

OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

Modernisation du télescope Bernard LYOT

Section : GENIE ELECTRIQUE
Option : ELECTROTECHNIQUE ET ENERGIE

PARTIE : SUJET

PARTIE A : DISTRIBUTION HAUTE TENSION.....	2
A1. Etude du poste de livraison et du poste de transformation principal.....	2
A2. Etude du transformateur.....	3
PARTIE B : DISTRIBUTION BASSE TENSION.....	6
B1. Etude de l'équipement de distribution électrique de la centrale hydraulique.	6
B2. Vérification du dimensionnement du câble d'alimentation :	7
B3. Choix de la protection :	9
B4. Relèvement du facteur de puissance de la centrale hydraulique.....	11
B5. Régulation de la température de l'huile de la centrale hydraulique.....	14
PARTIE C : MOTORISATION ET SUPERVISION DE LA COUPOLE DU TBL	19
C1. Modification de la motorisation de l'entraînement de la coupole.....	19
C2. Analyse des harmoniques de la motorisation de la coupole	22
C3. Communication des équipements avec la supervision	25
PARTIE D : Centrale photovoltaïque de la Station Météo Communicante	29
D1. Etude de l'existant et analyse de l'effet de l'environnement sur les modules photovoltaïques.	29
D2. Calcul de l'énergie consommée.....	30
D.3. Calcul de l'énergie à produire.	31
D4. Calcul de la taille du générateur.....	31
D5 Dimensionnement du parc de batteries.	32
D6. Etude de la solution retenue	33

PARTIE A : DISTRIBUTION HAUTE TENSION

La desserte en énergie électrique du Pic du Midi est amenée à subir des conditions climatiques sévères de par son implantation en zone de haute montagne. Le site héberge également un poste TDF autonome pour la diffusion de la télévision dans le grand Sud-Ouest de la France. Un câble de « secours » a été posé entre TDF et le Pic du Midi pour réalimenter le site en cas d'avarie grave sur son alimentation électrique. On vous demande de vérifier les procédures de mise sous tension de ce câble.

A1. Etude du poste de livraison et du poste de transformation principal.

A1.1. Indiquer le type d'alimentation du poste de livraison de l'observatoire du pic du midi :

A1.2. Indiquer le type d'alimentation du poste de livraison de TDF :

A1.3. Expliquer l'incidence du dysfonctionnement de la cellule N1S-1 du poste de livraison de l'observatoire du pic du midi? On précise que l'alimentation en fonctionnement normal du poste est effectuée par EDF 1.

A1.4. Expliquer pourquoi l'alimentation du bâtiment TDF est moins sûre que celle de l'observatoire du pic du midi ?

A1.5. Citer les repères des différents appareils qui permettent de secourir TDF en cas de défaut de son arrivée EDF.

A1.6. Le dossier technique indique l'état des cellules HT dans le cas d'un fonctionnement « normal ». Préciser l'état des appareils de la distribution en fonctionnement secours dans le cas de l'indisponibilité de la ligne aérienne depuis La Mongie.

Cellules HT	N1S-1	N1S-2	N1S-3	N1S-4	N1-5
Interrupteur-sectionneur					
Sectionneur MALT					

A1.7. A l'aide du dossier technique, énumérer dans l'ordre chronologique les manœuvres à réaliser sur les différents appareils, ainsi que le mouvement des clés permettant la mise sous tension du câble de secours de TDF par la régie du Pic du Midi.

ETAPE	LIEU	ACTION
Déconsignation de la ligne d'échange		
NB : Remplir l'avis de consignation partie fin de travaux		
1		
2		
3		
Mise sous tension du câble d'échange		
4		
5		

A2. Etude du transformateur

En vue de travaux de rénovation sur le site de l'observatoire du Pic du Midi pour développer l'accueil du public, la répartition des puissances est amenée à changer. On vous demande de vérifier les possibilités de couplage des deux transformateurs T1 et T2 sur l'installation de distribution HT/BT.

A2.1. Indiquer les types de défaut contre lesquels les transformateurs doivent être protégés :

Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

			/			/				
--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Concours

--	--	--

Section/Option

--	--	--	--	--

Epreuve

--	--	--	--	--

Matière

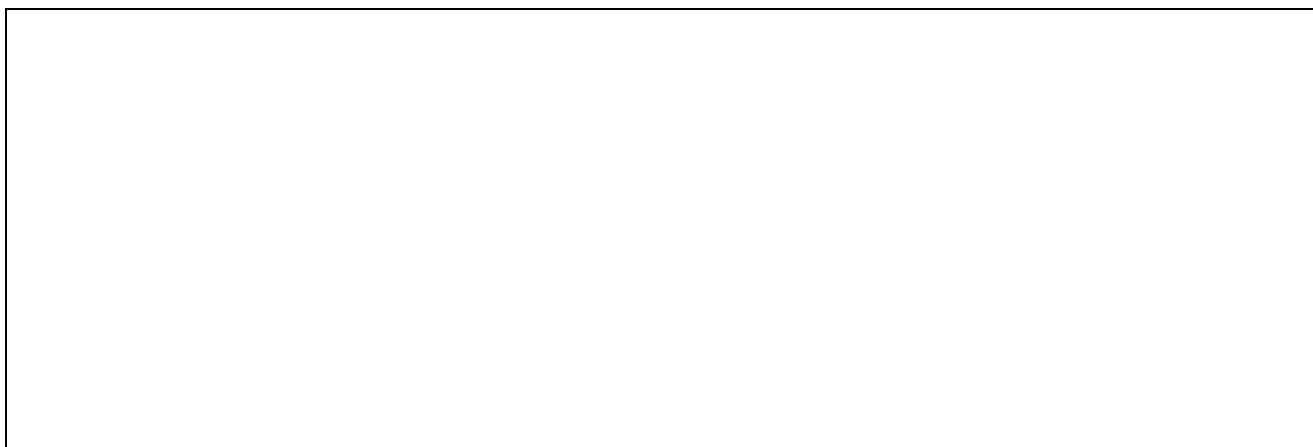
--	--	--	--



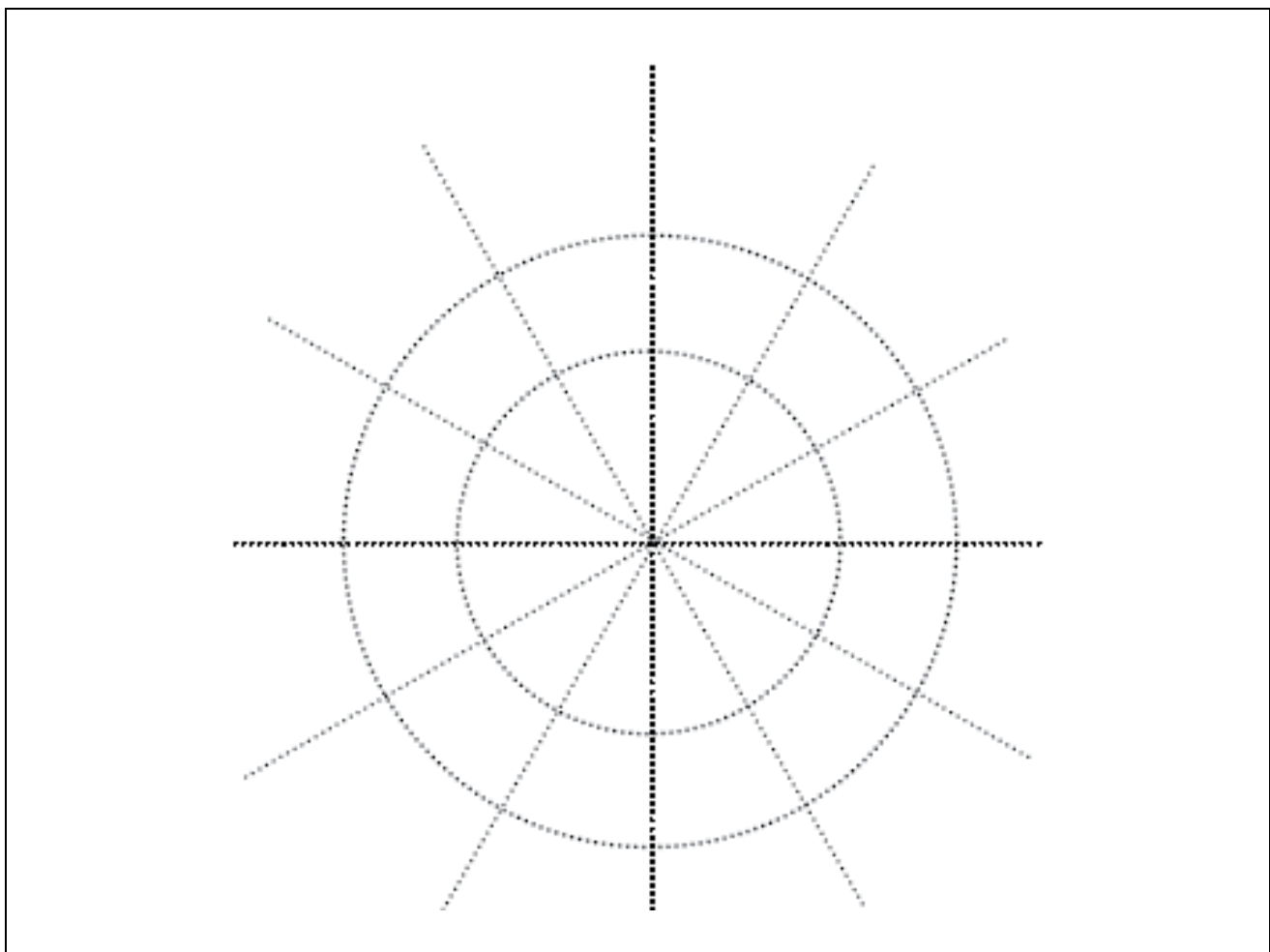
EFE GET 1

PARTIE A (suite et fin) Questions A2.2 à A2.6

A2.2. Réaliser un schéma de la plaque à bornes permettant de faire apparaître le couplage des enroulements et le repère des bornes. L'installation est de type triphasé équilibré:



A2.3. Donner la valeur de l'indice horaire de couplage, et tracer le diagramme des tensions primaires et secondaires du transformateur T1 :



A2.4. Le couplage en parallèle des deux transformateurs T1 et T2 est-il envisageable?

Oui

Non

Justifier votre réponse et indiquer les conditions de couplage des deux transformateurs T1 et T2:

A2.5. Vérifier par le calcul le courant de court-circuit présumé en sortie du transformateur T1 :

A2.6. En déduire les critères de choix du disjoncteur D :

Nom : <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Prénom :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
N° d'inscription :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Né(e) le :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Concours	Section/Option	Epreuve	Matière
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

EFE GET 1

PARTIE B

Questions B1.1 à B2.5

PARTIE B : DISTRIBUTION BASSE TENSION

En vue de la réfection de l'installation HT/BT du télescope Bernard Lyot, et afin d'améliorer l'efficacité énergétique, il a été décidé de rénover l'armoire électrique de la centrale hydraulique.

B1. Etude de l'équipement de distribution électrique de la centrale hydraulique.

Objectif : pour le départ d'alimentation de cette centrale, vous allez devoir effectuer le choix de l'interrupteur sectionneur Q0.

B.1.1. A l'aide du dossier technique, préciser si le fonctionnement simultané des pompes HP est possible. En déduire l'incidence que cela pourrait avoir sur le dimensionnement de la distribution.

B1.2. Identifier le type de démarrage mis en œuvre pour les pompes HP. Justifier son emploi.

B1.3. Donner le principe de ce démarrage.

B1.4. De façon à dimensionner l'installation, compléter le tableau suivant.

	P utile unitaire (kW)	Rendement (η)	P absorbée unitaire (kW)	Coefficient simultanété	P absorbée totale (kW)	Cos φ	Tan φ	Q (kVAR)
Agitateur		0.85		1		0.86		
Chauffage		1		1		1		
Pompe groupe 1		0.7				0.82		
Pompe groupe 2		0.7				0.82		
Circuits auxiliaires	0.5	1	0,5	1	0.5	1	0	0
Ventilateur	16	0.94		1		0.86		
				Total :				

Pour la suite de l'étude on prendra une puissance absorbée totale de 52kW et une puissance réactive totale de 28 kVAR.

B1.5. Déterminer la puissance apparente TOTALE :

Formule	Application numérique

B1.6. Calculer le courant par phase.

Formule	Application numérique

B2. Vérification du dimensionnement du câble d'alimentation :

L'armoire de distribution de la centrale hydraulique, située à proximité des pompes, est installée à 72m du TGBT où seront implantées toutes les protections des différents équipements. Le responsable technique souhaite savoir s'il est nécessaire de remplacer le câble d'alimentation existant Ca4. L'installation est de type triphasé équilibré et les risques extérieurs ne présentent pas de risque d'explosion. Le câble existant est en aluminium (isolant PRC) et enterré dans un conduit profilé. Le sol présente une résistivité thermique de 1K.m/W (terrain sec) avec une température de 10°C.

B2.1. On vous demande de compléter le tableau ci-dessous à l'aide du document ressource :

	Résultats
K	
I_{th}	85A
Coefficient f1	
Coefficient f2	
Coefficient f3	
Méthode de référence (tab S4)	
Numéro du mode de pose	
Coefficient f4	
Coefficient f8	
Coefficient f9	
Coefficient f10	
Coefficient f12	
Coefficient f	
I_z	

B2.2. Déterminer la section de câble préconisée.

Un relevé de $\cos \varphi$ sur ce départ a donné une valeur de 0,88.

B2.3. Vérifier que les conditions de chute de tension sont conformes aux exigences de la norme.

Le câble d'alimentation de 72m existant est de type U1000ARO2V 3G 25² en aluminium.

B2.4. Préciser s'il est nécessaire de le remplacer.

Cette centrale hydraulique sera alimentée depuis le TGBT TBL au niveau 1 et le courant de court circuit présumé en amont vaut 25kA.

B2.5. Déterminer la valeur du courant de court-circuit à l'extrémité de notre câble :

Pour la suite on considèrera que le courant de court circuit aval est de 3500 A

B2.6. Choisir l'interrupteur sectionneur Q0, en sachant qu'il est nécessaire de prévoir une commande extérieure latérale gauche. Justifier votre choix.

Référence	
Justification	

B3. Choix de la protection :

Vous devez à présent choisir et régler la protection Q4 alimentant le câble Ca4. Cette protection est implantée dans le TGBT TBL situé au niveau 1. Le bâtiment est alimenté par le transformateur T4 de type ONAN (immergé dans l'huile) de 1000KVA.

B3.1. A l'aide du dossier ressource, déterminer la valeur du courant de court circuit présumée au niveau du transformateur

--

B3.2. Choisir la référence commerciale du disjoncteur tripolaire dans la gamme H125. Justifier.

Référence commerciale :	
Numéro d'identification :	
Justification :	
Valeur du calibre de la protection magnétique :	

Avant de plomber le capot protégeant les réglages de la protection thermique, on vous demande de les déterminer.

B3.3. Déterminer la valeur de réglage du thermique.

Plages de réglage du thermique:	
Si $I_n=100A$, valeur du réglage retenue pour l'application :	

B3.4. Déterminer le temps de déclenchement de la protection en cas de court circuit :

Courant de court circuit présumé:	
Temps de déclenchement :	

B3.5. Déterminer le temps de coupure maximum du dispositif de protection :

FORMULE	APPLICATION NUMERIQUE

Conclure :

B3.6. Identifier, d'après le schéma du dossier technique du TBL, le schéma des liaisons à la terre utilisé et lister ses caractéristiques :

Votre responsable technique vous demande s'il est nécessaire d'associer un dispositif différentiel à ce disjoncteur afin d'assurer la protection des personnes intervenant sur l'armoire de la centrale hydraulique.

B3.7. Justifier votre réponse :

B4. Relèvement du facteur de puissance de la centrale hydraulique.

On vous demande d'analyser la qualité de l'énergie.

La centrale hydraulique consommant trop d'énergie réactive, il a été décidé de modifier l'installation afin de relever le facteur de puissance au niveau minimum imposé par EDF.

Objectif : à l'aide de la documentation ressource, vous devez choisir l'équipement de compensation d'énergie à mettre en œuvre.

Pour cette étude, on considèrera que la puissance absorbée totale est de 52kW et la puissance réactive totale de 28 kVAR.

B4.1. Calculer le facteur de puissance de cette installation.

Formule	Application numérique

B4.2. Calculer la $\text{tg } \varphi$ de l'installation.

Formule	Application numérique

B4.3. Calculer la puissance réactive (Q_c) totale à fournir par les batteries de condensateurs.

Formule	Application numérique

A présent, on supposera que l'on doit installer une batterie de condensateurs de 10kVAR minimum de façon à ne pas être pénalisé par EDF avec une puissance d'alimentation de 60KVA.

B4.4. Calculer le nouveau courant par phase. Conclure

Formule	Application numérique

Votre responsable technique vous demande de déterminer le type de compensation à installer.

B4.5. Déterminer le type de compensation à installer.

