



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2011

EPREUVE E5

Automatique et Génie électrique

Génie électrique

(Sous épreuve E 5-2)

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Aucun document n'est autorisé

Ce sujet contient 4 dossiers :

- Présentation
- Questionnaire
- Documents Réponses
- Dossier Technique

Matériel autorisé : Calculatrice de poche alpha-numérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante (Circulaire 99-186 du 16-11-99)

Tous les documents réponse doivent être agrafés à la copie normalisée.

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2011

Génie électrique

(Sous épreuve E 5-2)

Présentation

Ce dossier contient les documents **PR 1** à **PR 2**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

1. Présentation du produit

La micro brasserie L&L ALPHAND est installée à Vallouise dans les Hautes-Alpes (05) depuis le printemps 1998. Située à 1170 m d'altitude, elle bénéficie d'un cadre de hautes montagnes pittoresque et propice au brassage de la bière. La géologie de ce site exceptionnel permet d'utiliser de l'eau de source de montagne d'une qualité et d'une pureté optimale. Le mélange de cette eau lors du brassage aux autres ingrédients traditionnels de la bière (malts, houblons et levures) permet d'élaborer des bières d'une grande finesse, authentiques, naturelles et saines. La brasserie distribue sa bière soit en fûts de 25 ou 50 litres pour une distribution à la pression, soit en bouteilles verre de 0.75 litre.

2. Processus de la fabrication (repères sur le synoptique de la chaîne de fabrication document PR2)

Le malt est de l'orge germé et séché. Il fournit le sucre nécessaire à la fermentation et donne sa couleur à la bière. Conditionné en sacs de 25 kg (1a), il est grossièrement broyé dans le Concasseur (1) puis déversé dans la cuve de brassage (2). Il y infuse deux heures dans l'eau de source chaude (3a) progressivement déversée depuis la bêche (3). Le mélange résultant est brassé manuellement à plusieurs reprises. Le «moût primitif» obtenu est filtré puis transvasé dans la Chaudière à houblonner (4).

Ce moût primitif est porté à ébullition pendant une heure dans la Chaudière à houblonner (4). En fin de chauffe, des extraits de Houblon (4c) sont ajoutés afin d'améliorer la conservation, l'amertume et l'arôme de la bière.

Le moût est ensuite filtré dans la Centrifugeuse (4e) puis refroidi dans l'échangeur à plaque (5) avant d'être transvasé dans une cuve de fermentation, dans la Cuve (6) à 20°C pendant 15 jours s'il s'agit d'une fermentation haute, dans la Cuve (7) à 10°C pendant 3 semaines s'il s'agit d'une fermentation basse. Des levures sont introduites pour démarrer la fermentation.

Après fermentation, la «bière verte» obtenue est transvasée dans une Cuve de garde (8) pour un vieillissement de cinq semaines. La «bière mûre» finale sera commercialisée.

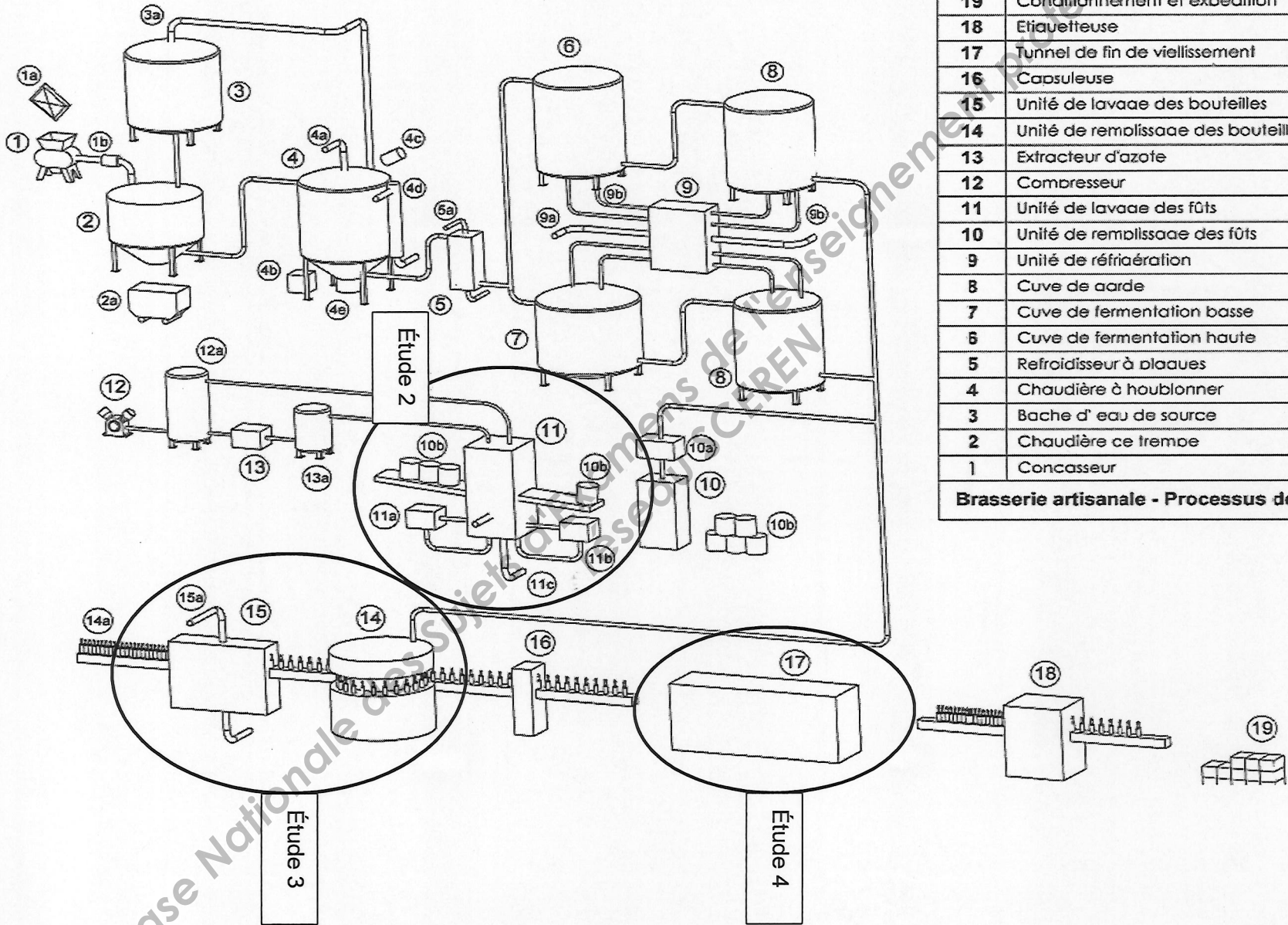
La fermentation est une réaction exothermique (qui dégage de la chaleur). Les cuves de fermentation et de garde chauffent donc naturellement : elles sont refroidies par l'Unité de réfrigération (9).

