

SESSION 2009

**CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS À LA LISTE D'APTITUDE**

**Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE
Option : ÉLECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE**

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

LES SUCRERIES DE BOURGOGNE

- **Cahier N° 1 : SUJET**

- Présentation générale
- Partie A : Poste de livraison (pages 1 à 5)
- Partie B : TGBT Chaufferie (pages 6 à 9)
- Partie C : Pompage (pages 10 à 16)
- Partie D : Convoyeur à bande (page 17 à 22)

- **Cahier N° 2 : DOSSIER TECHNIQUE**

- Schémas (pages 1 et 2)
- Documentation technique (pages 3 à 11)
- Formulaire de mécanique (page 12)

Conseils aux candidats :

Vous répondrez directement sur le sujet, aux emplacements prévus à cet effet.

Les différentes parties du sujet sont indépendantes. De nombreuses questions sont elles mêmes indépendantes. Une lecture attentive de l'ensemble est recommandée avant de composer.

Les candidats sont priés de rédiger sur le document fourni (questionnaire) et sur des copies d'examen. Il est demandé de présenter clairement les calculs, de dégager et d'encadrer les résultats relatifs à chaque question.

La qualité des réponses (utilisation d'une forme adaptée pour présenter le résultat, justification du résultat...) sera prise en compte dans l'évaluation.

PRESENTATION GÉNÉRALE



Durant les trois mois de la campagne (de septembre à novembre), l'usine d'Aiseray traite chaque jour 6 000 tonnes de betteraves, dont elle extrait environ 800 tonnes de sucre. La production sucrière totale s'élève à 60 000 tonnes, auxquelles s'ajoutent les produits dérivés (10 000 tonnes de mélasse et 50 000 tonnes de pulpes sur-pressées et déshydratées).

Le procédé de fabrication du sucre cristallisé blanc est schématisé page suivante. Il comporte sept grandes étapes :

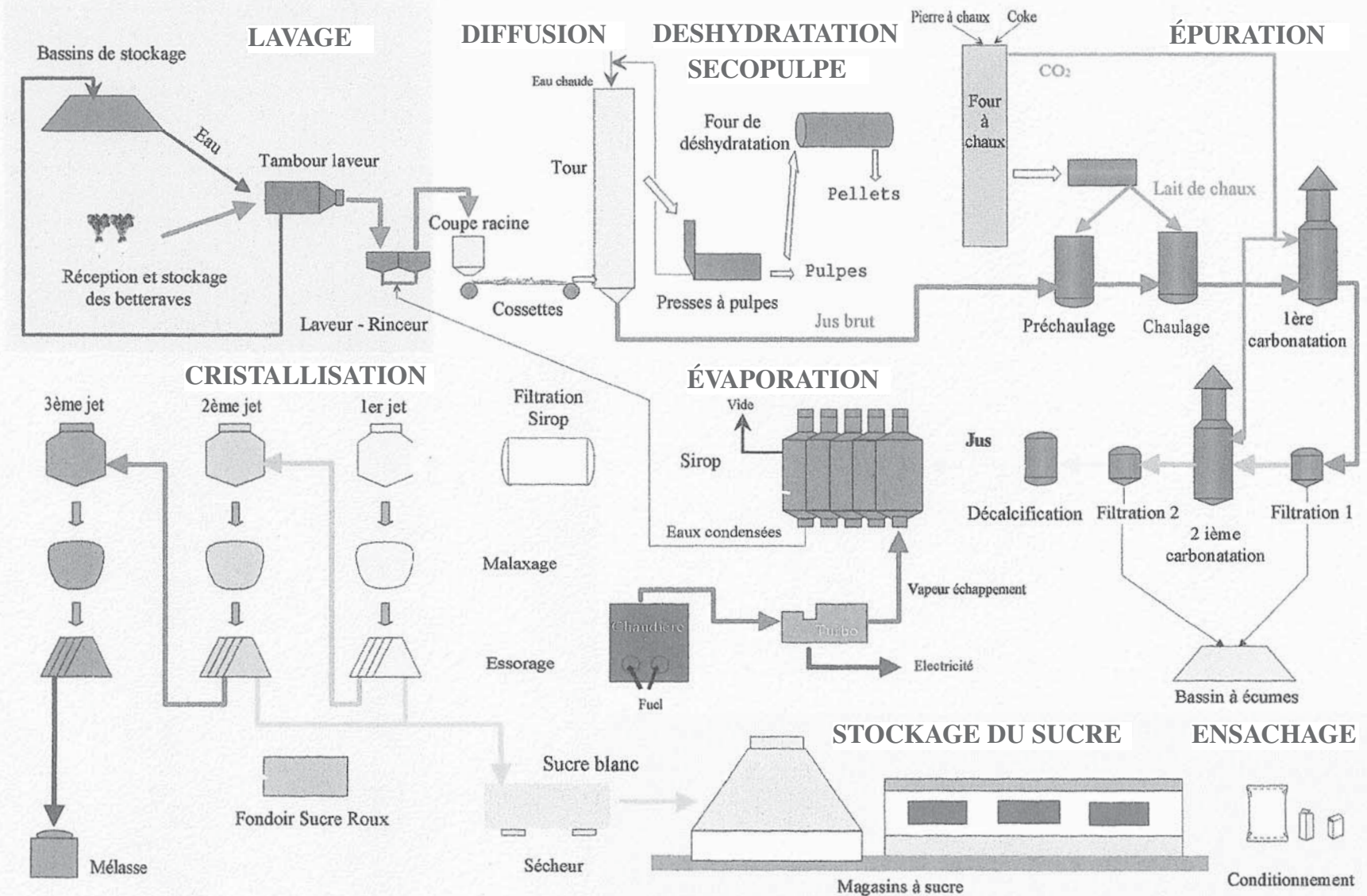
1. lavage,
2. découpage,
3. déshydratation,
4. épuration,
5. évaporation,
6. cristallisation,
7. stockage.

