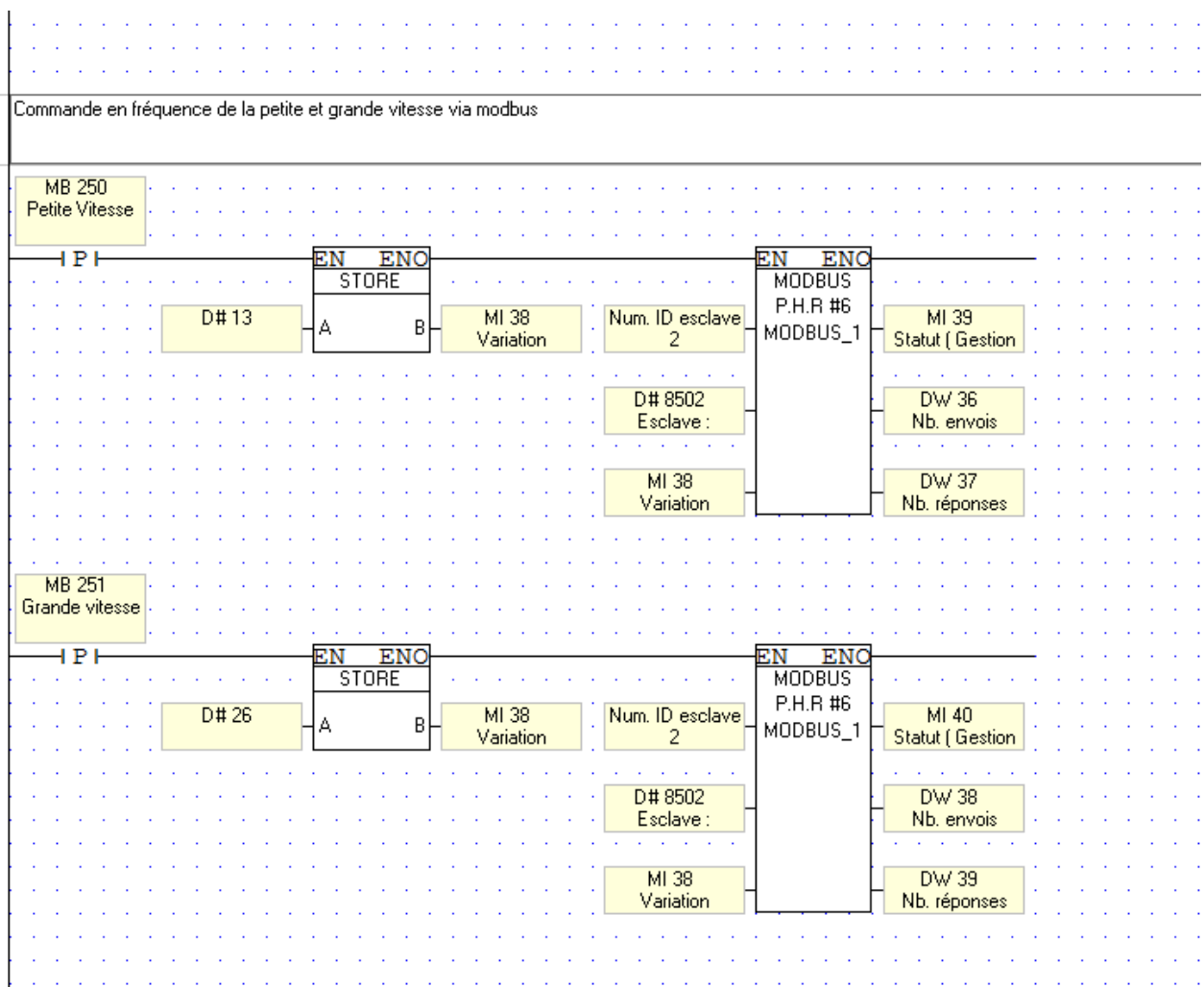
1.5.4 Codes variateur :