Rapport Qc/SN		
Mode de compensation :	Fixe <input type="checkbox"/>	Automatique <input type="checkbox"/>

B4.6. Indiquer quel appareil allez-vous utiliser pour mesurer le taux de distorsion en courant d'harmonique.

--

Les mesures réalisées sont les suivantes :

U= 400V

Sn= 60 KVA puissance apparente nominale de l'armoire

S=47KVA Puissance apparente mesurée.

THD= 2% Taux de distorsion en courant harmonique mesuré

B4.7. Déterminer le type de l'équipement de compensation à mettre en œuvre.

Formule :	Calcul :
Choix de l'équipement de compensation	CLASSIC <input type="checkbox"/>
	CONFORT <input type="checkbox"/>
	HARMONY <input type="checkbox"/>

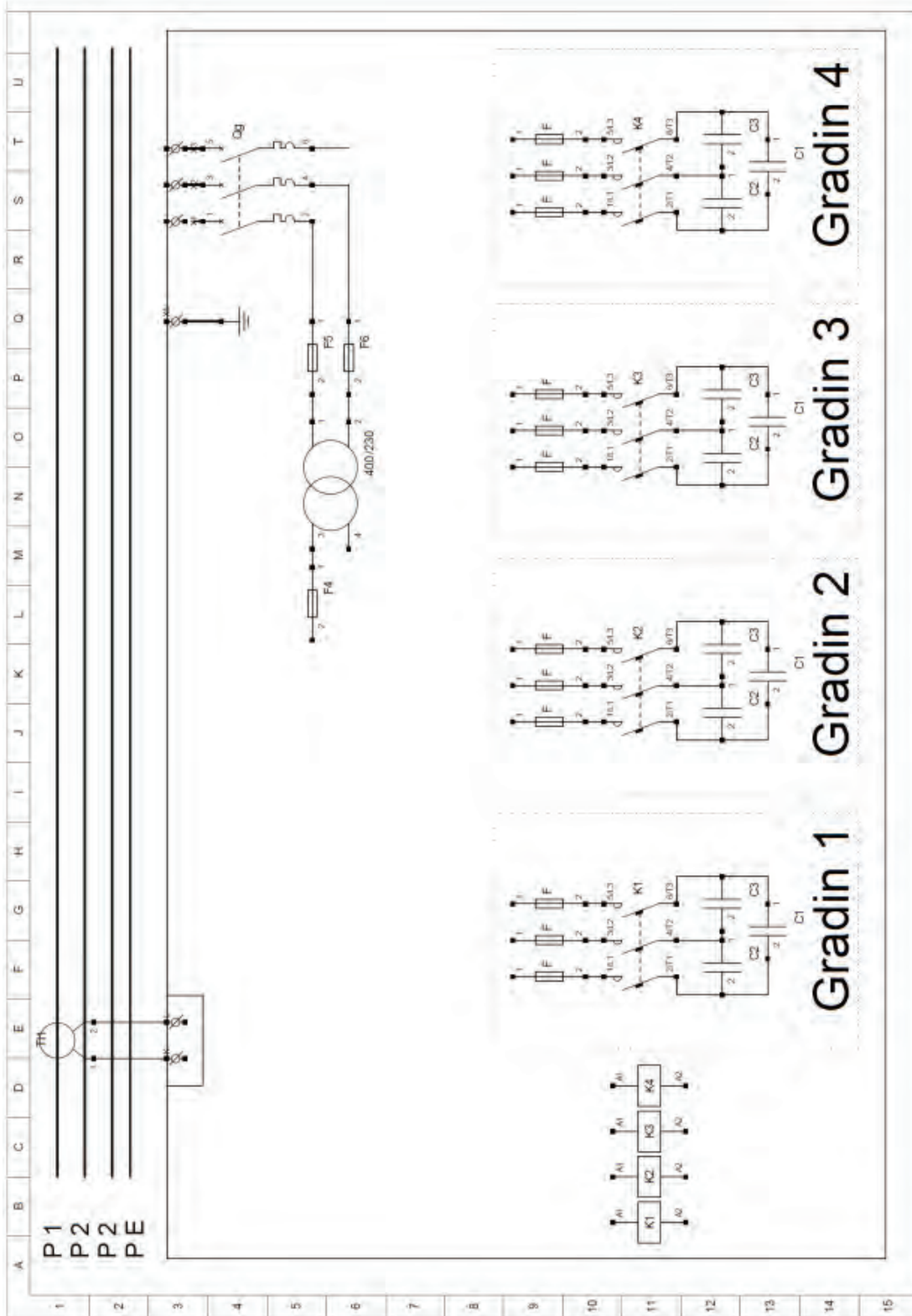
Le module de compensation ne pouvant pas être implanté dans l'armoire existante, on le rajoutera dans une armoire à proximité (environ 2m de câble).

B4.8. Choisir la batterie de condensateur sachant que cet équipement sera disposé à proximité de l'armoire et protégé par un disjoncteur implanté dans l'armoire. Justifier votre choix.

--

En vue de raccorder la batterie Varset à notre installation, on vous demande de tracer le schéma de raccordement du régulateur NR6. L'équipement est câblé en sortie d'usine pour un réseau avec distribution du neutre. Vous devez l'adapter à l'alimentation 3x400V 50Hz dans laquelle le conducteur de neutre n'est pas distribué.

B4.9. Compléter le nouveau schéma de branchement :



B5. Régulation de la température de l'huile de la centrale hydraulique

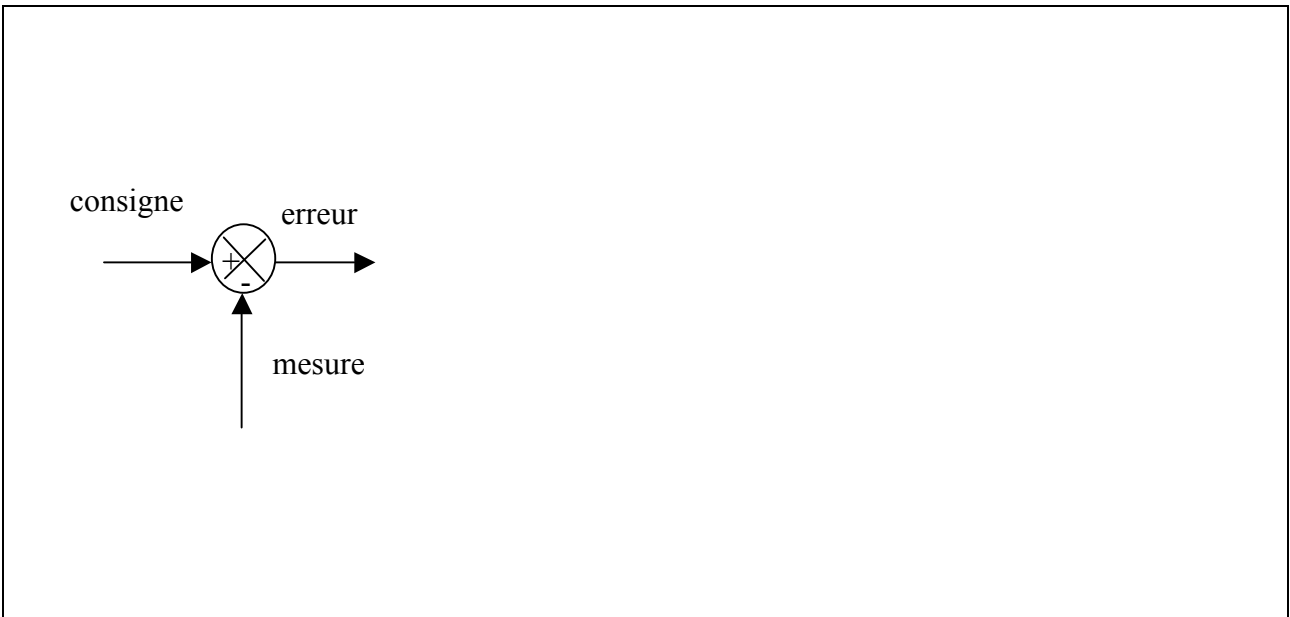
Pour répondre efficacement à une demande croissante de l'utilisation du Télescope Bernard Lyot et afin d'améliorer la rapidité de préparation, il a été convenu avec les exploitants de préchauffer l'huile en permanence en mettant en œuvre une boucle de régulation.

Modélisation d'une régulation

Le choix des responsables s'est porté sur une régulation de type PID.

B5.1. Donner la signification et l'action de chacun des termes du PID.

B5.2. Etablir le schéma de principe de la boucle de régulation en y intégrant le régulateur, le gradateur, les thermoplongeurs et le capteur de température.



