

Session 2000

CA/PLP2

CONCOURS EXTERNE

SECTION : GENIE ELECTRIQUE

Option : ELECTROTECHNIQUE ET ENERGIE

ETUDE D'UN SYSTEME ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE
--

Durée : 8 heures

Ce sujet comprend :

- 1 dossier ... Présentation Générale .. 5 pages PG1 à PG6**
- 1 dossier Sujet 7 pages..... S1 à S7**
- 1 dossier Documents Ressources (A remettre avec la copie)**

<i>Partie A</i>	<i>Distribution électrique de la sucrerie</i>	<i>A1 à A4</i>	<i>/4 points</i>
<i>Partie B</i>	<i>Bassins de décantation</i>	<i>B1 à B16</i>	<i>/4 points</i>
<i>Partie C</i>	<i>La Diffusion</i>	<i>C1 à C5</i>	<i>/4,5 points</i>
<i>Partie D</i>	<i>Centrifugeuse 1^{er} Jet dont D11 document réponse</i>	<i>D1 à D11</i>	<i>/5 points</i>
<i>Partie E</i>	<i>Asservissement des centrifugeuses</i>	<i>E1 à E3</i>	<i>/2,5 points</i>

Certains documents seront complétés par le candidat pour exprimer sa démarche de recherche.

PRESENTATION GENERALE

La fabrication du sucre page PG1

Schéma d'extraction du sucre page PG2

Plan général de la sucrerie page PG3

La diffusion page PG4

La cristallisation pages PG5 et PG6

LA FABRICATION DU SUCRE

Les camions de betteraves passent sur une bascule, en charge puis à vide. Un échantillon est alors prélevé sur lequel la richesse et la tare sont déterminées.

Ces betteraves sont ensuite mises en tas avant d'être acheminées par transporteurs vers l'usine. Elles arrivent ainsi au **lavage** où il convient de retirer toutes les matières étrangères (terre, pierres, herbes, feuilles, etc. ...) afin que ne rentre en fabrication que les betteraves propres.

Les betteraves tombent ensuite dans des coupe-racines, pour être découpées en cossettes. La phase suivante consiste à extraire le sucre de la cossette et le mettre ainsi en solution dans de l'eau. C'est la **diffusion**. Cette opération se fait à une température de 75° environ. Il en sort un "jus vert" contenant 16 % de sucre et des pulpes utilisées en alimentation du bétail.

Le jus vert va être **épuré**, c'est-à-dire que l'on va lui ajouter de la chaux sous forme de lait, qui a comme propriété de fixer toutes les impuretés en suspension dans le jus sucré. Cet ensemble jus chaulé est ensuite carbonaté (ajout de gaz carbonique) avant d'être filtré. Le résidu de filtration s'appelle les défécations que l'on utilisera comme amendement calcaire en agriculture.

Le jus épuré contenant 16 % de sucre est concentré dans la phase suivante jusqu'à 55 %, par ébullition, c'est **l'évaporation**. Le jus obtenu est **le sirop**. L'énergie utilisée est la vapeur.

Le sirop est à nouveau concentré jusqu'à sursaturation pour pouvoir être cristallisé. Il est donc envoyé dans des chaudières appelées "cuites" où la concentration et la **cristallisation** vont être effectuées. Au stade de la sursaturation, un cristal plongé dans le sirop se met à grossir. Il faudra donc introduire des germes (sucre glace) dans l'appareil. Les cristaux vont alors grossir. L'ensemble cristaux plus sirop s'appelle "masse-cuite".

La phase suivante va voir la séparation du cristal et du sirop. C'est le **turbinage**. On obtient alors du sucre blanc cristallisé et un égout.

Cet égout récupéré contient encore beaucoup de sucre. Il va donc être cristallisé une seconde fois. C'est le 2^{ème} jet. Selon le même principe de cristallisation, il va donner du sucre, plus coloré, et un autre égout.

Cet égout encore trop riche va subir une troisième cristallisation (3^{ème} jet) et, cette fois, nous obtiendrons du sucre roux et de la mélasse.

Les sucres de 2^{ème} et 3^{ème} jet seront refondus et recyclés, tandis que la mélasse sera utilisée soit dans les distilleries, soit pour l'alimentation du bétail ou encore dans les levureries.

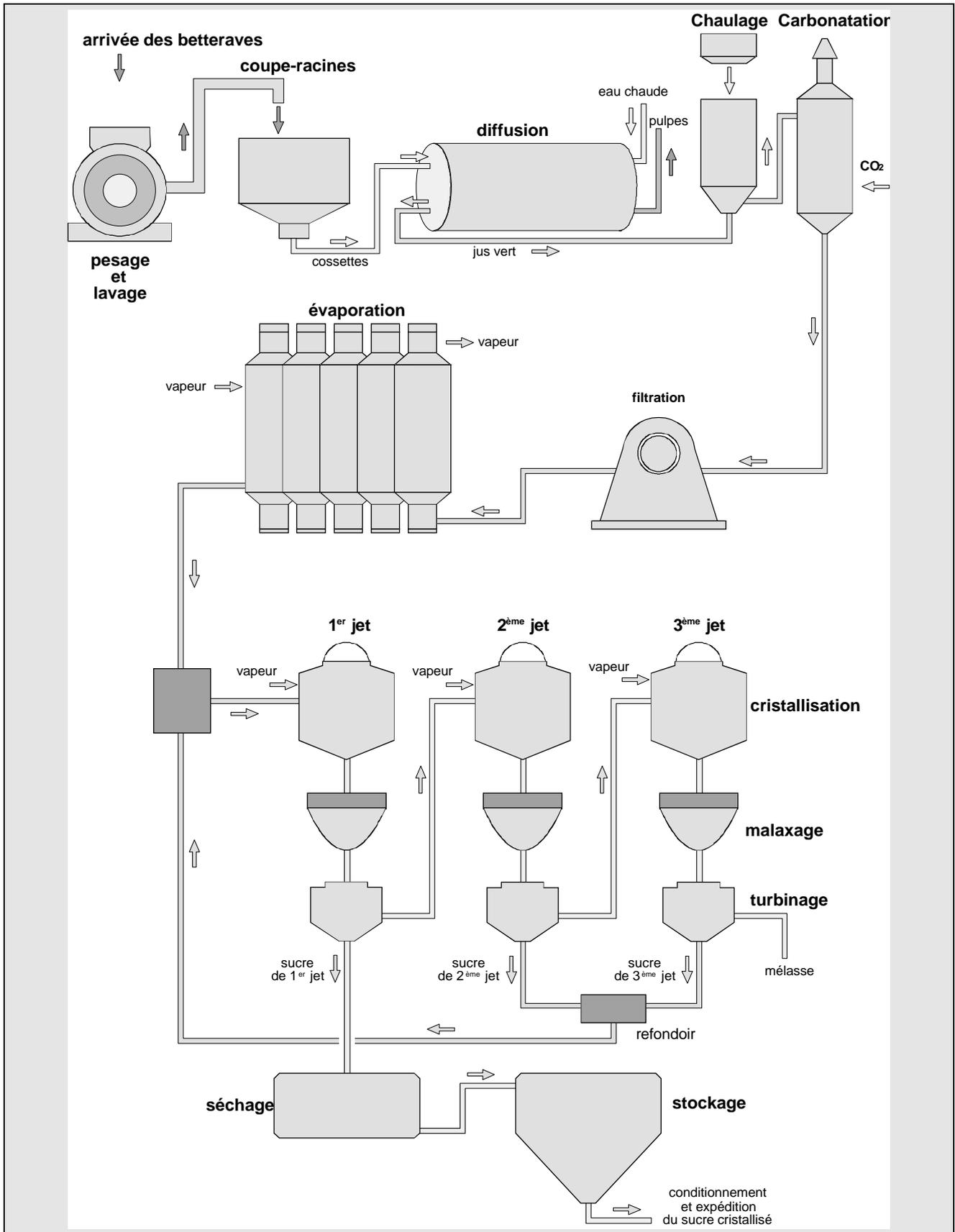
Le sucre blanc obtenu est séché, refroidi et stocké avant expédition. Pendant son stockage, il est ventilé avec de l'air conditionné. Il est ensuite repris pour être expédié, soit en vrac, soit en sacs, par rail ou route.

Tout au long de la fabrication, un laboratoire de contrôle vérifiera les qualités des produits et s'assurera qu'aucune perte ne se produit.

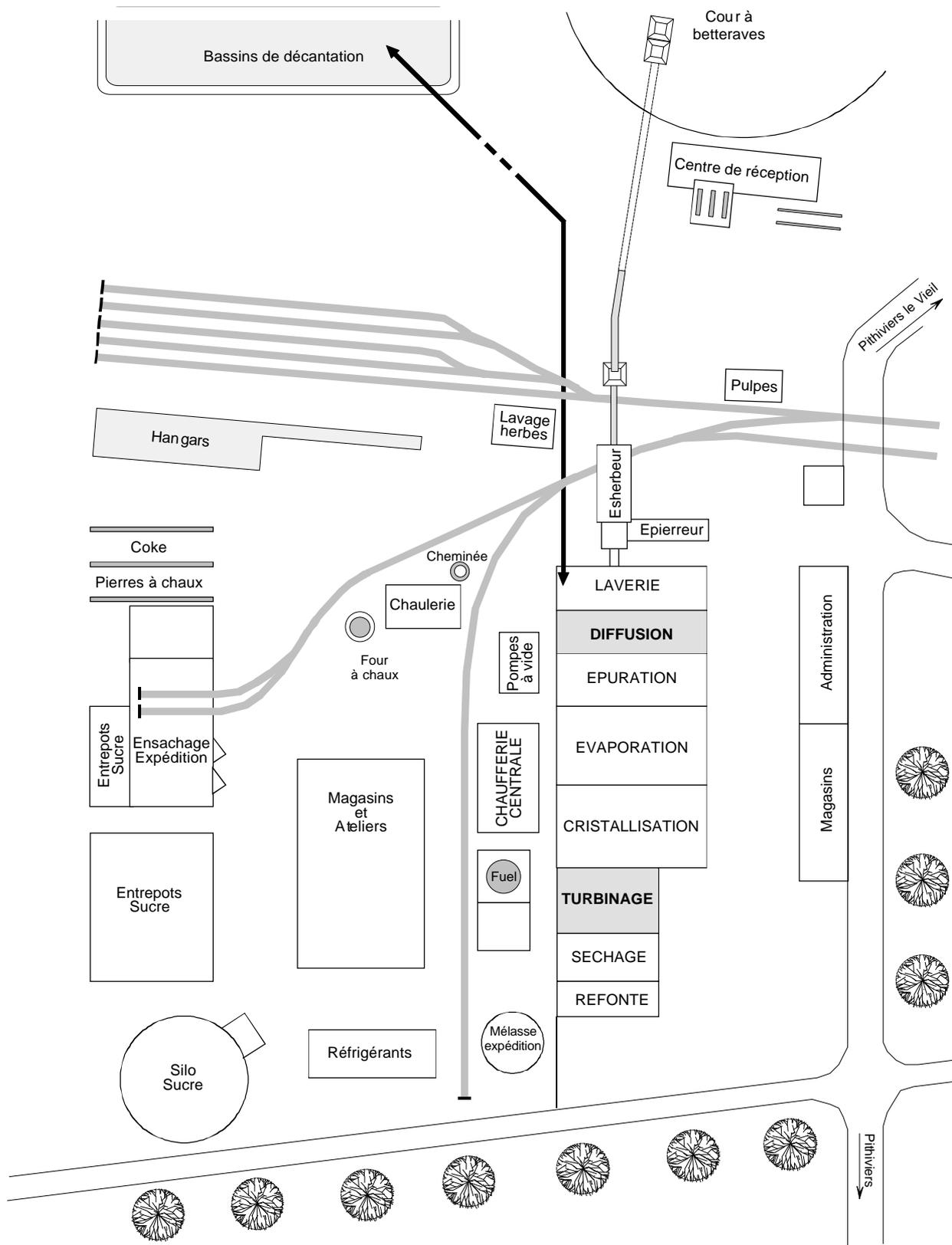
La production de lait de chaux nécessaire à l'épuration sera assurée par le four à chaux où l'on fait cuire de la pierre calcaire. La combustion est entretenue par ajout de coke. Le gaz carbonique nécessaire est récupéré au haut du four.

La vapeur nécessaire à l'évaporation est produite par des chaudières à vapeur. Le combustible utilisé est le gaz, le fuel lourd ou le charbon. Avant d'être utilisée dans l'usine, la vapeur passe d'abord par des turbo-alternateurs qui produisent une partie de l'électricité dont la sucrerie a besoin.

SCHEMA D'EXTRACTION DU SUCRE



PLAN GENERAL DE LA SUCRERIE



LA DIFFUSION

1.1.1.1. Caractéristiques du diffuseur :

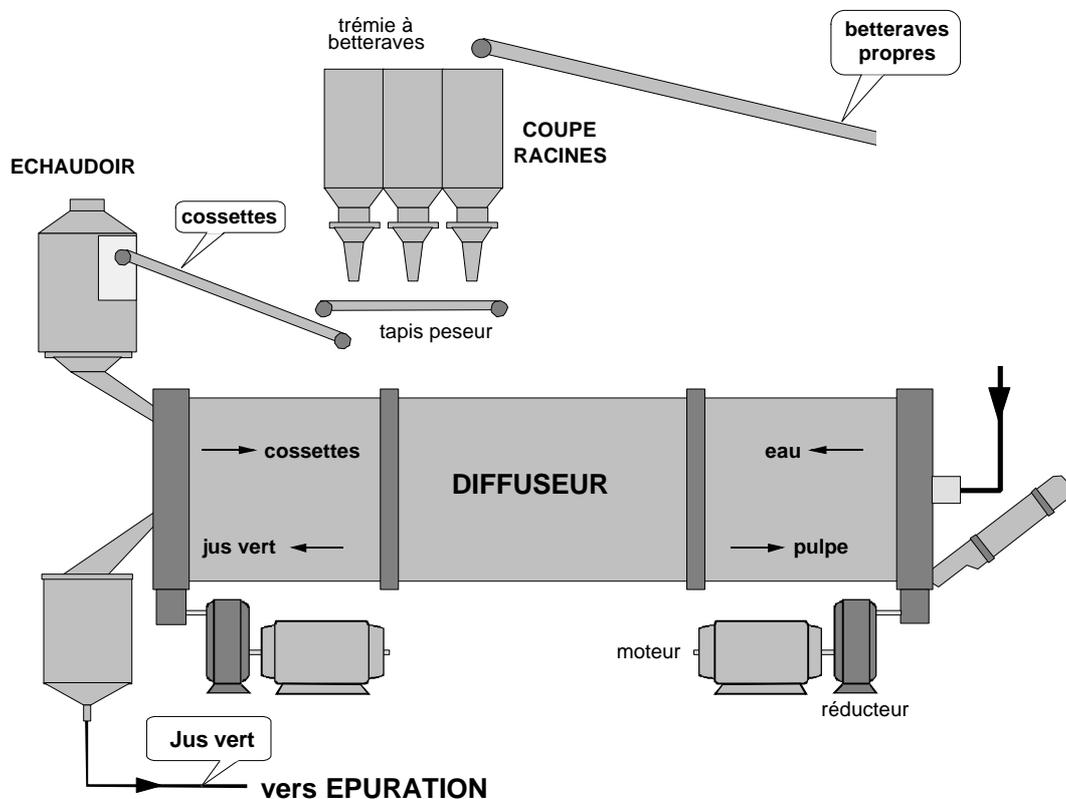
- diamètre 7m et longueur 53,20m.
 - masse de cossettes traitée : 442,2 tonnes par heure:
 - teneur en sucre des cossettes : 17,61%.
 - temps de passage des cossettes dans le diffuseur : environ 30mn.
- L'entraînement se fait par deux ensembles constitués chacun de :
- 1 moteur 160 kW à vitesse variable
 - 1 réducteur
 - rapport de réduction de l'ensemble réducteur galets d'entraînement : 0,0264.
 - vitesse moyenne de rotation du diffuseur : 32,8 tr.mn⁻¹.
 - vitesse minimum du diffuseur : 13,0 tr.mn⁻¹.
 - vitesse maximum du diffuseur : 42,0 tr.mn⁻¹.

1.1.1.2. Le réchauffage du jus de circulation :

- passe par quatre réchauffeurs tubulaires
- surface unitaire : 760m²
- température de l'eau : 74°
- volume d'eau dans le diffuseur : 1400m³ par heure

1.1.1.3. - La préparation de l'eau d'alimentation du diffuseur est constituée de :

- un bac à eaux de presses tamisées, capacité 25m³
- un bac à eau chaude régulant la température, capacité 71m³
- un bac à eau acidifiée régulant le PH, capacité 30m³
- un bac tampon, capacité 30m³



CRISTALLISATION

Cet atelier fonctionne en trois jets, à partir d'une liqueur standard filtrée sur quatre filtres.