Pendant la campagne, l'entreprise fonctionne 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Elle produit son énergie électrique à partir de deux groupes turbo-alternateurs G1 et G2 (voir annexe 1). La chaufferie, destinée à la fabrication de la vapeur pour les turbines (64 t/h à 32 bars), utilise 5 500 tonnes de fuel lourd.

La tension de 6.6 kV à la sortie des alternateurs est élevée à 20 kV par deux transformateurs couplés en parallèles. Cette tension est ensuite distribuée dans l'entreprise par l'intermédiaire de trois transformateurs triphasés : TR11, TR 21 et TR22 (voir schémas de distribution de l'entreprise en annexes 1 et 2).

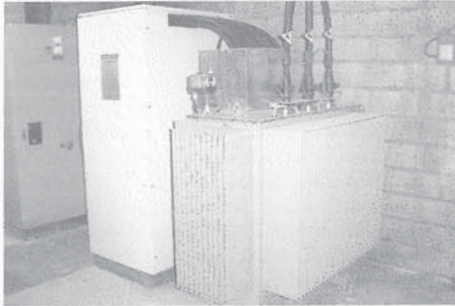
L'étude porte sur le poste de livraison du transformateur TR11, le TGBT de la chaufferie, le groupe motopompe qui assure l'évacuation des eaux de lavage et le convoyeur à bande utilisé pour le transport des betteraves.

SCHEMA DE FABRICATION



PARTIE A : POSTE DE LIVRAISON

Notre étude portera sur le transformateur TR11 (annexes 1, 2 et A1).