3. Conditionnement (repères sur le synoptique de la chaîne de fabrication document PR2)

La bière produite est conditionnée avant sa commercialisation :

- dans le cas d'une mise en fûts sur l'Unité de remplissage (10), elle est filtrée (10a). Avant leur remplissage, les Fûts (10b) sont lavés et remplis d'azote sur la Laveuse de fûts (11).

- dans le cas d'un embouteillage sur l'Unité de remplissage (14), les bouteilles sont d'abord lavées sur l'Unité de lavage (15). Une fois remplies, elles sont bouchées par la capsuleuse (16). Elles sont ensuite stockées pour 24 heures dans le Tunnel de vieillissement (17) ventilé à 20°C pour terminer la fermentation secondaire. Trois étiquettes et un marquage sont alors posés sur la bouteille par l'étiqueteuse (18) avant un conditionnement en boîtes de carton de six bouteilles (19) pour l'expédition.



19	Conditionnement et expédition	
18	Étiquetteuse	
17	Tunnel de fin de vieillissement	20°C
16	Capseuse	
15	Unité de lavage des bouteilles	
14	Unité de remplissage des bouteilles	
13	Extracteur d'azote	
12	Compresseur	
11	Unité de lavage des fûts	
10	Unité de remplissage des fûts	
9	Unité de réfrigération	-4°C
8	Cuve de garde	4°C
7	Cuve de fermentation basse	10°C
6	Cuve de fermentation haute	20°C
5	Refroidisseur à plaques	
4	Chaudière à houblonner	95°C
3	Bache d'eau de source	60°C
2	Chaudière de trempée	
1	Concasseur	

Brasserie artisanale - Processus de fabrication

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2011

Génie électrique

(Sous épreuve E 5-2)

Questionnaire

Ce dossier contient les documents **Q 1 à Q 6**

1	Bilan des puissances.	
	Barème : 15 / 60	Durée conseillée : 30 min

Lors de l'opération de lavage des fûts (unité repère 11 page PR2), on constate des déclenchements du disjoncteur général EDF au moment du démarrage du compresseur d'air repère 12 sur la page PR2.

Q.1-1	Documents à consulter : DT 2	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Le contrat EdF est un tarif BLEU – OPTION TEMPO 36 kVA.
A l'aide du tableau des puissances de chaque machine (DT 2), expliquer ces déclenchements intempestifs.

Q.1-2	Documents à consulter : DT 3	Répondre sur DR 1
--------------	-------------------------------------	--------------------------

Pour faire le bilan économique de la situation actuelle en tarif BLEU – TEMPO 36kVA, relever le coût de l'abonnement annuel pour le contrat EdF tarif BLEU – OPTION TEMPO 36 kVA.

Q.1-3	Documents à consulter : DT 2 et DT 3	Répondre sur DR 1
--------------	---	--------------------------

D'après le tableau page DT2, on lit que la somme des puissances installées est d'environ 56 kW. Les « ventilateurs séchage bouteille » (3kW) ne fonctionnent que la nuit en heures creuses. On peut estimer une demande de puissance spontanée en pleine journée de 56 kW moins 3 kW, soit 53 kW.
On envisage donc de souscrire un nouvel abonnement tarif JAUNE – OPTION EJP de 54 kVA.

Quel serait alors le coût de la prime fixe annuelle pour le contrat EdF tarif JAUNE 54 kVA ?

Q.1-4	Documents à consulter : DT 2 et DT 3	Répondre sur DR 1
--------------	---	--------------------------

Pour estimer le coût de la consommation en tarif JAUNE, on fait correspondre :

↳ La consommation en jours rouge et blanc du contrat BLEU - TEMPO aux jours d'hiver du contrat JAUNE – OPTION EJP.

↳ La consommation en jours bleus du contrat BLEU - TEMPO aux jours d'été du contrat JAUNE – OPTION EJP.

Q.1-4-1 Calculer le coût annuel total en tarif BLEU – OPTION TEMPO.

Q.1-4-2 Calculer le coût annuel total estimé en tarif JAUNE – OPTION EJP.

Q.1-4-3 Choisir le contrat EdF le mieux adapté à la consommation.

2	Amélioration de l'unité de lavage de fûts.	
	Barème : 20 / 60	Durée conseillée : 60 min

On considère maintenant que l'on conserve le tarif BLEU – OPTION TEMPO 36 kVA.