1.1.1.4. Atelier 1^{er} jet : composé de :

- six cuites de 500 hectolitres à agitation mécanique.
- trois malaxeurs de coulée horizontaux, d'une capacité totale de 2700 hectolitres, stockent la masse cuite avant de l'acheminer vers six centrifugeuses B.M.A. Type G.1750.

1.1.1.5. Caractéristiques des turbines

Ces six turbines sont entraînées par des moteurs de 350 kW à variateur de fréquence RELIANCE. L'ensemble est commandé par automate APRIL 5000. Les turbines traitent en moyenne 202,5 tonnes de masse cuite par heure.

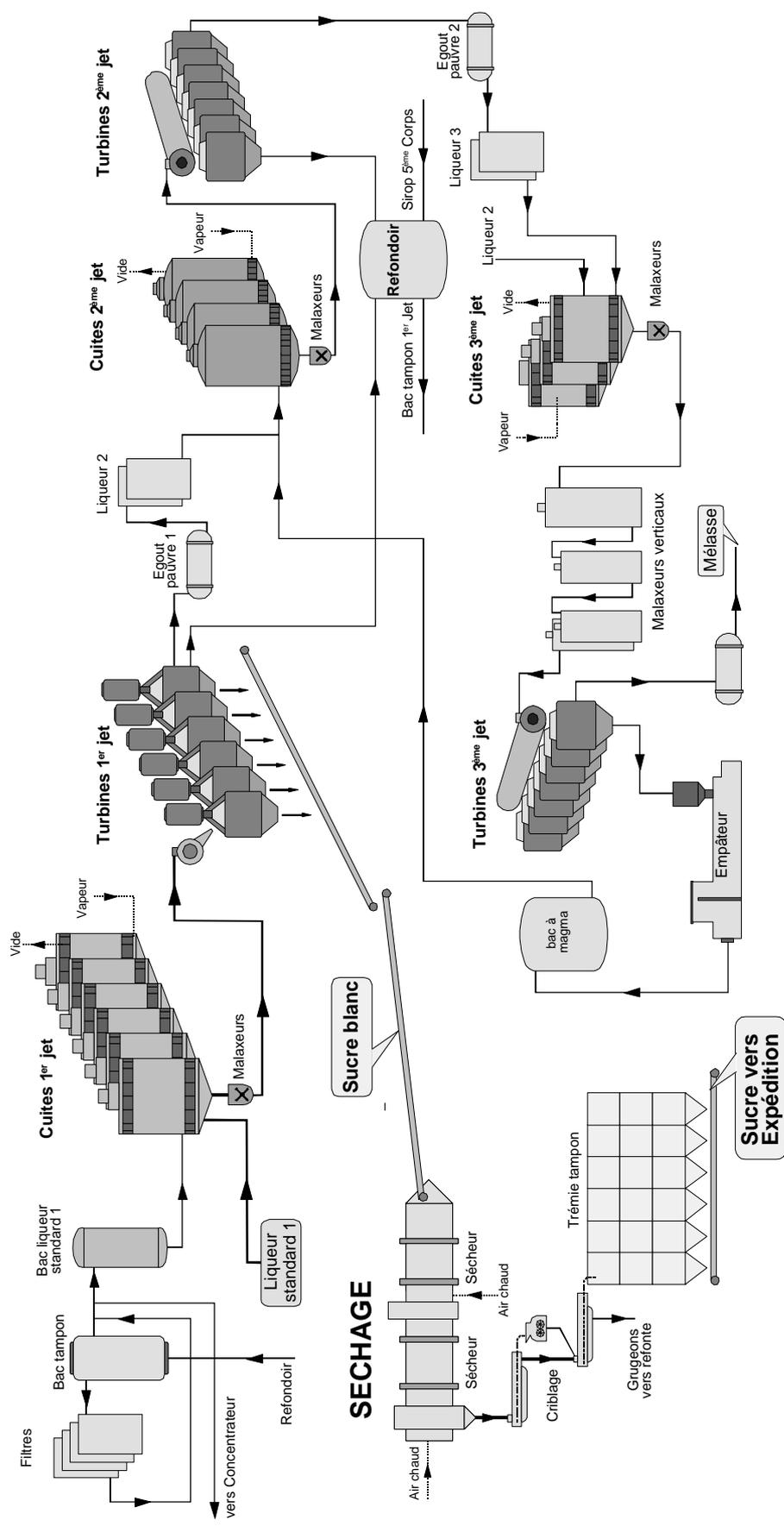
La détection du sucre roux en sortie de turbines 1^{er} jet et le suivi de la tendance de la coloration du sucre est contrôlée par un colorimètre industriel.

1.1.1.6. Atelier 2^{ème} jet :

- fonctionnement de la cuisson en continu à partir de quatre appareils de 1500 hectolitres de capacité totale, mis en communication.
- le magma, fabriqué à partir du sucre 3, alimente en continu le premier appareil.
- le malaxage de la masse cuite 2 se fait dans des appareils horizontaux de 750 hectolitres.
- une batterie de sept turbines continues assure la séparation du sucre 2 et des égouts.
- le sucre est refondu avec le sirop dans un refondoir à plateau.

1.1.1.7. Atelier 3^{ème} jet :

- la liqueur 3 est cristallisée dans trois appareils à agitation mécanique, de 600 hectolitres de capacité unitaire, qui peuvent fonctionner en continu ou en discontinu.
- les malaxeurs de coulée sont horizontaux et ont une capacité totale de 2100 hectolitres.
- la chaîne de malaxage est constituée de malaxeurs verticaux, avec des dilueurs
- l'essorage s'effectue sur une batterie de sept turbines continues.
- le sucre roux est transformé en magma dans un empâteur



DOSSIER SUJET

Partie A Distribution électrique de la sucrerie page S1

Partie B Bassins de décantation pages S2 et S3

Partie C La diffusion page S4

Partie D Les centrifugeuses page S5

Partie E Asservissement des centrifugeuses pages S6 et S7

DISTRIBUTION ELECTRIQUE DE LA SUCRERIE

A.1. DISTRIBUTION

A.1.1. Définitions des domaines de tensions en courant alternatif :

Citer les domaines de tensions alternatives des réseaux.

A.1.2. Alimentation HTA de la sucrerie :

- A.1.2.1. Citer les types d'alimentation des postes, leurs avantages et leurs inconvénients.
- A.1.2.2. Quel est le type d'alimentation utilisé dans le poste de livraison SICAP ?
- A.1.2.3. Quelles sont les conditions nécessaires à la mise en parallèle des transformateurs de distribution ?
- A.1.2.4. Quel est l'avantage de la configuration utilisée, par rapport à l'utilisation d'un seul transformateur de puissance totale équivalente ?

A.2. ALIMENTATION POSTE 16

A.2.1. Changement d'alimentation :

L'utilisation de vapeur dans l'usine augmentant, la puissance fournie par les alternateurs diminue et oblige le basculement des lavoirs sur l'arrivée SICAP. Indiquer les actions nécessaires pour effectuer cette manœuvre.

A.3. ALIMENTATION POSTE 17

A.3.1. Alimentation :

Le poste 12 est alimenté par le secteur SICAP (le distributeur d'énergie électrique) et le poste 17 par les alternateurs. Indiquer l'état des appareils pour satisfaire ces conditions.

A.3.2. Alimentation du jeu de barres BT de la cristallisation :

Le jeu de barres est alimenté par les transformateurs T1 et T3. Pour pouvoir assurer des opérations de maintenance sur le transformateur T1, on désire basculer l'alimentation de la partie du jeu de barres alimentée par T1 sur le transformateur T2.

- A.3.2.1. Indiquer l'ordre chronologique des manœuvres à réaliser pour effectuer, en toute sécurité, le transfert de charge de T1 sur T2.
- A.3.2.2. Quel doit être le titre d'habilitation minimum de l'électricien effectuant toutes les manœuvres nécessaires, sachant qu'elles se font au voisinage de la tension aussi bien côté HTA que BTA (justifier).

A.4. TABLEAU GENERAL BASSE TENSION DE LA CRISTALLISATION

A.4.1. Schéma de liaison à la terre :

- A.4.1.1. Identifier le schéma de liaison à la terre.
- A.4.1.2. Préciser le ou les rôles des appareils spécifiques à ce schéma utilisés dans le tableau TGBT.

A.4.2. Disjoncteur :

Traduire les caractéristiques du disjoncteur QT1

**Bassin de décantation
Choix de pompe et dimensionnement de l'alimentation**

B.1. CHOIX DE LA POMPE N°1

La sucrerie laisse décanter ses eaux boueuses (eaux venant de l'épierreur, des laveurs etc..) dans des bassins (Plan général Pompe N°1 et des bassins de décantation). Les eaux décantées sont renvoyées à l'usine par la pompe N°1.

La pompe N°1 doit effectuer le transfert des eaux des bassins de décantation vers le bassin N°1 de l'usine. Le débit désiré est de 850m³/h et la pression à l'usine doit être de 0,5 bar.

B.1.1. Hauteur manométrique totale :

Calculer la hauteur manométrique totale de l'installation :

La hauteur manométrique totale est égale à la somme des différentes données suivantes :

- hauteur géométrique de la pompe ($\Delta h_2 \pm \Delta h_1$)
- la hauteur correspondant aux pertes de charge à l'aspiration
- la hauteur correspondant aux pertes de charge au refoulement
- la hauteur correspondant à la pression résiduelle
- la hauteur correspondant à la tension de vapeur

B.1.2. Choix de la pompe N°1 :

Déterminer le type de pompe et la puissance absorbée par celle-ci

B.1.3. Vérification du NPSH (Net Positive Suction Head):

Vérifier que le $NPSH_{disponible}$ est plus grand que le $NPSH_{requis}$

B.1.4. Puissance de la pompe :

Vérifier, par le calcul, la puissance absorbée par la pompe

B.1.5. Choix du moteur :

Choisir le moteur d'entraînement nécessaire

Pour les questions B.1.2 et B.1.3 , vous devez impérativement montrer votre démarche (tracés) sur les différents documents ressources.

B.2. INSTALLATION DE LA POMPE N°2

B.2.1. Pompe N°2 :

La sucrerie désirent augmenter la production journalière (tonnage/jour) décide d'installer une autre pompe à l'extrémité des bassins. Cette pompe doit remplir un second bassin tampon situé dans l'usine. La distance entre la pompe et le bassin N°2 est de 1450m

La pompe utilisée pour assurer le refoulement des eaux décantées absorbe une puissance 85 kW

B.2.1.1. Déterminer la référence et la puissance normalisée du moteur

B.2.1.2. Déterminer la référence du démarreur électronique nécessaire (le démarreur est court-circuité en dehors des périodes de démarrage et d'arrêt)

B.2.1.3. Calculer le courant absorbé par le moteur si la tension d'alimentation est de 410V.

B.2.2. Alimentation du moteur de la pompe N°2 :

Le câble de cuivre (isolant étanche en PVC) est enterré directement en fond de fouilles. La longueur du câble est de 1200m, il est enterré dans un terrain pouvant être considéré comme humide et pendant la campagne sucrière la température du sol n'excède pas 15°C. Pour les installations force motrice, la sucrerie s'impose une chute de tension maximale de 5% en BTA

Montrer que l'alimentation de la pompe 2 en BTA (410V) nécessiterait une section de câble trop importante

B.2.3. Transformateurs :

B.2.3.1. Calculer la puissance du transformateur N°2 sachant que la puissance nécessaire au fonctionnement des installations auxiliaires dans les postes représente en moyenne 10% de la puissance du transformateur choisi.

B.2.3.2. Choisir le transformateur

B.2.4. Transformateur N°2 :

- Etude du transformateur N°2 (branché en abaisseur)

B.2.4.1. Calculer les courants primaire et secondaire à pleine charge

B.2.4.2. Calculer les valeurs maximum et minimum de la tension primaire

B.2.4.3. Expliquer le couplage du transformateur

B.2.4.4. Calculer U_{cc}

B.2.4.5. Calculer le courant de court-circuit théorique

DIFFUSION

C.1. CONSTITUTION D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU.

A partir de la vue éclatée et repérée Ressources C2, établir un tableau dans lequel vous préciserez le nom, la constitution et la fonction de chaque organe.

C.2. PROBLEMATIQUE DE LA VARIATION DE LA VITESSE :

Sur quelle(s) grandeur(s) électrique(s) peut-on agir pour faire varier la vitesse d'un moteur à courant continu ? On supposera pour ce développement que ce moteur absorbe un courant constant. En fonction de cette ou de ces grandeurs électriques, comment évolue la vitesse du moteur, sa puissance absorbée et son couple utile. Justifier vos différentes réponses à partir des lois fondamentales de l'électrotechnique. Indiquer le ou les avantages et/ou inconvénients de la ou des méthodes développées précédemment.

C.3. REGULATION DE LA VITESSE DE ROTATION DU DIFFUSEUR :

C.3.1. Vitesse de rotation.

Par quel(s) moyen(s) agit-on pour fixer et maintenir constante la vitesse de rotation du diffuseur à la valeur désirée ?

C.3.2. Courants absorbés par les moteurs.

Comparer les courants absorbés par ces 2 moteurs si leur vitesse et leur flux sont rigoureusement identiques.

C.3.3. Courants induits.

Quelles sont les répercussions sur les courants induits si la vitesse de ces deux moteurs est différente ?

C.3.4. Différence de vitesse entre les moteurs.

Quels seraient les effets produits si un des moteurs devient entraîné ?

C.3.5. Remédiation au problème.

Quelle est la solution utilisée dans cette application pour maintenir les vitesses de rotation des 2 moteurs rigoureusement égales entre elles ?

C.4. GRANDEURS ELECTRIQUES CARACTERISTIQUES :

C.4.1. Caractéristiques du pont.

Calculer la tension maximum que peut délivrer ce pont alimentant ces 2 moteurs ainsi que celles qui permettent d'obtenir les vitesses minimale et maximale du diffuseur lorsque le flux est nominal. En déduire les angles d'amorçage des composants du pont de puissance pour ces 2 vitesses.

C.4.2. Consigne.

Calculer la consigne correspondante à la vitesse moyenne de rotation du diffuseur.

C.4.3. Excitation des moteurs.

Calculer l'angle d'amorçage des ponts d'alimentation des circuits d'excitation des moteurs pour obtenir leur tension nominale.

C.5. DEMARRAGE DU DIFFUSEUR :

A partir des schémas des pages Ressources C3 à C5, représenter le chronogramme de fonctionnement des contacteurs repérés KM1 et KM2 et justifier votre réponse.

PARTIE D

CENTRIFUGEUSES 1^{er} Jet

D.1. VITESSE DES CENTRIFUGEUSES LORS DU CHARGEMENT :

Justifier la valeur de la vitesse des centrifugeuses lors du chargement de la masse cuite du point de vue de l'électrotechnique et du point de vue du processus.

D.2. VITESSE DE CENTRIFUGATION :

Calculer la vitesse de centrifugation et le temps nécessaire pour obtenir le sucre blanc.

D.3. PUISSANCE DU MOTEUR :

Calculer la puissance maximum nécessaire pour entraîner une centrifugeuse. On prendra un coefficient de sécurité égal à 10% du fait des fluctuations de la masse cuite traitée à chaque centrifugation et des harmoniques provoquées par le variateur de vitesse. En déduire la référence du moteur à utiliser.

D.4. CHRONOGRAMMES $n = f(t)$ et $P = f(t)$:

Représenter (**sur le document réponse D11**) en concordance avec le chronogramme $P = f(t)$, le chronogramme $n = f(t)$. Donner le type de variateur à associer aux moteurs des centrifugeuses et justifier votre choix.

D.5. CYCLES ENTRE LES CENTRIFUGEUSES :

Quel est l'intérêt de décaler les cycles entre les centrifugeuses ?

D.6. AMELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE :

Calculer le facteur de puissance sur le jeu de barres alimentant les 6 centrifugeuses. Justifier sa valeur. Quelle est la référence de la batterie de condensateurs afin d'obtenir le facteur de puissance minimal imposé ?

ASSERVISSEMENT EN VITESSE DES CENTRIFUGEUSES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les centrifugeuses sont entraînées par des moteurs pilotés par des variateurs eux-mêmes gérés par des A.P.I. Le synoptique donné en documentation ressource donne le principe de cet asservissement en vitesse. Chaque centrifugeuse est asservie en vitesse afin de mieux contrôler les phases d'accélération et de décélération. La mesure de vitesse effective du panier de la centrifugeuse est réalisée par une dynamo tachymétrique dont le signal de sortie communique avec l'automate.

Centrifugeuses 100 tours/min à 1000 tours/min

La vitesse finale de centrifugation de doit en aucun cas excéder 1050 tours/min pour ne pas trop assécher le mélange qui risquerait de se solidifier dans la cuve.

E.1. CARACTERISTIQUES D'UNE GENERATRICE

Tracer la caractéristique générale d'une génératrice à excitation séparée [$E=f(I_e)$] et repérer sur celle-ci les différentes zones de son fonctionnement. Préciser dans quelle zone de fonctionnement elle serait utilisée et justifier votre réponse

E.2. CARACTERISTIQUES D'UNE DYNAMO TACHYMETRIQUE

Quelle solution technologique a été retenue dans les génératrices tachymétriques pour palier l'inconvénient identifié à la question E-1 ?

