

**SESSION DE 2008**

**CAPLP**

**CONCOURS INTERNE**

Section : **GENIE ELECTRIQUE**

Option : **ELECTROTECHNIQUE**

**ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE ET/OU D'UN PROCESSUS  
TECHNIQUE ET/OU D'UN EQUIPEMENT**

Durée : 6 heures – Coefficient : 1

*Aucun document autorisé.*

*Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999).*

**DOSSIER SUJET**

## Partie A : distribution haute tension

En vue de travaux de modification d'une partie de l'installation de distribution HT/BT, on vous demande de vérifier certaines caractéristiques de cette installation.

### AA – Etude du poste de livraison et du poste de transformation principal.

AA1 – Définir les différents domaines de tensions alternatives utilisées dans l'installation (hors parties commandes) et préciser les limites définies par la norme NFC 18-510 :

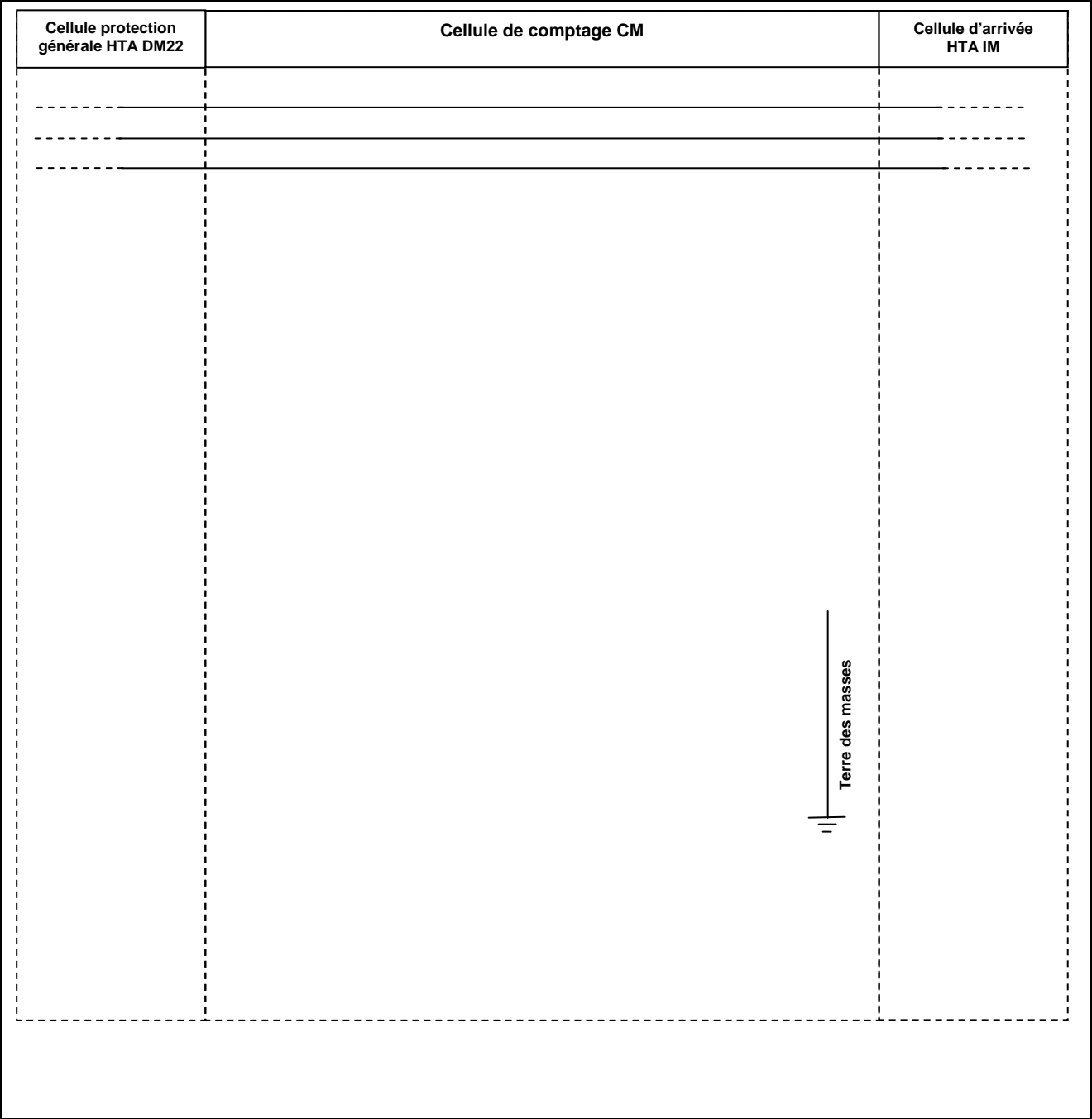
| Tensions | Domaines | Limites |
|----------|----------|---------|
|          |          |         |

AA2 – Indiquer le type d'alimentation du poste de livraison et citer deux autres types d'alimentation HT :

AA3 – Indiquer les conditions de couplage des deux transformateurs TR1 et TR2 en parallèle :

AA4 – Indiquer le type de comptage d'énergie mis en place (HT ou BT). Ce type de comptage est-il le plus approprié sachant que le site possède une seule raison sociale.

AA5 - Compléter le schéma de raccordement du bornier de puissance du compteur TRIMARAN 2. La cellule comptage de type TM de la série SM6 Merlin Gérin est équipée entre autre de trois transformateurs de courant et de trois transformateurs de potentiel phase/masse 20 kV/100 V. Les transformateurs de potentiel sont protégés par fusibles HTA 6,3 A et fusibles BTA 10 A, ils sont dotés de pôles de sectionnement au primaire.