Nom :

Prénom :

N° d'inscription : **Né(e) le :** / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

	Concours	Section/Option	Epreuve	Matière
■	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

EFE GET 1

PARTIE B (suite)
Questions B5.3 à B5.5

B5.3. On dispose de deux solutions techniques pour la mise en œuvre d'un gradateur :

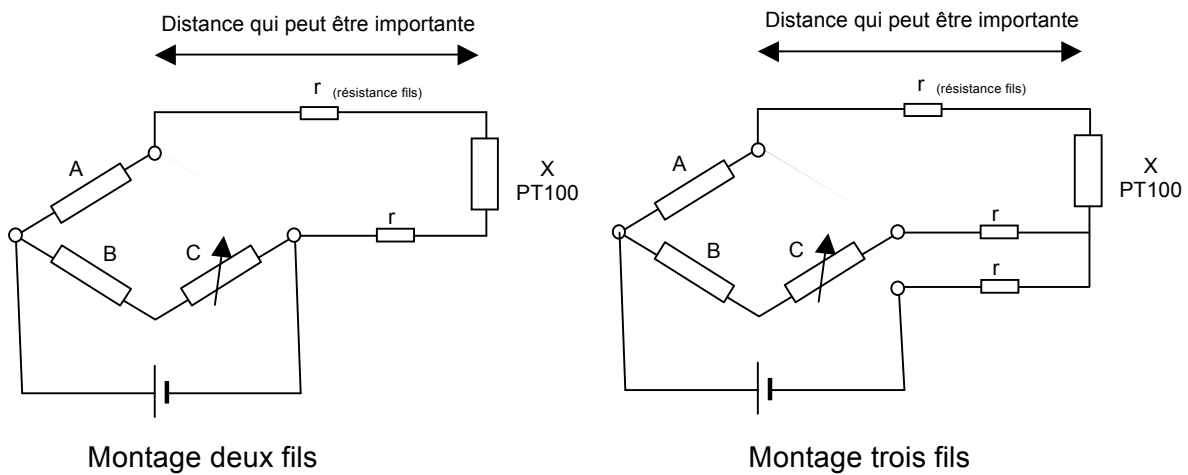
- le gradateur à train d'ondes,
- le gradateur à angle de phase.

Pour l'application proposée, on vous demande de préciser la solution la mieux adaptée et de justifier votre choix.

Le capteur de température utilisé est une sonde PT100.

Il existe des capteurs comportant 2 fils ou 3 fils.

Exemples : montage en pont de Wheatstone :



B5.4. Démontrer par le calcul l'intérêt d'utiliser une sonde PT100 trois fils pour les longues distances. Pour cela donner l'expression de X en fonction de A, B, C et r.

Montage deux fils :

Montage trois fils :

Conclusion :

L'huile utilisée dans les patins hydrostatiques va être réglée à une température de 25°C. Dans le cas le plus défavorable la température minimale de l'huile avant la chauffe sera de 5°C.

B5.5. Calculer l'énergie de chauffe nécessaire pour une montée en température en 20mn.

Détermination des paramètres de la fonction de transfert du régulateur :

La puissance de chauffe des thermoplongeurs est modulée linéairement par un gradateur. La consigne est nommée Y et varie de 0 à 100 %. La plage de travail du régulateur est de 20°C.

Afin de déterminer les paramètres de correction du régulateur, il est nécessaire d'identifier le système par un essai expérimental. Il s'agit d'un relevé en réponse indicielle (échelon) en boucle ouverte.

Cet essai est réalisé avec une consigne de température de 25 °C.

Compte tenu de l'allure générale de la réponse indicielle, c'est la méthode de Broïda qui a été retenue.

Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)



Concours

--	--	--

Section/Option

--	--	--	--	--

Epreuve

--	--	--	--	--

Matière

--	--	--	--

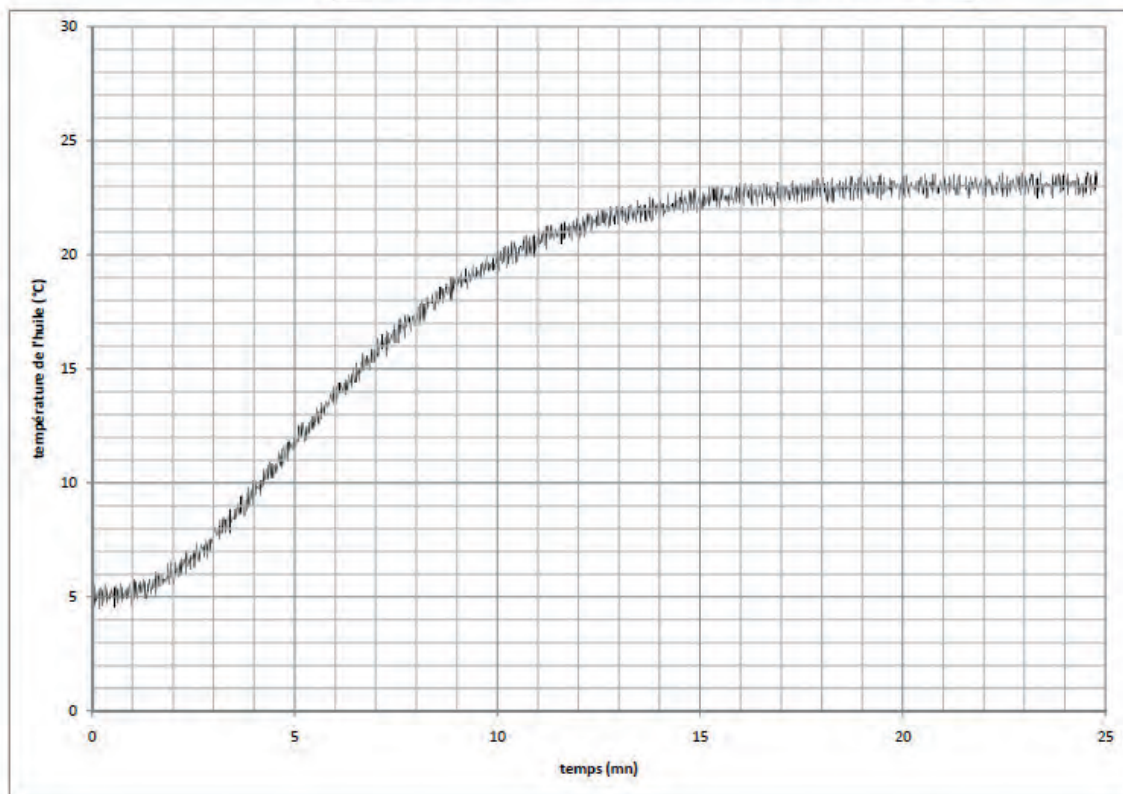
EFE GET 1

**PARTIE B (suite et fin)
Questions B5.6 à B5.9**

B5.6. A partir de la méthode Broïda, identifier la fonction de transfert correspondant à la courbe relevée.

B5.7. Déterminer les paramètres K , T et τ caractérisant la fonction de transfert en boucle ouverte de ce système conformément au modèle de Broïda .

Courbe de Chauffe d'huile de la cuve de la centrale hydraulique



Paramètres de la fonction de transfert :

B5.8. Déterminer le type de correcteur :

B5.9. Déterminer les paramètres du correcteur :

Nom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

		/			/										
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)



Concours	Section/Option	Epreuve	Matière																	
<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				

EFE GET 1

PARTIE C
Questions C1.1 à C1.9

PARTIE C : MOTORISATION ET SUPERVISION DE LA COUPOLE DU TBL

C1. Modification de la motorisation de l'entraînement de la coupole

Dans le cadre de la modernisation de l'installation, on a souhaité remplacer les moteurs à courant continu qui assurent la rotation de la coupole et de la calotte.

La solution technique qui a été retenue est l'utilisation de servomoteurs de type « brushless ». Ces derniers seront alimentés par des variateurs équipés de filtres CEM.

La chaîne cinématique de l'entraînement de la coupole reste inchangée.

Objectif : déterminer les caractéristiques nécessaires pour le dimensionnement, l'alimentation et la protection de ces nouveaux moteurs d'entraînement.

C1.1. Préciser dans le cas présent, l'intérêt d'un point de vue technique d'utiliser ce type de moteur. Ce choix peut-il présenter des arguments économiques ? Si oui, préciser lesquels ?

Le choix de l'équipe s'est porté sur la gamme de servomoteurs de type « brushless » d'une nouvelle génération Parker SSD Parvex. Afin de réduire les coûts de la modification, le système d'entraînement de la coupole a été entièrement conservé. Seuls les moteurs existants ont été remplacés par des modèles présentant une dynamique élevée et une exceptionnelle qualité de mouvement répondant aux exigences de positionnement de la coupole du télescope BL.