Constat de défaillance :

Lors du lavage des fûts, on constate des déclenchements intempestifs du disjoncteur principal de la brasserie, (Disjoncteur EdF), principalement lors de l'enclenchement des pompes P1(acide) ou P2(base) au moment où les résistances de chauffe des bacs sont alimentées (12 kW chacune).

Le cycle d'enclenchement des pompes est de l'ordre d'un démarrage toutes les 2 à 3 minutes.

Le service de maintenance se propose d'étudier et de réaliser les deux solutions techniques suivantes.

Proposition N°1 :

Afin de réduire le courant total de l'installation pendant le démarrage des pompes, on se propose d'étudier l'arrêt du chauffage pendant le pompage.

Q.2-1	Documents à consulter : DT 4 et DT 5	Répondre sur DR 2
--------------	---	--------------------------

Pour réduire la puissance globale de la machine, on désire couper le chauffage des deux bacs (KM41 et KM42) pendant la marche de P1 ou P2. (KM21 ou KM22)

Sur DR 2, compléter le schéma de commande.

Proposition N°2 :

On se propose d'étudier le remplacement des moteurs monophasés par des moteurs triphasés.

On a relevé l'allure du courant en ligne absorbé par la pompe P1 (acide) à l'oscilloscope. (Voir DT 6). On assimilera ce signal à un signal sinusoïdal.

Rappel : en régime sinusoïdal $I_{eff} = (I_{cc}/2)/\sqrt{2}$ avec I_{cc} = « valeur crête à crête ».

Q.2-2	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Relever sur le graphique la valeur t_D du temps de démarrage.

Q.2-3	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

On lit sur l'oscilloscope « CH1 C-C 50,8A » qui indique la « valeur crête à crête » I_{Dcc} du courant de ligne au démarrage.

Calculer la valeur efficace $I_{D_{eff}}$ du courant de démarrage.

Q.2-4	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Relever sur le graphique la valeur crête à crête $I_{RE\ cc}$ du courant de ligne en régime établi.

Q.2-5	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Calculer la valeur efficace $I_{RE\ eff}$ du courant de ligne en régime établi.

Q.2-6	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

La pompe P1 est entraînée par le moteur monophasé M21 de référence CDM 70/07

Quelle est la valeur du courant nominal de ce moteur ?

Q.2-7	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Comparer le courant de ligne mesuré et le courant nominal du moteur.
Le moteur est-il bien choisi par rapport à la charge à entraîner ?

Q.2-8	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	-------------------------------------	-------------------------------

Quel serait l'avantage, pour l'installation, de remplacer le moteur monophasé CDM 70/07 par un moteur triphasé de puissance nominale de sortie équivalente ?

Q.2-9	Documents à consulter : DT 4 et DT 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	---	-------------------------------

Le 17 mars 2009, suite à un déclenchement du disjoncteur général et du disjoncteur Q2, le technicien de maintenance a conclu que le moteur M21 (Référence CDM70/07, $P_{Absorbée}=1kW$) est défectueux. Défaut d'isolement et enroulement principal coupé. Il faut donc changer ce moteur. Pour réduire le courant de démarrage par phase, on décide d'installer un moteur triphasé.

Donner la référence du nouveau moteur triphasé. Justifier votre réponse.

Q.2-10	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur DR 3
---------------	-------------------------------------	--------------------------

Sur DR3, compléter le nouveau schéma de puissance des deux pompes P1 et P2.

3	Synchronisation des unités de lavage et de remplissage des bouteilles.	
	Barème : 5 / 60	Durée conseillée : 15 min

La motorisation de l'unité de remplissage des bouteilles est réalisée à partir d'un moteur asynchrone triphasé dont les caractéristiques sont les suivantes :

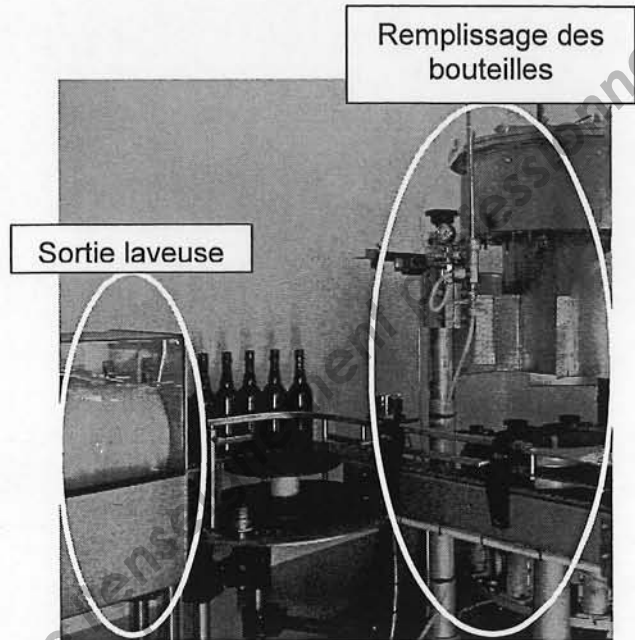
P = 1,1kW
U = 230V/400V
I = 6,2A/3,6 A
Cos φ = 0,69
N = 910 min⁻¹

Le moteur est seul à entraîner le tapis d'entrée et de sortie des bouteilles ainsi que la partie remplissage. Le mouvement est transmis par des chaînes et engrenages.

Il n'existe pas de zone tampon pour stocker les bouteilles propres qui sortent de la laveuse.

Les vitesses du tapis de sortie de la laveuse et du tapis d'entrée de l'embouteilleuse doivent être parfaitement synchrones. S'il y a désynchronisation, dans un cas on risque le défaut d'approvisionnement de l'embouteilleuse, dans l'autre cas le bourrage de la laveuse et la casse de bouteilles.