AA6 – Indiquer les pouvoirs de coupure minimaux nécessaires aux niveaux des disjoncteurs DGBT1 et DGBT2 et des disjoncteurs de départ en aval du jeu de barres :

**AB – Etude du poste de transformation HTA/BTA « Usine CANTAL »**

**AB1 - Indiquer le type d'alimentation HT du poste :**

**AB2 – Etude du transformateur TR4 en charge :**

**a – Déterminer le rapport de transformation à vide par colonne :**

**b – Déterminer le courant nominal secondaire sachant que  $U_{2n} = 400 \text{ V}$  :**

**c – Déterminer la chute de tension dans les enroulements secondaires et en déduire la tension secondaire correspondant au fonctionnement à 80 % de l'intensité nominale, on considérera que le  $\cos \varphi_2$  sera constant et égal à 0,93 :**

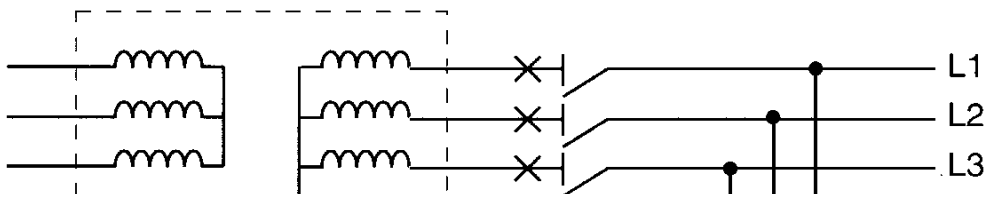
**d - Déterminer le rendement du transformateur pour un fonctionnement à 80 % de l'intensité nominale et pour  $\cos \varphi_2 = 0,93$  :**

**AB3 – Réaliser un schéma permettant de faire apparaître la plaque à bornes du transformateur ainsi que le couplage des enroulements et le repère des bornes :**

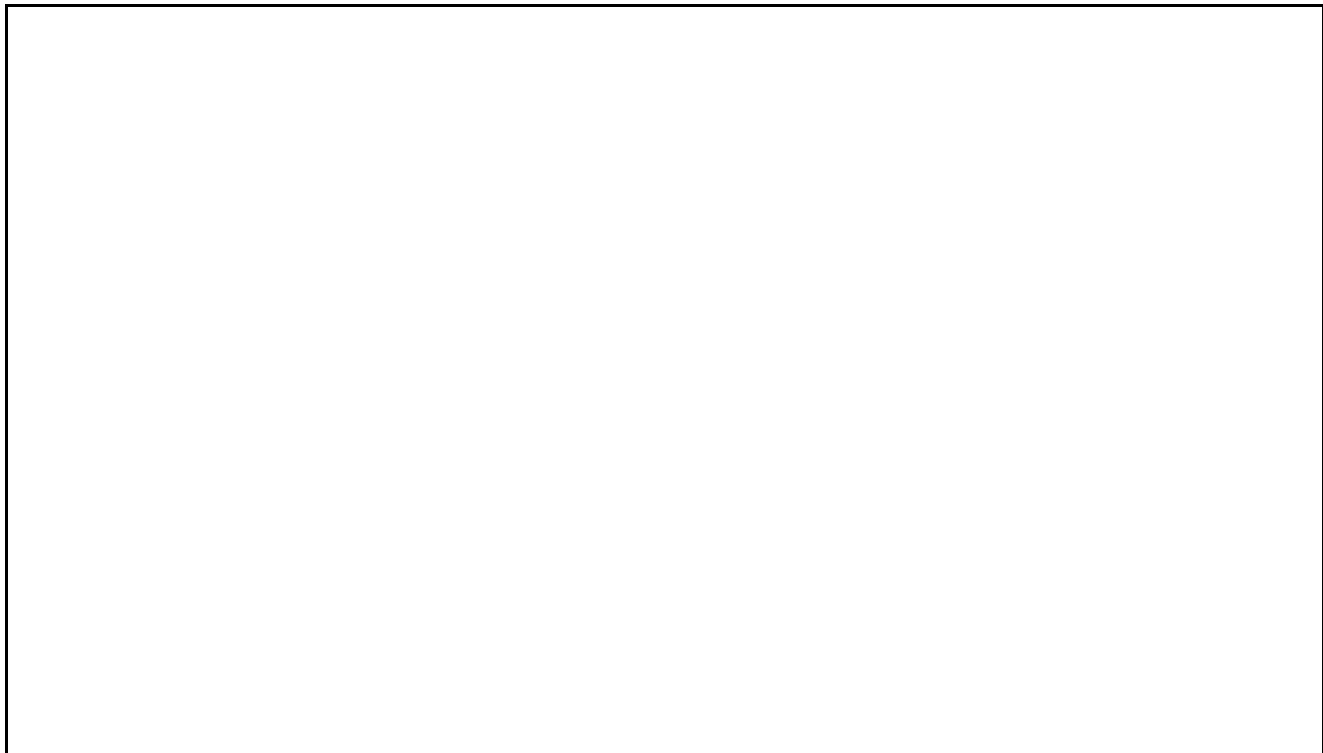
**AB4 - Donner la valeur de l'indice horaire de couplage, et préciser à quoi correspond cet indice :**

**AB5 – Réaliser le schéma des liaisons à la terre du poste de transformation sachant que celui-ci est de type TNR :**

Toutes les prises de terre, du poste ( $R_p$ ), du neutre ( $R_b$ ) de la partie BT et des masses d'utilisation ( $R_a$ ) sont reliées (interconnectées), la résistance équivalente ou commune est  $R_{PAB}$ .

