

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2013

Épreuve E4.2

Centre culturel Pablo Picasso

CORRIGÉ

Partie 1 : Création d'un nouveau départ pour alimenter l'armoire de commande

1. Calculer le courant d'emploi du câble d'alimentation de l'armoire
 23 moteurs freins de référence 075 HBZ 80 B (p 9/11) → $I_n = 1,9 \text{ A}$ (p 2/24)

Courant d'emploi	Formule littérale	Application numérique
I_b	$23 \times I_n$	$I_b = 23 \times 1,9 = \mathbf{43,7 \text{ A}}$

2. Déterminer le disjoncteur de tête en indiquant les critères de choix

Critères	Valeurs utilisées	Désignation	Caractéristiques du matériel choisi
Courant d'emploi	44 A	C60 N 24 233 ou C60 N 24 623	50 A
Nombre de pôles	4		Tétra
Pouvoir de coupure	5,4 KA (donné p 9/11)		10kA
Type de courbe	C* ou D		C* ou D

*Les moteurs ne démarrent jamais simultanément (p 2/7)

3. Déterminer la section du câble d'alimentation de l'armoire

	Valeur utilisée	Justification	Calcul de I'Z
Lettre de sélection	E	Multiconducteur sur chemin de câble perforé	$I'Z = \frac{I_n}{K1.K2.k3}$ $I'Z = \frac{50}{0,6525}$ $I'Z = 76,6 \text{ A}$
Facteur de correction K1	1	Autre cas	
Facteur de correction K2	0,75 (5 circuits)	E Simple couche 5 câbles	
Facteur de correction K3	0,87	45°C PR	

Critères	Section
Cuivre	16 mm² <i>Le 10 mm² est possible 76,6 proche de 75A</i>
PR 3	
Lettre E	
→ 100 A > 76,6 A	

4. À l'aide du tableau vérifier la conformité de la chute de tension

Critères	Valeurs	Détail des calculs de la chute de tension en %	Chute de tension entre phases en V
Cos ϕ	0,85 (moteurs)	pour une section de 16mm ² le tableau indique 2,5% pour 100m de câble $2,5 \times 40 / 100 = 1\%$	1% de 400V pour 16mm ² → 4 V
Longueur	40 m		
Courant	50 > 43,7 A	pour une section de 10mm ² le tableau indique 4,1% pour 100m de câble $4,1 \times 40 / 100 = 1,64\%$	1,64% de 400V pour 10mm ² → 6,5 V
Section	16 mm²		
	Cuivre		

Conformité	Oui car $\Delta U < 3\%$ (p 9/11)
------------	-----------------------------------

Partie 2 : Choix de l'automate

5. Déterminer le nombre d'entrées/sorties nécessaire pour l'automate

	Communes	Moteurs en direct	Moteurs avec variateurs	Total
Entrées TOR	4	19 x 6	4 x 6	142
Sorties TOR	4	19 x 2	4 x 3	54
Entrées Analogiques			4	4
Sorties Analogiques			4	4

6. Indiquer les entrées et sorties manquantes

Besoins	Disponibles sur la base	Manquantes
Communication		
Ethernet RJ/45	Ethernet RJ/45	
Entrées / Sorties		
142 E TOR 54 S TOR 4 E Ana 4 S Ana	26 E TOR 16 S TOR 0 E Ana 0 S Ana	116 E TOR 38 S TOR 4 E Ana 4 S Ana
Référence	TM258LD42DT	

7. Choisir les cartes d'entrées/sorties TOR

Besoins	Nombres de cartes	Références		
		Module électronique	Embase de bus	Bornier de raccordement
116 E TOR	10 cartes de 12 E	TM5 SDI12D	TM5 ACBM11 ou TM5 ACBM15	TM5 ACTB12
38 S TOR	4 cartes de 12 S ou 5 cartes de 8 S	TM5 SDO12T ou TM5 SDO8TA	TM5 ACBM11 ou TM5 ACBM15	TM5 ACTB12

8. Choisir les cartes d'entrées/sorties analogique

Les cartes d'entrées/sorties analogiques ont une résolution de 16 bits + signe (p 3/7)