LA CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

Les données analogiques provenant de la dynamo tachymétrique sont converties en données numériques par un convertisseur analogique numérique dont le schéma de principe est donné en ressources documentaires.

E.3. RESOLUTION DU C.A.N.

Quelle est la résolution du CAN employé dans cet équipement ?

E.4. PRECISION SUR LA VITESSE

Quelle sera la précision relative sur la vitesse mesurée et transmise à la logique de l'A.P.I. ? Un tel dispositif est-il approprié pour la phase de centrifugation ?

E.5. SCHEMA DE PRINCIPE D'UN A.O.P.

Le schéma de principe d'un C.A.N. fait apparaître l'utilisation d'amplificateurs opérationnels. Donner le schéma de principe d'un amplificateur linéaire inverseur et la relation qui lie la tension de sortie à celle d'entrée.

E.6. L'A.O.P. EN INTEGRATEUR

L'amplificateur A1 est monté en intégrateur. La relation générale liant la tension de sortie à la tension d'entrée est la suivante :

$$v_s(t) = -\frac{1}{RC} \int_{t_x}^{t_y} v_e(t) dt + V_o$$

L'oscillogramme donné en documentation ressource donne l'allure de la tension de sortie de l'amplificateur A1 pour des tensions $V_e = 4V$ et $V_{ref} = 8V$. Donner, sur la période de charge du condensateur (T_0), en fonction des données numériques relatives à ce montage l'expression de V_s .

E.7. NOMBRE D'IMPULSIONS

La décharge du condensateur s'effectue par l'application d'une tension négative en entrée de l'intégrateur. Calculer le nombre d'impulsions que le compteur mesurera sur la totalité d'un cycle de l'intégrateur ?

E.8. MULTIVIBRATEUR ASTABLE

L'horloge de ce C.A.N. peut être réalisée à partir d'un circuit intégré NE 555 monté en multivibrateur astable. Calculer les valeurs de R_1 et R_2 pour obtenir une oscillation à 25 kHz avec un condensateur de 1 nF et un rapport cyclique de 0,6.

E.9. LE COMPTEUR

La logique de commande gère le comptage. Elle permet la remise à zéro du compteur lorsque l'amplificateur A2 monté en comparateur (entrée + à la masse) l'informe que la tension V_s de sortie de l'intégrateur est à zéro. Citer le nom du composant constituant le compteur.

E.10. CHRONOGRAMME DE FONCTIONNEMENT

A partir du schéma de principe d'un compteur asynchrone 3 bits donner son chronogramme de fonctionnement.

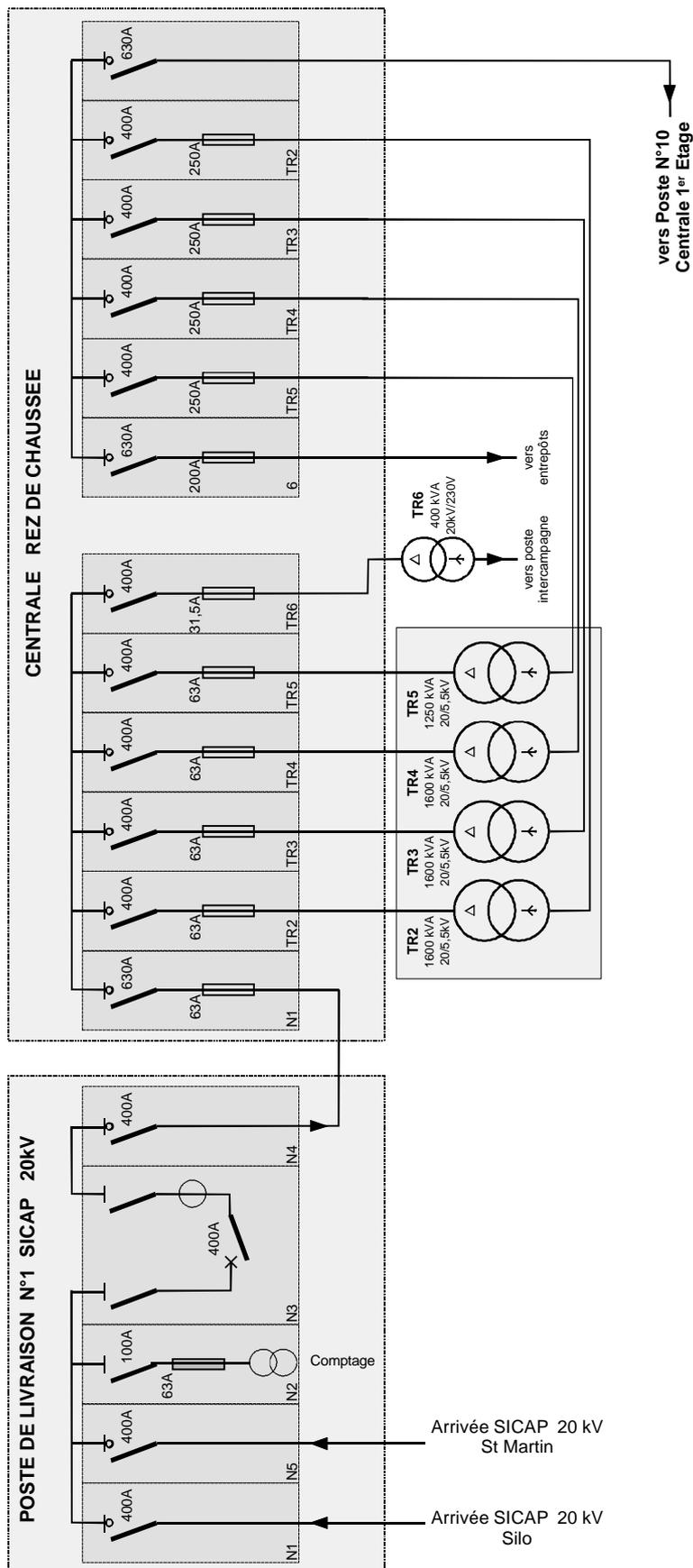
DOSSIER DOCUMENTS RESSOURCES

Question 1 : A rendre avec la copie

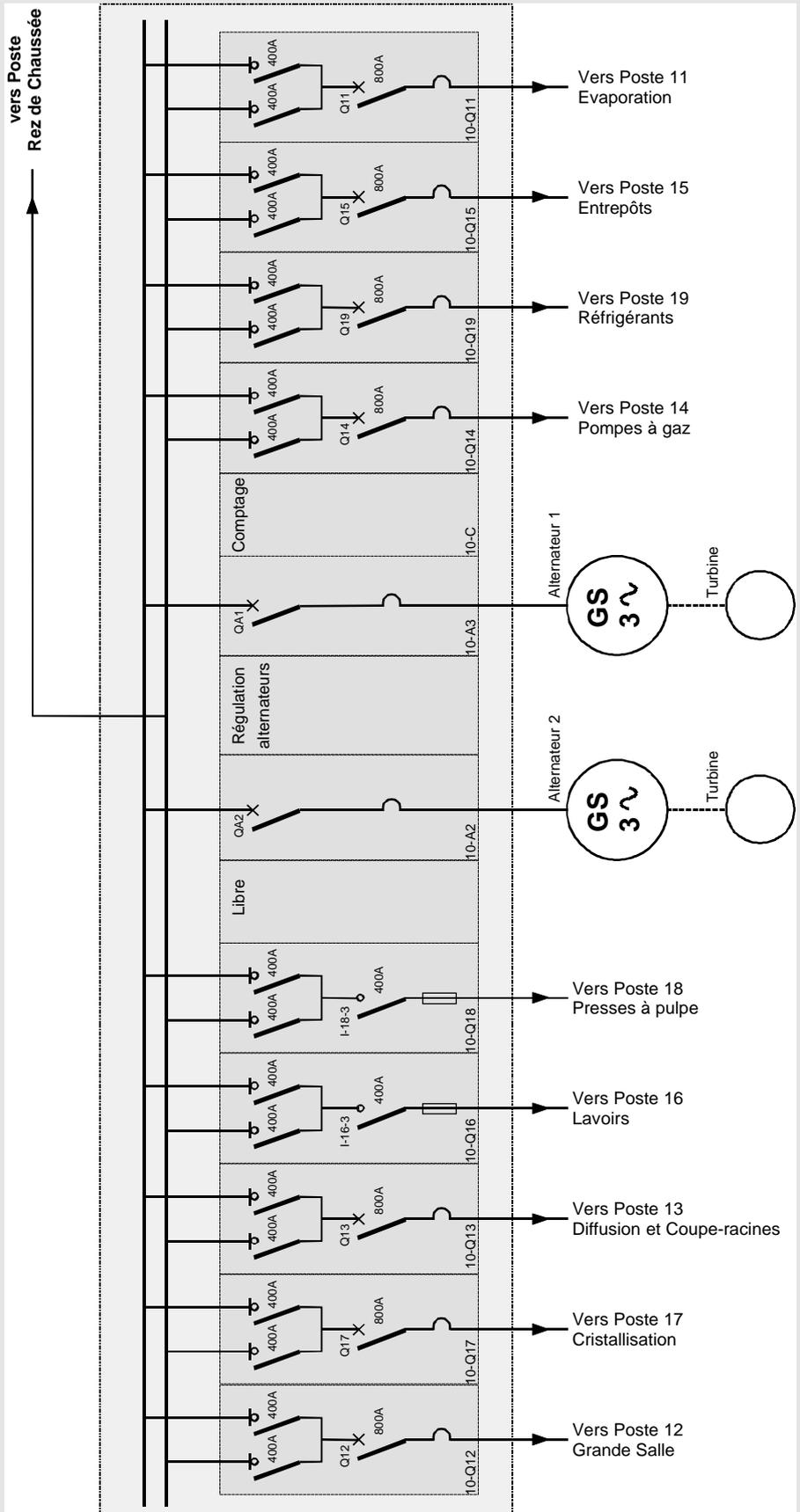
<u>Partie A</u>	<u>Poste de livraison et centrale</u>	<u>page A1</u>
	<u>Poste N°10 Centrale 1^{er} étage</u>	<u>pages A2 et A3</u>
	<u>Poste N°17 Cristallisation</u>	<u>page A4</u>
<u>Partie B</u>	<u>Plan général Pompe 1</u>	<u>page B1</u>
	<u>Schéma général Pompe 1</u>	<u>page B2</u>
	<u>Hauteur manométrique</u>	<u>page B3</u>
	<u>Plan général Pompe 1 et 2</u>	<u>page B4</u>
	<u>Caractéristiques des pompes Eta R</u>	<u>pages B5 à B9</u>
	<u>Moteurs Leroy Somer</u>	<u>pages B10 et B11</u>
	<u>Démarrateurs Aka</u>	<u>page B12</u>
	<u>Tréficâbles</u>	<u>pages B13 à B15</u>
	<u>France transfo</u>	<u>page B16</u>
<u>Partie C</u>	<u>Données techniques du diffuseur</u>	<u>page C1</u>
	<u>Plaque signalétique des moteurs</u>	<u>page C1</u>
	<u>Convertisseur statique</u>	<u>page C1</u>
	<u>Moteur à courant continu</u>	<u>page C2</u>
	<u>Circuit de puissance des moteurs</u>	<u>page C3</u>
	<u>Excitation des moteurs</u>	<u>pages C4 et C5</u>

<u>Partie D</u>	<u>Données techniques</u>	<u>page D1</u>
	<u>Force centrifuge / Gravité</u>	<u>page D1</u>
	<u>Vitesse et temps de centrifugation</u>	<u>page D2</u>
	<u>Formulaire de mécanique</u>	<u>page D2</u>
	<u>Energies consommées par les départs</u>	<u>page D3</u>
	<u>Modes de freinage</u>	<u>pages D2 et D4</u>
	<u>Moteurs Leroy Somer</u>	<u>pages D5 à D8</u>
	<u>Batterie de condensateurs</u>	<u>pages D9 et D10</u>
	<u>Document réponse question D4</u>	<u>page D11</u>
<u>Partie E</u>	<u>Principe de la régulation en vitesse</u>	<u>page E1</u>
	<u>Principe d'un CAN</u>	<u>pages E1 et E2</u>
	<u>Principe d'un compteur asynchrone</u>	<u>page E2</u>
	<u>Principe du NE555</u>	<u>page E2</u>
	<u>Dynamo tachymétrique</u>	<u>page E3</u>

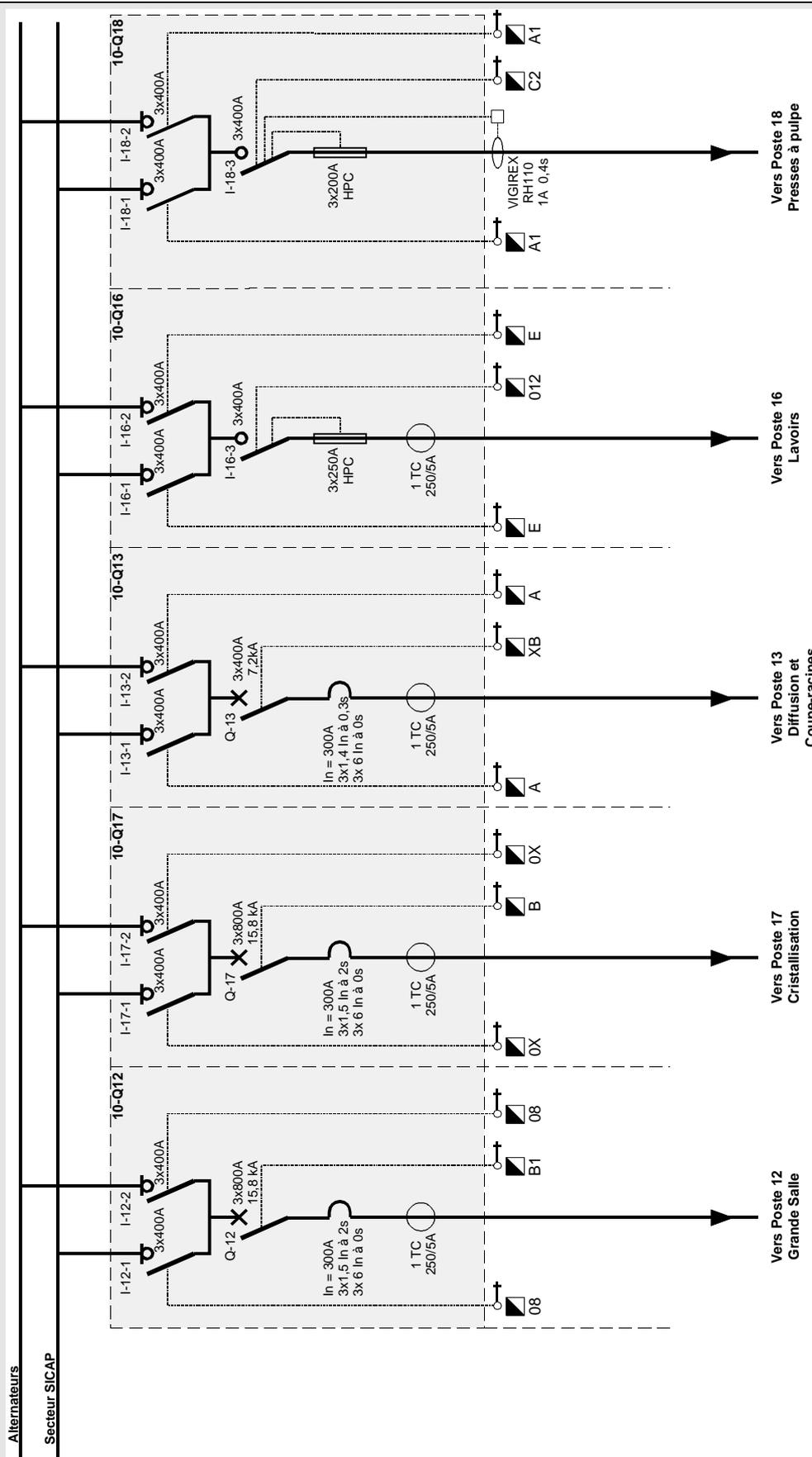
POSTE DE LIVRAISON ET CENTRALE REZ DE CHAUSSEE



POSTE N°10 CENTRALE PREMIER ETAGE



POSTE N°10 CENTRALE PREMIER ETAGE (PARTIEL)