Le réglage se fait actuellement par un variateur mécanique à courroie trapézoïdale qui manque de précision et de stabilité.



Q.3-1	Documents à consulter : DT 1 et DT 8	Répondre sur feuille de copie
--------------	---	-------------------------------

On désire alimenter le moteur de l'embouteilleuse par un variateur de vitesse de même type que celui de la laveuse, puis de réaliser la synchronisation.

Choisir le variateur de vitesse. Donner sa référence complète. Justifier votre réponse.

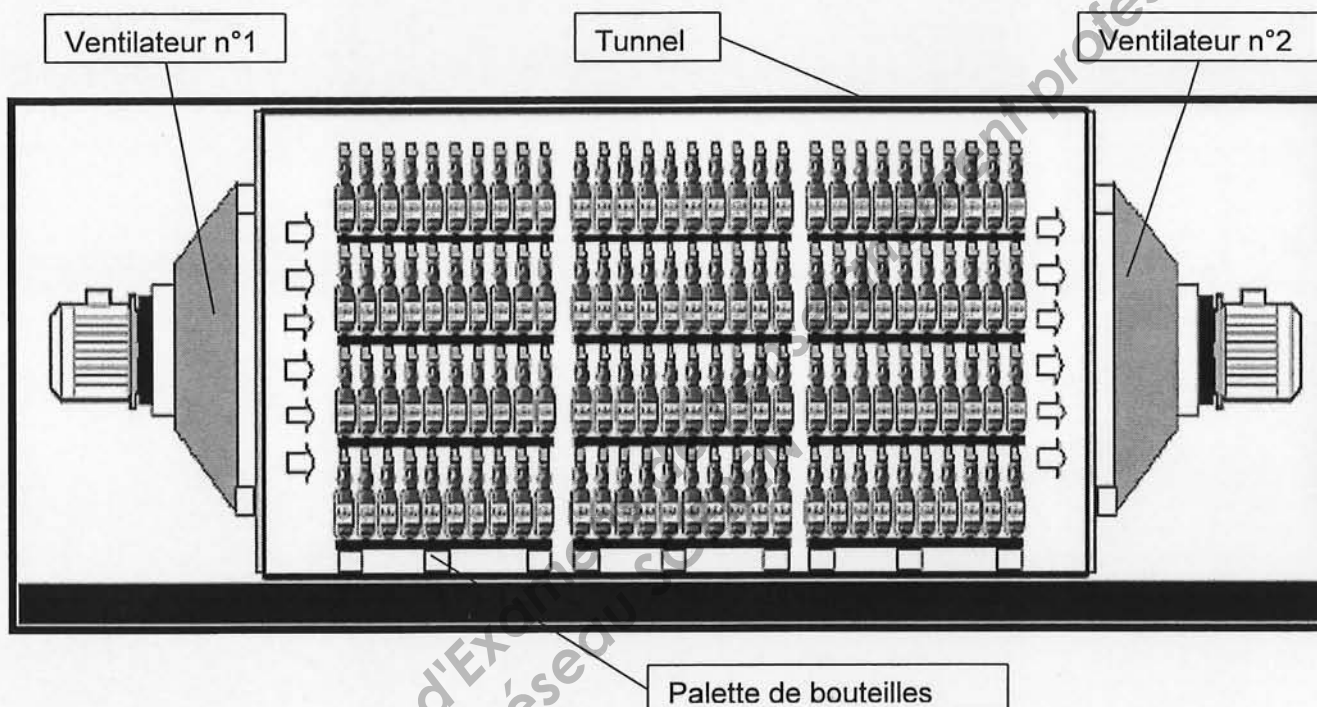
Q.3-2	Documents à consulter : DT 9	Répondre sur DR 1
--------------	-------------------------------------	--------------------------

On désire pouvoir régler la vitesse de l'ensemble des deux machines à partir d'un seul potentiomètre sur le pupitre de commande. Il sera appelé P1 : « allure générale ». Le réglage de la fréquence de rotation du tapis de la laveuse sera ajusté par P2. Le réglage de la fréquence de rotation du tapis de l'embouteilleuse sera ajusté par P3.

Sur DR 1, réaliser le schéma de la synchronisation des vitesses des deux variateurs à l'aide des potentiomètres d'étalonnages (P2 et P3), et du potentiomètre P1 : « allure générale ».

4	Optimisation de la ligne d'embouteillage	
	Barème : 20 / 60	Durée conseillée : 60 min

Le tunnel de vieillissement a pour rôle de bloquer toute fermentation résiduelle pour obtenir des lots homogènes. Pour cela, il diffuse un flux laminaire d'air par l'intermédiaire de deux **moto-ventilateurs identiques montés tête-bêche**. On souhaite optimiser le fonctionnement de ce tunnel en inversant périodiquement le sens d'écoulement de l'air.



Situation initiale :

Jusqu'à présent, après la mise en route par l'opérateur, le flux d'air est continu, dans le même sens.

Nouvelle solution :

Le tunnel devra être alimenté aux heures creuses du tarif bleu tempo. Le flux d'air sera inversé toutes les 30 minutes. Les ventilateurs associés à leurs motorisations seront conservés. Un relais temporisé CROUZET (donnant les ordres d'inversion du flux d'air) pilotera un démarreur progressif inverseur MOELLER sans « by-pass » pour les deux moto-ventilateurs.

Caractéristiques électriques d'un moto-ventilateur axial

$P_u = 1,5 \text{ kW}$
 $U = 230\text{V} / 400 \text{ V}$
 $I_N = 4,2 \text{ A}$

$N = 905 \text{ min}^{-1}$
 $f = 50 \text{ Hz}$
 $\cos \varphi = 0,70$

6 pôles
 $I_D / I_N = 4,5$

Q.4-1	Documents à consulter : DT 10 et Q 5	Répondre sur feuille de copie.
--------------	---	--------------------------------

Sur le schéma de puissance page DT 10, on constate que l'ordre des phases sur les moteurs M1 et M2 a été inversé.