France transfo Schneider Electric			
TRANSFORMATEUR TRIPHASE			
Conforme à		NFC 52112-1	Année 2003
1000 KVA	Nr 546284-02	Isolément HT KV	125-50
Tension de c/c 6%	Couplage Dyn11	Nature enroul Alu	
Haute tension 20 000 V	Basse tension 410 V	refroidissement ONAN	
Courants A	A	diélectrique huile	
		Masse diél. 580 Kg	
		Masse totale 2390 Kg	
		Ambiante 40°C	
-----usine de MAIZIERES-LES-METZ (Moselle) France----- Minera reproduction de la plaque transformateur TR11			

A1) Préciser la nature des grandeurs électriques portées sur la plaque signalétique du transformateur.

Valeurs	Désignation
20 kV	
410 V	
1000 kVA	
Ucc 6%	

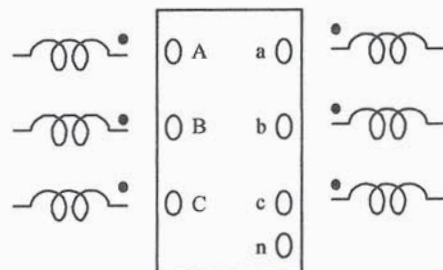
A2) Préciser la signification des caractéristiques suivantes.

D	
y	
n	
11	

A3) Calculer la valeur de l'angle de déphasage entre les tensions simples primaires et secondaires.

A4) Dessiner le diagramme vectoriel des tensions primaires et secondaires du transformateur.

A5) Représenter sur le schéma ci-dessous les connexions entre les enroulements du transformateur.



A6) Calculer les courants primaire I_{1n} et secondaire I_{2n} .

.....

.....

.....

.....

.....

A7) Déterminer le rapport de transformation à vide m_0 .

.....

.....

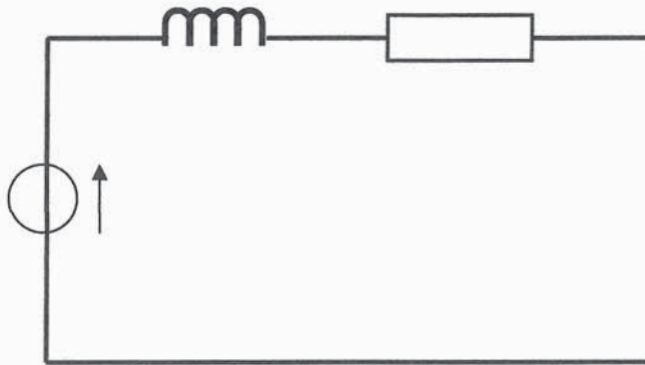
.....

.....

.....

A8) Déterminer, à l'aide des données constructeur (annexe A1) les valeurs de X_s et R_s du schéma équivalent par phase ramené au secondaire.

A8.1) Compléter ce schéma lors de l'essai en court-circuit.



A8.2) Décrire la procédure de l'essai en court-circuit.

.....
.....
.....
.....

A8.3) A l'aide de l'essai en court-circuit et du schéma ci-dessus, exprimer puis déterminer l'impédance Z_s .

[illegible]

A8.4) Que représente la puissance P_{1cc} ? Exprimer P_{1cc} .

A8.5) Déterminer la valeur de la résistance R_s .

A8.6) Déterminer la valeur de la réactance X_s .

A9) Nous considérons le transformateur fonctionnant sous sa tension nominale primaire et débitant une intensité I_{2n} directement dans une charge triphasée équilibrée de nature inductive et de facteur de puissance égal à 0,8.

- Déterminer la tension disponible entre phases aux bornes de la charge.
- Exprimer en pourcentage la valeur de la chute de tension

Données. Nous prendrons $R_s = 2,1 \text{ m}\Omega$ et $X_s = 9,7 \text{ m}\Omega$ et $I_{2n} = 1\,444 \text{ A}$

- Comparer à la valeur donnée par le constructeur :

A10) Déterminer le rendement du transformateur dans les conditions de la question A9.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

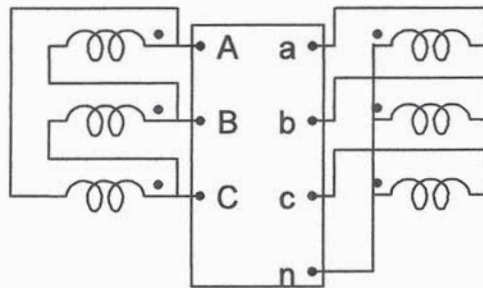
- Comparer à la valeur donnée par le constructeur.