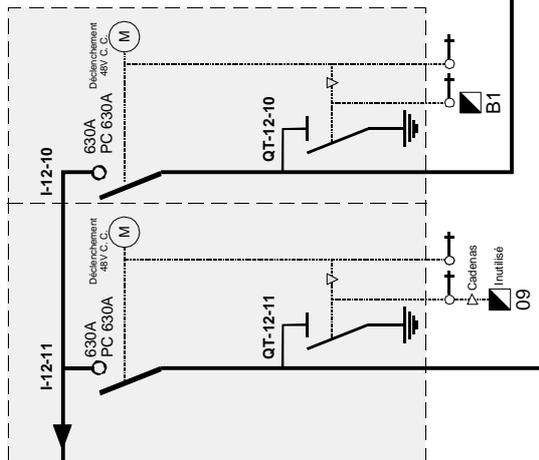


POSTE N°17

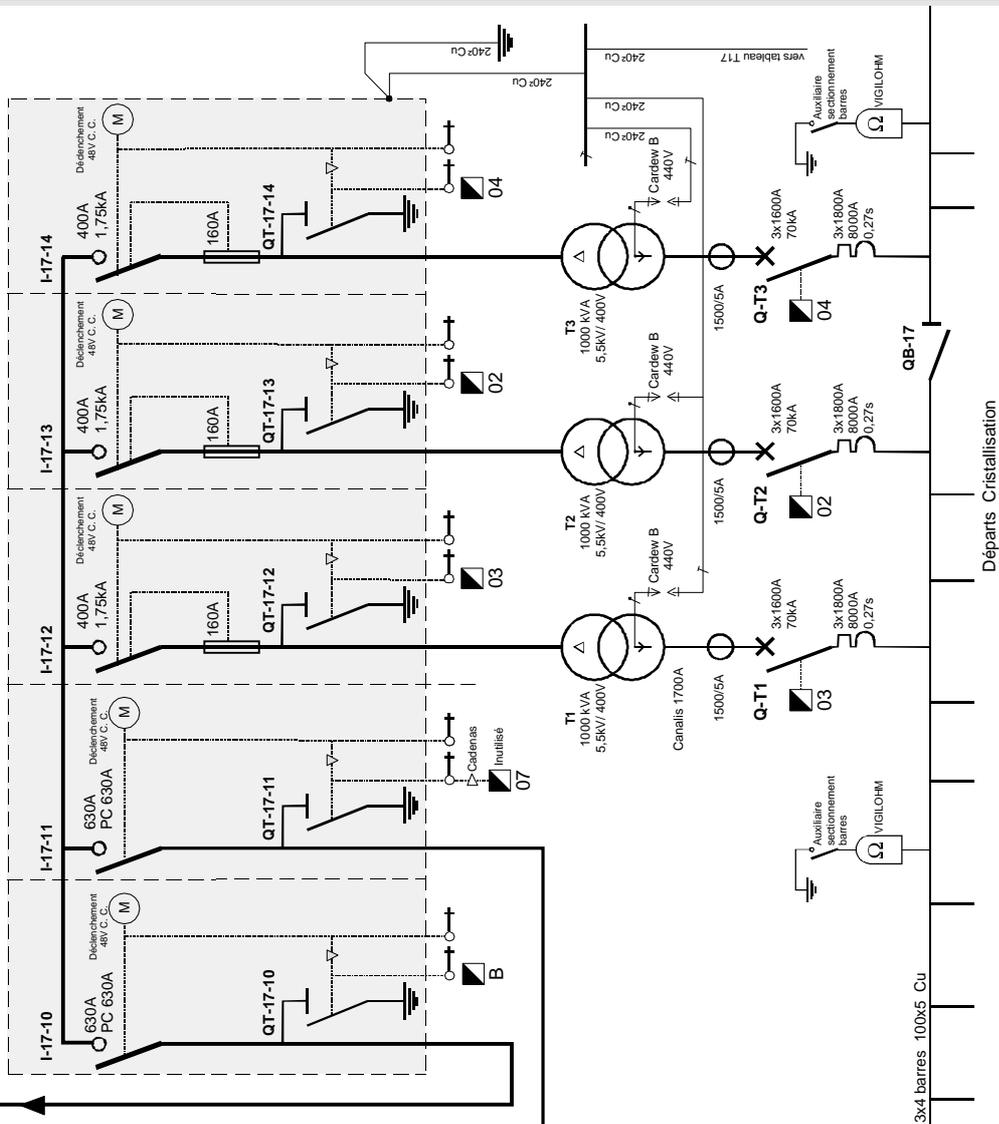
CRISTALLISATION

Vers Jeux de Barres
CENTRALE 1^{er} ETAGE

POSTE N°12 GRANDE SALLE



POSTE N°17 CRISTALLISATION



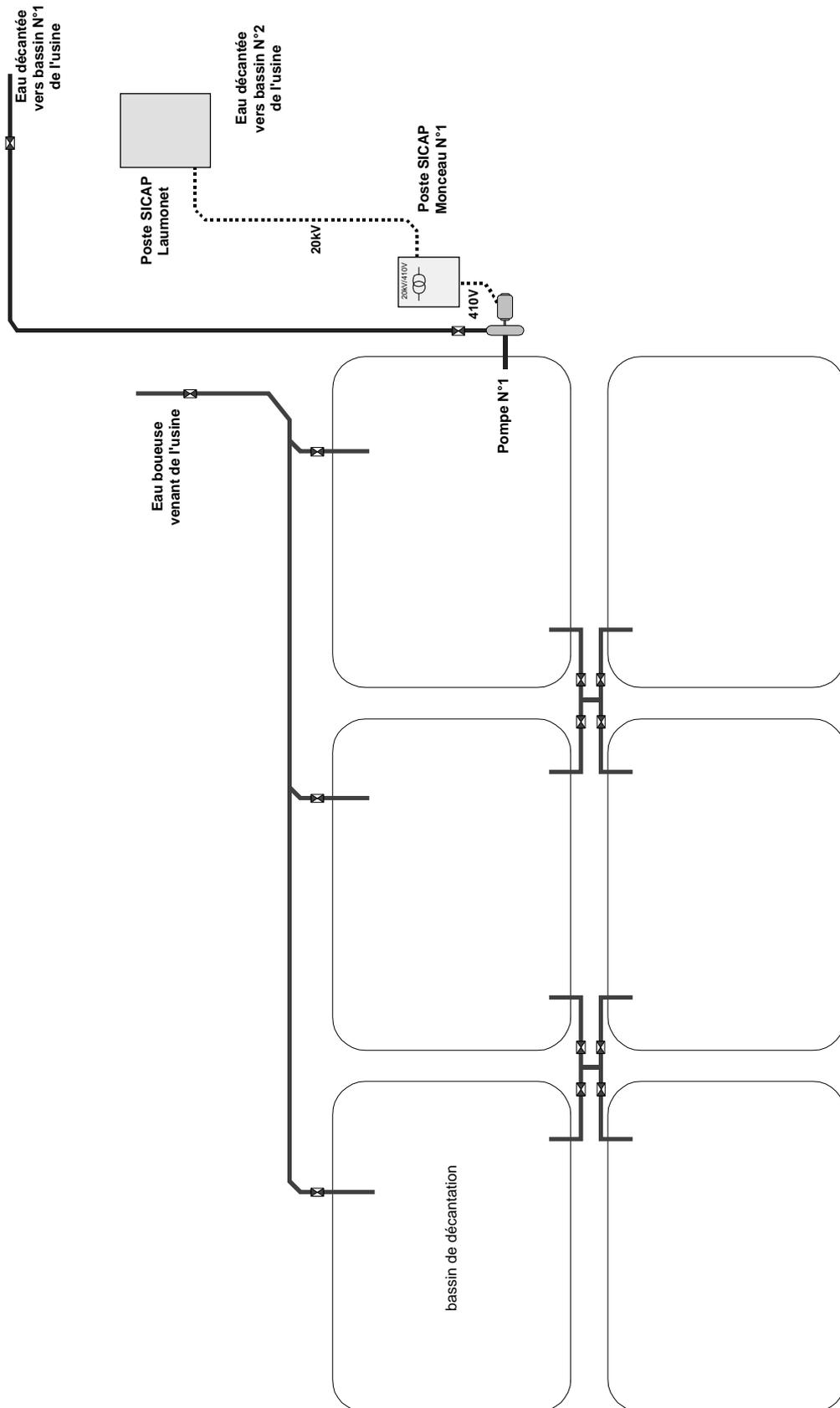
VERROUILLAGES PAR SERRURES A CLE

- Serrure avec clé toujours libre
- Serrure avec clé prisonnière en position fermée et libre en position ouverte
- Serrure avec clé prisonnière en position ouverte et libre en position fermée
- Serrure avec clé toujours prisonnière

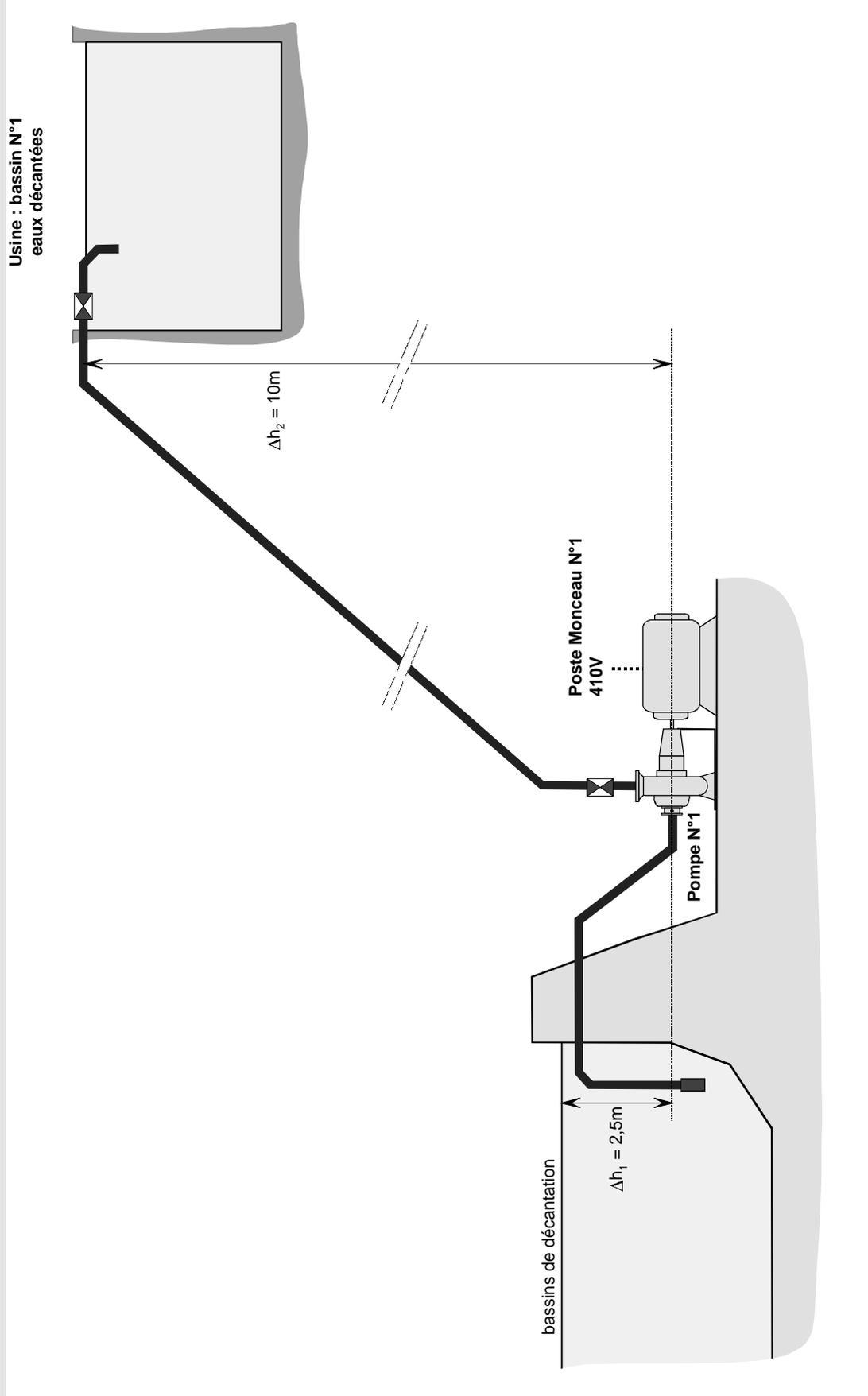
Départs Cristallisation

3x4 barres 100x5 Cu

PLAN GENERAL - POMPE 1 - BASSINS DE DECANTATION

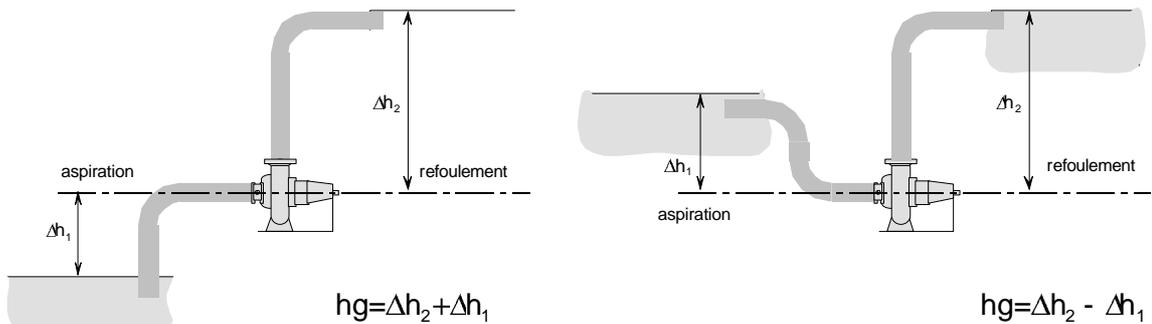


SCHEMA GENERAL - POMPE 1



HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE DE L'INSTALLATION

Détermination de la hauteur géométrique d'une pompe :



Pertes de charge à l'aspiration :

Elles sont estimées à 0,5m pour l'installation de la pompe N°1

Pertes de charge au refoulement :

Sachant que la distance pompe / usine est de 1200 m, que la vitesse de circulation de l'eau est de 1,5 m.s⁻¹ et que les canalisations en fonte ont un diamètre de 250 mm, les pertes de charge au refoulement pour la canalisation sont de 8m. Il faut ajouter 0,5m par appareil (vanne, robinet, etc.) installé sur la canalisation

Pression résiduelle :

La pression résiduelle est la pression nécessaire à l'extrémité du refoulement. Elle engendre une hauteur manométrique de 10m si la pression est de 1 bar

Tension de vapeur :

La hauteur correspondant à la tension de vapeur est de 0,2m

Conditions d'aspiration et d'alimentation en charge :

NPSH de la pompe (NPSH_{requis}) :

Un fonctionnement sans incident des pompes centrifuges n'est possible qu'à la condition qu'aucune formation de vapeur ne se produise à l'intérieur de la pompe (cavitation). Pour cette raison, la hauteur piézométrique au point de référence pour le NPSH doit se trouver au moins au-dessus de la tension de vapeur du liquide véhiculé. Le point de référence pour le NPSH est le centre de la roue, c'est-à-dire le point d'intersection de l'axe de l'arbre de la pompe avec le plan vertical des points extérieurs du bord d'entrée de l'aube.

Le NPSH_{requis} est la valeur nécessaire pour la pompe, exprimée en mètre, sur les courbes. En pratique on ajoute souvent une marge de sécurité de 0,5m.

NPSH de l'installation (NPSH_{disponible}) :

Lors de la détermination du NPSH de l'installation (NPSH_{disponible}) c'est l'axe d'aspiration de la pompe qui constitue le point de référence. Pour les pompes normalisées à volute et installées horizontalement, la hauteur géométrique entre le milieu de la bride d'aspiration et le centre de la roue est nulle. Cette composante doit être également prise en considération dans tous les autres cas (par exemple quand il s'agit de pompes verticales).