Quelle est la raison de cette inversion ?

Q.4-2	Documents à consulter : DT 11, DT 12 et DR 4	Répondre sur feuille de copie.
--------------	---	--------------------------------

Pour limiter la pointe d'intensité au démarrage des moteurs, rechercher la référence d'un démarreur progressif (voir **DT 11** et **DT 12**) répondant à la nouvelle solution. Justifier votre réponse en indiquant les critères de choix.

Q.4-3	Documents à consulter : DT 12	Répondre sur DR 4
--------------	--------------------------------------	-------------------

Compléter le nouveau schéma de puissance sur **DR 4** en assurant une coordination des protections de type 2.

Q.4-4	Documents à consulter : DT 12 et DT 13	Répondre sur DR 5
--------------	---	-------------------

On utilise un relais temporisateur («clignotant») de type MUR1 (voir **DT 13**) pour obtenir l'inversion des flux d'air. Compléter le nouveau schéma de commande sur **DR 5**.

Q.4-5	Documents à consulter : DT 10, DT 14, DT 15	Répondre sur feuille de copie.
--------------	--	--------------------------------

Les références des composants du circuit terminal des moteurs M1 et M2 (voir **DT 10**) sont rappelés ci-dessous :

Contacteur KM1 :	LC1-DO9 B7	(voir DT 14)
Relais thermiques F1, F2 :	LRD 10	(voir DT 15)

Peut-on conserver ces éléments pour la réalisation du nouveau schéma ? Indiquer les réglages éventuels des relais thermiques F1 et F2.

Q.4-6		Répondre sur feuille de copie.
--------------	--	--------------------------------

Le relais temporisateur retenu (sortie relais : nombre de cycles 10^5) est l'élément possédant le plus faible nombre de cycles autorisés. On sait que l'installation fonctionne 235 jours par an de 22 heures à 6 heures.

Déterminer la durée de vie en années de ce composant.

Quelle conclusion peut-on en tirer en termes de maintenance ?

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2011

Génie électrique

(Sous épreuve E 5-2)

Documents Réponses

Ce dossier contient les documents **DR 1 à DR 5**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

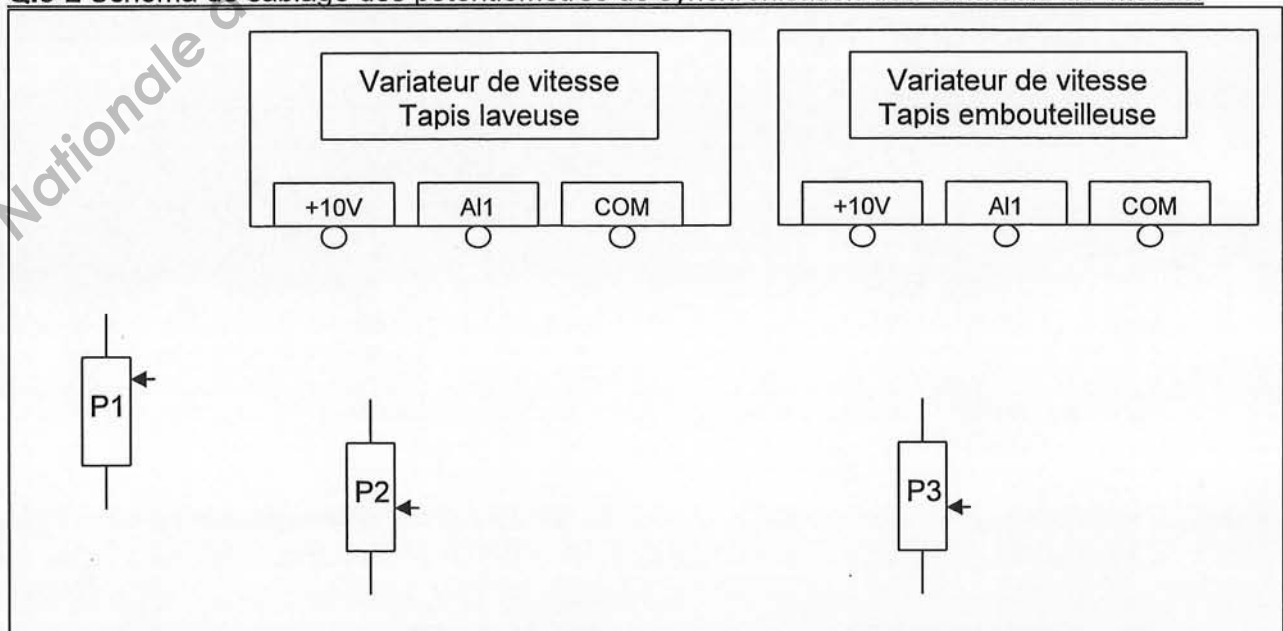
Q.1-2, Q.1-3, Q.1-4-1, Q.1-4-2. Tableau comparatif des coûts du tarif bleu vers le tarif jaune.