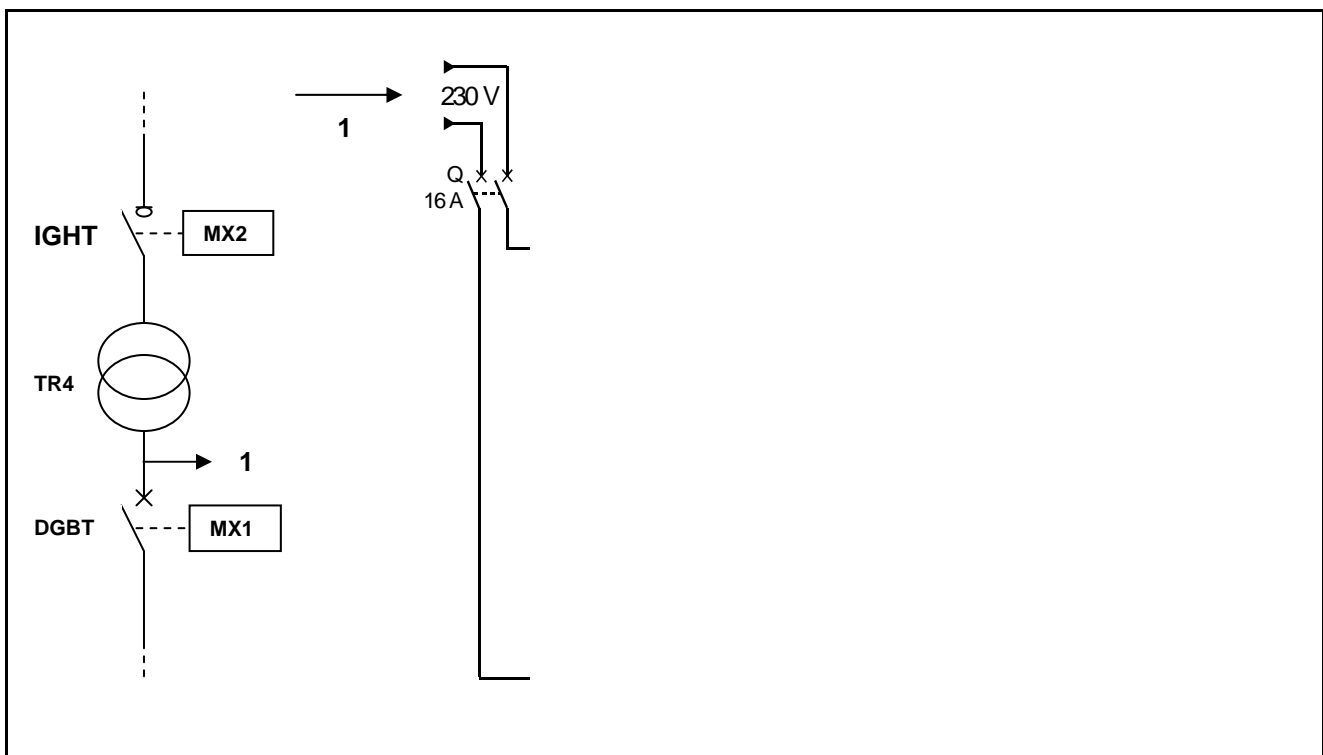


**AB6 – Indiquer la valeur de la tension pouvant apparaître aux bornes des récepteurs situés en aval du poste dans le cas où un défaut d'isolement franc se produirait entre le côté HT et la masse du transformateur, sachant que le réseau est aérien et que la prise de terre du poste vaut  $3 \Omega$ . Conclure sur les éventuelles anomalies susceptibles d'apparaître dans l'installation BT.**



**AB7–** Le transformateur TR4 est équipé d'un DGPT, le rapport annuel de l'organisme vérificateur fait apparaître le commentaire suivant : *reprendre le câblage du relais de protection DGPT du transformateur TR4 (les 4 contacts sont en parallèle et agissent sur les bobines MX du DGBT et de l'inter HTA), l'alimentation du circuit « Protection DGPT transfo TR4 » doit être connectée en amont du DGBT et non en aval.*

On vous demande de réaliser le schéma du circuit « Protection DGPT transfo TR4 » en faisant apparaître les quatre contacts du DGPT avec leurs repères, les bobines permettant la mise hors charge et hors tension du transformateur, une protection par disjoncteur bipolaire 16 A pour ce circuit « Protection DGPT transfo TR4 » et le point de connexion par rapport au transformateur. L'alarme sera visualisée par un voyant.



**AB8 – On désire réaliser des travaux de modification sur la gaine BT reliant le transformateur TR4 à son TGBT car celle-ci est soumise à un problème d'échauffement. Pour ceci une mise hors tension du transformateur est préférable, elle sera réalisée lors d'une période favorable pour la production. Le TGBT et le poste de transformation Cantal sont disposés dans un même local réservé aux électriciens à l'intérieur duquel on trouvera un voisinage BT mais pas de voisinage BT. Prévoir les opérations afin de réaliser le travail en toute sécurité et indiquer les titres d'habilitation minimaux nécessaires à chaque opération :**

| Lieux d'interventions | Opérations réalisées | Habitations minimales nécessaires |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|
|                       |                      |                                   |

## Partie B : distribution basse tension usine Cantal

**B1 – On vous demande de vérifier le dimensionnement de la ligne d'alimentation de l'écrémeuse Cantal cru (depuis JB1), en faisant apparaître les valeurs des divers coefficients ainsi que les calculs et explications nécessaires.**

**a- Déterminer le calibre du déclencheur D2 :**

**b- Vérifier le dimensionnement du câble C2 :**

**c- Déterminer la chute de tension à l'extrémité du câble C2 sachant que la chute de tension en amont de C2 est de 4,5 % ; cette valeur est-elle conforme à la norme ?**

**d – Vérifier le pouvoir de coupure du disjoncteur D2 sachant que la réactance du câble C2 est de 4,05 mΩ :**



**e - On vous demande de vérifier que la protection des personnes est assurée lors d'un défaut d'isolement franc dans l'écrémeuse Cantal cru :**

**e1 - Indiquer la tension et le courant de défaut susceptibles d'apparaître. On considèrera pour simplifier les calculs, que  $Z_{ph} = Z_{pen}$ .**

**e2 - Vérifier que le temps de déclenchement de D2 sera inférieur au temps maximum de coupure défini dans la norme NFC 15-100.**

**f - Indiquer la section du conducteur de neutre à partir de laquelle le schéma TNC est réalisable pour des conducteurs en cuivre et en aluminium et indiquer pourquoi.**