Code	Nom	Réglage usine	Réglage client
tCC	[Cde 2 fils / 3fils]	[Cde 2 fils] (2C)	2C
CFG	[Macro configuration]	[Start/Stop] (StS)	StS
bFr	[Standard fréq mot]	[50Hz]	50
nPr	[Puissance nom. mot]	Selon calibre variateur	120
UnS	[Tension nom. mot]	Selon calibre variateur	400
nCr	[Courant nom. mot]	Selon calibre variateur	168
FrS	[Fréq. nom. mot]	50Hz	88,1
nSP	[Vitesse nom. mot]	Selon calibre variateur	2600
tFr	[Fréquence maxi.]	60Hz	88,1
PHr	[Rotation phase]	ABC	ABC
ItH	[Courant therm. mot]	Selon calibre variateur	168
ACC	[Accélération]	3,0 s	169,42
dEC	[Décélération]	3,0 s	406,61
LSP	[Petite vitesse]	0	1,3
HSP	[Grande vitesse]	50Hz	2,6

1.6 L'interface homme machine (IHM).

1.6.1 Adresse modbus consigne fréquence du variateur : 8502

1.6.2 et 1.6.3



Partie 2 : test d'un climatiseur

2.1 Analyse des besoins.

2.1.1 Les trois airs à contrôler sont :

- air neuf (STN) : air venant de l'extérieur du Tramway.
- air soufflé (STS) : air envoyé dans les salles (voitures) où se trouvent les voyageurs.
- air repris (STR) : air tempéré récupéré dans les salles.

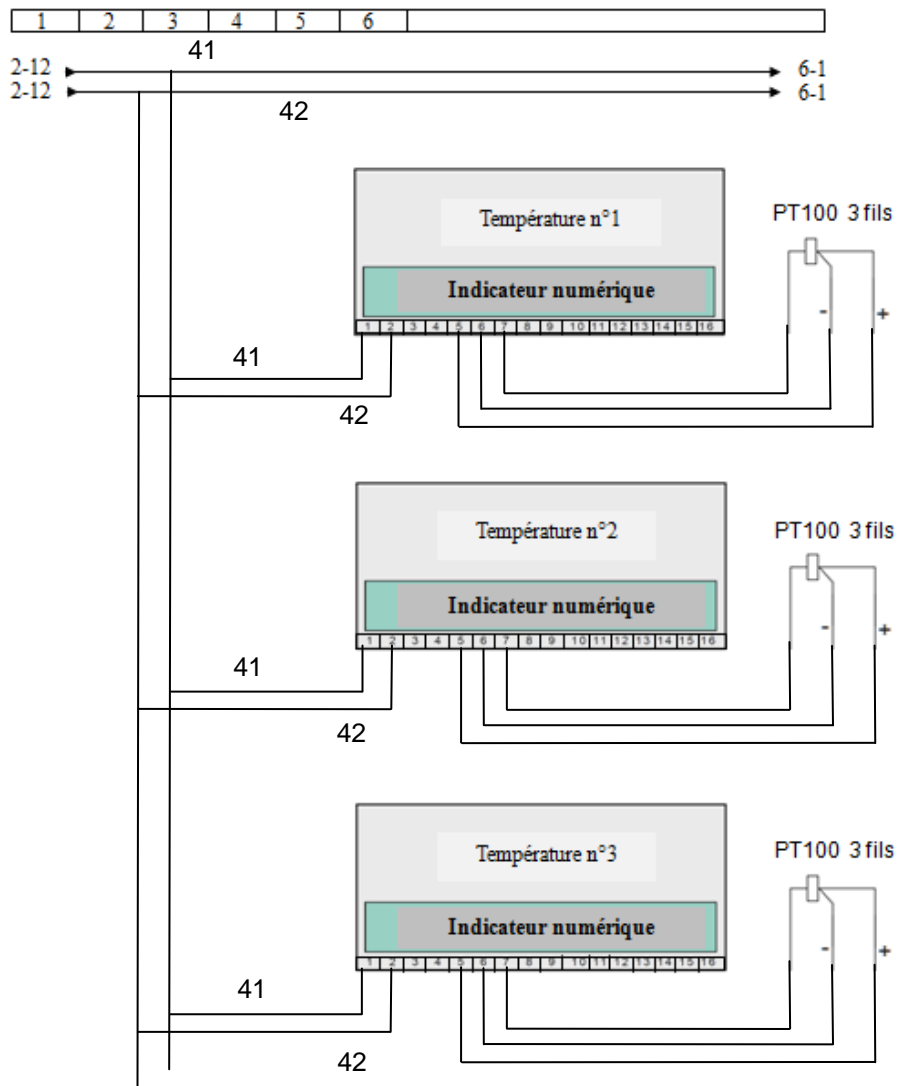
2.2 Justifier des solutions et établir les schémas.

