

CGM

CONCOURS GENERAL DES MÉTIERS

MELEC

SESSION 2018

DOSSIER SUJET

UNITE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE VAUX LE PENIL



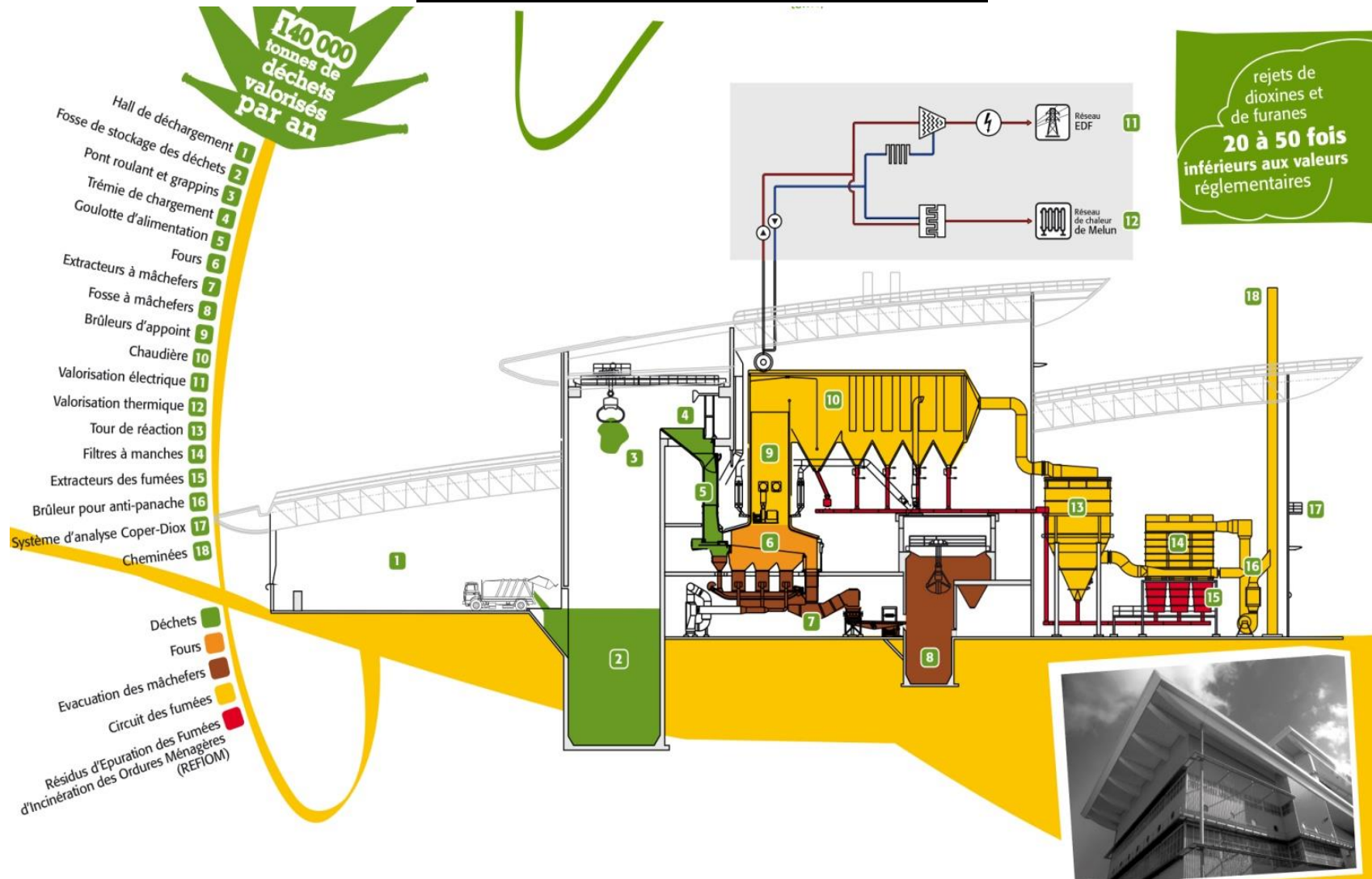
DURÉE 5h

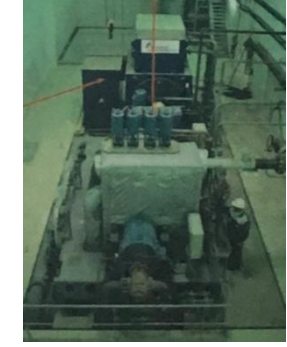
PRÉSENTATION DU SITE : Le SMITOM Centre Ouest Seine et Marnais est un syndicat mixte intercommunal chargé de l'élimination des déchets ménagers d'une population de 300 000 habitants.

Le syndicat dispose de 11 déchèteries, 3 quais de transfert, 2 plateformes de compostage des déchets verts, 1 plateforme de tri des encombrants, 1 centre de tri des emballages et 1 **Unité de Valorisation Énergétique (UVE)**, située sur la commune de Vaux le Pénil.

L'UVE a pour but de produire de l'électricité qui sera exportée sur le réseau à partir de l'incinération de déchets provenant principalement des ordures ménagères (entre 75 et 90%) et des déchets industriels banals.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'UVE :



1 2 3 4		Les camions bennes déchargent les différents déchets dans la fosse (2). Le grappin (3) acheminera les déchets jusqu'à la trémie de déchargement (4). La capacité maximale de traitement autorisée est de 137 900 tonnes par an.
5 6 9 10		L'incinération des déchets ménagers est réalisée par deux fours (6) identiques qui traitent 8,6 tonnes de déchet par heure chacune. Chaque chaudière produit 25 tonnes par heure de vapeur à 42 bar et 380°C.
11		<u>Groupe Turbo-Alternateur (GTA) :</u> La vapeur produite est envoyée sur une turbine à condensation, laquelle entraîne un alternateur de 11MW. L'électricité produite est exportée sur le réseau public après déduction des autoconsommations du site. L'énergie électrique revendue est d'environ 55000 MWh / an
12		La vapeur permet également l'alimentation du réseau de chaleur de la ville de Melun avec un échangeur de 5MW, à hauteur de 15000 MWh/an
7 8		Les déchets issus de la combustion (mâchefer) sont évacués pour être recyclés par les travaux publics.
13 14 15 16 17		A la sortie des chaudières, les fumées subissent un traitement de type semi humide : ➤ Réacteur avec injection de lait de chaux pour la captation des polluants acides ➤ Injection de charbon actif pour la captation des métaux lourds et des dioxines. ➤ Dépoussiérage par filtre à manches, afin de capter les poussières, les métaux lourds particuliers et le réactif en excès. ➤ Traitement des oxydes d'azote contenu dans les fumées par injection d'ammoniac pulvérisé dans le four
18		Les gaz épurés dont la composition est conforme à la réglementation en vigueur sont évacués par un ventilateur de tirage et envoyés à l'atmosphère par l'intermédiaire d'une cheminée par ligne.

PRÉSENTATION DU PROJET :

Vous êtes M. MARY, technicien de l'entreprise G2E située à Melun en Seine et Marne. Cette dernière a été retenue en vu de travaux d'amélioration énergétique répartis en quatre lots distincts pour le SMITOM-LOMBRIC du district de Melun.

LOT N°1 : Abaissement des émissions de NO_x (oxyde d'azote) de 80 à 50mg/Nm³ (Normaux mètre cube) en valeur moyenne journalière.

LOT N°2 : Abaissement ou maintien des émissions de NH₃ (ammoniac) sous le seuil de 10 mg/Nm³ en valeur moyenne journalière.

LOT N°3 : Augmentation de la fourniture de l'énergie thermique au réseau de chauffage urbain.

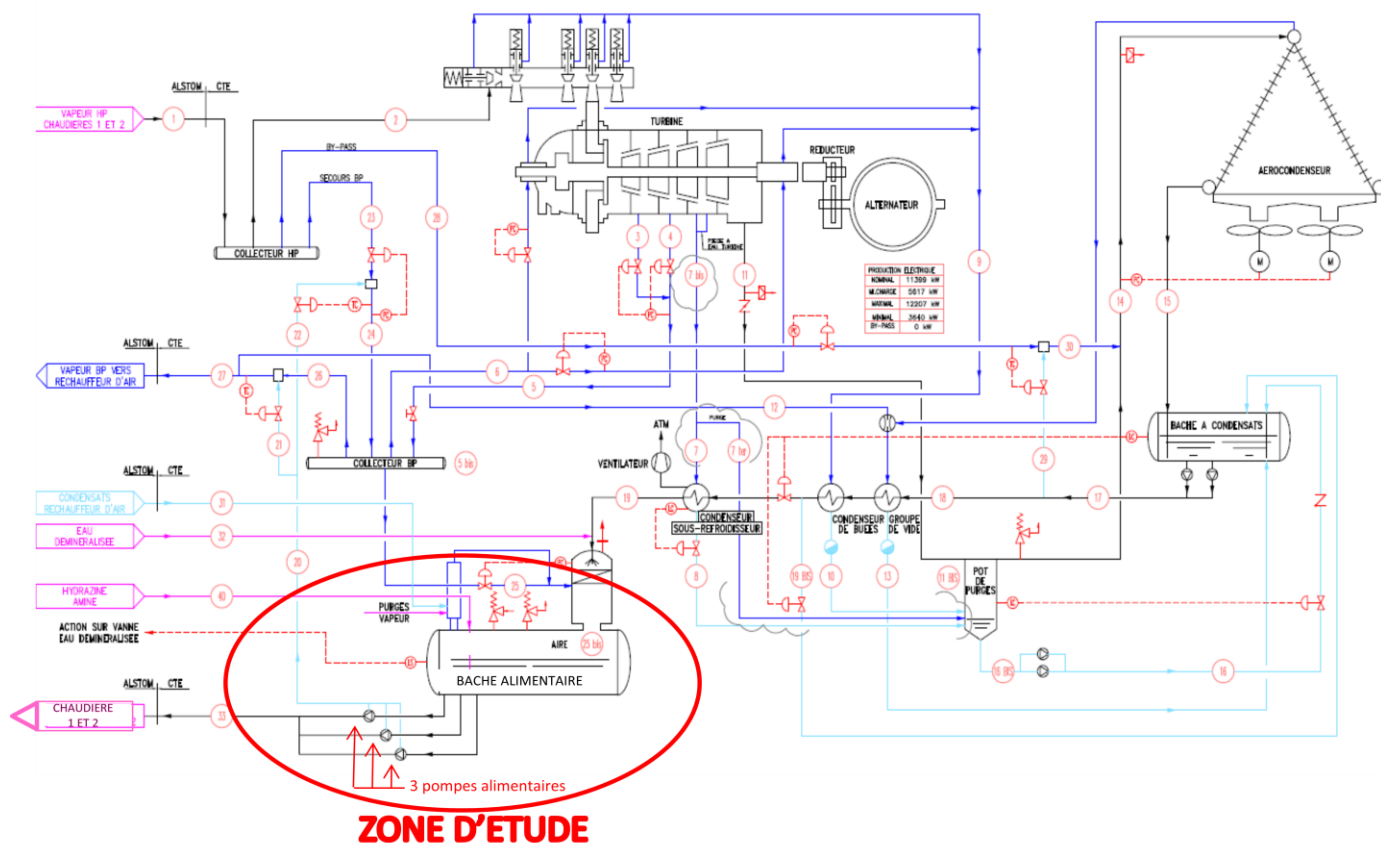
LOT N°4 : Amélioration de la performance de l'installation avec l'objectif d'atteindre une efficacité énergétique de 80% en respect de la directive européenne.