Le NPSH_{disponible} peut être calculé comme suit

$$NPSH_{disp.} = 10,33 - H_{v,s} + H_{Z,géo.}$$

H_{v,s} Pertes de charge côté aspiration

H_{Z,géo.} Hauteur géométrique de charge

Le NPSH_{disponible} a été évalué à 8,63m

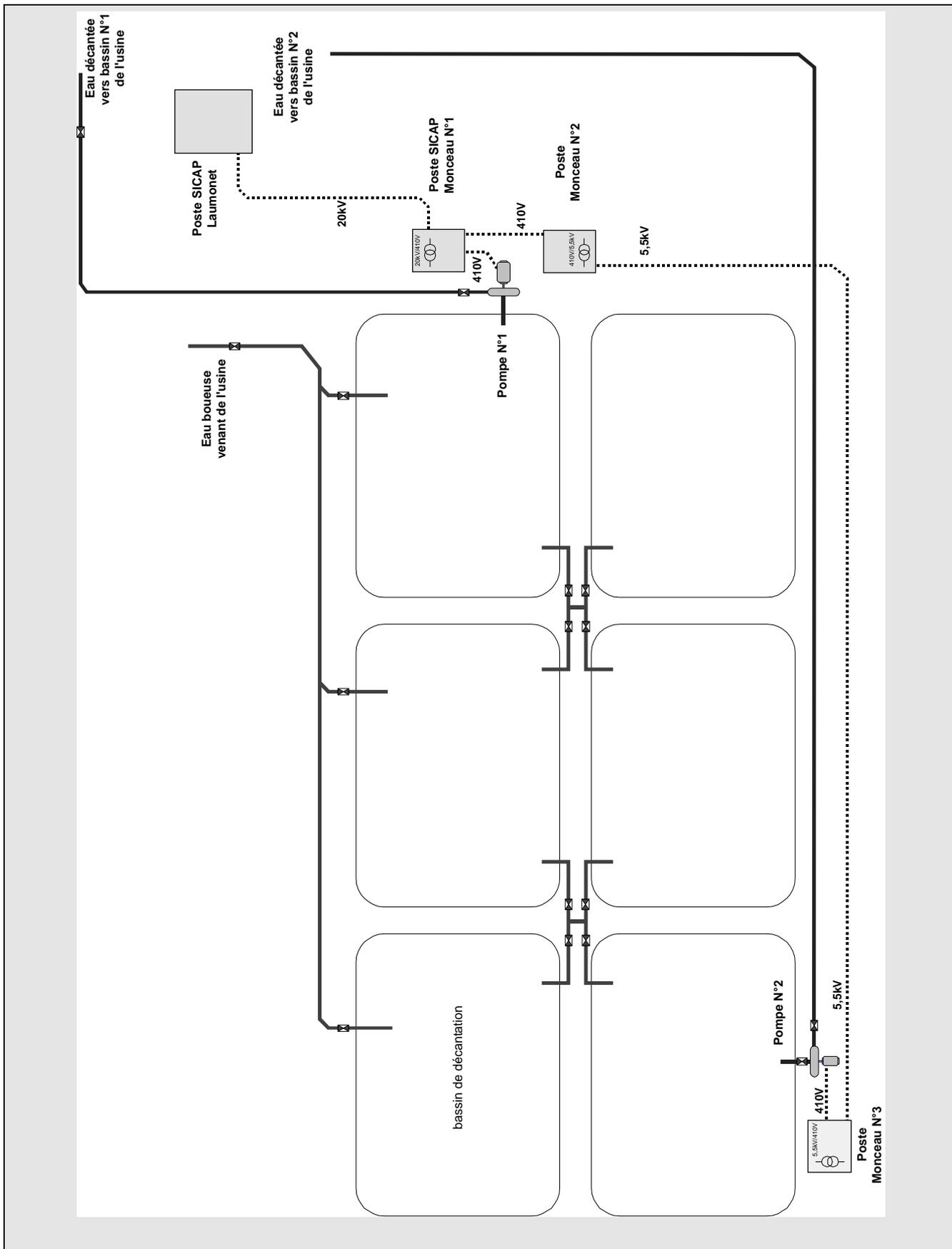
Puissance absorbée par la pompe :

La puissance de la pompe peut être déterminée avec les courbes de la pompe ou être calculée.

Pour déterminer la taille du moteur, il est conseillé, sauf spécifications particulières du client, d'appliquer les marges de sécurité suivantes

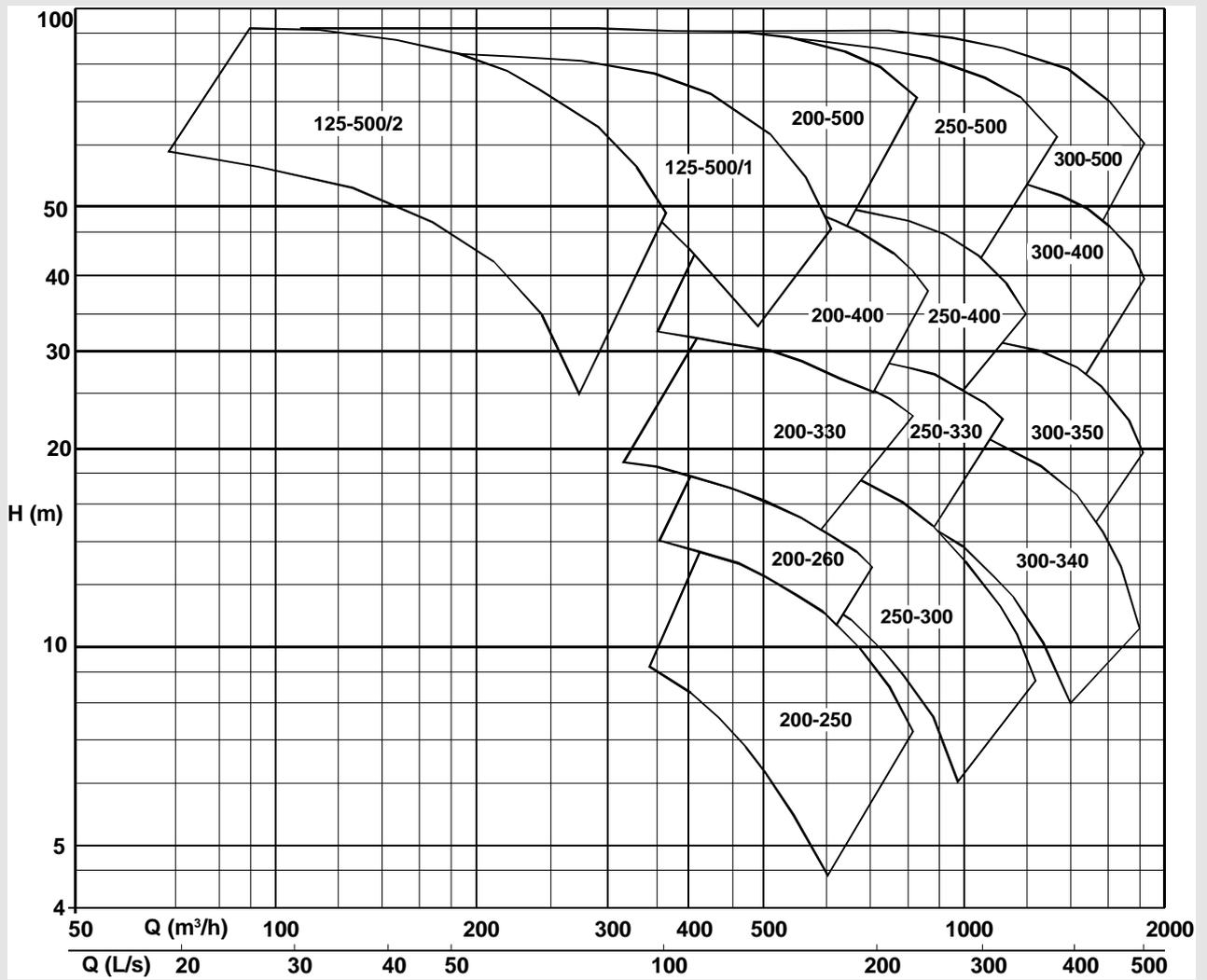
jusqu'à 7,5 kW	environ 20%
de 7,5 jusqu'à 40 kW	environ 15%
à partir de 40 kW	environ 10%

PLAN GENERAL - POMPE N°1 ET POMPE N°2

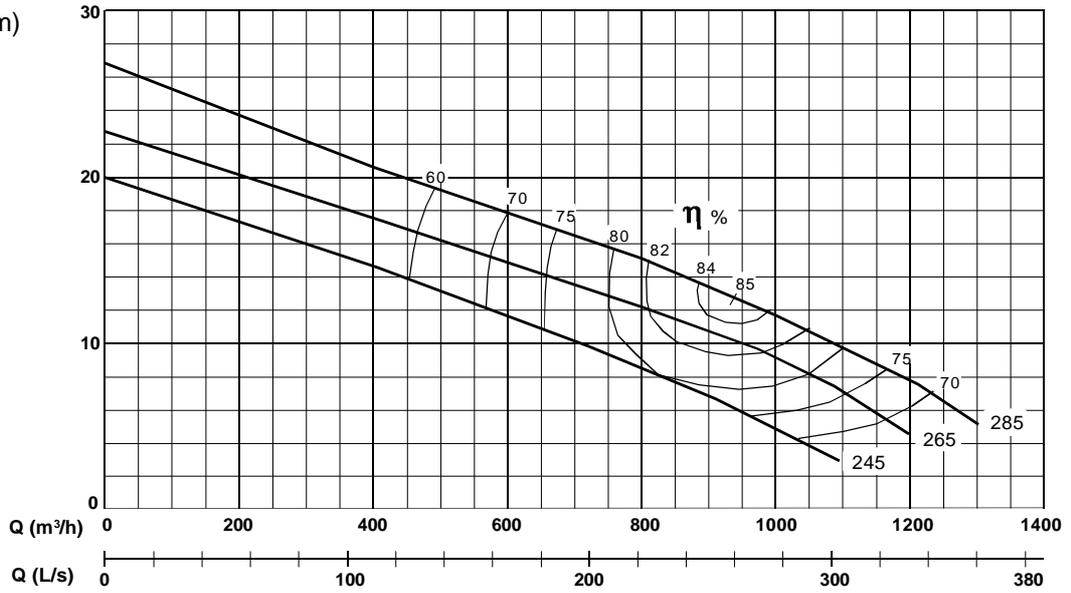


Kennfeld
 Selection Chart
 Courbes caractéristiques
 Campo caracteristico
 Grafiek
 Curvas características

n = 1450 1/min



Hauteur (m)



NPSH_A (installation)

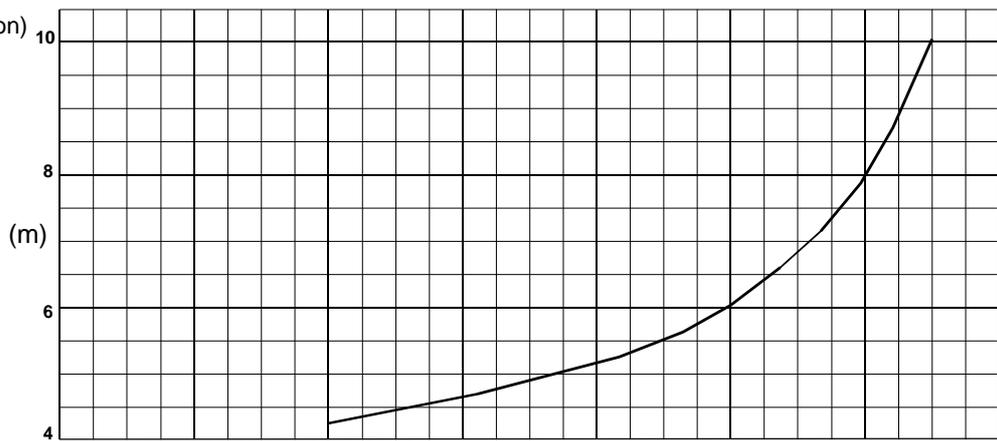
$Q > Q_{opt}$:

$NPSH_A > NPSH + S$

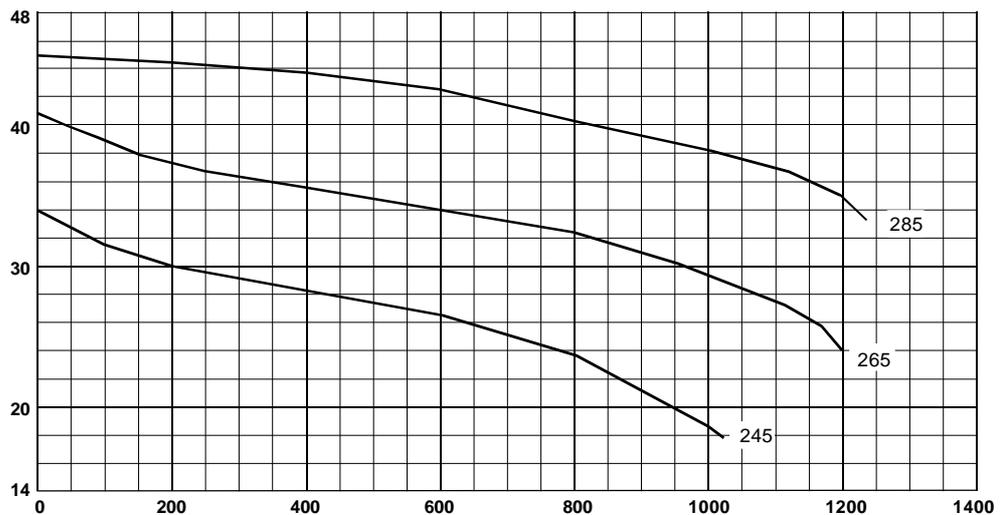
$Q < Q_{opt}$:

$NPSH_A > NPSH_{opt} + S$

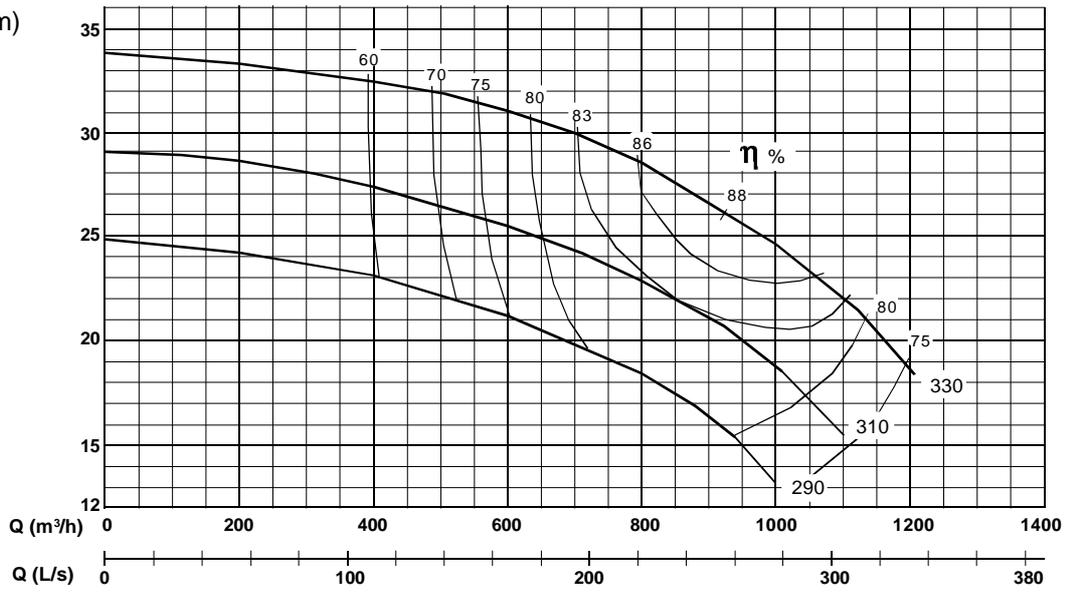
Roue	S(m)
GG-25	2,7
G-CuSn 10	1,5
1.4408	0,5



Puissance absorbée kW



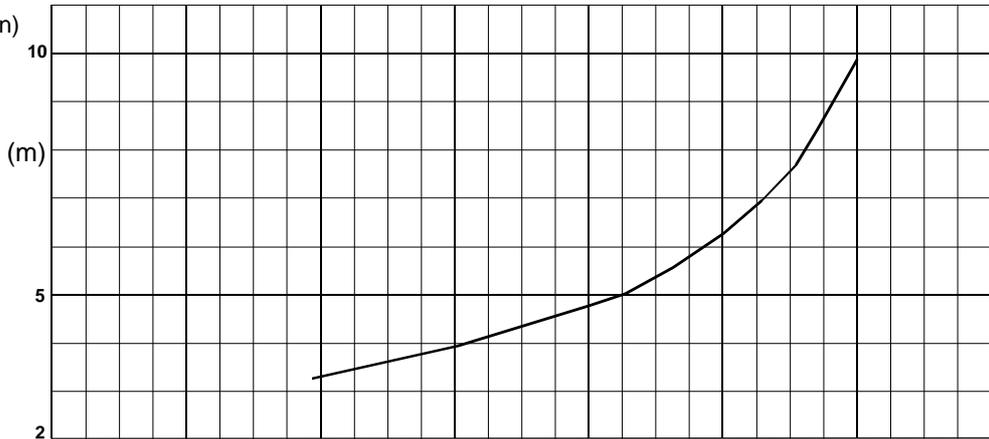
Hauteur (m)



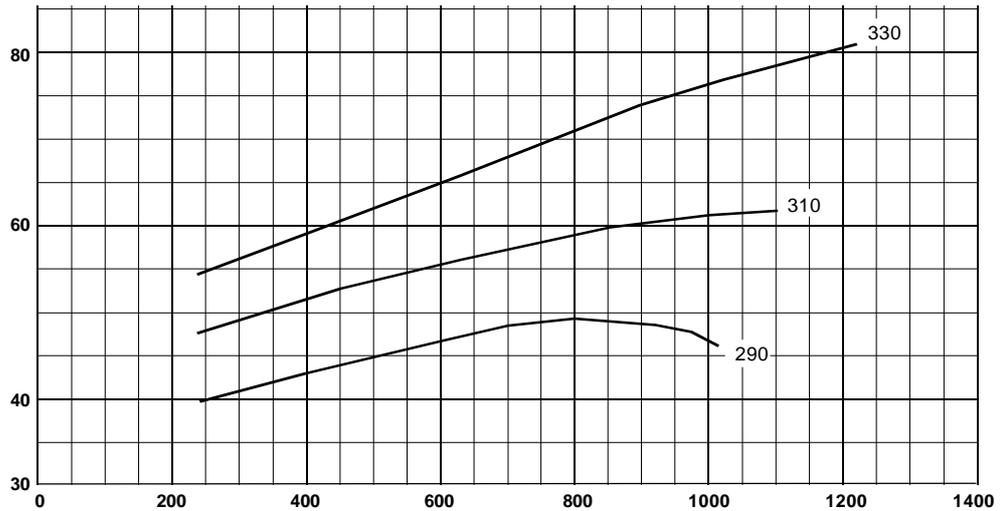
NPSH_A (installation)