C1.2. Indiquer dans la gamme Parker SSD Parvex, la série à retenir. (voir DT12 et DT13)

C1.3. Préciser le couple minimal que devra fournir chaque moteur. Justifier votre réponse.

C1.4. Calculer la vitesse de rotation d'un moteur pour assurer une remise en position initiale de la coupole en moins de 2min 30s après une journée ou une nuit d'observation.

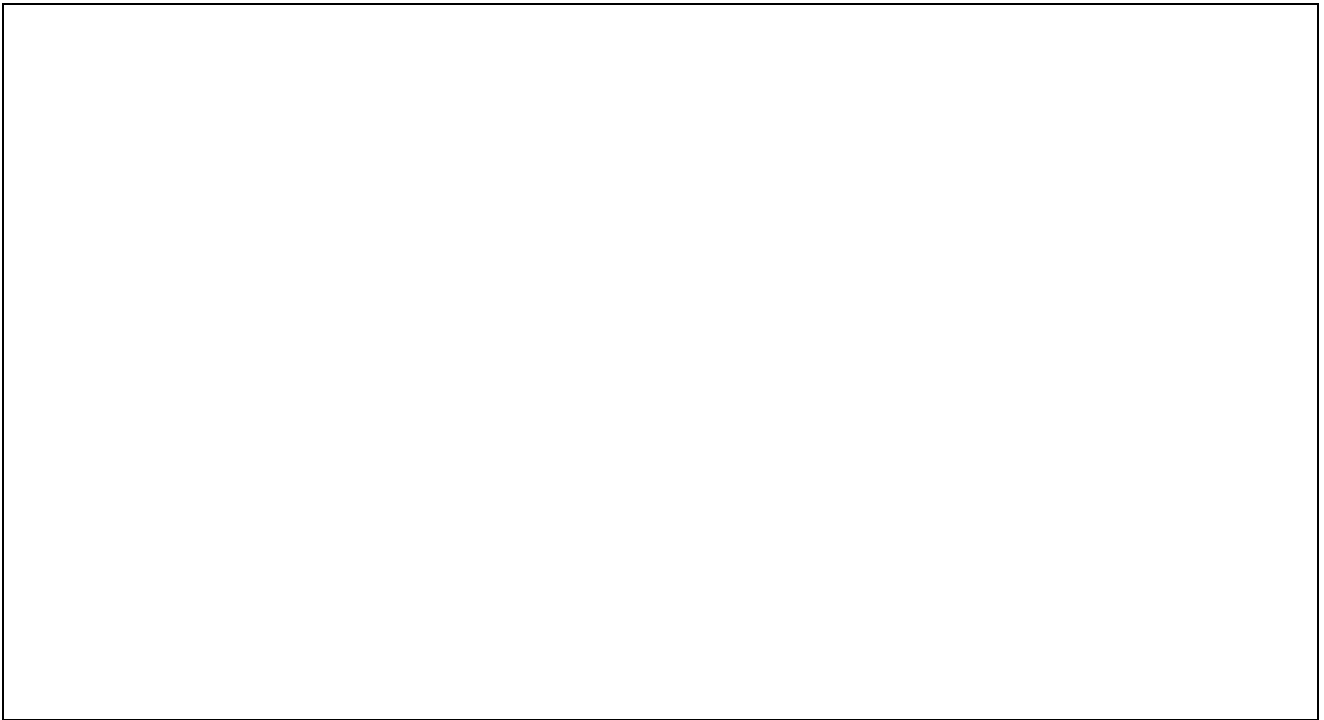
C1.5. Donner la référence du moteur à retenir : Justifier votre choix.

C1.6. Préciser la référence du variateur multiaxe associé, afin d'obtenir un pilotage du positionnement sans automate embarqué. On rappelle que l'installation est à environ 2900m d'altitude.

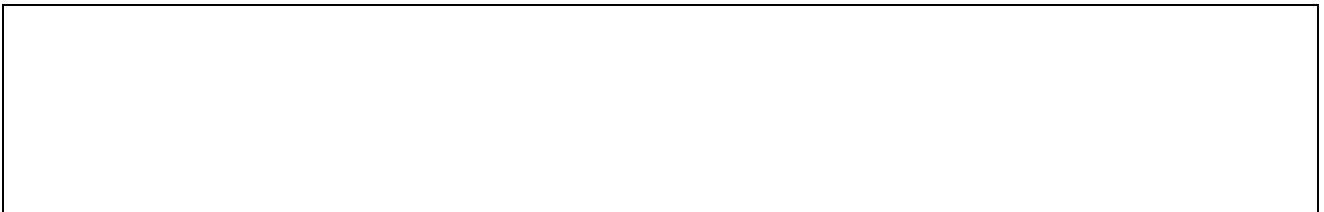
Le contrôle de la rotation de la coupole doit être asservi à celui de la calotte pour assurer le suivi d'un astre. La commande de cet ensemble assurera un positionnement multiaxes avec une alimentation sur rack.

C1.7. Choisir le module d'alimentation de puissance du rack.

C1.8. Choisir le filtre réseau de taille normale associé.



C1.9. Choisir la protection adaptée.



Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)



Concours

--	--	--

Section/Option

--	--	--	--

Epreuve

--	--	--	--

Matière

--	--	--	--

EFE GET 1

PARTIE C (suite)

Questions C2.1 à C2.9

C2. Analyse des harmoniques de la motorisation de la coupole

Le mouvement de la coupole nécessite l'utilisation simultanée de 5 moteurs. On associe un automate pour la synchronisation et un variateur pour l'alimentation simultanée des 5 moteurs. On se propose de justifier l'utilisation d'un filtre en amont de ce variateur.

Causes et effets d'une pollution harmonique

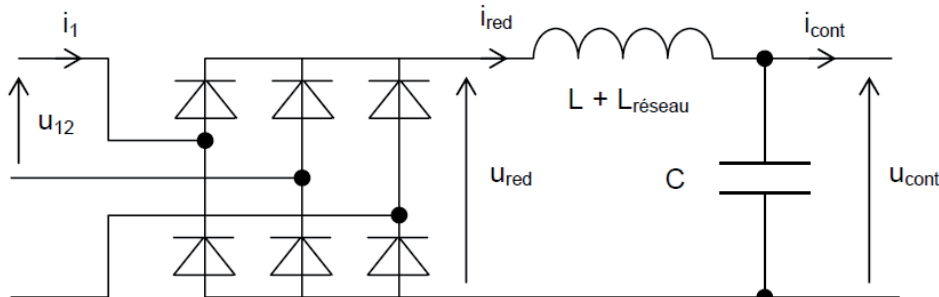
C2.1. Identifier les causes principales de ces perturbations harmoniques :

C2.2. Citer les principaux effets engendrés par ces perturbations :

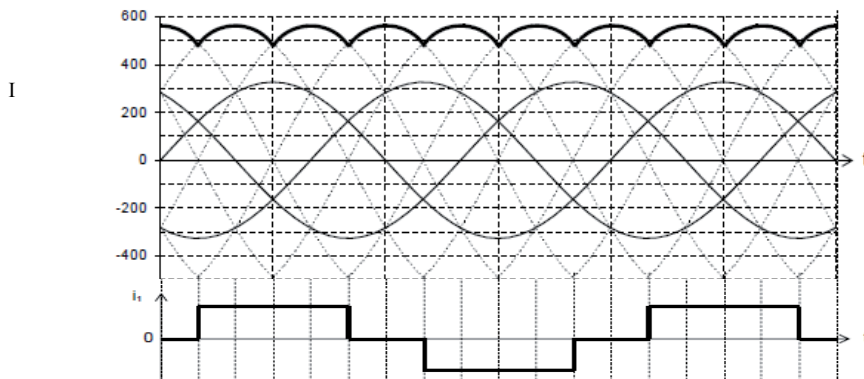
Pour cette étude, nous chercherons à réduire les perturbations harmoniques provoquées par le variateur associé à la motorisation de la coupole.

Le variateur de vitesse proposé a une structure de puissance classique : redressement par pont parallèle double triphasé (PD3)

Schéma équivalent simplifié :



Relevé des signaux du variateur :



Détermination du taux distorsion harmonique provoqué par le variateur

On vous rappelle le principe de la décomposition d'un signal en série de Fourier :

$$i(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \sin k\omega t + b_k \cos k\omega t)$$

Avec $a_k = \frac{2}{T} \int_0^T i(t) \sin k\omega t dt$ et $b_k = \frac{2}{T} \int_0^T i(t) \cos k\omega t dt$

$$i(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4 \cdot \hat{I}_1}{\pi} \cdot \frac{\cos\left[\frac{(2n+1)\pi}{6}\right]}{(2n+1)} \sin[(2n+1)\omega t]$$

C2.3. Montrer que le courant $i(t)$ s'écrit

C2.4. Calculer ci-dessous les valeurs efficaces des courants harmoniques de rang k : I_k à partir de la formule de $i(t)$. On prendra $\hat{I}_0 = 35,4$ A.