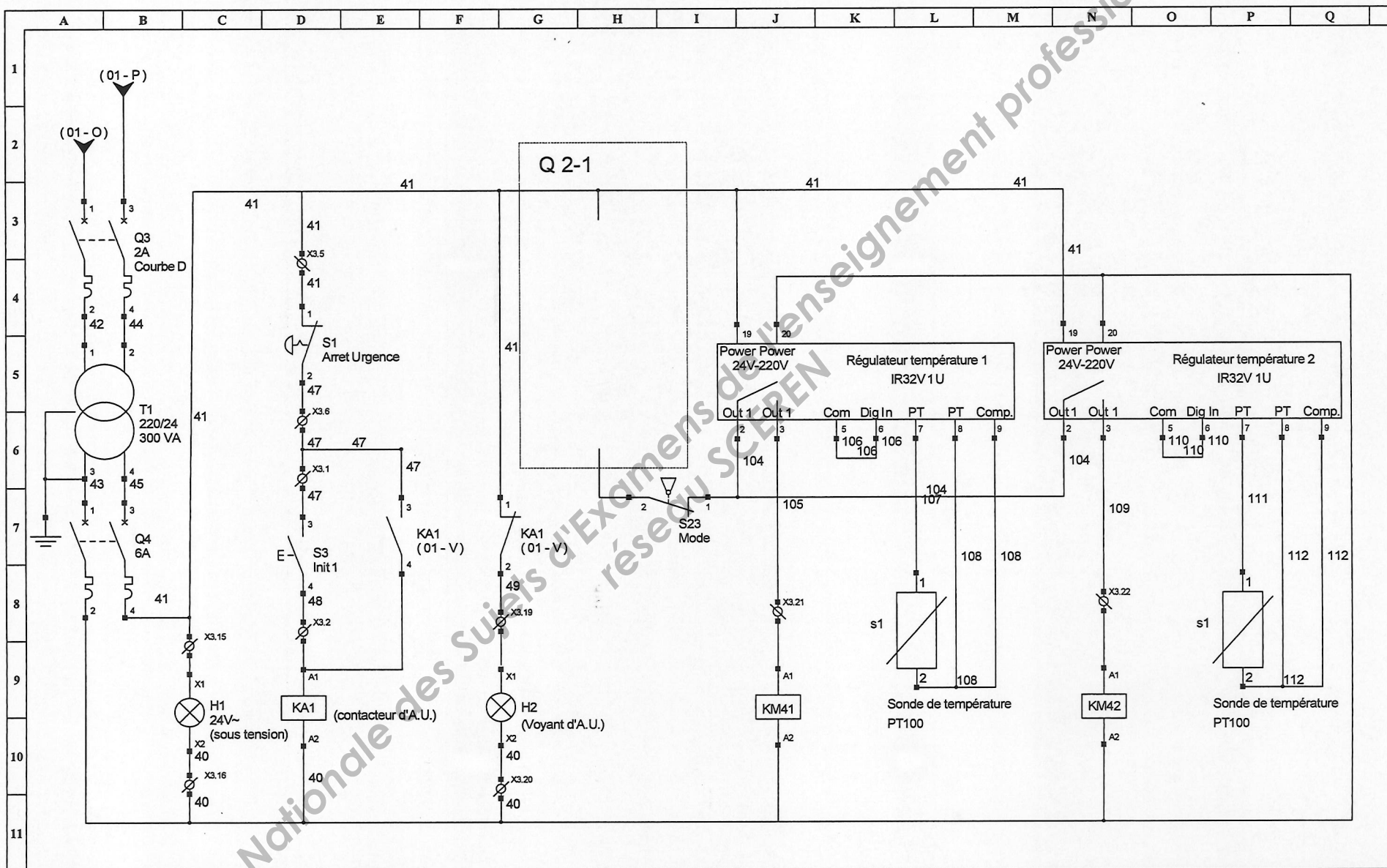
Tarif BLEU – OPTION TEMPO		Énergie consommée annuelle (en kWh)	Prix du kWh (en c€/kWh)	Coût annuel sur la période (en €)	Total coût annuel énergie (en €)
Bleu	HC	6851	3,07	210,32	1279,44
	HP	14209	3,91	555,57	
Blanc	HC	1015	6,69	67,90	
	HP	2030	8,01	162,60	
Rouge	HC	761	12,77	97,18	
	HP	507	36,66	185,87	
Abonnement annuel =					
Coût annuel total en tarif BLEU =					

Tarif JAUNE – OPTION EJP		Énergie consommée annuelle (en kWh)	Prix du kWh (en c€/kWh)	Coût annuel sur la période (en €)	Total coût annuel énergie (en €)
Été	HCE	6851	2,088	143,05	862,59
	HPE	14209	2,685	381,51	
Hiver	HH	3806	5,288	201,26	
	PM	507	26,976	136,77	
Prime fixe = 54 kVA		 €/kVA	
Coût annuel total en tarif JAUNE =					

Q.1-4-3 Choisir le contrat EdF le mieux adapté à la consommation :

Q.3-2 Schéma de câblage des potentiomètres de synchronisation des variateurs de vitesse.