B2 – Dans le cadre d’une politique d’amélioration de l’outil de production il a été demandé à l’équipe technique du site d’effectuer une étude visant à définir les matériels ou systèmes à installer afin d’atteindre les objectifs suivants :

| Objectifs   | Moyens à mettre en place   |
|---|--|
| <p><b><u>Objectif 1 :</u></b><br/> Améliorer la disponibilité de la distribution électrique en mettant en place des systèmes destinés à « surveiller » à distance l’alimentation électrique des process stratégiques pour l’entreprise.</p>   | <p>Appareillages de distribution communicants + supervision</p>  |
| <p><b><u>Objectif 2 :</u></b><br/> Eliminer les surconsommations d’énergie réactive coûteuses.<br/> Déterminer l’incidence d’éventuelles perturbations sur l’installation ou sur les équipements.</p>   | <p>Système de compensation d’énergie réactive<br/> Vérifications liées à l’influence des perturbations harmoniques</p> |
| <p><b><u>Objectif 3 :</u></b><br/> Disposer d’un bilan énergétique afin de :<br/> - Fournir des données fiables et des diagnostics énergétiques précis pour les décisions d’investissement.<br/> - Connaître la part de l’énergie dans le prix de revient d’un produit, répartir les dépenses par centre de coût ou par type de fabrication.<br/> - Etablir un meilleur compromis fourniture/consommation.<br/> - Réduire la consommation en énergies afin d’améliorer la compétitivité de l’entreprise.<br/> - Evaluer la qualité de l’énergie électrique</p> <p>Disposer d’un état des consommations énergétiques en temps réel afin d’anticiper les dérives et les consommations au prix fort.</p> | <p>Système de supervision et de gestion de l’énergie</p>   |

B21 – **Objectif 1 :** Appareillages de distribution communicants et supervision :

la démarche consiste à équiper les départs stratégiques alimentant les principaux process de fabrication de l’usine (production de froid, pasteurisation, pâtes moles, Emmental et Cantal) d’appareils de commande et de protection communicants. Ces appareils devront permettre une surveillance à distance depuis un poste de supervision implanté dans les locaux des services techniques. La surveillance consistera à disposer en temps réel des données et des possibilités d’actions suivantes :

- identification de l’appareil,
- signalisation d’états,
- paramétrage des protections et des alarmes,
- mesures de courants, de tensions, de puissances, de fréquences,
- indicateurs de qualité de l’énergie : fondamentaux, harmoniques,
- lecture des défauts : type de défaut et courant coupé,
- captures d’ondes sur défaut ou programmées,
- historiques des déclenchements et des alarmes,
- indicateurs de maintenance.

Pour des raisons de temps l’étude détaillée sera limitée à la modernisation de la partie Cantal et va consister lors d’une première phase à remplacer le DGBT, D1 et I1 par des appareils communicants permettant d’offrir les fonctionnalités énoncées ci-dessus.

Le choix portera sur du matériel Merlin Gérin.

D1 et I1 étant placés en série et alimentant les mêmes circuits, il conviendra d’équiper I1 des fonctionnalités de communication minimales.

La communication sera de type ModBus entre les éléments d'un même tableau (ou armoire ou châssis) sauf pour I1 qui sera équipé d'un bus Digipact.

Les données seront transmises au poste de supervision via un réseau TCP/IP (Ethernet) au moyen d'une interface de communication ModBus (RS485) / TCP/IP (Ethernet) et de concentrateurs de données.

- a - Compléter le canevas de commande du DGBT ci-dessous. Cet appareil sera de type fixe de gamme Masterpact NT et doté d'une protection sélective :

| Canevas de commande obligatoire   |                           |                                 |  |
|---|---------------------------|---------------------------------|--|
| Cochez les cases <input type="checkbox"/> et renseignez celles-ci <input type="text"/> par la valeur désirée. |                           |                                 |  |
| Affaire :   |                           |                                 |  |
| <b>disjoncteur ou interrupteur</b>  |                           | <b>qté</b> <input type="text"/> |  |
| Masterpact type   |                           | <input type="text" value="NT"/> |  |
| calibre nominal   | <b>A</b>                  | <input type="text"/>            |  |
| sous calibrage des TC   | <b>A</b>                  | <input type="text"/>            |  |
| disjoncteur   | <b>H1, L1</b>             | <input type="text"/>            |  |
| interrupteur  | <b>HA</b>                 | <input type="text"/>            |  |
| nombre de pôles   | <b>3 ou 4</b>             | <input type="text"/>            |  |
| option neutre à droite non disponible actuellement  |                           | <input type="checkbox"/>        |  |
| appareil  | fixe                      | <input type="checkbox"/>        |  |
|   | débro. avec châssis       | <input type="checkbox"/>        |  |
|   | débro. sans châssis       | <input type="checkbox"/>        |  |
|   | (partie mobile seulement) |                                 |  |

| unité de contrôle Micrologic            |            |                          |   |
|---|------------|--------------------------|---|
| <b>A</b> mesure ampèremètre             | <b>2.0</b> | <input type="checkbox"/> | <b>5.0</b> <input type="checkbox"/> <b>7.0</b> <input type="checkbox"/> |
| <b>P</b> mesures puissance              | <b>5.0</b> | <input type="checkbox"/> | <b>7.0</b> <input type="checkbox"/>                                     |
| <b>AD</b> module d'alimentation externe |            | <input type="checkbox"/> | <input type="text" value="V"/>  |
| <b>H</b> mesure harmoniques             | <b>5.0</b> | <input type="checkbox"/> | <b>7.0</b> <input type="checkbox"/>                                     |

| communication                           |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>modules COM</b>                      | ModBUS/JBUS <input type="checkbox"/> |
|   | Digipact <input type="checkbox"/>    |
| <b>modules COM éco</b>                  | ModBUS <input type="checkbox"/>      |
| (pour centrale d'affichage de tableaux) |                                      |

- b - Donner la référence de D1 sachant qu'il sera choisi dans la gamme compact NS à commande manuelle et doté d'une unité de protection de base avec ampèremètre :

- c - Donner la référence de I1 dans la gamme Compact NS :

- d - Indiquer, pour les appareils ci-dessous, les fonctions accessibles depuis la supervision :

| Fonctions   | DGBT (Com ModBus) | D1 (Com ModBus) | I1 (Com Digipact) |
|---|-------------------|-----------------|-------------------|
| Signalisation d'états   |                   |                 |                   |
| Lecture des réglages des protections                            |                   |                 |                   |
| Paramétrage des protections et des alarmes                      |                   |                 |                   |
| Mesures de courants   |                   |                 |                   |
| Mesures de tensions, de puissances, de fréquences               |                   |                 |                   |
| Indicateurs de qualité de l'énergie : fondamentaux, harmoniques |                   |                 |                   |
| Lecture des défauts : type de défaut                            |                   |                 |                   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Captures d'ondes sur défaut ou programmées                                       |  |  |  |
| Historique des déclenchements et des alarmes                                     |  |  |  |
| Indicateurs de maintenance (compteur de manœuvres, usure des contacts, registre) |  |  |  |

e - Donner une proposition de réglages pour les disjoncteurs (DGBT, D1, D2) choisis, indiquer le type de sélectivité obtenue et justifier les réglages :

| Disjoncteurs | Réglages | Sélectivité obtenue | Justification des réglages choisis |
|--------------|----------|---------------------|------------------------------------|
| DGBT         |          |                     |                                    |
| D1           |          |                     |                                    |
| D2           |          |                     |                                    |