$Q > Q_{opt}$:
 $NPSH_A > NPSH + S$
 $Q < Q_{opt}$:
 $NPSH_A > NPSH_{opt} + S$

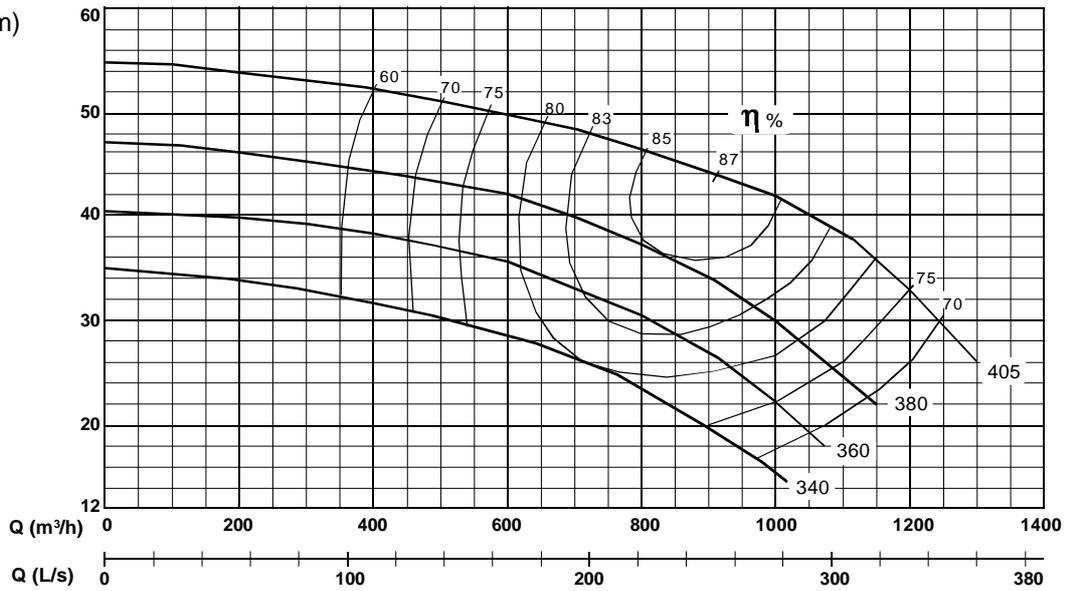
Roue	S(m)
GG-25	2,0
G-CuSn 10	1,0
1.4408	0,5



Puissance absorbée kW



Hauteur (m)



NPSH_A (installation)

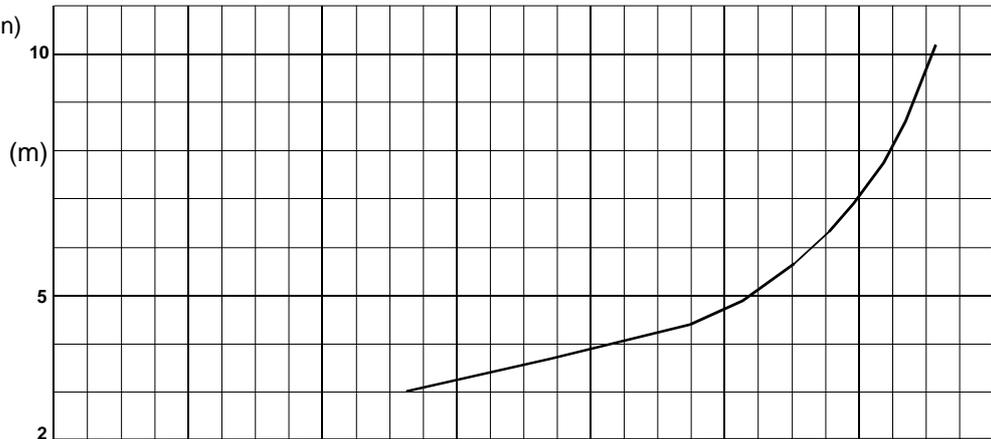
$Q > Q_{opt}$:

$NPSH_A > NPSH + S$

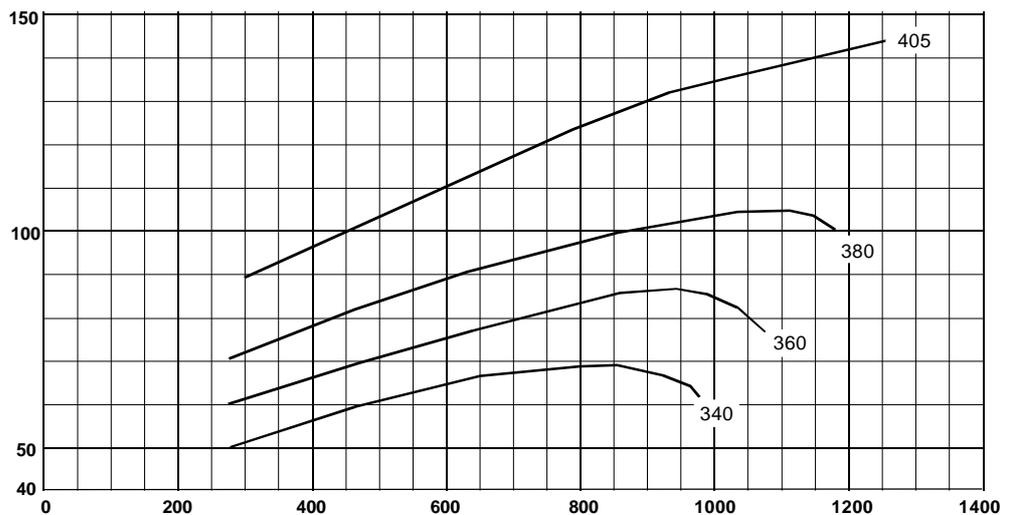
$Q < Q_{opt}$:

$NPSH_A > NPSH_{opt} + S$

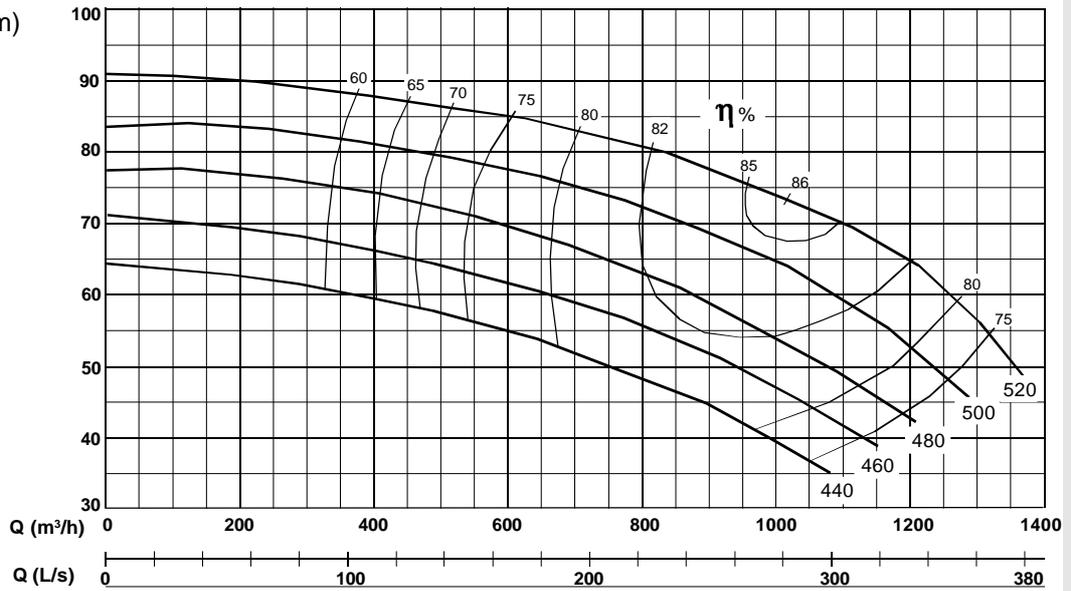
Roue	S(m)
GG-25	2,8
G-CuSn 10	1,8
1.4408	0,5



Puissance absorbée kW



Hauteur (m)

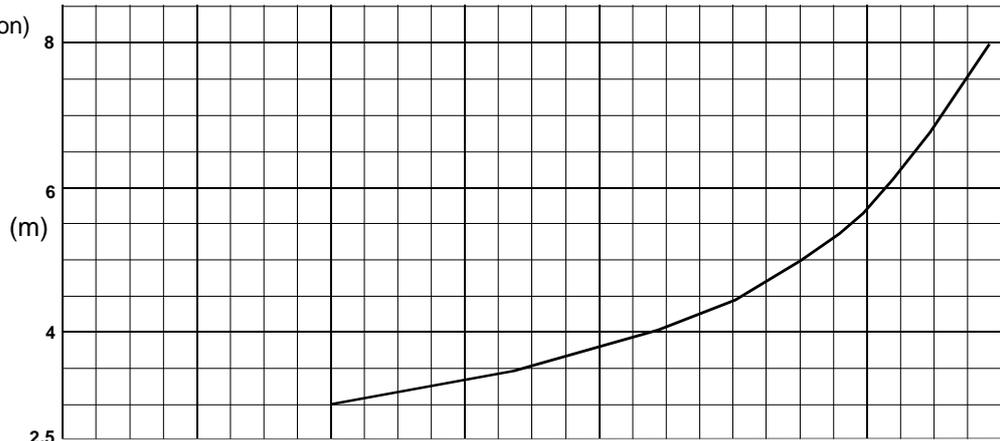


NPSH_A (installation)

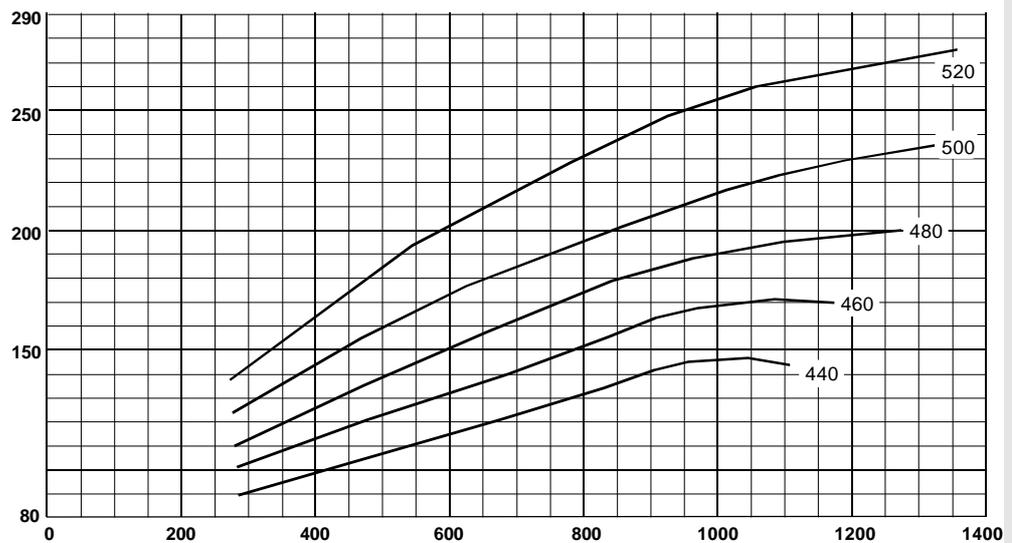
Q > Q_{opt} :
NPSH_A > NPSH + S

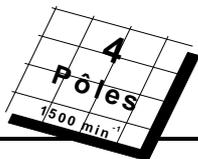
Q < Q_{opt} :
NPSH_A > NPSH_{opt} + S

Roue	S(m)
GG-25	1,8
G-CuSn 10	1,0
1.4408	0,5



Puissance absorbée kW





IP 55
C.I.F - ΔT 80 K
400V +/- 10%

RESEAU Δ230 / Y400 V ou Δ400 V 50 Hz

Type	Puissance		Couple Nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Intensité démarrage	Couple démarrage	Couple maximal	Courbe de couple	Moment d'inertie	Masse
	nominale à 50 Hz	Vitesse nominale										
Type	P _n kW	N _n Min ⁻¹	M _n N.m	I _n (400V) A	cos φ	η	I _d /I _n	M _d /M _n	M _m /M _n	N°	J kg.m ²	IM B3 kg
FLS 80 L	0,55	1410	3,7	1,5	0,76	68	4,4	2,1	2,3	3	0,0013	15
FLS 80 L	0,75	1425	5	2	0,75	72,5	5,7	3	2,8	1	0,0024	17
FLS 90 S	1,1	1410	7,5	2,6	0,81	76	5	1,9	2,2	4	0,0032	20
FLS 90 L	1,5	1415	10	3,6	0,77	79	5,5	2,5	2,4	3	0,0039	22
FLS 90 L	1,8	1400	12,3	4,3	0,78	80	5,5	2,5	2,7	2	0,0049	24
FLS 100 LK	2,2	1435	15	4,65	0,86	79,3	5,8	1,8	2,4	4	0,0096	41
FLS 100 LK	3	1455	20	6,4	0,81	84	7,7	2,9	3,3	1	0,0134	43
FLS 112 MR	4	1445	27,5	8,5	0,82	82,6	7,3	2,9	3,1	1	0,0150	48
FLS 132 S	5,5	1455	37	11,3	0,85	84,4	7,5	3	3,3	1	0,0253	75
FLS 132 M	7,5	1450	50	14,5	0,87	85,7	7,3	3,1	3,3	1	0,0386	80
FLS 132 MR	9	1460	61	18,3	0,83	85,6	8	3,1	3,4	1	0,0426	83
FLS 160 M	11	1455	72,2	21	0,86	88	6	2,2	2,4	8	0,060	103
FLS 160 L	15	1455	98,5	28,2	0,86	89,1	6,7	2,5	2,7	8	0,079	120
FLS 180 MR	18,5	1465	120,5	34,5	0,86	90	6,7	2,5	2,4	8	0,095	135
FLS 180 L	22	1465	143	40,5	0,86	91	7,2	2,6	2,7	8	0,137	184
FLS 200 L	30	1470	195	55	0,86	91,5	6,5	2,5	2,7	2	0,24	260
FLS 225 ST	37	1470	240	68	0,85	92,6	7	2,6	2,7	2	0,28	290
FLS 225 M	45	1480	290	80	0,87	93,2	6,6	2,1	2,4	3	0,62	410
FLS 250 M	55	1480	355	99	0,86	94	6,7	2,5	2,7	2	0,76	460
FLS 280 S	75	1480	484	137	0,84	94,5	7,3	2,6	2,6	2	1,45	730
FLS 280 M	90	1480	581	163	0,84	94,7	7,1	2,8	2,7	2	1,75	770
FLS 315 ST	110	1481	710	197	0,85	95	7,5	2,9	2,8	1	2,2	850
FLS 315 M	132	1485	850	238	0,84	95,4	7	2,8	2,6	1	2,7	1000
FLS 315 LA	160	1480	1032	281	0,87	95	7,2	1,75	2,4	9	3,2	1050
FLS 315 LB	200	1480	1291	349	0,87	95,2	7,5	1,75	2,6	9	4,1	1150
FLS 355 LA	250	1482	1611	426	0,89	95,5	7,8	1,7	2,4	9	6,9	1510
FLS 355 LB	300	1485	1930	504	0,90	95,7	7,9	1,8	2,4	9	8	1550
FLS 355 LC	355	1488	2279	610	0,87	96,5	7,4	2,1	2,4	3	8,4	1800
FLS 355 LD	400	1489	2564	688	0,87	96,5	7,4	2,1	2,4	3	8,7	1930
FLS 400 LB	400	1492	2559	687	0,87	96,6	7,5	1,7	2,7	9	11,7	2350
FLS 355 LKB	450	1492	2880	763	0,88	96,7	7,2	1,6	2,6	9	11,7	2320
FLS 400 LB	450	1492	2880	763	0,88	96,7	7,2	1,6	2,6	9	11,7	2350
FLS 355 LKB	500	1490	3200	850	0,88	96,5	6,5	1,4	2,4	10	11,7	2320
FLS 400 LVB	500	1490	3200	850	0,88	96,5	6,5	1,4	2,4	10	11,7	2350
FLS 450 LA	500	1490	3525	850	0,88	96,5	7,4	1,75	2,6	9	21	3100
FLS 450 LVA	550	1490	3525	935	0,88	96,5	7,4	1,75	2,6	9	21	3100
FLS 450 LB	630	1490	4326	1071	0,88	96,5	7,5	1,85	2,6	9	24	3450
FLS 450 LVB	675	1490	4326	1147	0,88	96,7	7,5	1,85	2,6	9	24	3450