Brasserie



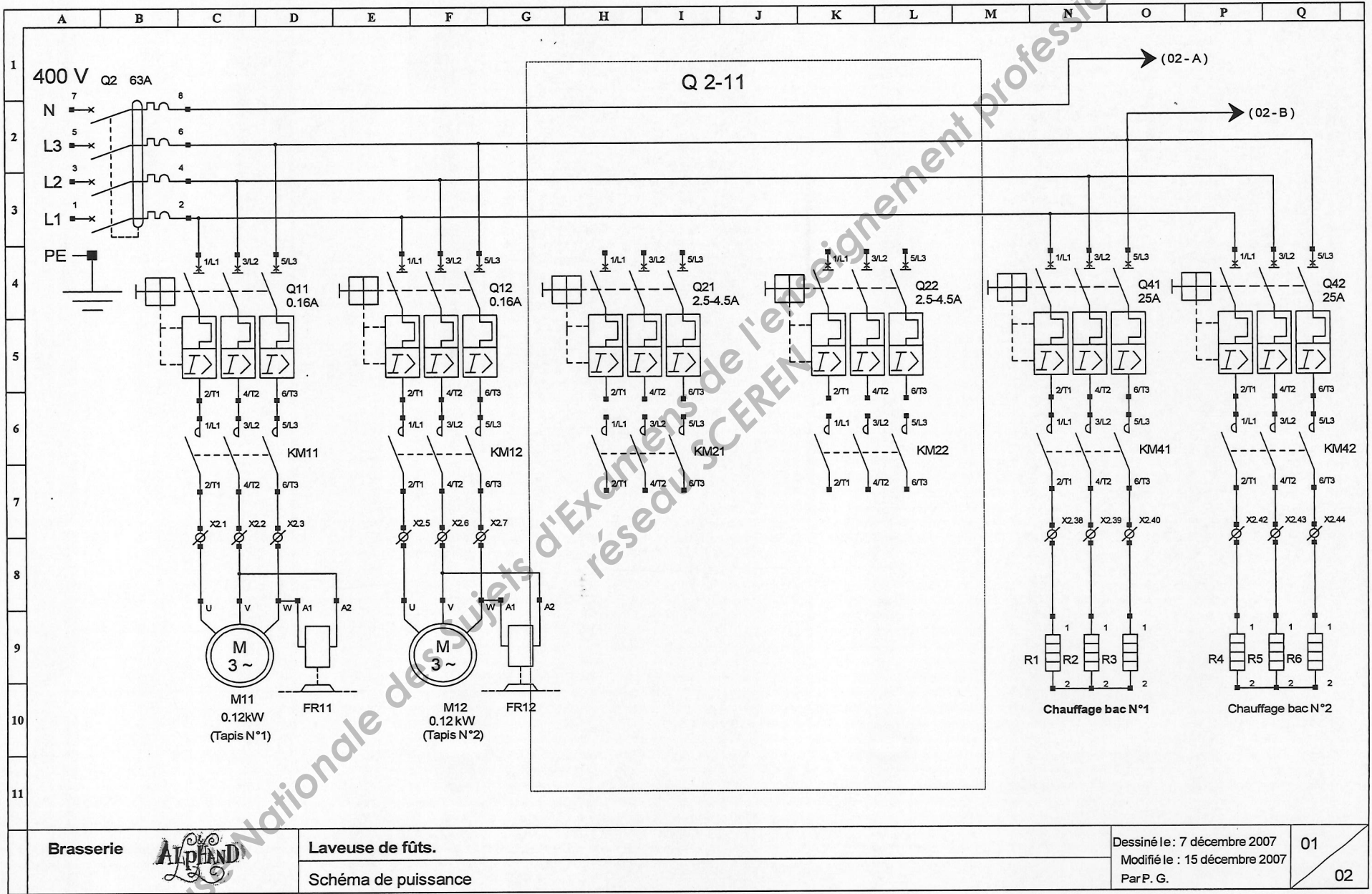
Laveuse de fûts.

Schéma de commande

Dessiné le : 7 décembre 2007
 Modifié le : 15 décembre 2007
 Par P. G.

02

02



Brasserie



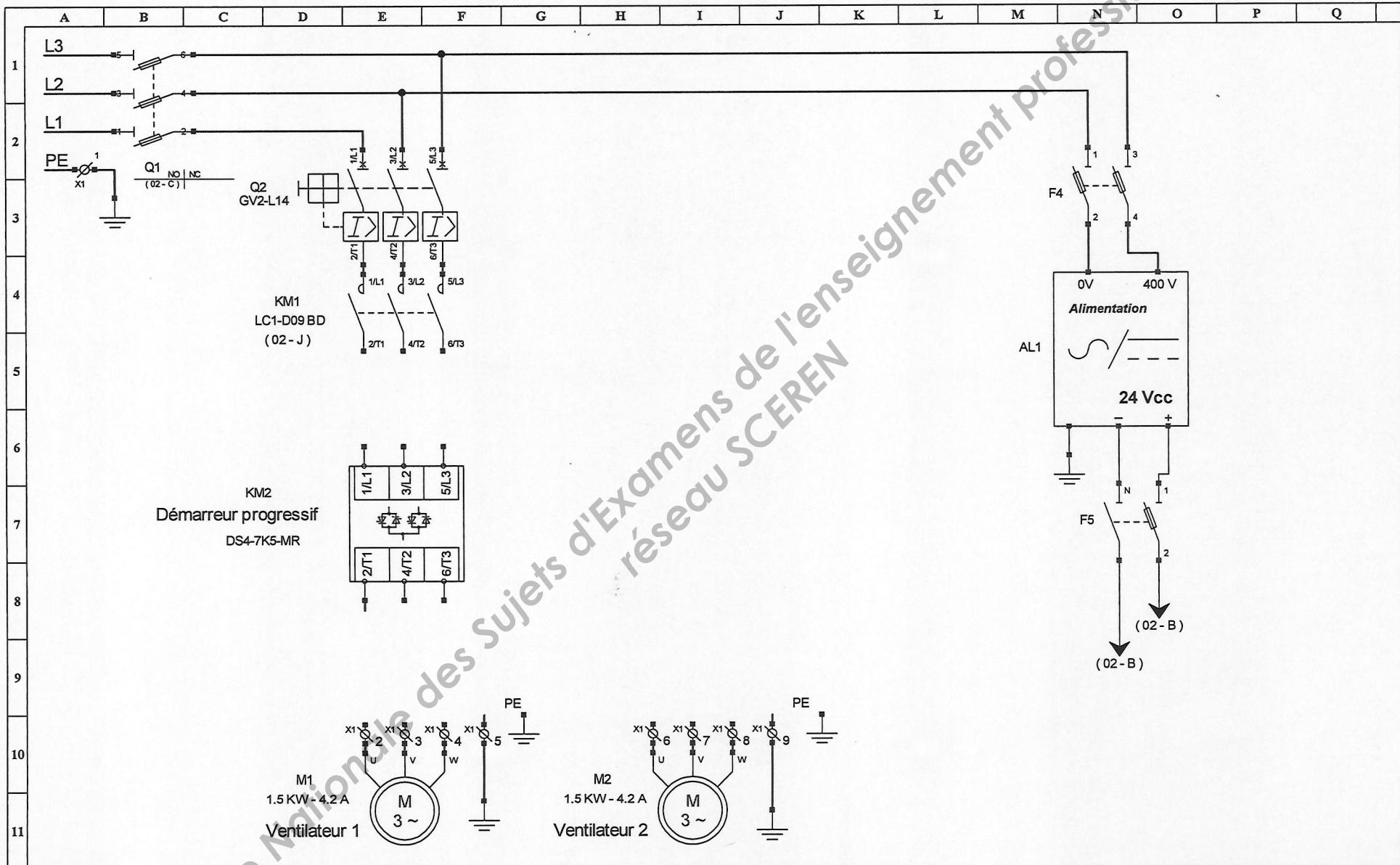
Laveuse de fûts.