Rang	1	3	5	7	9	11	13	15
I_k (A)								
I_k^2 (A ²)								

C2.5. Calculer le taux de distorsion Harmonique THD en se limitant au rang 15 (exprimer la valeur en %).

C2.6. D'après l'extrait de la norme NFC15-100 donné, déterminer le niveau de pollution harmonique de l'installation.

C2.7. Quelles solutions préconisez vous afin de lutter contre ces courants harmoniques ?

Filtrage des harmoniques

On se propose d'annuler les harmoniques de rang 5, 7 et 11 en plaçant un filtre de type RLC série entre chaque phase et le neutre ($V = 230V$).

C2.8. Dans ces conditions calculer le nouveau taux de distorsion. Son niveau est il acceptable ?

Le facteur de qualité de ce filtre est $Q_0 = \frac{X_0}{R} = 93$ avec $X_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
Il faudra que l'impédance de l'inductance soit égale à l'impédance du condensateur.
On admettra une résistance $R = 2\Omega$.

C2.9. Dessiner ci-dessous le schéma équivalent de ce filtre.

Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

											Né(e) le :			/			/					
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

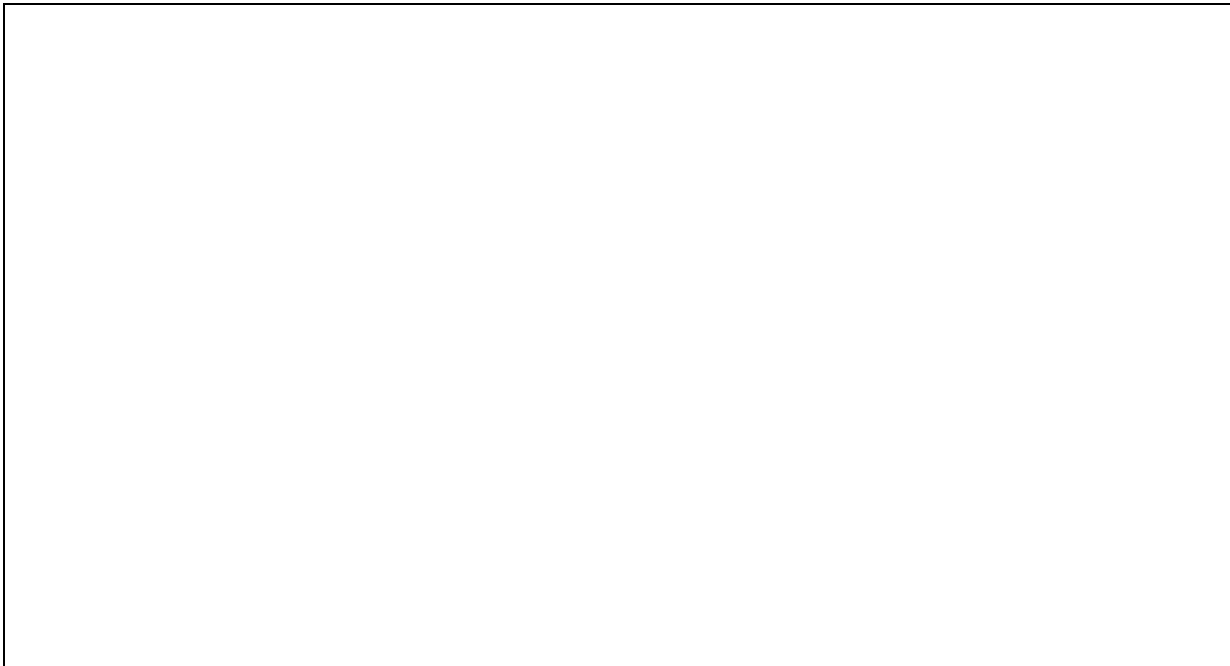
Concours	Section/Option	Epreuve	Matière																				
<table border="1" style="width: 100%; height: 25px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>						<table border="1" style="width: 100%; height: 25px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>						<table border="1" style="width: 100%; height: 25px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>						<table border="1" style="width: 100%; height: 25px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>					

EFE GET 1

PARTIE C (suite)

Questions C2.10 à C3.2

C2.10. Déterminer les paramètres L et C pour une pulsation de $k\omega$ centrée sur l'harmonique de rang 5.



C3. Communication des équipements avec la supervision

La modernisation de ce site doit permettre une meilleure gestion des équipements implantés sur ce bâtiment. De ce fait, une supervision va être implantée afin de piloter l'ensemble des motorisations du télescope, mais aussi des motorisations de l'ensemble coupole/calotte.

Ce poste de commande et de mesure sera situé à l'étage immédiatement inférieur au télescope. Le choix de la communication entre les différents modules s'est porté sur le bus CAN Open.

Lors d'une coupure du réseau d'alimentation, on souhaite faire une analyse de la trame afin de retrouver la position.

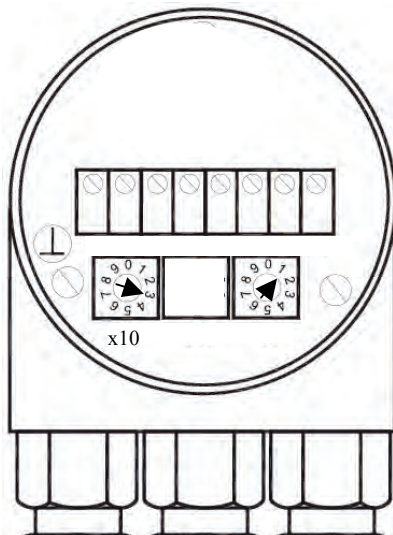
Etude de la trame

C3.1. Recherche de l'adresse des codeurs :

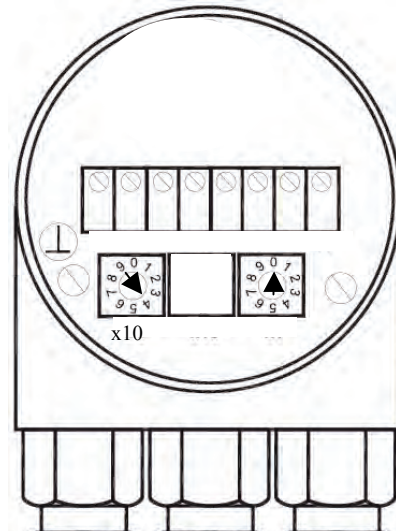
A partir de la position des potentiomètres des codeurs de la coupole et de la calotte du télescope, déterminer leur adresse respective et leur COB-ID, sur les différentes bases de numération suivantes : base 10, base 2 et base 16.

Pour notre application la valeur du PDO sera égale à : **0011**₍₂₎

Codeur coupole

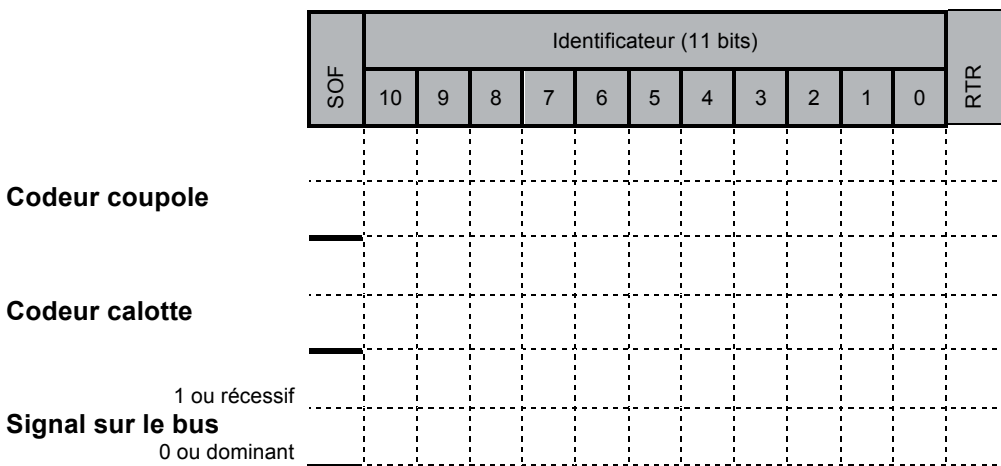


Codeur calotte



Codeur coupôle	Codeur calotte
Adresse_coupole ₍₁₀₎ =	Adresse_calotte ₍₁₀₎ =
Adresse_coupole ₍₂₎ =	Adresse_calotte ₍₂₎ =
Adresse_coupole ₍₁₆₎ =	Adresse_calotte ₍₁₆₎ =
COB-ID_coupole ₍₂₎ =	COB-ID_calotte ₍₂₎ =

C3.2. Compléter le chronogramme correspondant au champ d'arbitrage pour ces deux codeurs :



Lequel est le plus prioritaire pour accéder au bus CAN ? Justifier votre réponse.