B22 – Objectif 2 : Système de compensation d'énergie réactive :

l'analyse des consommations de l'année 2005 fait apparaître une surconsommation d'énergie réactive facturée 6603€ HT. Une étude montre que cette surconsommation est due aux récepteurs situés en aval des transformateurs TR1 et TR2.

a - On demande de réaliser une étude permettant de déterminer la référence du système de compensation à installer et de définir les intérêts d'une compensation. On choisira une compensation globale (connectée sur le jeu de barres immédiatement en aval de TR1 et TR2). Le rapport  $G_n/S_n$  est estimé à 22 % dans la partie d'installation concernée. Vous prendrez soin de faire apparaître tous les éléments et calculs intermédiaires importants de l'étude.

Calculer la puissance de compensation nécessaire ;  
donner la référence de la batterie choisie ;  
indiquer le couplage le plus économique pour raccorder cette batterie de condensateur ;  
justifier votre réponse.

- b- Vérifier s'il y a risque de résonance du système de compensation installé aux fréquences harmoniques correspondant aux rangs harmoniques 3 à 25. Conclure sur la suite à donner et proposer si besoins des solutions.**

- c - Indiquer les perturbations susceptibles d'apparaître dans les installations possédant un taux de distorsion harmonique élevé :**

**B23 – Objectif 3 : Système de supervision et de gestion de l'énergie (Système WhinThor – Enerdis).**

Les objectifs de ce système ayant été décrits précédemment, la configuration de l'installation, dans un premier temps, sera la suivante :

- Une centrale de mesures type POWER M implantée dans le TGBT Cantal (Consommation atelier Cantal).
- Deux centrales de mesures type POWER M implantées dans le TGBT TR1+TR2 (prises de mesures immédiatement après les disjoncteurs BT affectés aux transformateurs TR1 et TR2).
- Deux compteurs électroniques, télé-relevables, positionnés sur les départs Process Emmental et Process Pâtes Moles dans le TGBT TR1+TR2.
- Les compteurs d'eau (général, atelier Cantal, atelier Emmental, atelier Pâtes Moles) et le compteur électrique général MT (TRIMARAN 2) seront rendus communicants au moyen d'un concentrateur d'impulsion type CCT et relevables depuis la supervision.

La consommation électrique liée aux autres départs (froid, station d'épuration, ...), communs à tous les Process, situés dans le TGBT TR1+TR2 sera dans un premier temps déduite par calcul (Consommation sortie TR1+TR2 – Consommation Emmental – Consommation Pâtes Moles) et répartie au prorata du nombre de litres de lait traité ou d'eau utilisée, par les services comptables. Ces départs pourront éventuellement par la suite être équipés de compteurs particuliers.

- a - Le réseau utilisé entre les différents appareils du système WhinThor est le même que celui utilisé précédemment pour la communication entre les différents appareils de distribution.  
Compléter le tableau en donnant les caractéristiques :

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Protocole                |                        |
| Type de médium           | Câble Paires torsadées |
| Type de liaison          |                        |
| Nombre d'abonnés maximum |                        |
| Longueur de bus maximum  |                        |
| Vitesse de transmission  |                        |
| Typologie                |                        |
| Procédure d'échange      |                        |

- b - Le bus utilisé par le système fait partie de la famille des réseaux locaux industriels. Il permet la communication entre l'automatisme et l'informatique. Il est classé parmi les « Field bus » permettant la communication entre unités de traitement (automate, centrale de mesure).

Il existe d'autres catégories de bus pour les différents niveaux de communications dans les systèmes : Sensor bus, Device bus et Data bus.

Compléter le tableau suivant :

| Type de bus | Utilisation | Volume d'échange | Exemple |
|-------------|-------------|------------------|---------|
| Sensor bus  |             |                  |         |
| Data bus    |             |                  |         |

- c - L'alimentation haute tension du poste Cantal, depuis le poste principal, génère un champ électrique ; ce champ est présent autour de la canalisation support de cette alimentation. Le câble du réseau communicant permettant le raccordement des sous répartiteurs 2 et 3 et l'armoire de brassage sera installée à proximité de ce chemin de câble. Une mesure sur le site a permis de relever la valeur de ce champ électrique :  $E = 1 \text{ V/m}$ . Exprimer l'évolution de ce champ électrique en fonction de la distance (source et point exposé). Donner le principe à mettre en œuvre pour relever le champ. Proposer une solution pour minimiser les effets de cette perturbation :

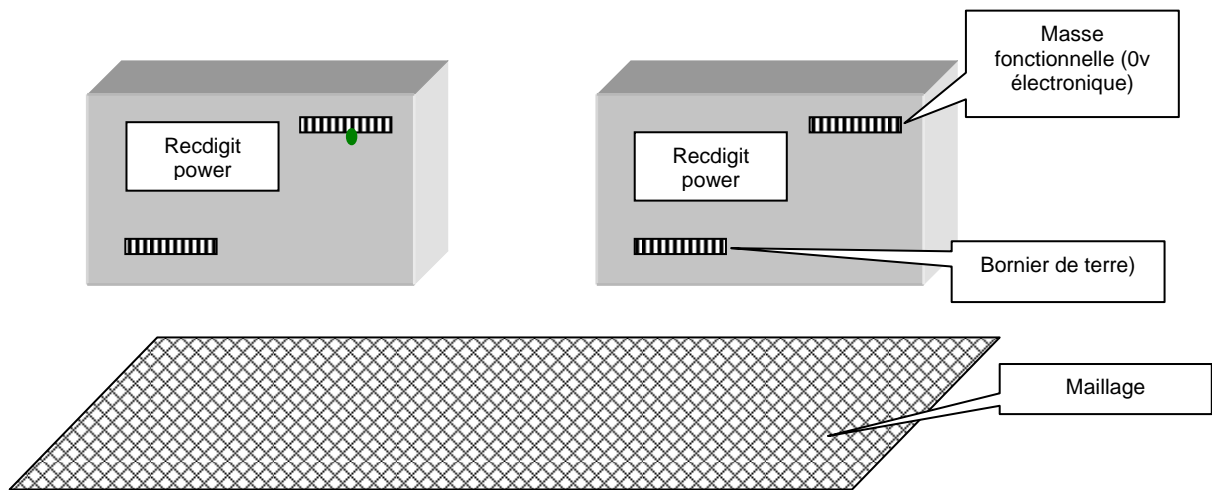
|  |
|--|
|  |
|--|

- d - Comparer les principaux types de câbles utilisés pour les réseaux :