❶ **Notre préparation des travaux s'inscrit sur ce lot n°4.**

En respect du CCTP, établi par le maître d'œuvre, votre bureau d'étude détermine la modification de l'alimentation des pompes alimentaires en associant à chacune un variateur de vitesse qui permet de réguler la pression de l'eau envoyée vers la chaudière et d'optimiser la consommation électrique.

Ces pompes aspirent l'eau de la bache « alimentaire » pour l'envoyer dans la chaudière sous une pression de 42 bar au lieu des 52 bar actuels.

SYNOPTIQUE DE FONCTIONNEMENT DU SITE



Le système est composé de trois pompes alimentaires identiques de 110 kW (deux en fonctionnement et une en secours).

DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE EXISTANTE DU SITE :

L'usine est raccordée au réseau public haute tension 20 kV via un tableau HTA de distribution.

Ce tableau alimente 3 transformateurs HTA/BT 20kV/400V :

- Deux de 1000 kVA (un par ligne d'incinération)
- Un de 2000 kVA pour les communs

Chaque transformateur alimente un TGBT (TGBT L1, TGBT L2 et TGBT communs) qui assure la distribution BT vers les différents tableaux BT installés dans les locaux électriques dédiés.

Un GTA (Groupe Turbo Alternateur) assure la production d'énergie électrique en 6 kV. L'énergie est exportée sur le réseau via un transformateur élévateur HTA/HTA 6/20kV de 15MVA. Une partie de cette énergie est utilisée en local et le reste est réinjecté et revendu sur le réseau EDF.

L'alimentation électrique du site est secourue par un GE (groupe électrogène) de secours d'une puissance de 2000 kVA pour assurer le fonctionnement d'une partie des installations et le repli en sécurité en cas de défaillance simultanée du réseau 20 kV et du GTA. L'alimentation secourue est distribuée vers chacun des trois TGBT via le TGBT GE.

① En qualité de technicien de l'entreprise, vous participerez à la réalisation des travaux présentés selon le scénario décrit ci- après.

SCENARIO DU SUJET



Identification de la distribution HT.



Identification du matériel.



Préparation de l'intervention.



Planification du chantier.



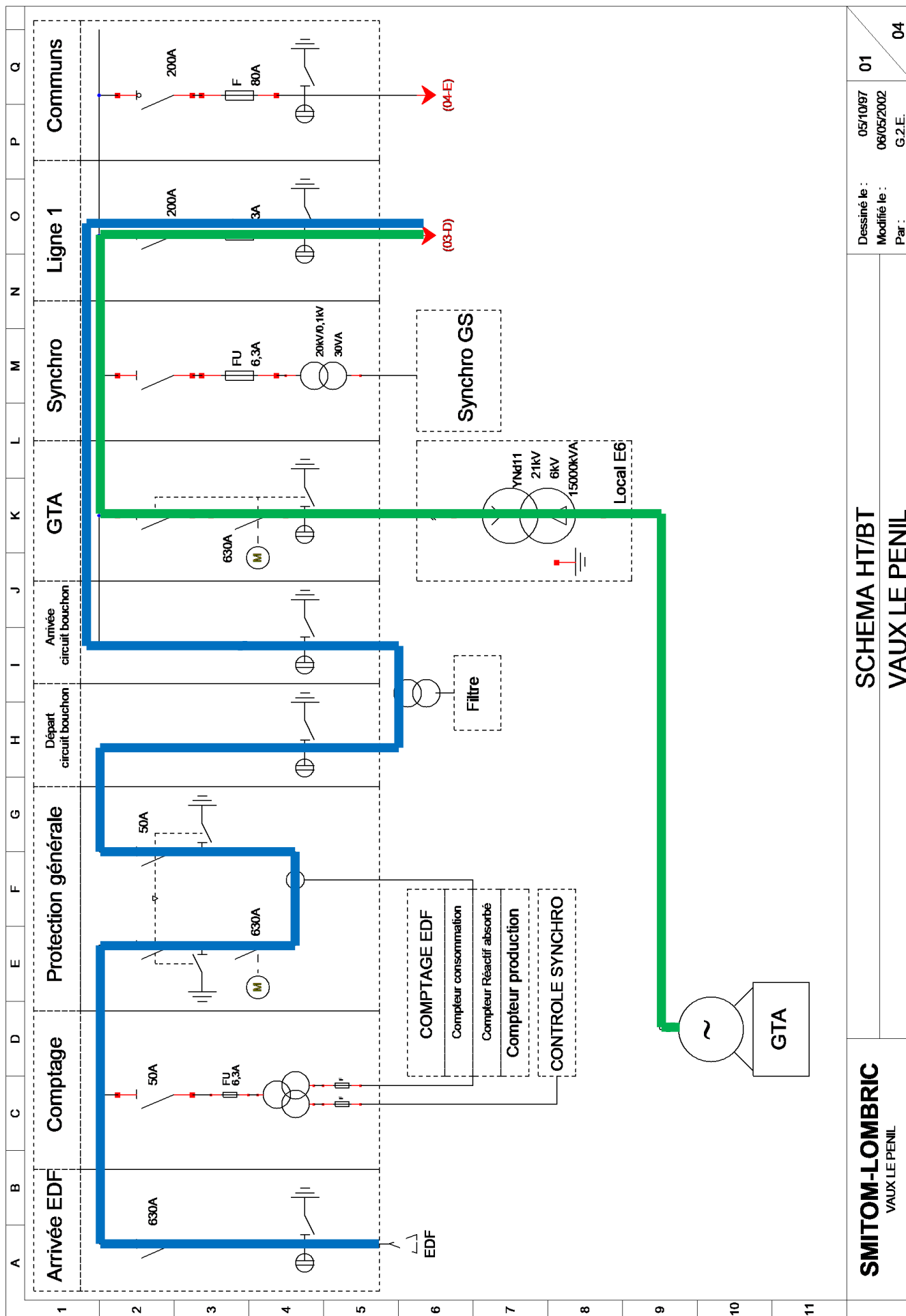
Mise en service.