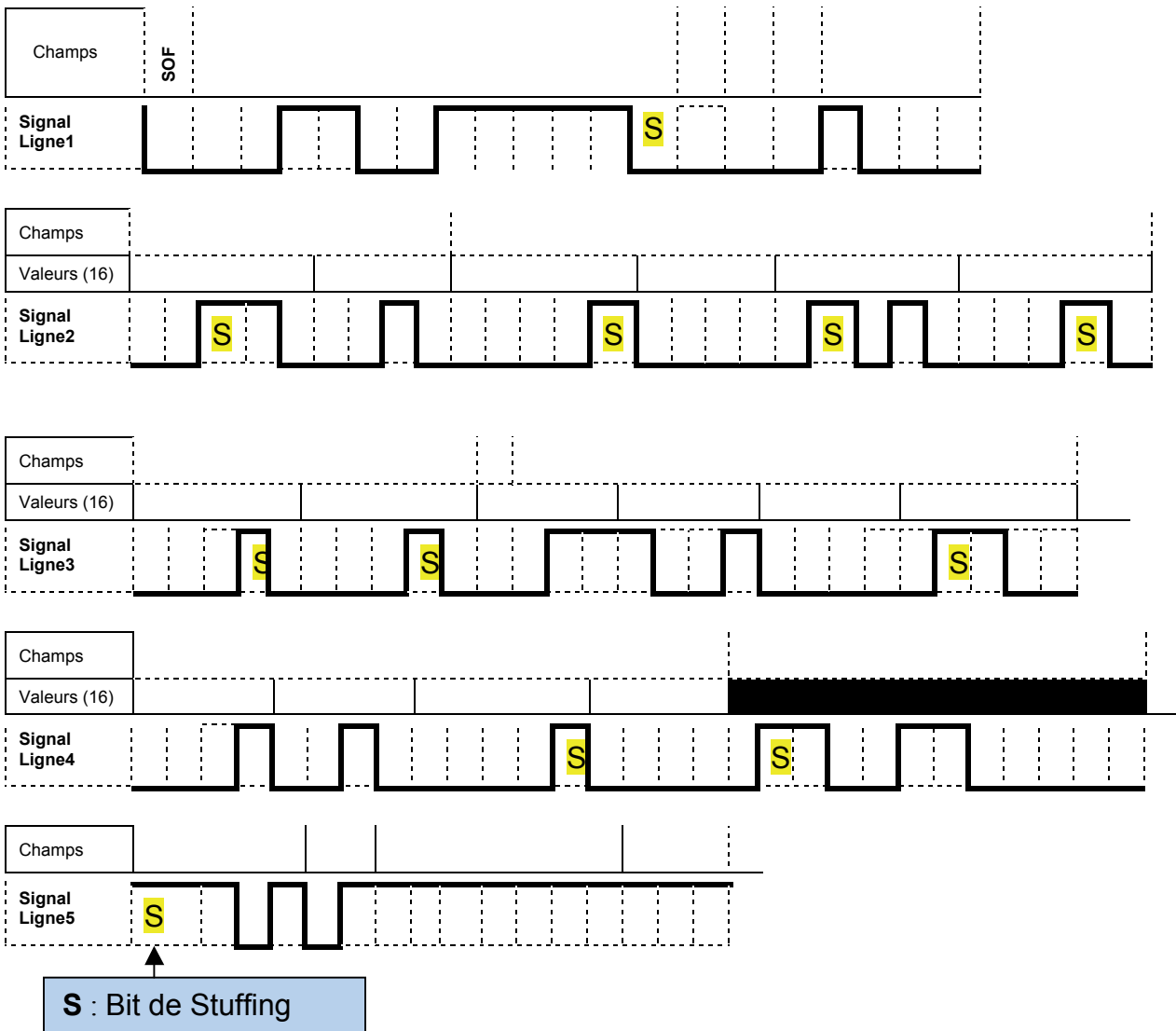
C3.3. Donner la valeur binaire et hexadécimale du champ d'arbitrage.

COB-ID (2)	COB-ID (16)

La transmission de la position des capteurs rotatifs s'effectue suite à une demande de la supervision. Etant donné que la trame émise par le capteur contient un grand nombre de bits, elle a été décomposée en 4 lignes :

- ligne 1 : SOF, champ d'arbitrage et champ de contrôle
- ligne 2 : octets de données,
- ligne 3 : octets de données,
- ligne 4 : octets de données, CRC
- ligne 5 : CRC (suite), ACK, champ de fin de trame et espace inter trame

C3.4. Délimiter les différents champs du protocole CAN Open sur la figure ci-dessous :



C3.5. Décoder les valeurs hexadécimales de la ligne 2, 3 et 4 en le complétant dans la trame ci-dessus.

C3.6. Déterminer la position angulaire de la coupole pour une précision du codeur de 0,1534mm et une résolution de 4096 points/tour.

calculs

Réglage de la vitesse de transmission sur le Bus CAN open

On cherche à vérifier si le réglage de la vitesse de transmission réglée à 250 kbits/s (1kbits/s=1000bits/s) sur les différents équipements du bus CAN Open, est compatible avec la vitesse de transmission du codeur précédent. On prendra comme trame de référence la trame étudiée à la question C3.4, soit 121 bits, bits de stuffing inclus.

C3.7. Calculer le temps théorique T_{trame_codeur} nécessaire pour transmettre une position du codeur :

formule	valeur

C3.8. Calculer le temps de propagation théorique T_{th} et le débit théorique maximum $D_{th\ max}$ du superviseur jusqu'au codeur de la coupole. Conclure.

Distance totale =
Temps théorique de propagation d'une trame= T_{th} =
Débit théorique maxi =
Conclusion :

C3.9. En déduire le nombre maximum théorique de trames N_{tr} pouvant circuler sur le bus en 1 seconde pour le débit réglé :

formule	valeur

PARTIE D : Centrale photovoltaïque de la Station Météo Communicante

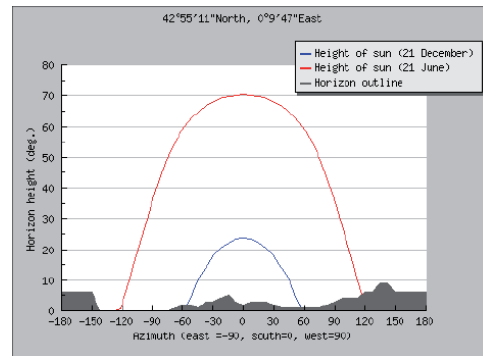
Le responsable technique souhaite faire évoluer énergétiquement une partie de l'installation existante. Vous devez proposer une modification de l'installation photovoltaïque en vous aidant du dossier ressource.

D1. Etude de l'existant et analyse de l'effet de l'environnement sur les modules photovoltaïques.

A l'aide de la position GPS une première étude à l'aide du logiciel PVgis est réalisée. La station météo est sur une crête et il n'y a pas de masque lié à un obstacle proche.

Voici le Relevé de masque sur le site prévu

Location: 42°55'11" Nord, 0°9'47" Est, 2047 m altitude



D'après le relevé de masque ci-dessus :

D1.1. Indiquer par une croix, quelle sera l'influence des ombres portées des montagnes situées devant les modules :

- Perte de 5% du productible
- Perte de 25% du productible
- Perte de 70% du productible

D1.2. Donner la définition de la puissance crête STC d'un module

Le courant de court-circuit d'une cellule PV est de 3,1 A sous 1000 w/m².

D1.3. Indiquer le courant à la puissance maximale aux conditions STC :

Le bureau d'étude a choisi une technologie de modules photovoltaïques PHOTOWATT PW500 Modèle 50 W. Il souhaite connaître le comportement de ces modules dans leur environnement (température de -20°C à +55°C) et en présence de neige.

D1.4. Compléter le tableau ci-dessous :

Coefficients de température	Puissance	Courant	Tension
Temp. Modules	-20°C	25 °C	50 °C
Puissance nominale		50W	
Courant de court circuit		3.1A	
Tension circuit ouvert		21.6V	

D1.5. Préciser l'incidence de la température sur les modules photovoltaïques.(voir courbes sur DR37)

D2. Calcul de l'énergie consommée.