Schéma de puissance

Dessiné le : 7 décembre 2007
Modifié le : 15 décembre 2007
Par P. G.

01

02



Brasserie



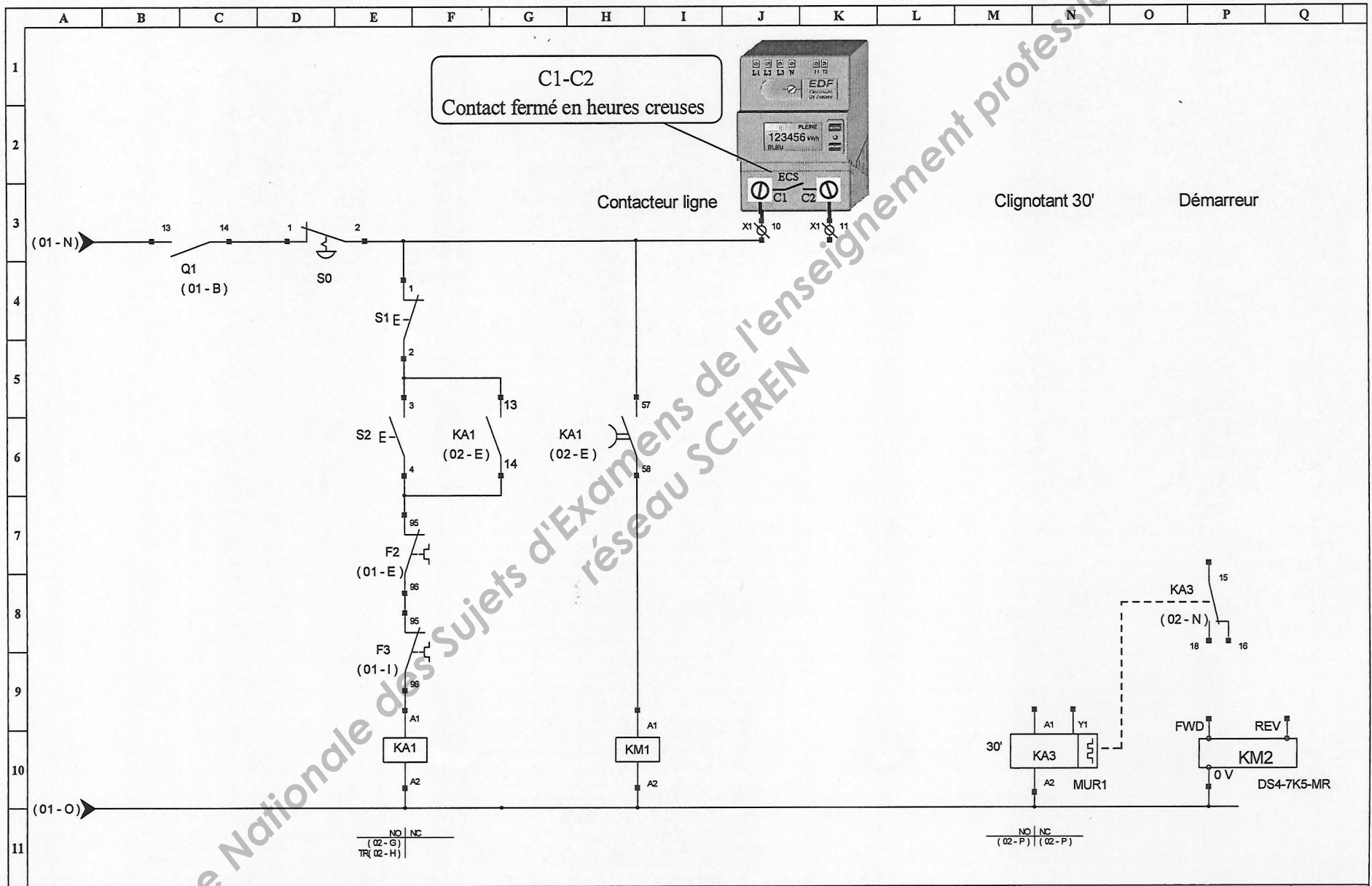
Tunnel de vieillissement

Puissance

Dessiné le : 6 décembre 2007
 Modifié le : 14 décembre 2007
 Par : D.P

01

02



Brasserie



Tunnel de vieillissement

Commande

Dessiné le : 6 décembre 2007
Modifié le : 14 décembre 2007
Par : D.P

02

02