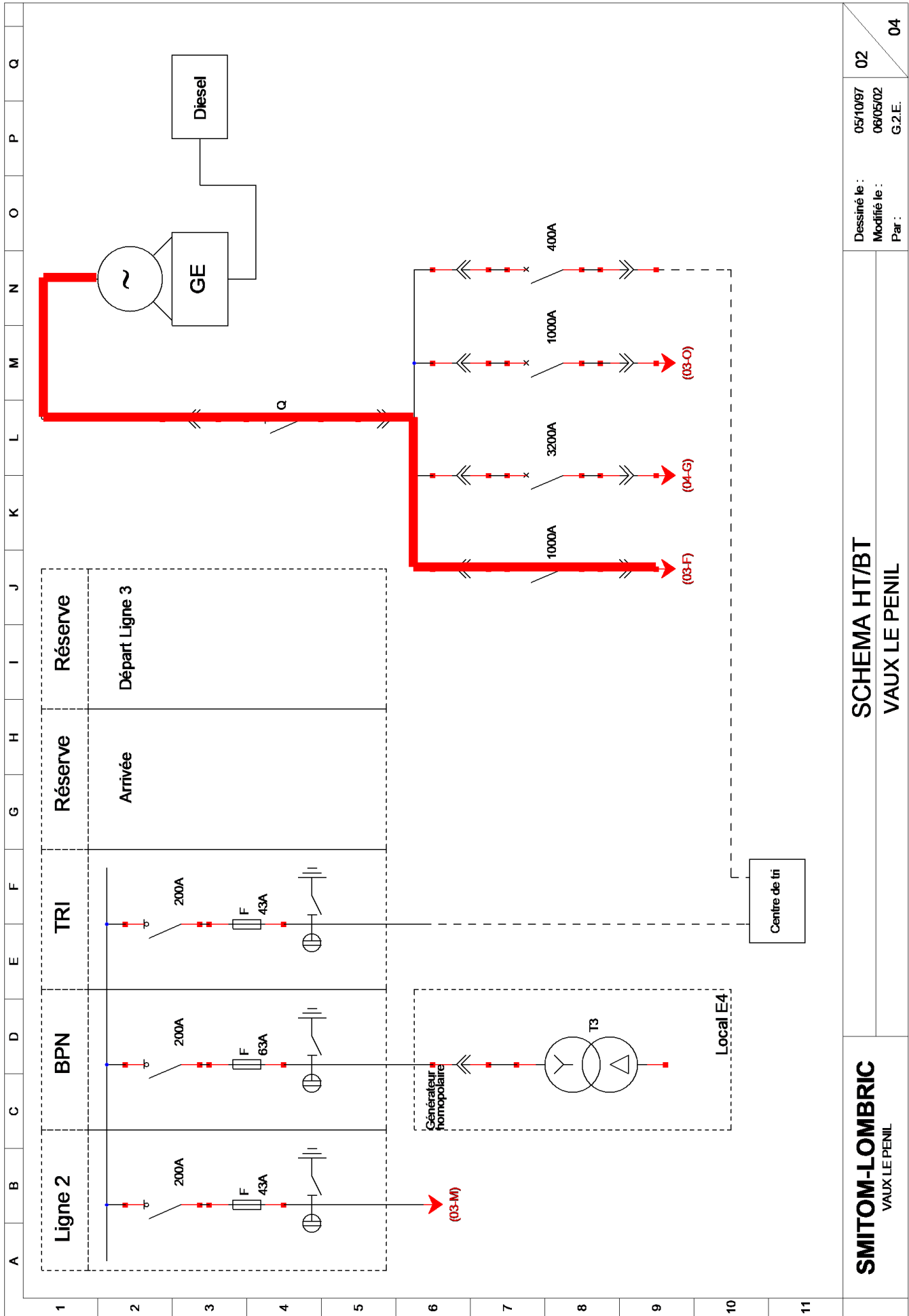


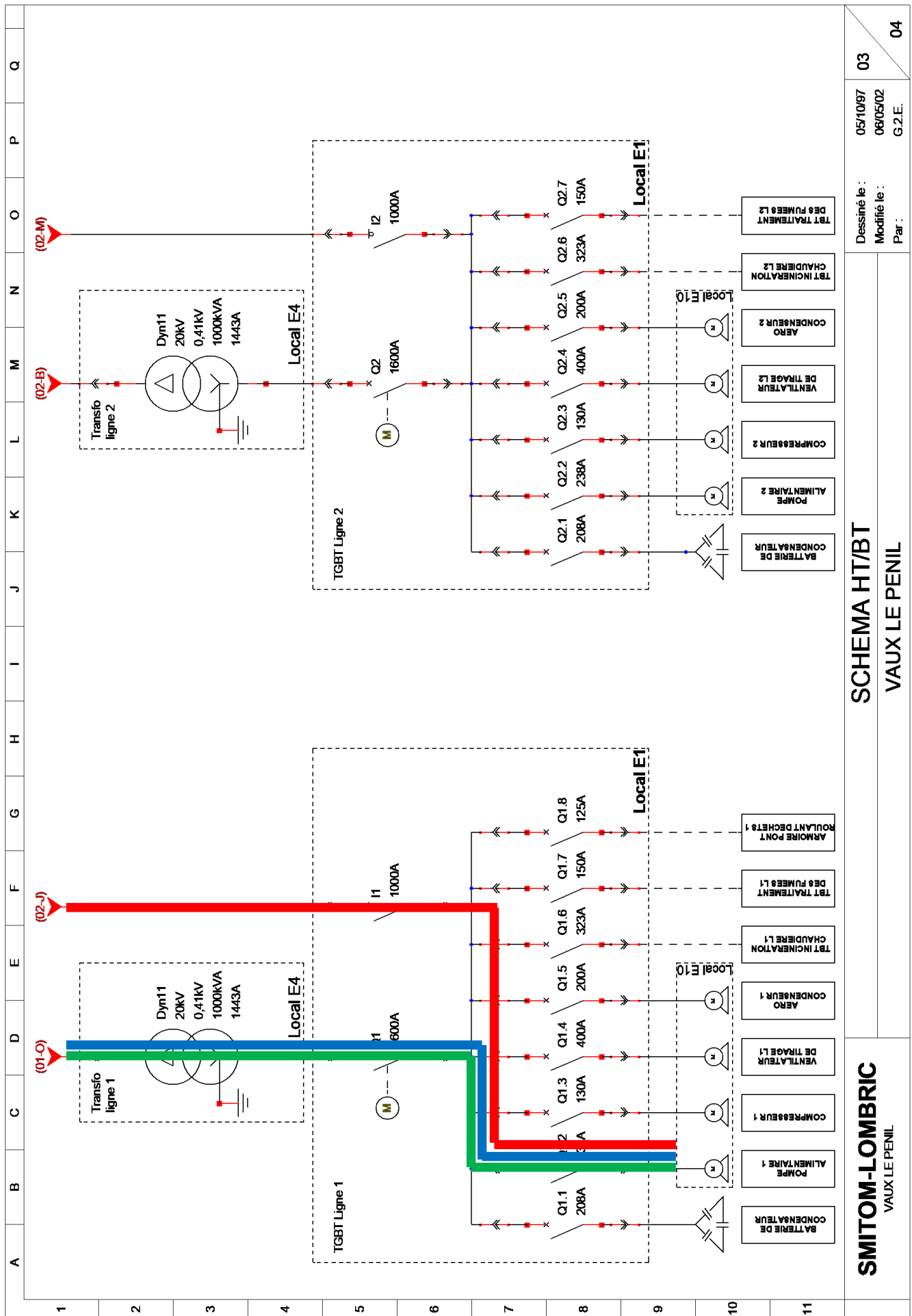
Amortissement économique.

ÉPISE 1

IDENTIFICATION DE LA DISTRIBUTION HT







1-1) Identification des sources d'alimentation du site.

a) Donner le type d'arrivée EDF du site

ANTENNE	☒	COUPURE D'ARTÈRE	☐	DOUBLE DÉRIVATION	☐
Avantage			Inconvénient		
Faible coût			Pas de continuité de service en cas de défaut		

b) Identifier le symbole suivant. Donner sa fonction.

	Désignation	Fonction
	Groupe Turbo Alternateur	Produire de l'énergie électrique à partir de la vapeur produite par l'incinération des déchets

c) Identifier le symbole suivant. Donner sa fonction.

	Désignation	Fonction
	Groupe Electrogène	• Produire de l'énergie électrique à partir d'une énergie fossile (moteur thermique) • Alimentation secourue

1-2) Donner la source d'alimentation du site en fonction du mode de fonctionnement et justifier.

Fonctionnement en autoproduction	EDF ☐ GTA ☒ GE ☐
	<i>Justification :</i> Le GTA produit l'énergie électrique nécessaire pour le site et en réinjecte une partie sur le réseau.
Fonctionnement en cas de défaillance du mode de fonctionnement précédent.	EDF ☒ GTA ☐ GE ☐
	<i>Justification :</i> En cas de défaillance du GTA, le site est alimenté par le réseau EDF.
Fonctionnement en cas de défaillance des deux modes de fonctionnement précédents.	EDF ☐ GTA ☐ GE ☒
	<i>Justification :</i> En cas de défaillance du GTA « ET » du réseau EDF, le GE alimente une partie de l'installation du site pour le repli en sécurité.

- 1-3) En fonction de l'analyse des scénarios précédents, justifier le choix du type d'arrivée EDF défini à la question 1-1).

Ce type d'alimentation est suffisant car c'est principalement le GTA qui produit l'énergie électrique pour le site.

❶ **Une partie des travaux prévus consiste à modifier les alimentations électriques des pompes alimentaires 1,2 et 3.**

- 1-4) Identifier sur les schémas de distribution HT/BT, les appareils de protection liés à chacune des pompes.

	APPAREIL DE PROTECTION	
	Repère	Désignation et Fonction
POMPE ALIMENTAIRE 1	Q1.2	Disjoncteur débrochable : • Effectue la protection contre les surintensités • Permet d'isoler le départ concerné
POMPE ALIMENTAIRE 2	Q2.2	
POMPE ALIMENTAIRE 3	QC.3	

- 1-5) Sur le schéma de distribution HT/BT en page 7 à 10,

- Tracer **EN VERT** le parcours de l'énergie électrique de la source d'alimentation du GTA jusqu'à la pompe alimentaire1.
- Tracer **EN BLEU** le parcours de l'énergie électrique de la source d'alimentation EDF jusqu'à la pompe alimentaire1.
- Tracer **EN ROUGE** le parcours de l'énergie électrique de la source d'alimentation secours GE jusqu'à la pompe alimentaire1.

- 1-6) Donner la désignation de l'appareil à consigner afin de travailler en sécurité sur la pompe alimentaire 1, quelle que soit la source d'alimentation.

Désignation de l'appareil	Q1.2
----------------------------------	-------------

1-7) Identifier le nom du local où se trouve l'appareil à consigner.

Nom du local	LOCAL E1
---------------------	-----------------

Voici votre carte d'habilitation qui vous a été délivrée par votre employeur

TITRE D'HABILITATION				
FONCTION : ELECTROTECHNICIEN NOM : M. MARY		EMPLOYEUR : G.2.E.		
Personnel	Symbole d'habilitation	Domaine de tension	Ouvrages concernés	Informations supplémentaires
Travaux d'ordre non électrique				
Exécutant	H0	HTA	Poste HT	Sauf local GTA
Chargé de chantier				
Travaux d'ordre électrique				
Exécutant	B1V	BT	Tout le site	
Chargé de travaux				
Chargé d'intervention BT	BR	BT	Tout le site	
Chargé de consignation				
Habilités spéciaux				
Le titulaire Signature : 		Pour l'employeur Fonction : Responsable réalisation Signature : 		Date : 05 / 03 / 2016 Validité : 3ans

➤ Pouvez-vous consigner ce départ ?

OUI ☐

NON ☒

➤ Si non, donner le titre d'habilitation nécessaire.

Titre	BC
--------------	-----------

ÉPISE 2

IDENTIFICATION DU MATÉRIEL

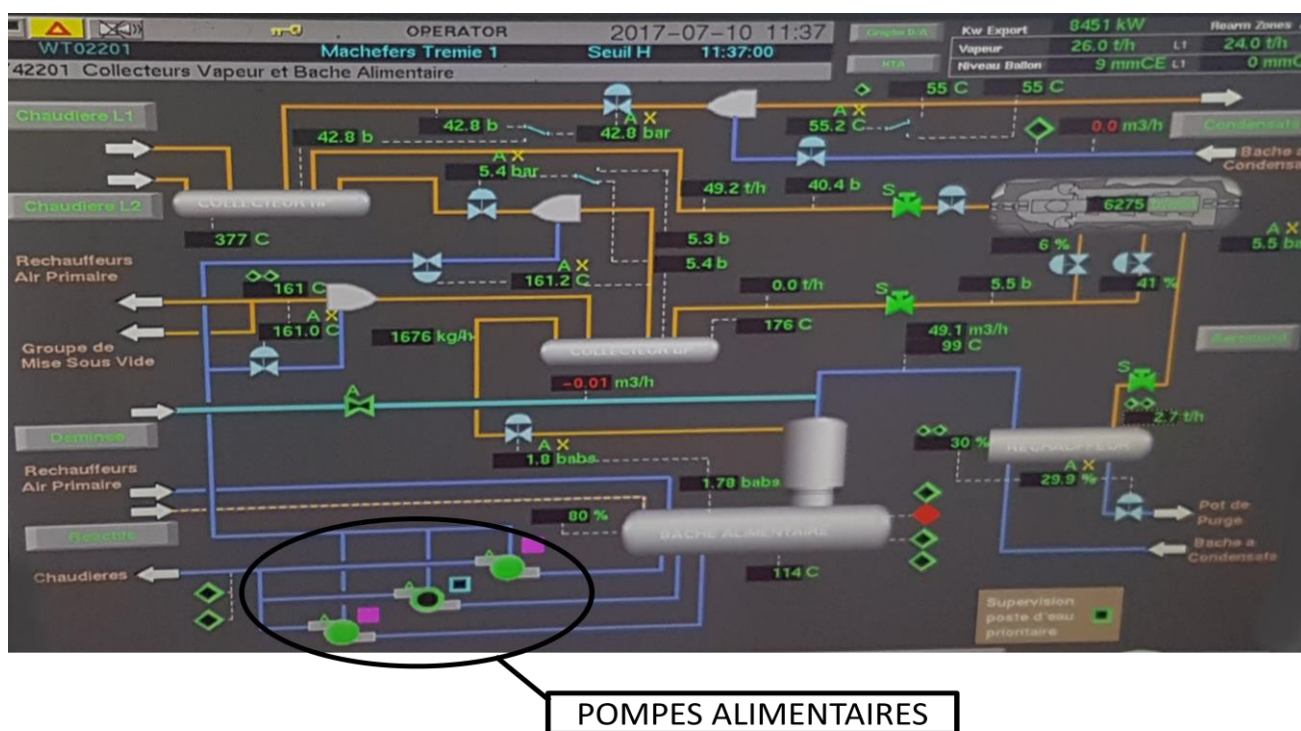
Contexte :

L'augmentation de la fourniture en énergie thermique sur le réseau de chauffage urbain entraîne un grand nombre de travaux sur ce réseau vapeur complexe.

Le système actuel est composé de 3 pompes alimentaires identiques (deux en fonctionnement et une en secours). Ces pompes aspirent l'eau de la bache alimentaire pour l'envoyer dans la chaudière.

La pression de refoulement des pompes est actuellement de 52 bar. Cette pression est plus importante que nécessaire, ce qui entraîne une consommation excessive et inutile. Votre bureau d'étude confirme qu'une pression de 42 bar est suffisante pour amener l'eau dans la chaudière et opte pour une régulation de pression obtenue par variation de vitesse sur chaque pompe alimentaire.

CAPTURE DE L'ÉCRAN DE SUPERVISION



Vous êtes en charge des travaux de la pompe alimentaire 1.

Votre bureau d'étude vous demande de relever les informations techniques relatives aux moto-pompes.

2-1) Relever les caractéristiques du moteur qui correspondent au réseau d'alimentation du site.