| Type de câble                  | débit | Longueur maxi | Incidence de la perturbation du à ce champ électrique | Avantages | Inconvénients |
|--------------------------------|-------|---------------|---|-----------|---------------|
| Fil unique non blindé          |       |               |   |           |               |
| Coaxial (avec masse raccordée) |       |               |   |           |               |
| Paire torsadée                 |       |               |   |           |               |
| Fibres optiques                |       |               |   |           |               |

e - Le raccordement des appareils dans le TGBT TR1-TR2 est réalisé à l'aide de câbles à paires torsadées. Il est recommandé d'utiliser avec le matériel installé des câbles blindés. Quelles sont les précautions de raccordement à respecter pour le blindage ?

f - La communication entre les centrales de mesures situées dans le TGBT TR1-TR2 peut être soumise à de fortes perturbations. Le raccordement à la terre des masses doit être soigné. Représenter ces liaisons sur le schéma ci-après.



Expliciter, pour cet îlot technique, les précautions à prendre.



- g - Le schéma de liaison à la terre étant de type TN, énoncer le principe des deux types de schémas TN et les dessiner.**

- h - Le schéma installé dans l'usine est de type TN-C, il est fortement perturbant pour les systèmes communicants.**

**L'installation comprend plusieurs îlots techniques communicants : les 2 TGBT, l'armoire AD2, les centres de supervision situés dans les locaux administratifs et les services d'entretien. Les liaisons entre ces îlots techniques seront soumises à ces perturbations. De**

plus le voisinage de la ligne 20 000V avec le bus entre les 2 TGBT existe sur une distance importante.

Donner la solution technique envisagée pour assurer ces liaisons et s'affranchir de ces perturbations. Justifiez le choix.

- i - Afin de faciliter la cohabitation des différents systèmes communicants, on décide d'installer des passerelles Modbus/TCP-IP en sortie des TGBT TR1-TR2, du TGBT Cantal et de l'armoire AD2.

Quels sont les avantages de ce choix ?

- j - Le réseau local obtenu est décrit par le synoptique des systèmes communicants.

Décrire les différentes liaisons existantes entre les appareils communicants. Effectuer un choix de câbles pour chaque type de liaisons. Les câbles reliant les sous répartiteurs aux différents points d'utilisations (PC ou appareillages) sont en cuivre.

j1- Donner les caractéristiques des liaisons entre répartiteur et sous répartiteurs (liaison verticale) :

j2- Donner les caractéristiques des liaisons entre sous répartiteurs et points d'utilisations (PC ou passerelle d'interface des appareils communicants) :

**j3- Donner les caractéristiques des liaisons entre les appareils communicants (bus Modbus) :**

**k - Quels sont les éléments principaux qui composent le répartiteur général ?**

## Partie C : Motorisation d'une cuve de fabrication du cantal

**L'étude porte sur la vérification du dimensionnement du moteur entraînant les pales de brassage et de découpage d'une cuve de fabrication du cantal et sur la réalisation d'une fiche de maintenance préventive pour ce dit moteur.**

### **- Présentation :**

Parmi les étapes entrant dans la fabrication du cantal, la première est réalisée en cuve. Il s'agit de transformer le lait en caillé.

Après emprésurage, le lait se transforme en caillé ; c'est la coagulation de la caséine du lait qui dure environ une heure. A l'issue de ce temps, le caillé est découpé puis est rassemblé ; lors de cette opération, le caillé se sépare naturellement du sérum (petit lait) qui remonte en surface. Ce sérum est aspiré par le haut de la cuve. Enfin le caillé est sorti de la cuve pour subir les autres étapes de fabrication sur d'autres équipements.



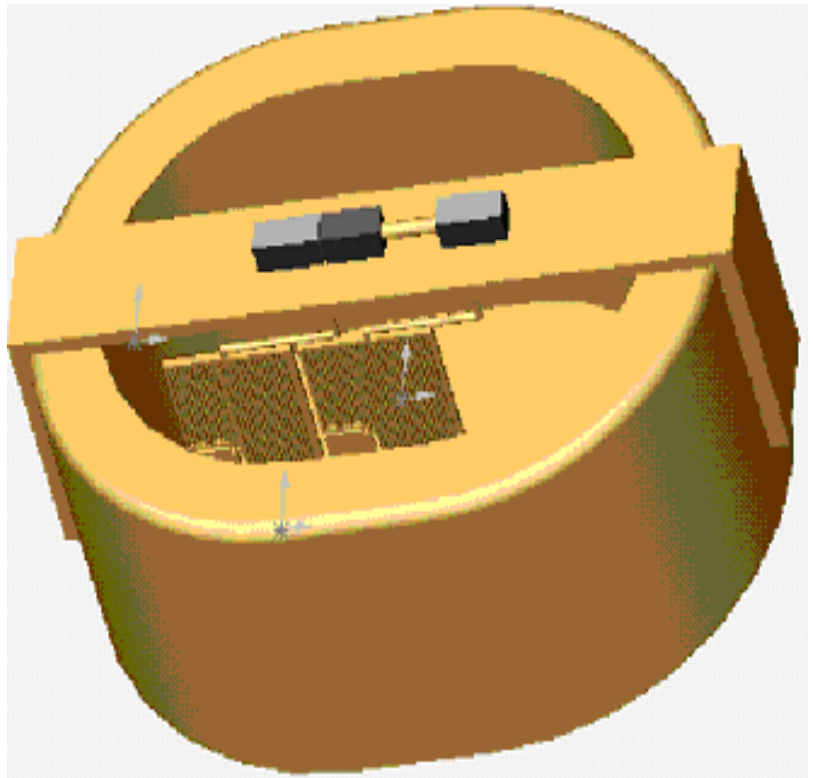
Les deux opérations de découpage puis de brassage sont réalisées en utilisant le même outil (voir schémas et plans ci-dessous).