.....

.....

.....

A11) Suite à un échauffement excessif, le transformateur TR21, qui est branché en parallèle sur TR11 est hors service. Pour le remplacer l'entreprise dispose en stock d'un transformateur de puissance équivalente mais dont le couplage est le suivant :



Donner les couplages et déterminer en traçant le diagramme vectoriel des tensions l'indice horaire du transformateur ci-dessus.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A12) Citer les conditions de mise en parallèle des transformateurs. Est-il possible de coupler le transformateur ci-dessus et le transformateur TR11 en parallèle ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PARTIE B : TGBT SACM chaufferie.

B1) Départ SACM chaufferie.

Dans cette partie nous nous intéresserons à l'alimentation électrique de la chaufferie et aux départs moteurs des chaudières (annexes 1 et 2, annexes B1 à B6).

Données:

L'alimentation de la chaufferie est assurée par :

- trois transformateurs identiques (20 kV – 400 V) TR11; TR21; TR22 couplés en parallèle.
- La puissance de court-circuit S_{CC} du réseau amont 20 KV est égale à 100 MVA, $\cos \varphi_{CC} = 0,12$

Pour chaque transformateur : $R_{TR} = 2,078 \text{ m}\Omega$ et $X_{TR} = 9,618 \text{ m}\Omega$

On se propose de justifier le choix du disjoncteur Q15 de protection du départ SACM chaufferie et de calculer le courant de court-circuit $I_{cc3 (B3)}$ au niveau du jeu de barre B3.

B1.1) Représenter le schéma équivalent des impédances de l'installation (du réseau amont au jeu de barre B3).

B1.2) Calculer la valeur de la résistance (R_a) et de la réactance (X_a) équivalentes du réseau amont (20 kV) ramenées côté BT.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B1.3) Calculer la valeur de la résistance (R_{C1}) et de la réactance (X_{C1}) équivalentes à une phase du câble C1 reliant le transformateur au disjoncteur (QT1), sachant que la température ambiante est égale à 40°C (voir annexes B1 et B2).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B1.4) Calculer les valeurs de la résistance (R_B) et de la réactance (X_B) équivalentes à une phase du jeu de barre B3, sachant que la température ambiante est égale à 40°C (voir annexes B1 et B2).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B1.5) Calculer la valeur du courant de court-circuit I_{cc3} en amont du disjoncteur Q15 sachant que les trois transformateurs (TR11; TR21; TR22) fonctionnent simultanément.

Partie d'installation	Résistance (mΩ)	Réactance (mΩ)	
Réseau amont			
Transformateurs			
Liaison transformateurs / disjoncteurs			
Disjoncteurs			
Jeu de barre B3			

.....

.....

.....

.....

[illegible]
$$P_u = 75 \text{ kW} \quad U = 400 \text{ V} \quad \cos \varphi = 0,87 \quad \eta = 0,9 \quad n = 3\,000 \text{ tr/min}$$
[illegible]

B2.2) Déterminer la chute de tension totale (Δu) aux bornes du moteur M11 fonctionnant en régime établi.

Cette chute de tension est-elle acceptable au regard des normes en vigueur ?

Données :

Valeur de chute de tension au jeu de barre B₁₇ : $\Delta u = 1,39\%$.

Câble C11 : $R_{C11} = 15,75 \text{ m}\Omega$ et $X_{C11} = 2,8 \text{ m}\Omega$.

Facteur de puissance du récepteur : 0,87.

[illegible]

B2.3) Citer les conséquences d'une chute de tension trop importante aux bornes d'une installation de force motrice.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B2.4) Préciser les solutions industrielles qui permettent de limiter la chute de tension.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....