CABINET LOISEAU
77 000 MELUN
G2E@orange.fr



SITE DE VAUX LE PENIL

RELEVÉ MOTEUR POMPE



ABB motors

~ Motor M38P 315 MSA 283					
EC 316S/M65					
AMB +45C			N° 3493982		
SP-20083-1					IP 55
V	Hz	kW	r/min	A	cosφ
680 Y	50	110	2982	118	0,86
400 D	50	110	2982	202	0,86
660 Y	50	110	2980	121	0,87
380 D	50	110	2980	210	0,87
415 D	50	110	2983	197	0,85
440 D	60	125	3580	205	0,88
Code 3GEP311210-ADG002044122138999					
n max = 3800 rpm					860 kg

	Valeur	Désignations / Significations
marque		ABB
V	400V	Tension nominale
Couplage	Δ	Réaliser le couplage actuel :
kW	110	Puissance utile
Hz	50	Fréquence
r/min	2982	Fréquence de rotation
A	202	Intensité nominale
Cos φ	0,86	Facteur de puissance
IP55	55	Indice de protection

① Le CCTP impose la marque du variateur qui doit être la même que celle du moteur ainsi que son IP.

2-2) Déterminer le variateur de vitesse adapté à votre motopompe.

Caractéristiques électriques		Code type	
1	Un = 400 V	3	ACQ 580-01-206A-4
2	P = 110kW		
Taille		R7	
Dimensions			
Hauteur :		880 mm	
Largeur :		284 mm	
Profondeur :		381 mm	

① *De manière à visualiser les paramètres, le CCTP exige une « microconsole intelligente » au variateur.*

2-3) Cet appareil est-il fourni avec le variateur ?

OUI ☐

NON ☒

➤ Si non, définir le code option à rajouter à la référence du variateur.

Option code	+ J425
--------------------	---------------

① *Les informations concernant le variateur doivent être rapatriées directement en salle de supervision via le bus de terrain ETHERNET.*

2-4) Déterminer le code option du module de connectivité au réseau afin que le variateur soit compatible.

Code option	+ K473 (+K475 moins pertinent)
--------------------	---------------------------------------

2-5) A partir des éléments précédents, indiquer la référence complète à commander.

référence	ACQ580-01-206A-4	+	J425	+	K473
------------------	-------------------------	----------	-------------	----------	-------------

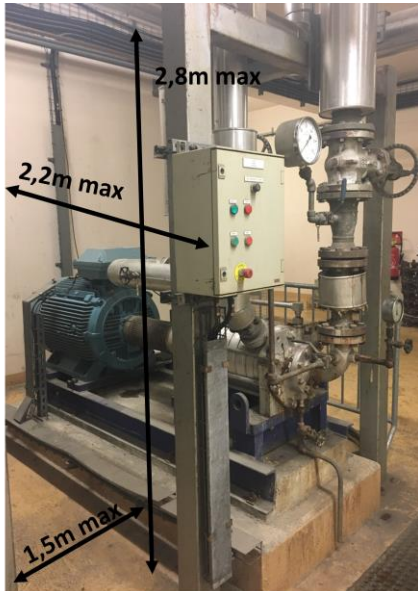
① *Le CCTP impose l'installation d'un filtre anti-harmonique.*

2-6) Déterminer la référence et indiquer les dimensions de ce filtre.

référence	FN 3410-210-40
Dimensions	Hauteur : 950 mm
	Largeur : 420 mm
	Profondeur : 450 mm
	poids : 154 kg

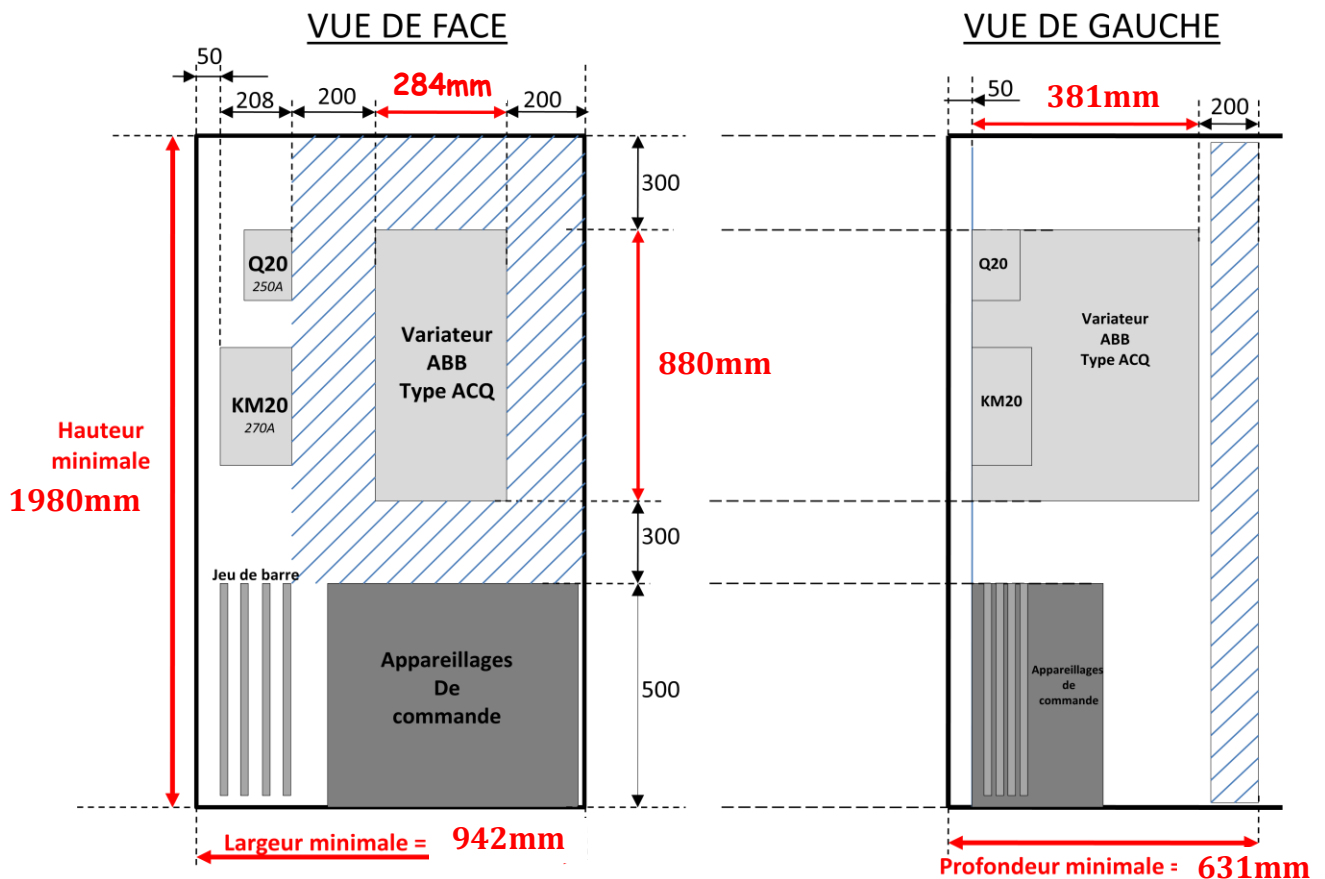
① Vous constatez que le tableau de distribution (armoire) actuel ne permet pas de recevoir le variateur et les différents appareils de protection et de commande. Le choix d'un nouveau tableau de distribution est nécessaire.

ARMOIRE AVANT TRAVAUX :



① L'armoire devra être accessible de tous les côtés

2-7) Compléter les cotes manquantes en fonction du matériel choisi précédemment.



Toutes les côtes sont en millimètres

2-8) Dédurre les dimensions du tableau de distribution. Identifier les bonnes réponses.

Dimensions fonctionnelles	Hauteur (en mm)	1800 ☐	2000 ☒				
	Largeur (en mm)	300 ☐	400 ☐	600 ☐	800 ☐	1000 ☒	1250 ☐
	Profondeur (en mm)	200 ☐	300 ☐	500 ☐	700 ☒	900 ☐	

Ces questions sont à composer à l'aide des documents techniques DT11 à DT14.

2-9) Choisir la référence et la quantité de chacun des constituants de la structure externe de l'armoire qui sera en **tôle galvanisée** et dont l'indice de protection est au moins de 55.

H = 2000 mm				
STRUCTURE	Descriptif		Quantité	Référence
	Montants		4	PUPM2000
	Traverses	avant/arrière	4	PCFM1000
		Cotés	4	PCFM0700
	Socle	Pièces d'angle	4	PPAM0100
		Habillage avant/arrière	2	PPFM1010
		Habillage cotés	2	PPFM1070
FINITION EXTÉRIEURE	Panneaux toit/base plein		2	PTBB1076
	Panneau arrière plein		1	PPEB2016
	Panneau latéral plein		2	PPEB2076
	Porte avant pleine		1	PDLB2016

① *Compte tenu de l'environnement du site, le bureau d'étude impose une gestion thermique de l'armoire. Les appareils ont un fonctionnement optimal sous une température de 30°C. Au contraire si la température et le taux d'humidité dépasse un point critique, les risques de dysfonctionnement sont accrus. On limitera donc la température dans l'armoire à 45°C. Des relevés dans le local ont également été faits à différentes périodes de l'année :*

- *Températures ambiantes maximales = 35°C*
- *Températures ambiantes minimales = 15°C*

Ces questions sont à composer à l'aide des documents techniques DT9, DT15 et DT16.

2-10) Réaliser le bilan thermique en suivant l'application numérique issue de la méthode PROCLIMA suivante.

a) Caractéristique de l'enveloppe																										
Emplacement de l'enveloppe (norme CEI 890) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;">☐</td> <td>Accessible de tous les côtés</td> <td>Formule pour le calcul de S (m²) $S = 1,8 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Adossée à un mur</td> <td>$S = 1,4 \times L \times (H + P) + 1,8 \times P \times H$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>À l'extrémité en cas de juxtaposition</td> <td>$S = 1,4 \times P \times (H + L) + 1,8 \times L \times H$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>À l'extrémité en cas de juxtaposition, adossée à un mur</td> <td>$S = 1,4 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Intermédiaire en cas de juxtaposition</td> <td>$S = 1,8 \times L \times H + 1,4 \times L \times P + P \times H$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur</td> <td>$S = 1,4 \times L \times (H + P) + P \times H$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur avec partie supérieure couverte</td> <td>$S = 1,4 \times L \times H + 0,7 \times L \times P + P \times H$</td> </tr> </table> S = m² H = Hauteur - L = Largeur - P = Profondeur				☐	Accessible de tous les côtés	Formule pour le calcul de S (m ²) $S = 1,8 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$	☐	Adossée à un mur	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + 1,8 \times P \times H$	☐	À l'extrémité en cas de juxtaposition	$S = 1,4 \times P \times (H + L) + 1,8 \times L \times H$	☐	À l'extrémité en cas de juxtaposition, adossée à un mur	$S = 1,4 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$	☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition	$S = 1,8 \times L \times H + 1,4 \times L \times P + P \times H$	☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + P \times H$	☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur avec partie supérieure couverte	$S = 1,4 \times L \times H + 0,7 \times L \times P + P \times H$	Formule utilisée S = 1,8 x H x (L + P) + 1,4 x L x P Calculs : S = 1,8 x 2 x (1+0,7) + 1,4 x 1 x 0,7 S = 6,12 + 0,98 Résultat : S = 7,1 m²	
☐	Accessible de tous les côtés	Formule pour le calcul de S (m ²) $S = 1,8 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$																								
☐	Adossée à un mur	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + 1,8 \times P \times H$																								
☐	À l'extrémité en cas de juxtaposition	$S = 1,4 \times P \times (H + L) + 1,8 \times L \times H$																								
☐	À l'extrémité en cas de juxtaposition, adossée à un mur	$S = 1,4 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$																								
☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition	$S = 1,8 \times L \times H + 1,4 \times L \times P + P \times H$																								
☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + P \times H$																								
☐	Intermédiaire en cas de juxtaposition, adossée à un mur avec partie supérieure couverte	$S = 1,4 \times L \times H + 0,7 \times L \times P + P \times H$																								
b) Puissance thermique dissipée par les composants																										
C'est la puissance dissipée par chaque appareil installé Pd en W Si ces informations ne sont pas connues, utilisez les tableaux suivants qui donnent des valeurs moyennes				Calculs :																						
Contacteur bi, tri ou tétrapolaires			Disjoncteurs différentiels																							
Courant d'emploi (A)	Bobine AC Chaleur dissipée par pôle (W)	Bobine DC Chaleur dissipée par pôle (W)	Courant d'emploi (A)	Chaleur dissipée par pôle (W)																						
25	9	-	16	3																						
50	17	-	25	4																						
80	30	50	63	9																						
125	46	58	100	13																						
270	100	90	160	18																						
500	-	220	250	24																						
1000	-	370	500	27																						
1600	-	800	800	55																						