2. INFLUENCE DE LA CHARGE SUR

3. LE RENDEMENT ET LE FACTEUR DE PUISSANCE

RENDEMENT : η (en %)					
1 / 2	3 / 4	4 / 4	1 / 2	3 / 4	4 / 4
94,5	96	96	72	75	75
93,5	95	95	71	74	74
92,5	94	94	70	73	73
91,5	93	93	68	72	72
91	92	92	67	71	71
90	91	91	66	70	70
89	90	90	65	69	69
88	89	89	64	67	68
87	88	88	62	66	67
86	87	87	61	65	66
85	86	86	60	64	65
84	85	85	59	63	64
83	84	84	57	62	63
82	83	83	56	60	62
81	82	82	55	59	61
80	81	81	54	58	60
79	80	80	53	56	59
77	79	79	52	57	58
76	78	78	51	55	57
75	77	77	49	54	56
73	76	76			

FACTEUR DE PUISSANCE : $\cos\varphi$					
1 / 2	3 / 4	4 / 4	1 / 2	3 / 4	4 / 4
0,86	0,90	0,92	0,50	0,62	0,71
0,85	0,89	0,91	0,49	0,62	0,70
0,83	0,88	0,90	0,48	0,61	0,69
0,80	0,86	0,89	0,47	0,60	0,68
0,78	0,85	0,88	0,46	0,59	0,67
0,76	0,84	0,87	0,46	0,59	0,66
0,75	0,83	0,86	0,46	0,58	0,65
0,73	0,81	0,85	0,46	0,58	0,64
0,71	0,80	0,84	0,45	0,57	0,63
0,69	0,79	0,83	0,44	0,56	0,62
0,67	0,77	0,82	0,44	0,56	0,61
0,66	0,76	0,81	0,44	0,55	0,60
0,65	0,75	0,80			
0,63	0,74	0,79			
0,61	0,72	0,78			
0,59	0,71	0,77			
0,58	0,70	0,76			
0,56	0,69	0,75			
0,55	0,68	0,74			
0,54	0,67	0,73			
0,52	0,63	0,72			

Démarrateurs électroniques **UNIDEM**
A contrôle vectoriel
De 7,5 à 750kW

AUTOMATISMES

AKA

Caractéristiques électriques

Tension d'alimentation Puissance : 220V – 10% à 500V + 5%

Tension d'alimentation Contrôle : 220V-240V +/-10%

Fréquence : 50/60 Hz (commutation automatique)

1. Démarreur UDEM 5xxx pour application 4.In, 45s

Type de démarreur	I nominal sortie	Puissance 220V / 240V	Puissance 380V / 410V	Puissance 500V
UDEM 5016A	16 A	4 kW	7,5 kW	9 kW
UDEM 5037A	37 A	9 kW	18,5 kW	22 kW
UDEM 5060A	60 A	15 kW	30 kW	37 kW
UDEM 5105A	105 A	30 kW	55 kW	75 kW
UDEM 5140A	140 A	37 kW	75 kW	90 kW
UDEM 5250A	250 A	75 kW	132 kW	160 kW
UDEM 5310A	310 A	90 kW	160 kW	200 kW
UDEM 5450A	450 A	132 kW	250 kW	315 kW
UDEM 5750A	750 A	250 kW	400 kW	560 kW

Démarreur UDEM 5xxx P pour pompage 3.In, 20s

Type de démarreur	I nominal sortie	Puissance 220V / 240V	Puissance 380V / 410V	Puissance 500V
UDEM 5027P	27 A	7,5 kW	15 kW	18,5 kW
UDEM 5045P	45 A	11 kW	22 kW	30 kW
UDEM 5080P	80 A	22 kW	37 kW	55 kW
UDEM 5125P	125 A	37 kW	55 kW	90 kW
UDEM 5175P	175 A	55 kW	90 kW	110 kW
UDEM 5300P	300 A	90 kW	160 kW	200 kW
UDEM 5375P	375 A	110 kW	200 kW	250 kW
UDEM 5600P	600 A	180 kW	315 kW	400 kW
UDEM 5855P	855 A	250 kW	450 kW	630 kW
UDEM 51050P *	1050 A	315 kW	560 kW	710 kW

⚡ courant de démarrage limité à 2600A

Nota ; les démarreurs UDEM xxx P sont destinés au démarrage et à l'arrêt décéléré des pompes, leur temps de démarrage est limité à 20s et le courant de démarrage à 3.In

MODE DE POSE DES CÂBLES ET CONDUCTEURS

TREFICABLES

Mode de pose	Méthode de référence	Facteur de correction	Description	Mode de pose	Méthode de référence	Facteur de correction	Description
1	B	0,77	Conducteurs isolés dans les conduits encastrés dans les parois thermiques.	31-32	B	1 0,90(i)	Conducteurs isolés ou câbles posés dans les goulottes.
2	B	0,70	Câble multiconducteurs dans les conduits encastrés dans les parois thermiques.	33	B	1 0,90(i)	Conducteurs isolés ou câbles posés en goulottes dans les planchers.
3-4	B	0,90	Conducteurs isolés ou câbles dans les conduits apparents.	34	B	1 0,90(i)	Conducteurs isolés ou câbles en goulottes suspendues.
5	B	0,90	Conducteurs isolés ou câbles dans les conduits encastrés.	41	B	0,95(i)	Conducteurs isolés ou câbles dans les caniveaux fermés.
11	C	1	Câbles fixés au mur.	42-43	B	1	Conducteurs isolés ou câbles dans les caniveaux isolés.
11 A	C	0,95	Câbles fixés au plafond.	51	B	0,77	Câbles encastrés dans les parois thermiques.
12	C	1	Câbles posés sur tablettes non perforées.	52	C	1	Câbles encastrés dans les parois sans protection.
13-14 15-16	E,F E,F	1	Câbles posés sur chemins de câbles, corbeaux, colliers ou échelles à câbles.	53	C	1	Câbles encastrés dans les parois avec protection.
17	E,F	1	Câbles suspendus.	61	D	0,90	Câbles dans des conduits enterrés.
18	C	1,21	Câbles nus ou isolés posés sur isolateurs.	62-63	D	1	Câbles enterrés.
21	B	0,95(a)	Câbles posés dans le vide des constructions.	71	B	1	Conducteurs isolés en moulure.
22	B	0,95(b) 0,91(c)	Conducteurs isolés ou câbles dans les conduits dans le vide de construction.	72	B	1 0,90(i)	Conducteurs isolés ou câbles dans des plinthes rainurées.
23	B	0,95(d) 0,91(e)	Conducteurs isolés ou câbles dans les conduits profilés de construction.	73-74	B	1 0,90(i)	Conducteurs isolés ou câbles dans des chambranles.
24	B	0,95(f) 0,91(g)	Conducteurs isolés ou câbles dans les conduits profilés noyés.	81	A l'étude.		Câbles immergés dans l'eau.
25	B	0,95(h)	Câbles dans les faux plafonds ou plafonds suspendus.				
Légende :		<p>↯ Si le rapport entre la plus petite dimension du vide et le diamètre extérieur du câble est inférieur à : (a) 5; (b) 20 pour les conducteurs isolés; (c) 20 pour les câbles; (d) 20 pour les conducteurs isolés; (e) 20 pour les câbles; (f) 5 pour les conducteurs isolés; (g) 20 pour les câbles; (h) 5; (j) 20. ↯ (i) pour les câbles.</p> <p>↯ B : Conducteurs isolés ou câbles. ↯ C, D : Câbles unipolaires ou multipolaires. ↯ E : Câbles multipolaires. ↯ F : Câbles unipolaires.</p>					

CORRECTION EN FONCTION DE LA TEMPERATURE DU SOL

TREFICABLES

Température du sol (°C)	Isolation PVC	Isolation PR, EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,63	0,80
50	0,55	0,76
55	0,45	0,71
60	--	0,65

Résistivité thermique du sol (°C cm / W)	Facteur de correction	OBSERVATIONS			
		Humidité		Nature du terrain	
40	1,25	Pose immergée.	Marécages		
50	1,21	Terrains très humides.	Sable		
70	1,13	Terrains humides.		Argile et calcaire	
85	1,05	Terrain dit normal.			
100	1,00	Terrains secs.			
120	0,94				
150	0,86	Terrains très secs.			Cendres et mâchefer.
200	0,76				
250	0,70				
300	0,65				

	section des conducteurs (mm ²)	Nombre de conducteurs chargés et type d'isolation			
		PVC3	PVC2	PR3	PR2
AME EN CUIVRE	1,5	26	32	31	37
	2,5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173
	35	147	178	174	208
	50	174	211	206	247
	70	216	261	254	304
	95	256	308	301	360
	120	290	351	343	410
	150	328	397	387	463
	185	367	445	434	518
	240	424	514	501	598
300	480	581	565	677	
AME EN ALUMINIUM	10	57	68	67	80
	16	74	88	87	104
	25	94	114	111	133
	35	114	137	134	160
	50	134	161	160	188
	70	167	200	197	233
	95	197	237	234	275
	120	224	270	266	314
	150	254	304	300	359
	185	285	343	337	398
	240	328	396	388	458
	300	371	447	440	520

Section en mm ²		Circuit monophasé			Circuit triphasé équilibré ΔU entre phases		
		Force motrice		Eclairage	Force motrice		Eclairage
Cu	Al	Service normal	Démarrage	$\cos \varphi = 1$	Service normal	Démarrage	$\cos \varphi = 1$
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,35$		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,35$	
1,5		24	10,6	30	20	9,4	25
2,5		14,4	6,4	18	12	5,7	15
4		9,1	4,1	11,2	8	3,6	9,5
6	10	6,1	2,9	7,5	5,3	2,5	6,2
10	16	3,7	1,7	4,5	3,2	1,5	3,6
16	25	2,36	1,15	2,8	2,05	1	2,4
25	35	1,5	0,75	1,8	1,3	0,65	1,5
35	50	1,15	0,6	1,29	1	0,52	1,1
50	70	0,86	0,47	0,95	0,75	0,41	0,77
70	120	0,64	0,37	0,64	0,56	0,32	0,55
95	150	0,48	0,30	0,47	0,42	0,26	0,40
120	185	0,39	0,26	0,37	0,34	0,23	0,31
150	240	0,33	0,24	0,30	0,29	0,21	0,27
185	300	0,29	0,22	0,24	0,25	0,19	0,20
240	400	0,24	0,20	0,19	0,21	0,17	0,16
300	500	0,21	0,19	0,15	0,18	0,16	0,13

Description

Cette gamme est constituée de transformateurs correspondant à la spécification suivante :

- transformateurs triphasés, 50 Hz, pour installation à l'intérieur ou à l'extérieur (à préciser);
- immergés dans l'huile minérale(3) (autre diélectrique sur demande);
- étanches à remplissage total (ERT);
- couvercle boulonné sur cuve;
- refroidissement naturel de type ONAN;
- traitement et revêtement anticorrosion standard;
- teinte finale gris RAL 7033.

normes

- Ces transformateurs sont conformes aux normes (1) NF C 52 100 édition d'août 1990 ainsi qu'au document d'harmonisation des normes européennes HD 398-1 à 398-5.

équipement de base

Chaque transformateur comporte :

- commutateur de réglage cadenassable situé sur le couvercle (manœuvrable hors tension); ce commutateur agit sur la plus haute tension assignée pour adapter le transformateur à la valeur réelle de la tension d'alimentation;
- 3 pièces fixes embrochables HN 52 S 61, 250A / 24kV - côté MT;

4 passe-barres BT uniquement à partir de 250kVA; pour 100 et 160kVA : 4 traversées porcelaine BT;

- 2 emplacements de mise à la terre sur le couvercle;
- 4 galets de roulement plats orientables à partir de 160kVA;
- 2 anneaux de levage et de décuillage;
- 1 plaque signalétique fixable sur les 4 faces;
- 1 orifice de remplissage;
- 1 dispositif de vidange;
- indice de protection IP 00.

options

Peuvent être prévus en option, les accessoires suivants :

- 3 pièces mobiles embrochables HN 52 S 61 - 250A / 24kV, droites ou d'équerres (préciser impérativement les caractéristiques du câble);
- 3 traversées porcelaine MT;
- 4 traversées porcelaine BT à partir de 250kVA;
- système de verrouillage des prises embrochables (serrure non fournie),
- capot BT plombable (possible uniquement avec prises embrochables côté MT et avec passe-barres côté BT);
- dispositifs de contrôle et de protection : thermomètre, thermostat, relais DGPT2, etc...

Nota : les options ci-dessus évoquent les cas usuels et ne sont pas limitatives. Pour des compléments éventuels, nous consulter.

Caractéristiques électriques

puissance assignée kVA (1)	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150		
tension assignée primaire (1)	5,5, 15, 20 kV															
secondaire à vide (1)	410 V entre phases, 237 V entre phase et neutre															
niveau d'isolement assigné (4) primaire	17,5 kV pour 15 kV 24 kV pour 20kV															
réglage (hors tension)	± 5% (1)															
couplage	Dyn 11 (1)															
pertes (W) à vide	210	460	600	710	840	980	1160	1560	1840	2160	2640	3110	3680	4380		
dues à la charge(2)	2100	2350	3250	3900	4600	5500	6500	10200	12100	15000	18100	22000	28000	33000		
tension de court-circuit (%)	4	4	4	4	4	4	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7		
courant à vide (%)	2,5	2,3	2,1	2	1,9	1,9	1,8	2,5	2,4	2,2	2	1,9	1,8	1,7		
courant le/ln valeur crête	14	12	12	12	12	12	11	10	10	9	9	8	8	8		
d'enclenchement cte de temps	0,15	0,2	0,22	0,24	0,25	0,27	0,3	0,3	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55		
chute de tension cos φ = 1	2,16	1,54	1,37	1,31	1,22	1,17	1,11	1,37	1,33	1,34	1,30	1,31	1,36	1,29		
à pleine charge (%) cos φ = 0,8	3,73	3,43	3,33	3,30	3,25	3,22	3,17	3,65	3,93	4,24	4,52	4,82	5,16	5,11		
η (%)	charge 100%	cos φ = 1	97,74	98,27	98,48	98,56	98,66	98,72	98,80	98,55	98,63	98,60	98,68	98,76	98,75	98,83
		cos φ = 0,8	97,19	97,85	98,11	98,20	98,33	98,41	98,50	98,20	98,29	98,26	98,36	98,45	98,44	98,54
	charge 75 %	cos φ = 1	98,18	98,54	98,72	98,79	98,87	98,93	98,99	98,80	98,86	98,83	98,89	98,98	98,97	99,04
		cos φ = 0,8	97,73	98,18	98,41	98,49	98,59	98,66	98,74	98,50	98,58	98,54	98,62	98,73	98,72	98,80
bruit puissance acoustique LWA	53	59	62	64	65	67	67	68	68	70	72	72	74	74		
(dBA) pression acoustique LPA à 1m	42	48	50	52	53	54	54	55	55	56	58	58	59	59		

(1) autres possibilités sur demande, nous consulter

(2) pertes dues à la charge à 75°C

(3) classification des diélectriques liquides suivant la norme NFC 27-300

- O1 pour les huiles minérales
- K3 pour les huiles silicones

(4) rappel sur les niveaux d'isolement

Niveau d'isolement assigné(kV)	7,2	12	17,5	24
kV eff 50Hz 1 min	20	28	38	50
kV choc1.2 / 50 μs	60	75	95	125

DONNÉES TECHNIQUES du diffuseur

- ↺ Vitesse moyenne de rotation du diffuseur : 32,8 tr.mn⁻¹.
- ↺ Vitesse minimum du diffuseur : 13,0 tr.mn⁻¹.
- ↺ Vitesse maximum du diffuseur : 42,0 tr.mn⁻¹.
- ↺ Rapport de réduction de l'ensemble réducteur galets d'entraînement : 0,0264.
- ↺ Le diffuseur est entraîné par deux moteurs à courant continu réalisant un "arbre électrique". Ces moteurs sont commandés par un convertisseur statique de type "Tachystor" et un C.E.D. (Commande Double Excitation). Le C.E.D. est paramétré de telle sorte que l'excitation du moteur de référence (maître : moteur M1) soit toujours alimenté sous sa tension nominale. Le moteur maître devra toujours tourner à la vitesse fixée par la consigne du "Tachystor".
- ↺ L'élément repéré "D I" compare les courants des 2 moteurs.
- ↺ La consigne du "Tachystor" est paramétrée afin que la vitesse de rotation du diffuseur reste dans une plage de 4 tr.mn⁻¹ à 50 tr.mn⁻¹.