Besoins	Nombre de carte et type	Référence		
		Module électronique	Embase de bus	Bornier de raccordement
4 E ana	1 carte de 4Eana	TM5 SAI4L	TM5 ACBM11 ou TM5 ACBM15	TM5 ACTB06 ou TM5 ACTB12
4 S ana	1 carte de 4Sana	TM5 SAO4L	TM5 ACBM11 ou TM5 ACBM15	TM5 ACTB06 ou TM5 ACTB12

9. Déterminer la référence du terminal graphique tactile (HMI) sachant que l'on souhaite un écran couleur avec montage sur trou de Ø22

Critères de choix	Référence
Écran graphique tactile couleur Perçage Diamètre 22	HMI STU

Partie 3 : Déplacement et contrôle du positionnement des perches

10. Choisir le variateur.

Critères	Valeurs utilisées	Désignation
Puissance	750 W	ATV 31 H 075 N4
Réseau	3 x 400V	

11. Déterminer à partir de la documentation fournie, le frein associé au moteur

Donnée	Référence
Moteur 0,75 HBZ 80B	BZ04 11 (p 2/24)

12. Compléter la configuration des paramètres du variateur à partir de la documentation fournie

Paramètres	Description	Configuration
bLC	Configuration commande de frein	r2 relais R2 (p 4/7)
brL	Fréquence d'ouverture du frein	glissement nominal du moteur en Hz $= (1500 - 1410) \cdot 50 / 1500 = 3\text{Hz}$ (p 21/24)
lbr	Courant d'ouverture du frein	In variateur = 2,3 A In moteur = 1,9 A $1,9/2,3 = 0,82$
Brt	Temporisation d'ouverture du frein	45 ms (frein BZ04 11) (p 20/24)
bEn	Fréquence de fermeture du frein	glissement nominal du moteur en Hz = 3Hz
LSP	Petite vitesse	(>3 Hz) = 5Hz
bEt	Temporisation fermeture frein	commande coté continu = 10ms (frein BZ04 11)
blp	Impulsion d'ouverture	YES

13. Compléter le schéma de puissance pour réaliser le démarrage direct du moteur 8 et le démarrage avec variateur du moteur 9