Disjoncteurs		Puissance dissipée par un jeu de barre triphasée de longueur 1m			
Courant d'emploi (A)	Chaleur dissipée par pôle (W)	Intensité admissible (A)	Nombre de barre par phase	section	Chaleur dissipée (W)
16	3				
25	4	400	1	35x5	70
100	11	600	1	50x5	96
160	16	700	1	63x5	104
250	18	900	1	80x5	136
500	35	1000	2	50x5	134
800	45	1050	1	100x5	148
1000	50	1200	1	125x5	154

 Pd *variateur* = **2346 W** (DT9) Pd Q20 = ... **18 X 3 = 54 W** (250A) Pd KM20 = ... **100 X 3 = 300 W** (270A) Pd *jeu de barres* = **70 x 0,5 x 0,5 = 17,5 W** Pd *appareils commande* = 50 W. Remarque: le jeu de barres peut supporter 400A. Il mesure 50cm et il est traversé par un courant de 200A environ --- Résultat (somme des Pd) : Pd = ... **2767,5 W ≈ 2768 W** | || c) Températures à l'extérieur de l'enveloppe | | | | | |
Température ambiante maximale Temax Température ambiante minimale Temin Altitude Alt				Temax = ... **35°C** Temin = ... **15°C** Alt = 102 m	
d) Températures moyennes souhaitées dans l'enveloppe					
Elles sont caractérisées par la nature des composants et les caractéristiques de l'air ambiant. Température intérieure maximale Tid max Température intérieure minimale Tid min				Tid max = ... **45°C** Tid min = ... **30°C**	

e) Température de l'enveloppe sans système de gestion thermique

Calculs :

$$T_{fi\ max} = \frac{P_d}{K \times S} + T_{e\ max}$$

$$2768 / (5,5 \times 7,1) + 35$$

$$T_{fi\ max} = \dots 105,88\ ^\circ\text{C} \approx 106\ ^\circ\text{C}$$

Calculs :

$$T_{fi\ min} = \frac{P_d}{K \times S} + T_{e\ min}$$

$$2768 / (5,5 \times 7,1) + 15$$

$$T_{fi\ min} = 85,88\ ^\circ\text{C} \approx 86\ ^\circ\text{C}$$

$$\text{Température intérieure maximale} \quad T_{fi\ max} \quad T_{fi\ max} = \frac{P_d}{K \times S} + T_{e\ max}$$

$$\text{Température intérieure minimale} \quad T_{fi\ min} \quad T_{fi\ min} = \frac{P_d}{K \times S} + T_{e\ min}$$

Ou $K = 5,5\ \text{W/m}^2\text{°C}$ pour une enveloppe en tôle galvanisée
 $K = 3,5\ \text{W/m}^2\text{°C}$ pour une enveloppe en polyester
 $K = 3,7\ \text{W/m}^2\text{°C}$ pour une enveloppe en acier inoxydable

f) Détermination du type d'appareil de gestion thermique et sa puissance Psyst

Si $T_{id\ min} > T_{fi\ min}$

Nécessité d'un système thermique :
Résistance chauffante

1) Fonctionnement permanent du tableau (armoire)

$$P_{syst} = K \times S (T_{id\ min} - T_{e\ min}) - P_d$$

2) Fonctionnement discontinu

$$P_{syst} = K \times S (T_{id\ min} - T_{e\ min})$$

Si $T_{id\ max} < T_{fi\ max}$

Nécessité d'un système thermique :
Aération – Ventilateur

Echangeur

Groupe de refroidissement

$$P_{syst} = P_d - K \times S (T_{id\ max} - T_{e\ max})$$

Si $T_{id\ max} > T_{fi\ max}$

Pas besoin d'un système thermique, éventuellement brassage pour éviter point chaud

Cas n°1 ☐

Cas n°2 ☐

Cas n°3 ☒

Calculs en fonction du cas :

$$P_{syst} = P_d - K \times S (T_{id\ max} - T_{e\ max})$$

$$= 2768 - 5,5 \times 7,1 (45 - 35) = 2768 - (39,05 \times 10) = 2768 - 390,5$$

$$P_{syst} = 2377,5\ \text{W} \approx 2378\ \text{W}$$

❶ **D'après les différentes solutions proposées, votre bureau d'étude impose une ventilation forcée dans le tableau de distribution. Cette solution est économique et facile à mettre en œuvre.**

Solution	Avantages	Contraintes
Surdimensionner l'enveloppe.	Économique. Pas d'entretien. Facile à mettre en oeuvre. IP de l'installation conservé.	Gain relativement faible. Encombrement plus important.
Aération naturelle (installation d'ouïes d'aération).	Très économique. Pas d'entretien. Installation facile et rapide.	Quantité de chaleur évacuée faible et dépendante de la disposition des composants. Dégradation de l'IP (pénétration de poussière).
Ventilation forcée.	Economique. Facile à mettre en oeuvre. Grande quantité de chaleur évacuée. Régulation possible de la température.	Entretien régulier des filtres IP légèrement dégradé. Température ambiante $\leq 35\ ^\circ\text{C}$.
Échangeur air-air.	Simple à mettre en oeuvre. Facile à entretenir. IP de l'installation conservé. Température régulée.	Entretien régulier des filtres.

2-11) Calculer le débit nécessaire pour évacuer la quantité de chaleur déterminée lors du calcul thermique en suivant la relation suivante.

Formule	$\text{Débit (m}^3/\text{h)} = Q = \frac{P_{\text{syst}}}{(T_{\text{idmax}} - T_{\text{emax}})} \times 3,1 \text{ (m}^3/\text{h)}$
Calculs	$Q = [P_{\text{syst}} / (T_{\text{idmax}} - T_{\text{emax}})] \times 3,1$ $Q = [2377,5 / (45 - 35)] \times 3,1$ $Q = (2377,5 / 10) \times 3,1$ $Q = 237,5 \times 3,1$
Résultat	$Q = \dots \mathbf{736,25 \text{ m}^3/\text{h} \approx 737 \text{ m}^3/\text{h}}$

2-12) Existe-t-il un ventilateur permettant ce débit sachant que l'on veut une seule grille de sortie.

OUI ☒

NON ☐

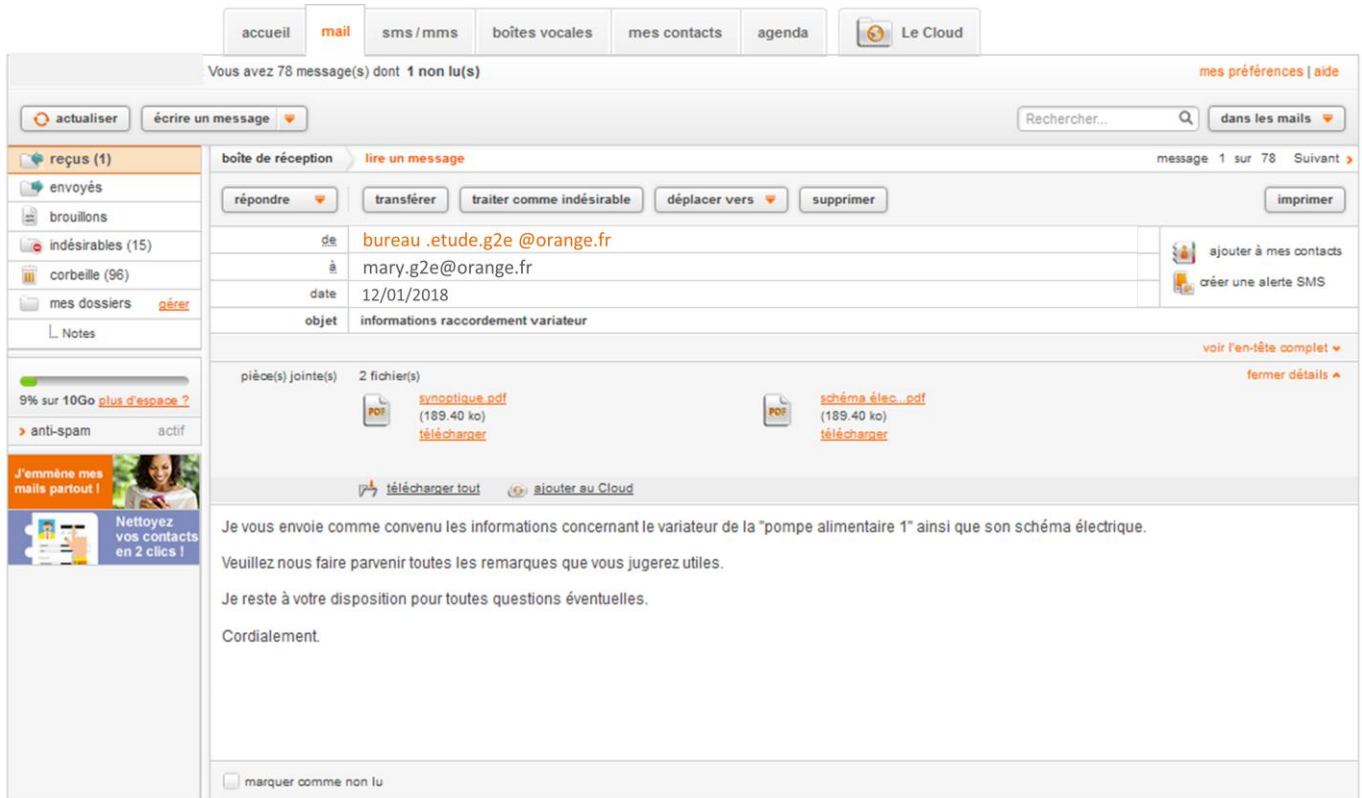
2-13) Déduire les références du ventilateur et de la grille de sortie correspondante sachant que l'ensemble doit maintenir un IP55.