2.2.1 Les principaux critères qui justifient ce choix sont :

- connexion PT100 possible.
- tension alimentation 230V alternative possible.
- résistance de ligne en mesure 3 fils incluse

2.2.2 Compléter le schéma de câblage du document réponse pour mettre en œuvre les afficheurs des trois températures.

Compléter le Folio 5



Partie 3 : calcul du retour sur investissement

3.1 Prix global TTC des deux bancs.

3.1.1 Prix global TTC de la main d'œuvre (pour les deux bancs).

Main d'œuvre banc moteur : 20 jours (de 8h) soit $20 \times 8 \times 65 = 10400\text{€ TTC}$

Main d'œuvre banc climatiseur : 17 jours (de 8h) soit $17 \times 8 \times 65 = 8840\text{€ TTC}$

Prix global TTC main d'œuvre : $10400 + 8840 = 19240\text{€}$

3.1.2 Prix global TTC du matériel (pour les deux bancs).

Matériel banc moteur : $13918\text{ € HT (TVA à 19,6\%)} \text{ soit } 16646\text{€ TTC}$

Matériel banc climatiseur : $16495\text{ € HT (TVA à 19,6\%)} \text{ soit } 19728\text{€ TTC}$

Prix global TTC du matériel : $16646 + 19728 = 36374\text{€}$

3.1.3 Prix global TTC des deux bancs.

$$19240 + 36374 = 55614\text{€}$$

3.2 Prix du dépannage à Lyon (pour un moteur et un climatiseur).

3.2.1 Prix TTC global du transport.

- Coût TTC variable par km = $0,30 + 0,30 \times 19,6\% = 0,3588\text{€/km}$

- Coût TTC variable (km) pour un aller-retour Le Mans/Lyon soit $580 \times 2 \times 0,3588 = 416,20\text{€}$

- Coût TTC du conducteur soit $(200 + 200 \times 19,6\%) \times 2 = 478,40\text{€}$

- Coût TTC fixe du véhicule soit $(150 + 150 \times 19,6\%) \times 2 = 358,80\text{€}$

Prix TTC du transport TTC pour un aller retour Le Mans/Lyon :

$$416,20 + 478,40 + 358,80 = 1253,40\text{€ TTC}$$

3.2.2 Prix TTC du dépannage qui est en moyenne de 7h pour le moteur et de 5h pour le climatiseur.

Prix du dépannage = $(12\text{h} \times 117) = 1404\text{€}$

3.2.3 Déterminer le prix global du dépannage à Lyon (sans les fournitures).

$$1253,40 + 1404 = 2657,40\text{€}$$

3.3 Retour sur investissement .

3.3.1 Retour sur investissement si la fréquence des pannes reste identique chaque année.

Économie de 6 dépannages sur 10

Prix d'un dépannage à Lyon pour un moteur et un climatiseur

(sans les fournitures) : 2657,40€ TTC

Économie par an $2657,40 \times 6 = 15944,40\text{€}$

Prix des deux bancs 55617€

Retour sur investissement : $55617 / 15944,40 = 3,48$ ans

soit environ 3 ans et 6 mois.