14. Compléter le schéma du variateur pour intégrer :

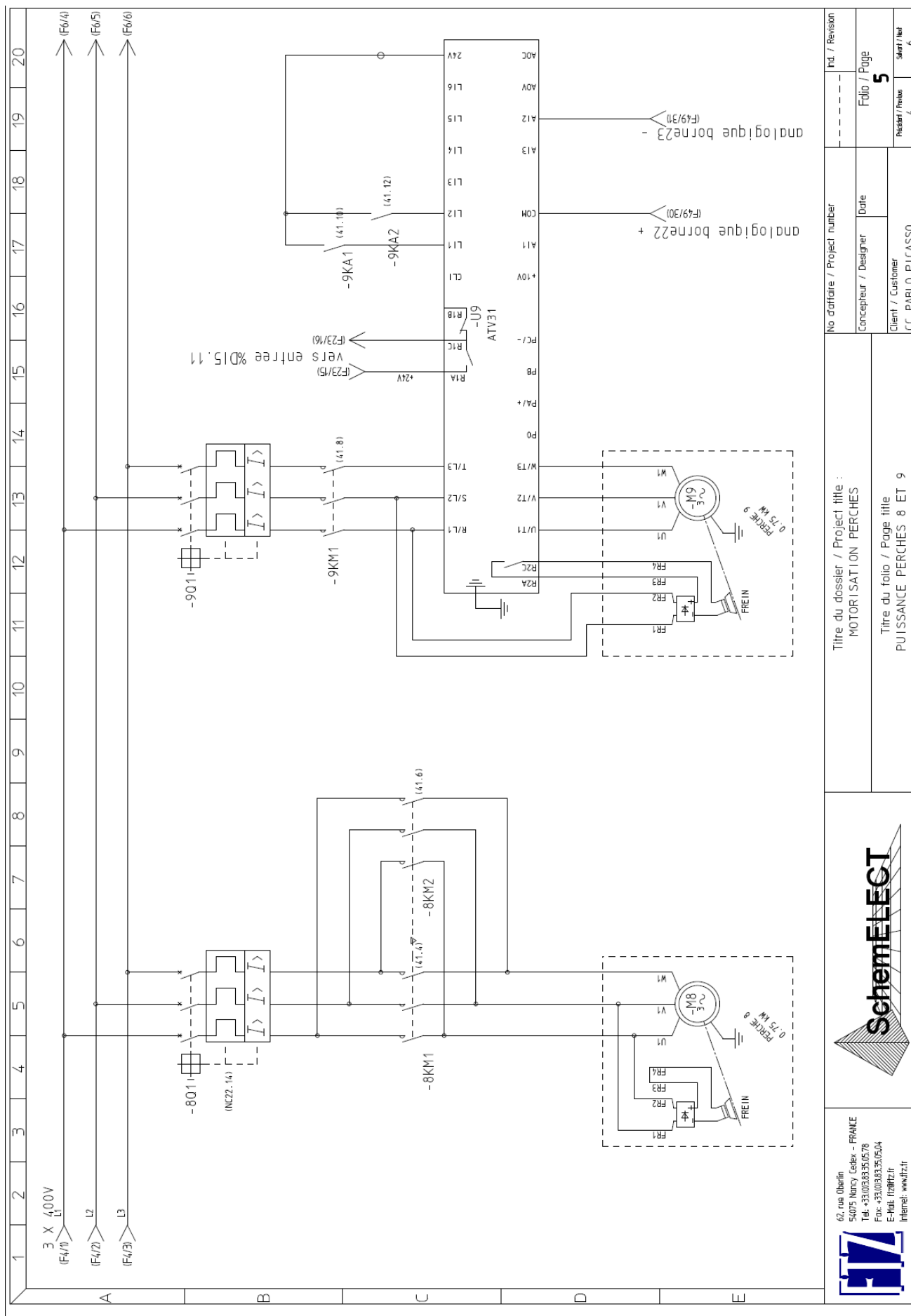
- La consigne 9-Uc délivrée par une sortie analogique de l'API
- La sélection du sens de marche sur les entrées configurables LI1 et LI2 du variateur
- L'alimentation du frein et sa commande