Référence ventilateur	NSYCVF850M400PF
Référence grille de sortie	NSYCAP291LZF (NSYCAP291LXF moins pertinent)

ÉPISEDE 3

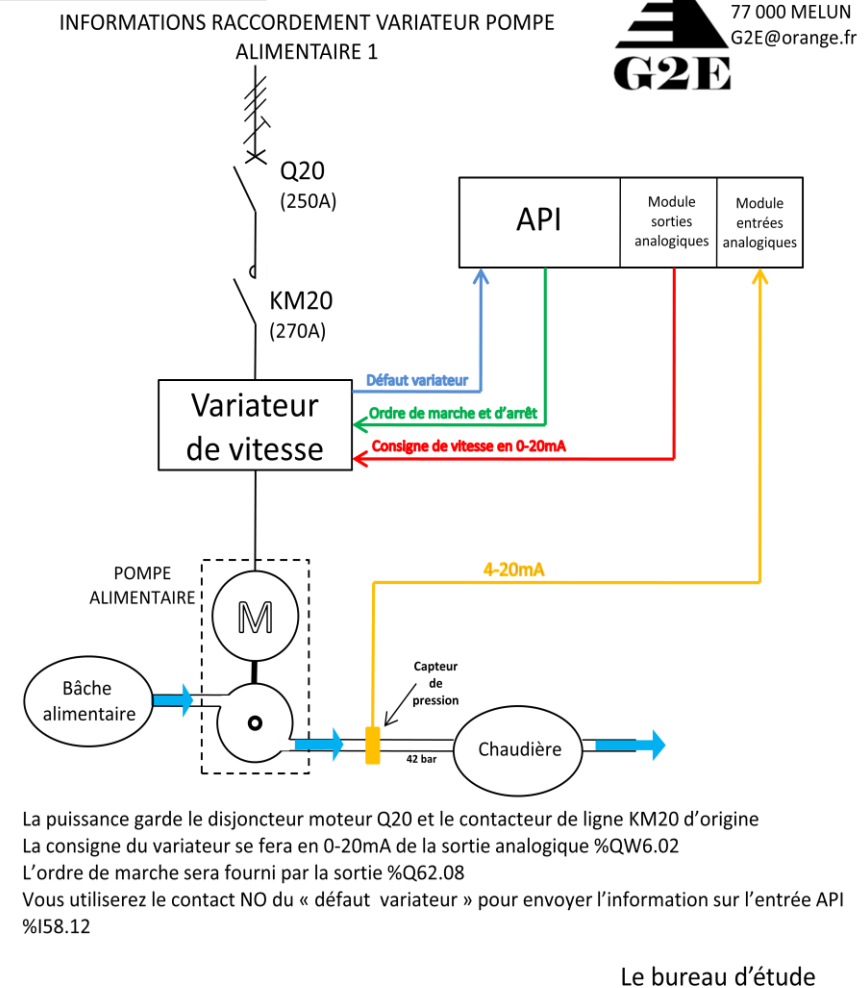
PRÉPARATION DE L'INTERVENTION

❗ **Le bureau d'étude vous envoie un mail contenant les informations concernant le raccordement des pompes.**

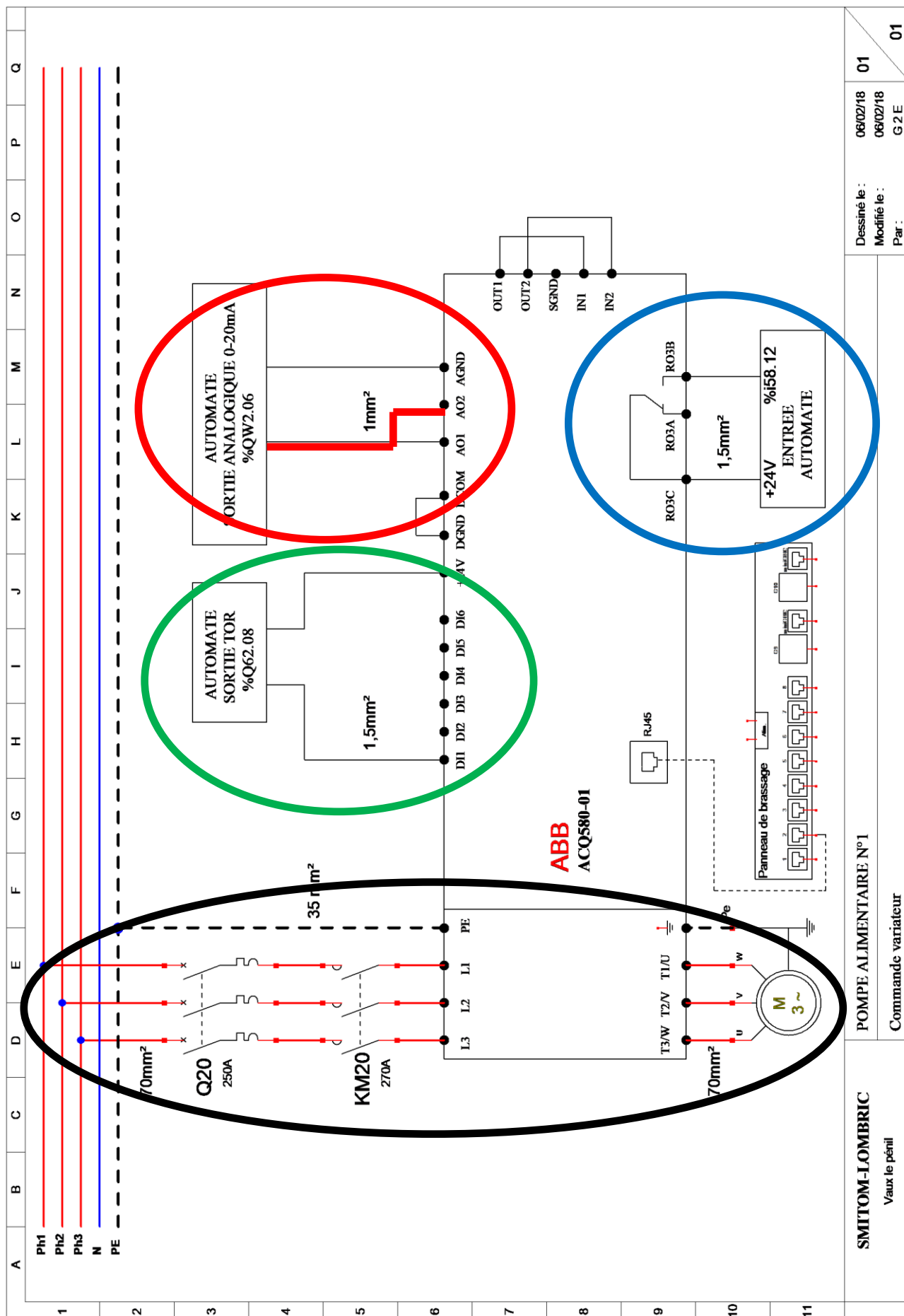


Et les pièces jointes suivantes :

Pièce jointe 1 : synoptique



Pièce jointe 2 : schéma électrique



Dessiné le : 06/02/18
Modifié le : 06/02/18
Par : G 2 E

01

① A l'aide du schéma on vous demande d'estimer les différents consommables nécessaires à la réalisation du câblage.

Ces questions sont à composer à l'aide des documents techniques DT10 ET DT17 à DT19.

3-1) Vous décoderez le schéma électrique p25/41 afin de vérifier sa conformité.

- Entourer en **NOIR**, le circuit de puissance.
- Entourer en **VERT** la portion de circuit correspondant à l'ordre de marche.
- Entourer en **BLEU** la portion de circuit correspondant au défaut variateur.
- Entourer en **ROUGE** la portion de circuit correspondant à la consigne de vitesse du variateur.

3-2) Reporter vos vérifications dans le tableau suivant :

	Repère et numéro des bornes prévues par le constructeur		Repère des bornes raccordées dans le schéma		CONFORME	NON CONFORME
	Borne 1	Borne 2	Borne 1	Borne 2		
Ordre de marche et d'arrêt de la pompe venant de la sortie %Q62.08	DI1 N°13	+24V N°10	DI1	+24V	X	
Défaut variateur envoyé à l'entrée %I58.12	RO3C N°25	RO3B N°27	RO3C	RO3B	X	
Consigne de vitesse 0-20mA venant de la sortie %QW6.02	A02 N°8	AGND N°9	A01	AGND		X

3-3) Le schéma électrique est-il conforme au cahier des charges

OUI ☐ NON ☒

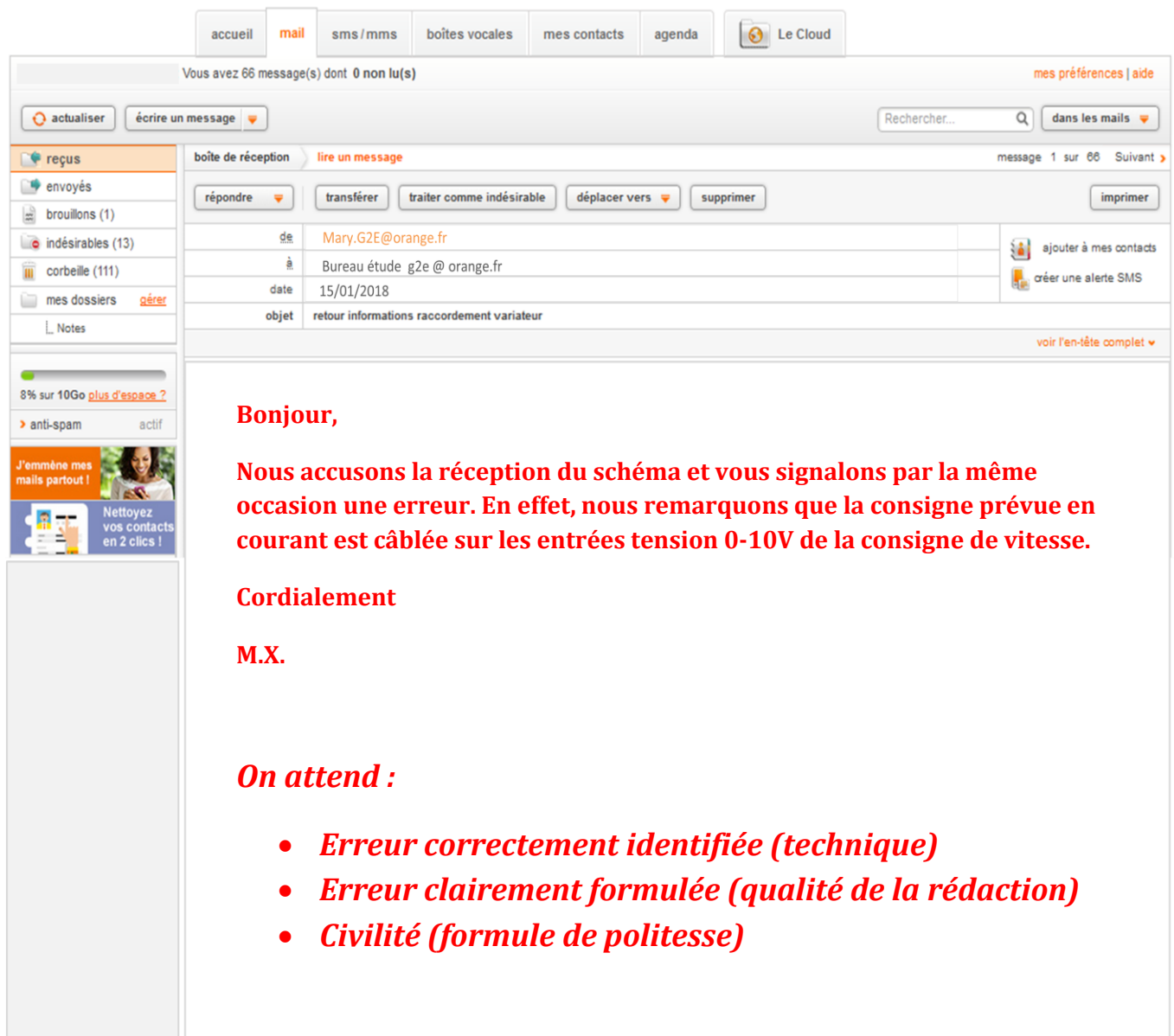
Si non, indiquer la ou les anomalies constatées.