### **Croquis simplifié du système :**

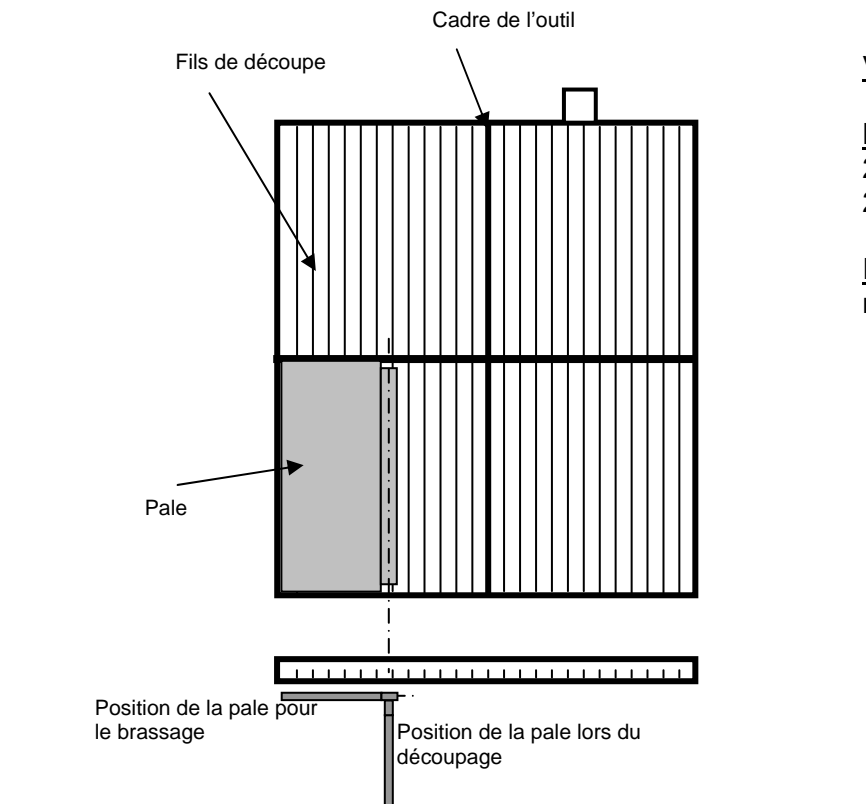
Le brassage et le découpage sont assurés par deux outils identiques (voir croquis page suivante). Ils sont entraînés par le même moteur électrique par l'intermédiaire de deux réducteurs. Sur le réducteur 2 la sortie est inversée. Les outils tournent donc en sens inverse.

Le brassage est assuré par le sens 1 du moteur ; dans ce cas, la pale de chaque outil est dans le plan de l'outil ; c'est grâce à toute sa surface que le caillé est brassé.

Pour le découpage du caillé, le moteur tourne dans le sens 2. Chaque pale se positionne perpendiculairement à l'outil. Ce sont alors les fils de découpe qui tranchent le caillé.



Les cotes sont indiquées en mm.



Réducteurs : OT2403  
 $n_s = 11,5 \text{ tr.mn}^{-1}$

**C1 – Déterminer par le calcul la puissance que doit fournir le moteur et sa fréquence de rotation (toutes les étapes du calcul seront développées ci-dessous).**

La cuve a une capacité de 12 000 litres de lait. La vitesse maximum de brassage et de découpage est de  $11,5 \text{ tr.mn}^{-1}$ .

Pour ce calcul de puissance plusieurs hypothèses sont à poser. Les masses des éléments (outils, pales, bras de levier, etc.) sont négligeables. Le caillé n'oppose aucune résistance sur le cadre et les fils de découpe des outils. La résultante des actions du caillé sur la pale s'applique au centre de gravité de cette dernière. Elle est normale au plan de la pale. Pour une surface plane se déplaçant dans un liquide, cette résultante est  $F = k.S.V^2$  avec  $k$ , un coefficient qui tient compte de la forme de la pale et de la viscosité du lait (ici  $k = 1,4.10^3$ ) ;  $F$  est exprimé en N,  $S$  la surface de la pale en  $\text{m}^2$  et  $V$  la vitesse linéaire de la pale en  $\text{m.s}^{-1}$ .

**C2 – Justifier le dimensionnement du moteur. En déduire le coefficient de sécurité.**

**C 3 – Expliquer le fonctionnement de l'ensemble variateur moteur. Vous développerez particulièrement :**

- le principe de fonctionnement du moteur,
- les différentes techniques pour faire varier la vitesse de ces moteurs,
- le principe de fonctionnement du variateur utilisé en indiquant les différents blocs fonctionnels et leur rôle.

**C4 – Justifier le choix de n'utiliser qu'un seul moteur pour entraîner les deux outils. Vous donnerez trois raisons au moins :**

**C5 – On vous demande d’élaborer une fiche qui permettra au service maintenance de vérifier périodiquement tant « l’état » électrique que mécanique du moteur. Donner le mode opératoire pour vérifier l’isolement électrique du moteur et la gamme de démontage de l’ensemble moteur-réducteurs afin de faire remplacer les roulements du moteur en atelier par un mécanicien.**