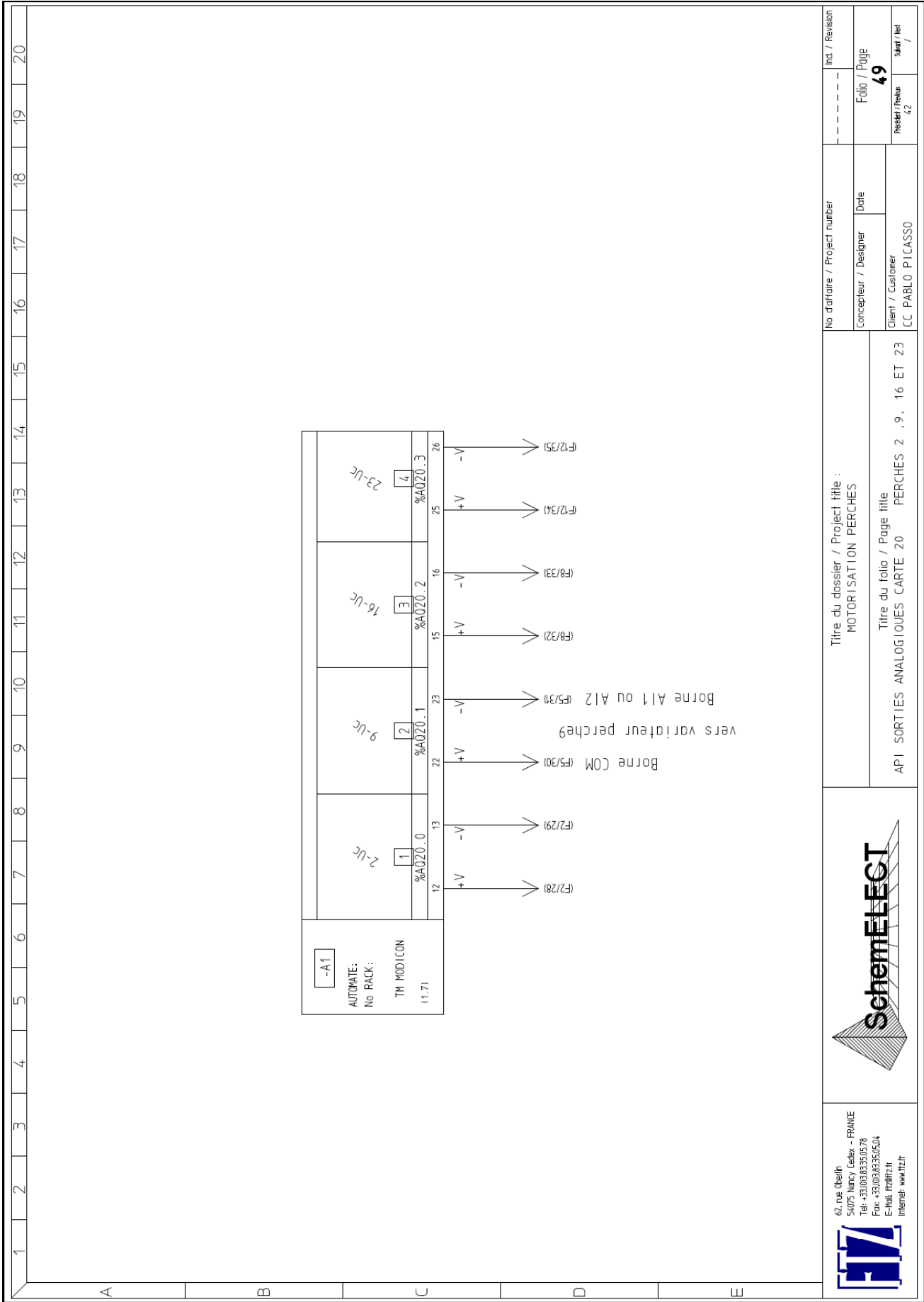
15. Choisir le détecteur

Critères	Valeurs utilisées	Désignation
Sortie	3 fils (p 4/17)	XS5 08 B1 PAM8
Continu	24V	
Connecteur	M8	
Fileté, le plus petit possible	→ diamètre 8 mm	
Portée > 1 mm	→ 1,5 mm	
Type	NO	
Automate en logique positive (Sink)	capteur PNP	

16. Déterminer la fréquence des Impulsions venant du codeur et indiquer le type d'entrées à utiliser

Vitesse du treuil	réducteur 1/63 et vitesse de synchronisme 1500 tr/mn $N \times K = (1500 / 60) \times (1/63) = 0,4 \text{ tr.s}^{-1}$
Fréquence des impulsions	roue dentée 20 dents $f = n \times Nb = 0,4 \times 20 = 8 \text{ Hz}$
Conclusion: il n'y a aucun problème avec des entrées TOR classiques (250 Hz)	





17. Compléter le schéma des entrées API ou préciser les renvois pour intégrer :

- les fin de courses Haut 9Sh et bas 9Sb pour la perche 9
- le défaut du variateur U9 de la perche 9
- le capteur 3 fils 9SC

18. Donner la valeur du mot en binaire et en hexadécimal correspondant au déplacement maximum

Déterminer le nombre de bits nécessaire pour coder la position d'une perche en déduire le format du mot à utiliser dans l'automate

	Calcul	Valeur
Nombre total d'impulsions	60 impulsions par mètre hauteur 7,25 m $60 \times 7,25$	435 impulsions
Valeur binaire	$435 = 256 + 128 + 32 + 16 + 2 + 1$	0000 0001 1011 0011
Valeur hexadécimal	$435 = 1 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 3 \times 16^0$ $= 256 + 11 \times 16 + 3$	01 B3
Nombre de bits	Valeur binaire sur 9 bits	mot simple 16 bits