Vous devez dimensionner la nouvelle centrale photovoltaïque de cette station Météo. Il est nécessaire de prévoir en supplément l'alimentation :

- D'un routeur GSM 3G.
- D'une Webcam 360° avec un dôme et chauffage
- D'un déclencheur d'avalanche Gazex.

A l'aide des documentations techniques déterminer le besoin énergétique de ce nouvel équipement.

Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Concours

--	--	--	--

Section/Option

--	--	--	--	--	--

Epreuve

--	--	--	--	--	--

Matière

--	--	--	--	--



EFE GET 1

PARTIE D (suite)
Questions D2.1 à D5.1

D2.1. Compléter le tableau ci-dessous afin de déterminer quelle sera la consommation totale en énergie journalière en Ah :

Appareil	Nombre	Tension	Puissance	Courant	Durée d'utilisation/jour (h/j)	Conso journalière (Ah)
Existant						
Accéléromètre	1	24 VDC		10 mA	24 h	0.24
Thermomètre	1	24 VDC		100mA	24 h	2.4
Détecteur de neige	1	24 VDC		200mA	24 h	4.8
Rayonnement solaire	1	24 VDC		0	24 h	0
Pluviomètre	1	24 VDC		100mA	24 h	2.4
Anémomètre	1	24 VDC		0		0
Girouette				0,5 mA	24 h	0.12
Chauffage temp<-25°				2,7A	1 h	2.7
Dataloger	1	24 VDC	1W	41 m A	24 h	0.98
Extension de la centrale météo						
Routeur GSM 3G	1	24 VDC			24 h	
Web cam		24VDC	15W		10 h	
CHAUFFAGE			50W		1 h	
Déclencheur GAZEX		24 VDC	0.240W	10mA	1 h	
Total						

Pour la suite on prendra 28 Ah/ jour

D.3. Calcul de l'énergie à produire.

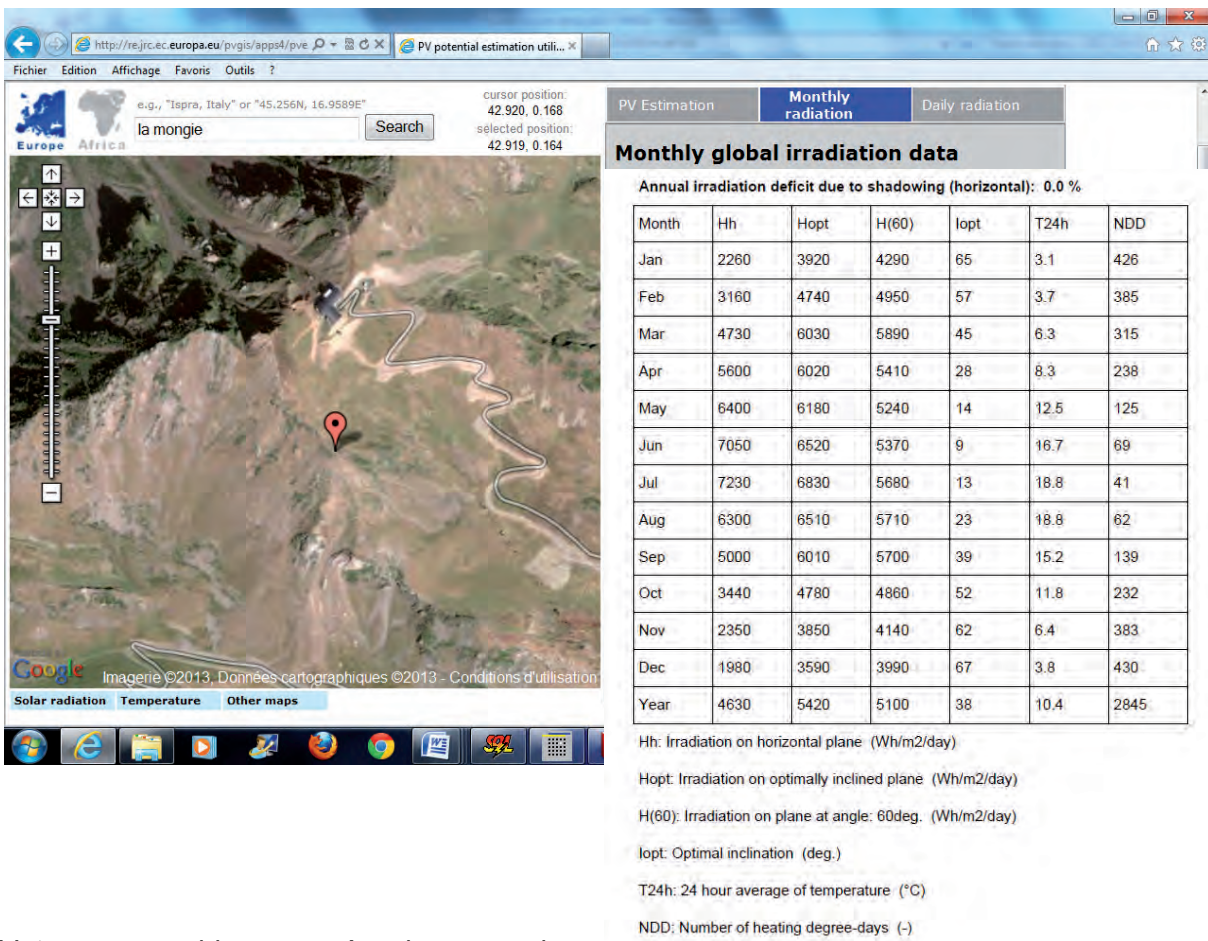
D3.1. Calculer l'énergie à produire. On prendra un coefficient K de 0.65 et une tension de production de 24V.

D4. Calcul de la taille du générateur.

Afin de déterminer l'irradiation quotidienne moyenne du site le bureau d'étude a utilisé le site suivant:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>.

Voilà les données d'irradiation du point relevé ou sera installée notre station météo



Votre responsable vous préconise un angle d'inclinaison de 60° pour vos modules.

D4.1. Calculer la puissance crête à installer (prendre le mois le plus défavorable).

D5 Dimensionnement du parc de batteries.

Pour notre étude, nous voulons une autonomie de 5 jours. La décharge maximale admissible des batteries sera de 20% comme le préconise le fabricant.

D5.1. Calculer la capacité des batteries.

D6. Etude de la solution retenue

La solution retenue par le bureau d'étude se compose de :

- 8 modules photovoltaïques photowatt 50W
- 4 Batteries plomb scellés gel « solaire » de 185 Ah-12V,
- 1 régulateur charge-décharge STECA PR20 20 A- 12 -24V

D6.1. Calculer dans cette version, la production énergétique minimale par jour en hiver en tenant compte des coefficients de pertes en courant de 0.72 :

D6.2. Calculer dans cette version la production énergétique maximale par jour en tenant compte des coefficients de pertes en courant de 0.72 :

D6.3. Préciser l'excédent de production si l'on prend une consommation journalière de 28Ah. On prendra le mois le plus défavorable et le plus favorable de l'année.

Suite à de nombreux dysfonctionnement sur plusieurs sites isolés en Montagne, le responsable technique souhaite savoir si l'on peut conserver le régulateur existant : Steca PR20.20.

En tenant compte des conditions d'environnement à une température de -20°C un module Photowatt à une tension $V_{oc} = 25.15 \text{ V}$. Pour une température de 55°C le courant de court circuit sera de 3.13A.

Vous devez vérifier l'adéquation Régulateur Champs Photovoltaïque et choisir le régulateur correspondant à notre utilisation.

D6.4. Compléter le tableau ci-dessous :

	Régulateur STECA PR 20.20	Champs Photovoltaïque
Tension maximale		
Courant maximal		
Conclusion		
	Régulateur BlueSolar MPPT	
Tension maximale		
Courant maximal		
Conclusion		
Choix		

Les modules choisis supportent 2 fois le courant maxi I_{stc} en inverse soit 5.8 A. De ce fait, votre responsable technique vous demande de proposer une solution pour protéger votre système si un des modules est masqué par la neige.

D6.5. Préciser les protections que l'on peut mettre en œuvre. Argumenter votre choix.

--

D6.6. Choisir le boîtier de jonction. Justifier votre choix.

Référence	Tension d'utilisation (v)	Intensité d'utilisation (A)	Tension max (v)	Nb d'entrées	Nb de sorties	justification

D6.7. Compléter le schéma de raccordement du nouveau régulateur.