**NB :** cette gamme fera apparaître toutes les étapes de l’opération.

*Fiche de maintenance du moteur d’entraînement des outils de la cuve cantal*

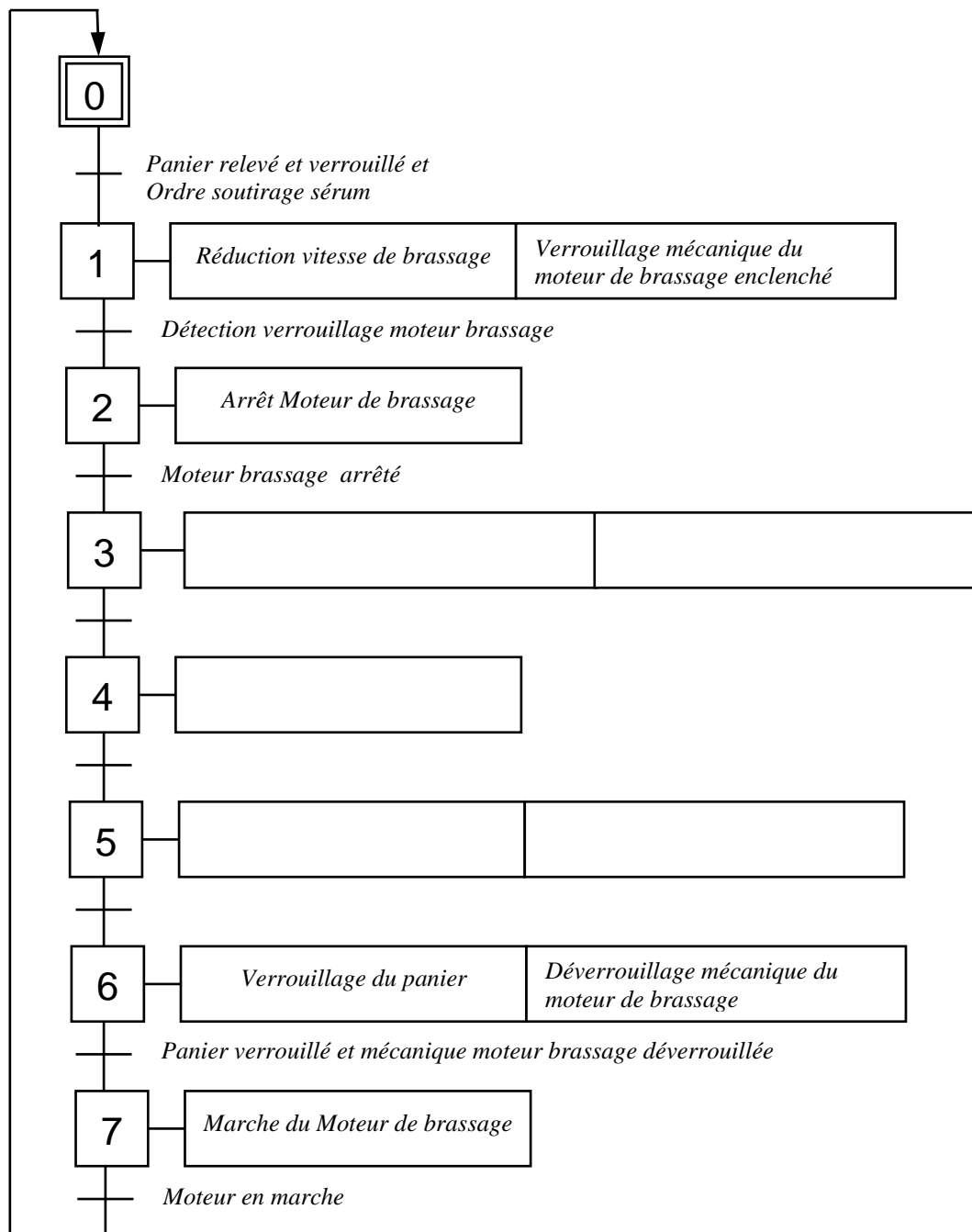
| Opérations à réaliser | Explications | Equipements |
|-----------------------|--------------|-------------|
|                       |              |             |



## Partie D : automatisme d'une cuve de fabrication du cantal

Le service de maintenance souhaite améliorer les documents décrivant le fonctionnement des cuves à fromages fermées, afin de faciliter les interventions de maintenance. L'outil de description retenu est le GRAFCET.

D1 – A l'aide des documents fournis, compléter le GRAFCET d'un point de vue système décrivant le fonctionnement de la phase de soutirage du sérum.



## Partie E : conditionnement de l'air d'une cave d'affinage du cantal

L'étude porte sur le dimensionnement du conditionneur frigorifique d'une cave. On vous demande de réaliser le bilan thermique de la cave pour vérifier les caractéristiques techniques qui ont conduit au choix du conditionneur en place.

### **- Présentation - :**

Chaque cave d'affinage est équipée d'un conditionneur d'air inox, situé en galerie technique et comprenant différentes sections :

#### ***. Une section de reprise d'air.***

Elle est constituée d'une reprise d'air de la cave et d'une arrivée d'air neuf ; elle fonctionne grâce à deux ventilateurs hélicoïdes.

#### ***. Une section de lavage d'air.***

Elle est utile dans les cas suivants :

- lorsqu'il est nécessaire de standardiser la composition de l'air (dissolution du CO<sub>2</sub>, de l'ammoniac),
- lorsque l'on veut se prémunir de l'agressivité de l'ambiance (acide lactique, vapeurs d'ammoniac),
- lorsque l'on recherche des hygrométries importantes (humidification),
- lorsque la charge interne de la cave varie,
- lorsque l'on veut protéger les batteries d'échange.

#### ***. Une section batteries d'échange.***

Composée d'une batterie chaude et d'une batterie froide.

#### ***. Une sortie d'air traité.***

***. Des gaines textiles pour diffuser de façon homogène l'air traité dans la cave.***

***. Une régulation de température et d'hygrométrie de l'air.***



**E 1 – Déterminer la quantité de chaleur à retirer de la cave (toutes les étapes du calcul seront développées ci-dessous).**

**E11 – Calculer les apports de chaleurs par transmission à travers les parois.**

**Définir, sur une durée de 24 heures, les apports par transmission :**

**E12 – Calculer les apports de chaleurs par renouvellement d'air**

**E13 – Calculer les apports de chaleur par les produits**

**E14 – Calculer les apports de chaleur divers (éclairage, manutention, personnel)**

**E 2 – Calculer la quantité de chaleur à retirer de la cave et en déduire la puissance frigorifique du conditionneur**

**E 3 – Donner la référence du conditionneur**

**E 4 – Donner le principe de fonctionnement du conditionneur**