Partie 4 : Extension d'éclairage

19. Déterminer le coût hors taxes de chacune des solutions

Solution Halogène	Calcul	Nombre ou longueur totale	Prix unitaire	Prix total HT
Projecteur halogène		12	550 €	6600
Gradateurs		2	1880€	3760
Câble 3G 2,5	12×60	720	2,5 €/m	1800
Câble 5G 4	2×40	80	4,8 €/m	384
Câble télécommande	2×80	160	0,8 €/m	128
Accessoires		1	80 €	80
Total HT (€)				12752

Solution LED	Calcul	Nombre ou longueur totale	Prix unitaire	Prix total HT
Projecteur LED		12	1600 €	19200
Câble 3G 1,5	$2 \times 100 + 10 \times 6$	260	1,8 €/m	468
Câble télécommande	$2 \times 140 + 10 \times 6$	340	0,8 €/m	272
Accessoires		1	240	240
Total HT (€)				20180

20. Déterminer le coût moyen du kWh

Période tarifaire	HPH	HCH	HPE	HCE
Consommation	30 %	20%	35%	15%
Prix de l'énergie en c€/kWh	10,628	7,434	4,296	3,061
Calcul <i>tarif jaune option BASE (p 9/11)</i>	$\frac{30 \times 10,628 + 20 \times 7,434 + 35 \times 4,296 + 15 \times 3,061}{100} = 6,638$			
Coût en €/kWh	0,06638 €/kWh			

21. Déterminer le coût annuel de l'énergie électrique pour chacune des solutions

	Énergie annuelle kWh	Coût moyen du kWh en €/kWh	Coût annuel en €
Halogène	$250 \times 12 \times 1 \times 0,7 = 2100$ (1 kW – 30% variation)	0,06638 €/kWh	139,40
LED	$250 \times 12 \times 0,105 \times 0,7 = 220,5$ (0,105 kW – 30% variation)	0,06638 €/kWh	14,64

22. Déterminer l'augmentation de puissance souscrite liée à l'installation du nouveau matériel pour chacune des solutions ainsi que la réserve de puissance par rapport l'abonnement en %

	Puissance nécessaire	Puissance souscrite en kVA	Réserve
Halogène	$61 + 12 = 73$ KVA	78	$\frac{78 - 73}{78} \times 100 = 6,4\%$
LED	$61 + 12 \times 0,105 = 62,26$	66	$\frac{66 - 62,26}{66} \times 100 = 5,7\%$

23. Déterminer pour chaque solution le coût de l'abonnement (prime fixe annuelle)

	Puissance souscrite en kVA	Prime fixe annuelle en €/kVA	Total en €
Halogène	78	30,72	2396,16
LED	66	30,72	2027,52

24. Déterminer le temps nécessaire à l'amortissement de la solution à LED par rapport à la solution halogène

	Halogène	Led
Coût matériel	$C_{MH} = 12752$	$C_{ML} = 20180$
Coût énergie	$C_{EH} = 139,40$	$C_{EL} = 14,64$
Coût abonnement	$C_{AH} = 2396,16$	$C_{AL} = 2027,52$
Calcul littéral	$Durée = \frac{C_{ML} - C_{MH}}{(C_{EH} - C_{EL}) + (C_{AH} - C_{AL})}$	
Application numérique	15,05 années soit 15 ans et 18 jours	

25. À partir des études précédentes donner un avis critique sur le choix d'une solution plutôt qu'une autre

Au vu de l'étude économique, la solution à LED semble peu intéressante car difficile à amortir (plus de 15 ans). Cependant il faut prendre en compte d'autres facteurs tels que :

- la durée de vie des lampes et donc les coûts de remplacement et de maintenance
- la hausse très probable des coûts de l'énergie dans les années à venir
- la baisse des coûts des LED et l'augmentation du prix des halogènes qui seront moins fabriqués



Titre du folio / Page title

No d'affaire / Project number		Ind. / Revision	

Concepteur / Designer	Date	Folio / Page	
		23	
Client / Customer		Preced / Prehas	Suivant / Next
CC PABLO PICASSO		22	24