On constate une anomalie sur la consigne de vitesse, en effet ce sont les bornes tension qui sont câblées.

3-4) Modifier, si nécessaire, le schéma électrique (vous effectuerez les modifications éventuelles en rouge)

3-5) Rédiger un mail de retour au bureau d'étude, dans lequel vous signalerez.

- La bonne réception du schéma.
- Les remarques que vous jugez utiles de porter à la connaissance du bureau d'étude en vue de la correction du Dossier d'Ouvrage Exécuté (D.O.E.).



accueil mail sms / mms boîtes vocales mes contacts agenda Le Cloud

Vous avez 66 message(s) dont 0 non lu(s) mes préférences | aide

actualiser écrire un message Rechercher... dans les mails

recus envoyés brouillons (1) indésirables (13) corbeille (111) mes dossiers gérer Notes

8% sur 10Go plus d'espace ? anti-spam actif

J'emmène mes mails partout ! Nettoyez vos contacts en 2 clics !

boîte de réception lire un message message 1 sur 66 Suivant

répondre transférer traiter comme indésirable déplacer vers supprimer imprimer

de Mary.G2E@orange.fr
à Bureau étude g2e @ orange.fr
date 15/01/2018
objet retour informations raccordement variateur

ajouter à mes contacts créer une alerte SMS

voir l'en-tête complet

Bonjour,

Nous accusons la réception du schéma et vous signalons par la même occasion une erreur. En effet, nous remarquons que la consigne prévue en courant est câblée sur les entrées tension 0-10V de la consigne de vitesse.

Cordialement

M.X.

On attend :

- **Erreur correctement identifiée (technique)**
- **Erreur clairement formulée (qualité de la rédaction)**
- **Civilité (formule de politesse)**

3-6) Vous disposez des outillages classiques (tournevis, pince à dénuder, etc...), complétez le tableau suivant de manière à prévoir vos approvisionnements en consommables et en outillages spécifiques.



CABINET G2E
77 000 MELUN
G2E@orange.fr

Appareillages	Consommables	Référence	Outillages spécifiques
Disjoncteur Q20  <i>largeur bornes 20 mm avec vis M8</i>	<u>Cosses DIN :</u> Nombre : 6 Section : 70mm²	E1669 (M8)	☐ Pince à sertir <6 mm ² ☒ Pince à sertir de 6 à 70mm ² ☐ Pince à sertir pour embout ☐ Pince à sertir pour RJ45 ☒ Clé mixte de 13 ☐ Clé mixte de 17 ☒ Clé à pipe de 13 ☐ Clé à pipe de 17 ☒ Clé dynamométrique ☒ Embout de clé de 13 ☐ Embout de clé de 17 1 des 2 possibilités ou les 2 Obligatoire
Contacteur KM20  <i>largeur bornes 20 mm avec vis M8</i>	<u>Cosses DIN :</u> Nombre : 6 Section : 70mm²	E1669 (M8)	☐ Pince à sertir <6 mm ² ☒ Pince à sertir de 6 à 70mm ² ☐ Pince à sertir pour embout ☐ Pince à sertir pour RJ45 ☒ Clé mixte de 13 ☐ Clé mixte de 17 ☒ Clé à pipe de 13 ☐ Clé à pipe de 17 ☒ Clé dynamométrique ☒ Embout de clé de 13 ☐ Embout de clé de 17 1 des 2 possibilités en fonction des appareils Obligatoire
Variateur  <i>Connectique par jeu de barres avec vis M10</i>	<u>Cosses DIN de puissances :</u> Nombre : 6 Section : 70mm² <u>Cosses DIN pour le PE:</u> Nombre : 2 Section : 35mm²	E1665 (M10) E1657 (M10)	☐ Pince à sertir <6 mm ² ☒ Pince à sertir de 6 à 70mm ² ☐ Pince à sertir pour embout ☐ Pince à sertir pour RJ45 ☐ Clé mixte de 13 ☒ Clé mixte de 17 ☐ Clé à pipe de 13 ☒ Clé à pipe de 17 ☒ Clé dynamométrique ☐ Embout de clé de 13 ☒ Embout de clé de 17 1 des 2 possibilités en fonction des appareils Obligatoire
Partie commande variateur <i>Câblage « défaut variateur »</i> <i>Câblage « ordre de marche »</i> <i>Câblage « consigne »</i>	<u>Embouts</u> Nombre : 4 Section : 1,5mm² Nombre : 4 Section : 1,5mm² Nombre : 4 Section : 1mm²	037664 037663	☐ Pince à sertir <6 mm ² ☐ Pince à sertir de 6 à 70mm ² ☒ Pince à sertir pour embout ☐ Pince à sertir pour RJ45 ☐ Clé mixte de 13 ☐ Clé mixte de 17 ☐ Clé à pipe de 13 ☐ Clé à pipe de 17 ☐ Clé dynamométrique ☐ Embout de clé de 13 ☐ Embout de clé de 17
Partie communication variateur <i>Câble Ethernet cat6</i>	<u>Connecteurs RJ45</u> <u>Fiche Mâle :</u> Nombre : 1 <u>Fiche pour panneau de brassage :</u> Nombre : 1	051704 033763	☐ Pince à sertir <6 mm ² ☐ Pince à sertir de 6 à 70mm ² ☐ Pince à sertir pour embout ☒ Pince à sertir pour RJ45 ☐ Clé mixte de 13 ☐ Clé mixte de 17 ☐ Clé à pipe de 13 ☐ Clé à pipe de 17 ☐ Clé dynamométrique ☐ Embout de clé de 13 ☐ Embout de clé de 17

ÉPISODE 4

PLANIFICATION DU CHANTIER

RAPPEL : Les pompes alimentaires sont aux nombres de trois. Elles fonctionnent par deux par alternance égale.

① **Le bureau d'étude impose de permuter le fonctionnement des pompes toutes les 24 heures, ceci dans un souci d'optimisation de l'usure des pompes.**

4-1) Sur le tableau suivant, identifier les cases correspondant au fonctionnement des pompes alimentaires 1, 2 et 3 en alternance sur 72h.

0h	6h	12h	18h	24h	30h	36h	42h	48h	54h	60h	66h	72h	
						X	X	X	X				Pompe alimentaire 1
		X	X	X	X			X	X	X	X		Pompe alimentaire 2
X	X			X	X	X	X				X	X	Pompe alimentaire 3

Donner le temps d'arrêt d'une pompe avant sa remise en fonctionnement.

Temps d'arrêt d'une pompe	12 heures
----------------------------------	------------------

Vous planifiez votre chantier « réalisation » dans le temps d'arrêt de la pompe. Les tâches de réalisation sont toutes successives.

PARTIE A : Préparation de l'intervention – Consignation.

PARTIE B : Réalisation - Mise en place.

PARTIE C : Réalisation – Câblage et façonnage.

PARTIE D : Essais – Livraison armoire.

PARTIE E : Déconsignation – prêt à mettre en énergie.

4-2) Sur le planning suivant :

- a) Indiquer l'ordre chronologique des tâches en numérotant la colonne « N° d'ordre ».
- b) Identifier le temps alloué pour chaque tâche.

PLANNING DE REALISATION DES TRAVAUX DE REMPLACEMENT DE L'ARMOIRE POMPE ALIMENTAIRE 1

N° d'ordre	Tâches	durée	30	1h	30	2h	30	3h	30	4h	30	5h	30	6h	30	7h	30	8h	30	9h	30	10h	30	11h	30	12h	
PARTIE A: Préparation de l'intervention																											
3	Consignation de l'organe de séparation	30 min		X																							
4	VAT borniers ancien coffret																										
2	Balisage zone de travaux	30 min																									
1	Demande de consignation-permis de feu		X																								
PARTIE B: Réalisation - Mise en place																											
7	Livraison de la nouvelle armoire sur zone	60 min					X	X																			
5	Déconnection des câbles ancien coffret	30 min			X																						
8	Fixation de l'armoire au sol	90 min						X	X	X																	
6	Dépose ancien coffret	30 min				X																					
PARTIE C: Réalisation - Câblage																											
15	Mise en place des repères de câbles	30 min																	X								
14	Etanchéité des fourreaux	60 min															X	X									
	Raccordement des câbles de puissance :																										
9	- Alimentation	90 min										X	X	X													
10	- moto pompe alimentaire 1																										
11	- filtre																										
	Raccordement des câbles informations																										
12	- variateur>API	60 min													X	X											
13	- communicant																										
PARTIE D: Essais - Livraison																											
16	Conformité isolement Ph/Ph	10 min																									
17	Conformité isolement Ph/PE	10 min																		X							
18	Continuité des masses	10 min																									
PARTIE E: Déconsignation																											
20	Enlever zone de balisage	30 min																				X					
19	Demande de déconsignation-Attestation																										
21	Nettoyage zone de travaux	30 min																					X				

Redémarrage de la pompe alimentaire 1

4-3) Combien de temps vous reste t-il pour gérer d'éventuels aléas ?

2 heures

4-4) Quels aléas pourriez-vous rencontrer au cours de cette intervention.

- **Ecrous grippés**
- **Problèmes d'acheminement de l'armoire**
- **Problèmes de positionnement à la mise en place de l'armoire (lié au poids et volume)**
- **Matériels oubliés ou cassés**
- **Problèmes de façonnage du câble de puissance dans la nouvelle armoire (70mm²)**
- **...**

Toute réponse logique sera admise

ÉPISODE 5

MISE EN SERVICE

① **Les travaux terminés, les différents contrôles hors tension réalisés. Vous effectuez les mesures sous tension (Q20 consigné ouvert) afin de compléter le tableau des relevés qui sera inséré dans le Dossier d'Ouvrage Exécuté (DOE)**

Le couplage du moteur avant travaux est le suivant :

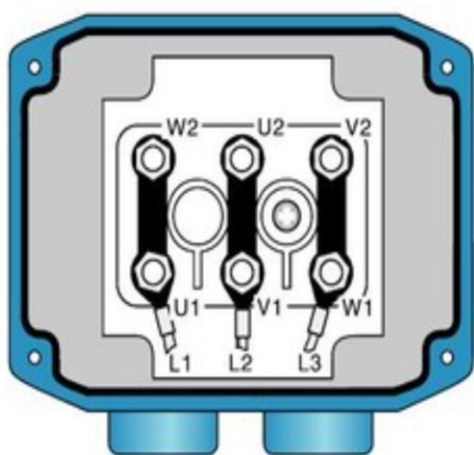


ABB motors						
~ Motor M38P 315 MSA 283						
EC 316S/M65						
AMB +45C				N° 3493982		
SP-20083-1					IP 55	
V	Hz	kW	r/min	A	cosφ	
680 Y	50	110	2982	118	0,86	
400 D	50	110	2982	202	0,86	
660 Y	50	110	2980	121	0,87	
380 D	50	110	2980	210	0,87	
415 D	50	110	2983	197	0,85	
440 D	60	125	3580	205	0,88	
Code 3GEP311210-ADG002044122138999						
n max = 3800 rpm					860 kg	

5-1) De quel type de couplage s'agit-il ?

ETOILE ☐

TRIANGLE ☒

① **La tension nominale en sortie du variateur est de 400V.**

5-2) Le couplage est-il toujours correct ?

OUI ☒

NON ☐

❗ **Avant la mise en route de la pompe (Q20 déconsigné et fermé), vous vérifiez le sens de rotation des phases.**

MESURE APRES TRAVAUX A L'ENTREE DU VARIATEUR



MESURE AVANT TRAVAUX



5-3) Dans notre cas l'ordre des phases est-il important ?

OUI ☒

NON ☐

Justifier :

Il s'agit d'une pompe donc le sens de rotation est primordial.

5-4) Donner la procédure pour retrouver le sens de rotation d'origine.

Rétablir l'ordre des phases en inversant 2 phases.

❗ **L'ordre de marche est maintenant donné, la pompe alimentaire 1 est en fonction. Afin de contrôler les paramètres, le bureau d'étude vous demande de relever les informations via la microconsole.**

ECRAN 1 :



ECRAN 2 :



Rappel : Avant les travaux, la pression de fonctionnement en sortie de pompe était de 52 bar en fonctionnement nominal. La pression optimale déterminée par le bureau d'étude est de 42 bar.

5-5) Relever sur les écrans la fréquence d'alimentation du moteur.

Fréquence :	f = 40,4Hz
-------------	-------------------

5-6) En déduire la pression en sortie de pompe (pas de prise en compte du glissement).

Calculs	Résultat
Si f= 50Hz alors P=52bar Donc ; Si f= 40,4Hz alors P =40,4 x 52 / 50	P = 42 bar

➤ D'après vos calculs, la pression obtenue est-elle conforme au CCTP ?

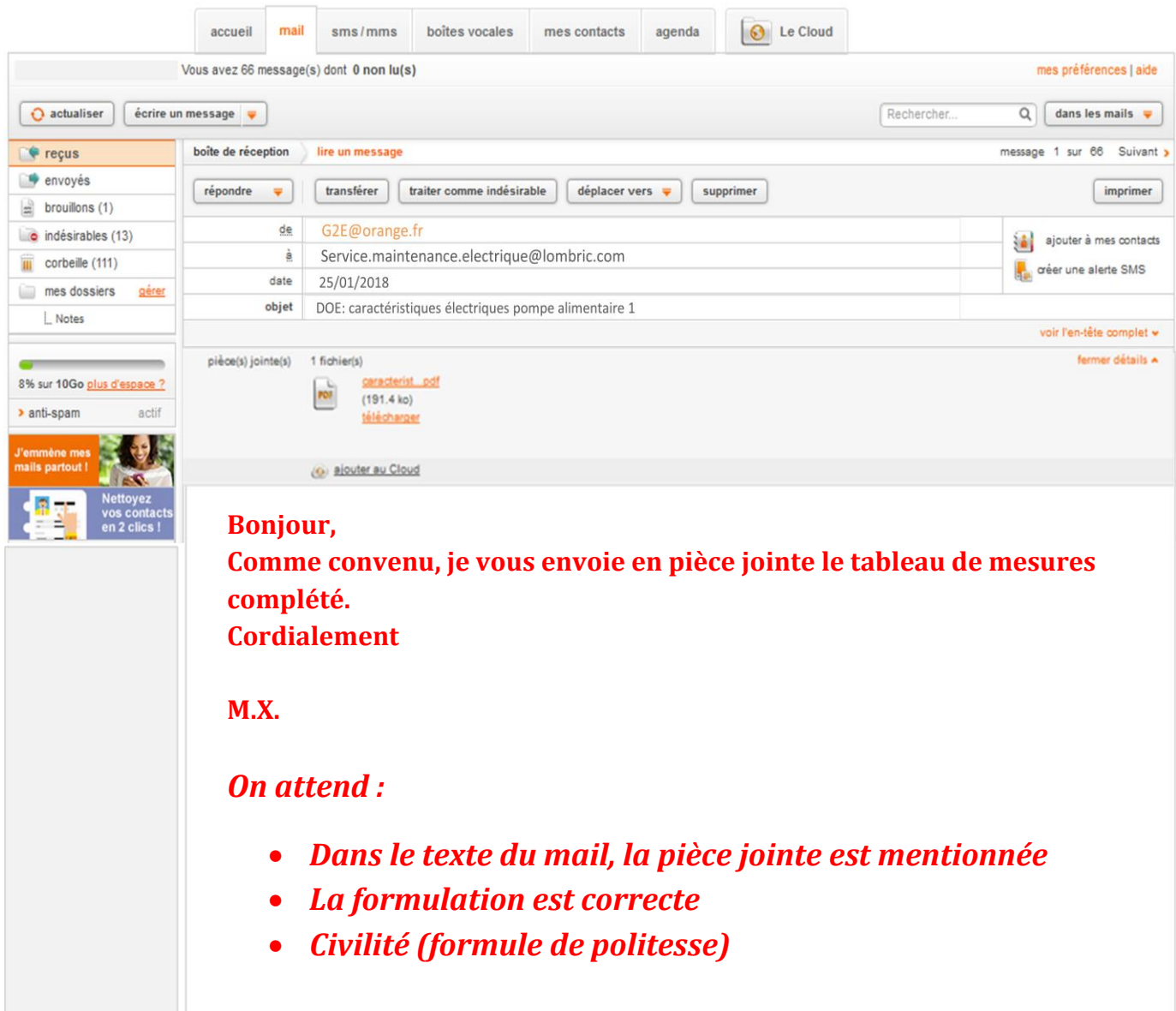
OUI ☒

NON ☐

Vous effectuez également une mesure de puissance en amont du variateur afin de compléter le dossier d'ouvrage exécuté (DOE) qui sera archivé au service maintenance.



5-7) Envoyer un mail au service maintenance du site afin de mettre à jour le Dossier d’Ouvrage Exécuté de la pompe alimentaire 1 en complétant la pièce jointe référencée « DOE p12/47 ».



The screenshot shows an email client interface. At the top, there are tabs for 'accueil', 'mail', 'sms / mms', 'boîtes vocales', 'mes contacts', 'agenda', and 'Le Cloud'. Below the tabs, it says 'Vous avez 66 message(s) dont 0 non lu(s)'. There are buttons for 'actualiser', 'écrire un message', and a search bar. On the left, there's a sidebar with folders like 'reçus', 'envoyés', 'brouillons (1)', 'indésirables (13)', 'corbeille (111)', 'mes dossiers', and 'Notes'. The main area shows an email from 'G2E@orange.fr' to 'Service.maintenance.electrique@lombric.com' dated '25/01/2018' with the subject 'DOE: caractéristiques électriques pompe alimentaire 1'. It has a PDF attachment named 'caracterist.pdf' (191.4 ko). Below the email, there's a large text area containing the following content:

Bonjour,
Comme convenu, je vous envoie en pièce jointe le tableau de mesures complété.
Cordialement

M.X.

On attend :

- ***Dans le texte du mail, la pièce jointe est mentionnée***
- ***La formulation est correcte***
- ***Civilité (formule de politesse)***



CABINET G2E
77 000 MELUN
G2E@orange.fr



SITE DE VAUX LE PENIL

RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES DE LA POMPE ALIMENTAIRE 1

Caractéristiques	Date		
	20/06/2002	Date de l'épreuve	
Tension	398V	320V	
Courant	201A	162A	
Fréquence	50Hz	40,4Hz	
Vitesse	2975tr/min	2405tr/min	
puissance	121kW	97,04kW	
Nom technicien	M. ROMY 	M.MARY	

DOE p12/47

ÉPISEDE 6

AMORTISSEMENT ÉCONOMIQUE

① *Le directeur d'exploitation du site souhaite vérifier le temps d'amortissement, qui avait été estimé à 9 ans lors de l'étude.*

D'après les mesures qui ont été effectuées sur le site. Il en résulte un gain de puissance de 42 kW sur l'ensemble des pompes alimentaires, soit 310 MWh d'énergie gagnée. Cette énergie sera exportée sur le réseau public au tarif de 0,03216 € / kWh.

6-1) Calculer le gain annuel financier réalisé grâce aux économies d'énergie.

Calculs	Résultat
Gain = W x prix = 310.10³ x 0,03216	Gain = 9969€/an

6-2) Compléter le tableau afin de déduire le prix du matériel pour la modification d'une pompe alimentaire

Matériels	Prix unitaire (avec remise)	Quantité	Prix Hors Taxe (HT)
Variateur ABB ACQ 110 kW	7200,00	1	7200,00
Microconsole ABB pour variateur ACQ	300,00	1	300,00
Module Bus Ethernet pour variateur ACQ	280,00	1	280,00
Filtre anti harmonique 110kW	5200,00	1	5200,00
			(12980,00)
Coffret de distribution (armoire)			
Montant	98,90	4	395,60
Traverses avant /arrière	64,00	4	256,00
Traverses côtés	59,10	4	236,40
Socles pièces d'angle	31,20	4	124,80
Socles habillages avant / arrière	81,20	2	162,40
Socles habillages cotés	67,20	2	134,40
Panneaux toit/base pleins	67,20	2	134,40
Panneaux arrières pleins	197,50	1	197,50
Panneaux latéraux	217,20	2	434,40
Porte avant pleine	703,20	1	703,20
Ventilateur pour armoire	425,00	1	425,00
Divers consommables	148,20	1	148,20
	TOTAL HT (€)		16332,30
	T.V.A. (20%)		3266,46
	TOTAL T.T.C. (€)		19598,76

6-3) En déduire le coût du matériel pour les trois pompes alimentaires.

Calculs	Résultat
Coût total matériel = 19598,76 x 3	58796,28€

① **Le coût de l'étude et de la main d'œuvre se monte à 11400 € TTC pour les trois pompes. Les frais de location d'engin de manutention, nécessaires à cette réalisation, sont de 870 € TTC.**

6-4) Calculer le coût global des travaux sur les trois pompes alimentaires.

Calculs	Résultat
Coût total = matériel + main d'œuvre + location = 58796,28 + 11400 + 870	71066,28€

6-5) D'après vos calculs, en combien d'années les travaux sont-ils rentabilisés.

Calculs	Résultat
71066,28 / 9969	7,13 années

6-6) Le temps d'amortissement correspond-il au temps estimé ? Vous enverrez un mail au directeur du site afin de lui transmettre vos conclusions.

Vous avez 63 message(s) dont 2 non lu(s)

Rechercher... dans les mails

message 1 sur 63 Suivant

de Mary.g2e@orange.fr
à patrick.s@lombric.com
date 18/02/2018
objet amortissement variateurs pompes

ajouter à mes contacts
créer une alerte SMS

voir l'en-tête complet

Monsieur le Directeur,
Les calculs montrent que l'installation sera rentabilisée à échéance de 7,13 années,
c'est-à-dire quasiment 2 ans de mieux que prévu.
Cordialement M.X.

On attend :

- **La rentabilité des travaux est mise en évidence**
- **La formulation est correcte**
- **Civilité (formule de politesse)**