PLAQUE SIGNALÉTIQUE DES MOTEURS DU DIFFUSEUR

LR 57008 IEC 34.1.1990				2 102 451 / A MADE IN FRANCE			
		MOTEUR A COURANT CONTINU DIRECT CURRENT MOTOR					
TYPE: LSK 2004 CL 10		N° 700000/10		8/1998 M 710 kg			
Classe / Ins class H		IM 1001		IP 23S IC 06			
M _{nom} / Rated torque 1036 N.m		Altit. 1000 m		Temp. 40 °C			
	kW	min⁻¹	V	A	V	A	
Nom./Ref.	160	1470	420	412	340	7,9	
	16	147	42	412	340	7,9	
	160	2350	420	412	240		
T		Système peinture: I		Induit / Arm.		Excit. / Field	
○ Service / Duty S1		DE 6312 2RS C3		NDE 6312 2RS C3		○	

CONVERTISSEUR STATIQUE TYPE "TACHYSTOR"

La commande de rotation de la diffusion est obtenue par deux moteurs électriques à courant continu accouplés à des réducteurs de vitesse qui assurent l'entraînement des couronnes.

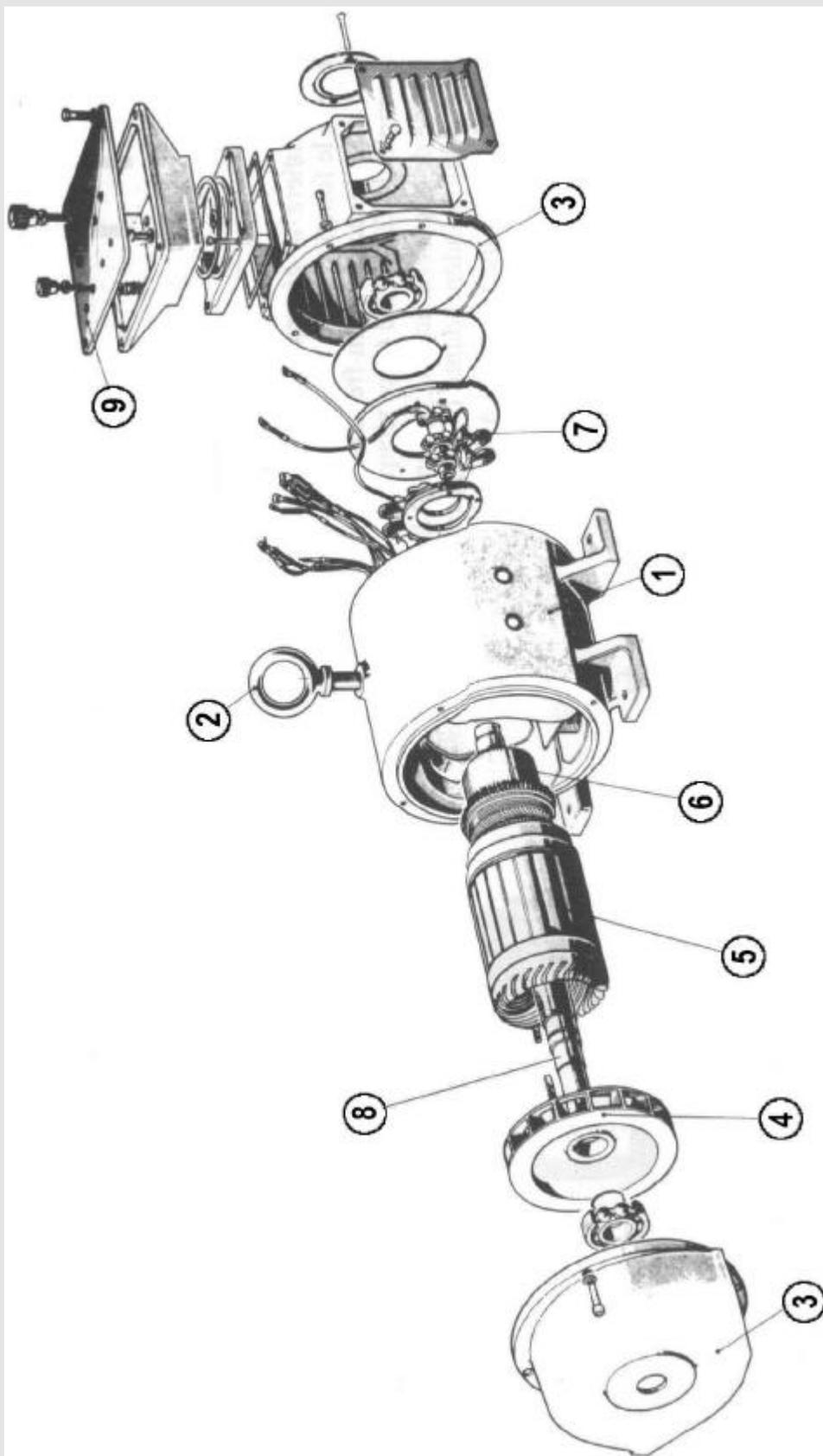
Ces moteurs sont couplés en parallèle et alimentés à partir d'un réseau triphasé par un convertisseur statique unidirectionnel de type "TACHYSTOR" comportant six thyristors. Le pont de puissance est monté sur des refroidisseurs placés dans une enceinte à ventilation forcée et protégé contre les courts-circuits par des fusibles ultra rapides et contre les surtensions par des réseaux RC.

L'équipement comporte un dispositif de détection de couple qui permet de mettre en œuvre éventuellement une signalisation sonore ou optique ou un ordre d'arrêt pour des valeurs proches du couple nominal et du couple maximal possible.

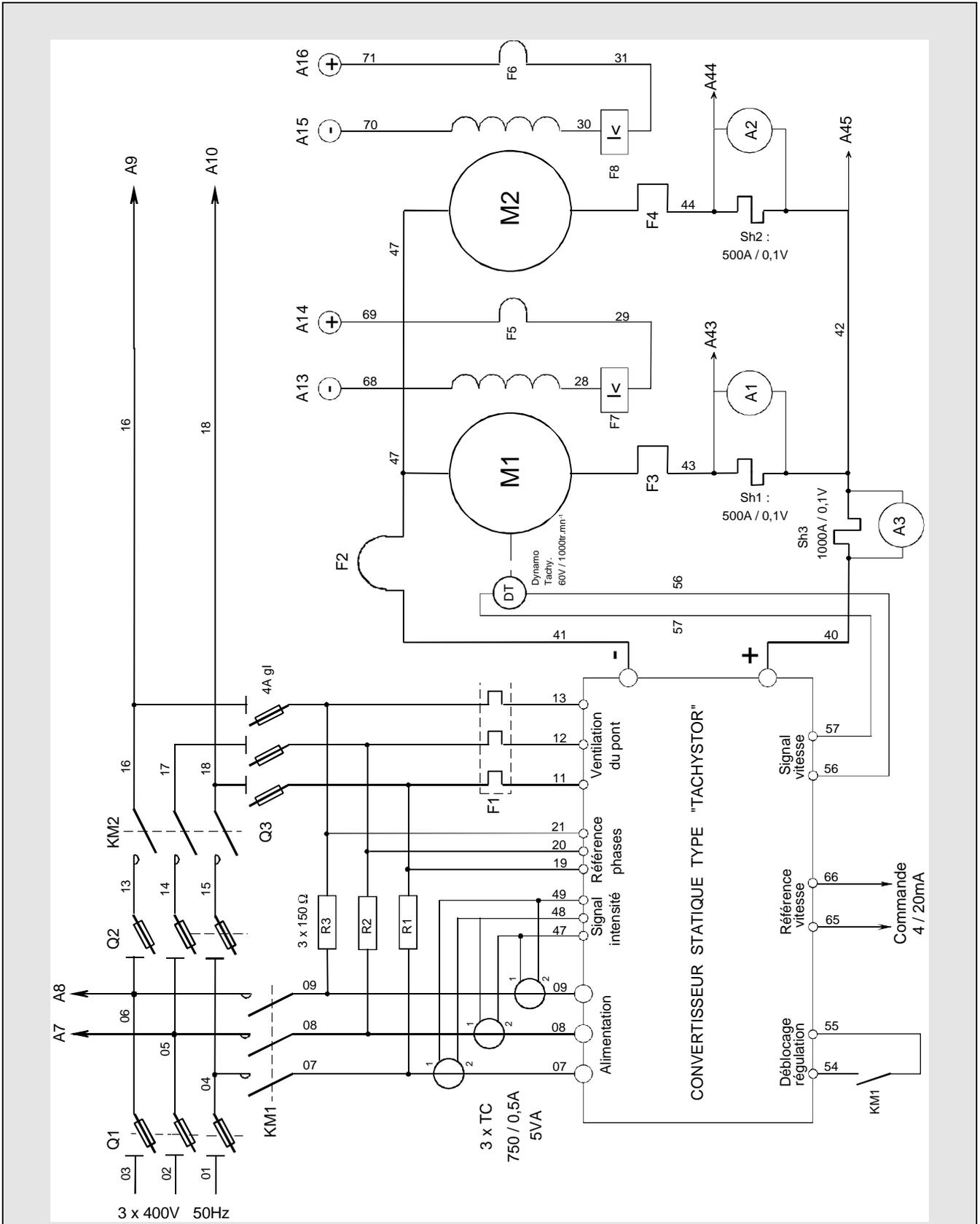
La mise en route et l'arrêt sont commandés par des boutons poussoirs.

Le réglage de la vitesse est permis soit par potentiomètre à commande manuelle, soit par un potentiomètre motorisé commandé par boutons poussoirs "plus vite", "moins vite", soit par signal analogique 4-20mA délivré par la sucrerie. Quel que soit le système adopté, l'accélération entre l'arrêt et la vitesse pré-réglée se fait automatiquement et de façon progressive.

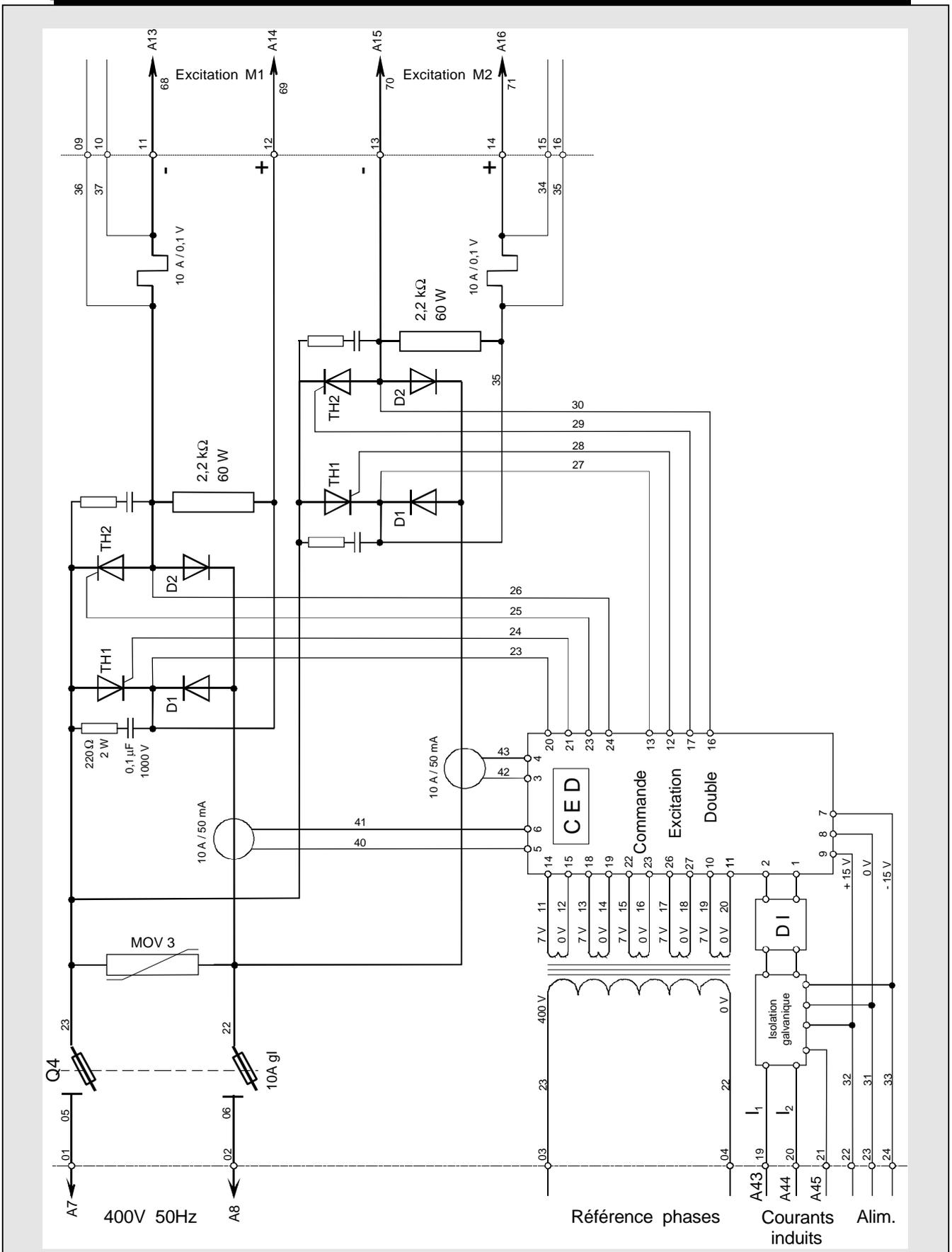
MOTEUR A COURANT CONTINU



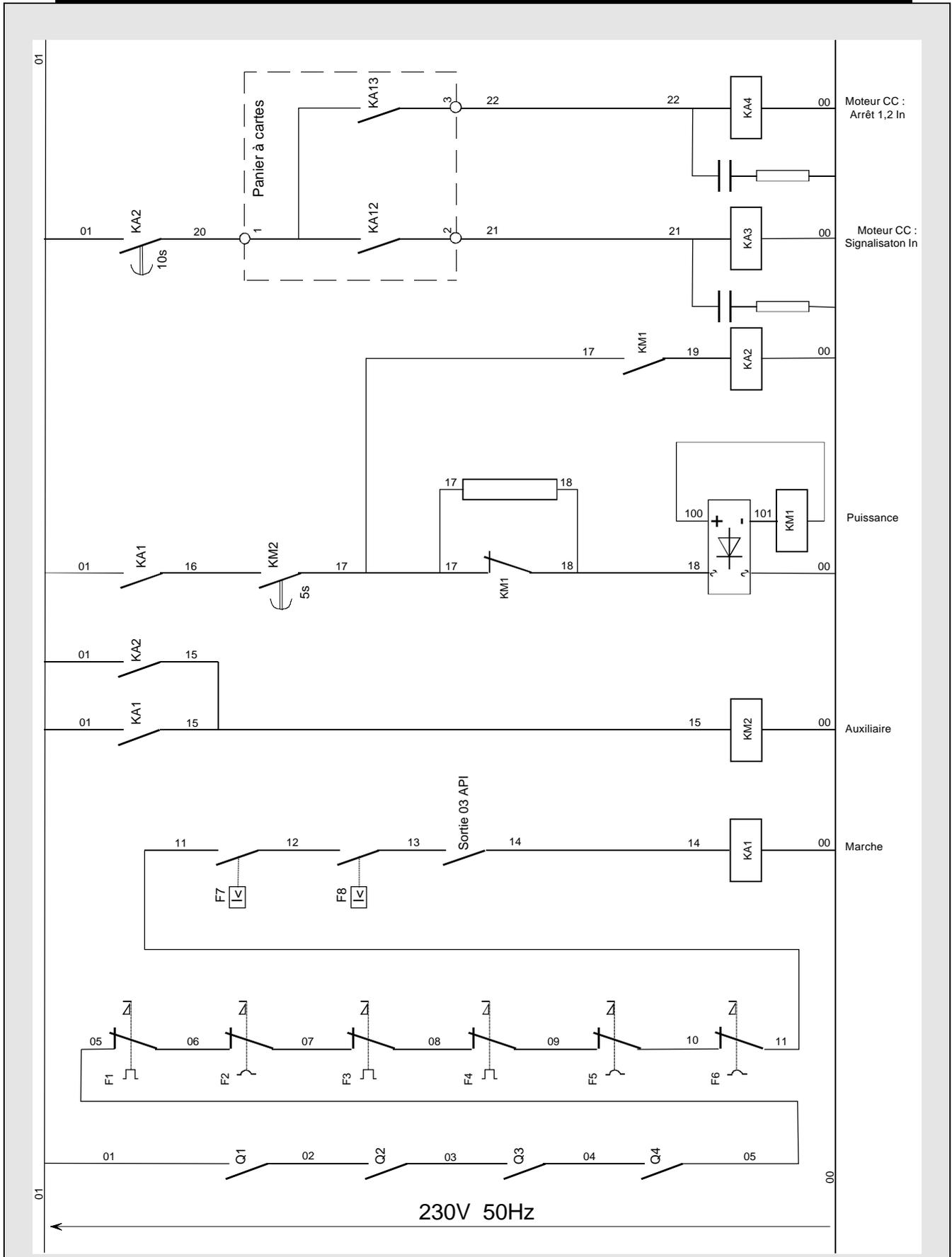
CIRCUIT DE PUISSANCE DES MOTEURS DU DIFFUSEUR



Commande des excitations DES MOTEURS DU DIFFUSEUR



Circuit de COMMANDE DES EXCITATIONS DES MOTEURS



DONNEES TECHNIQUES

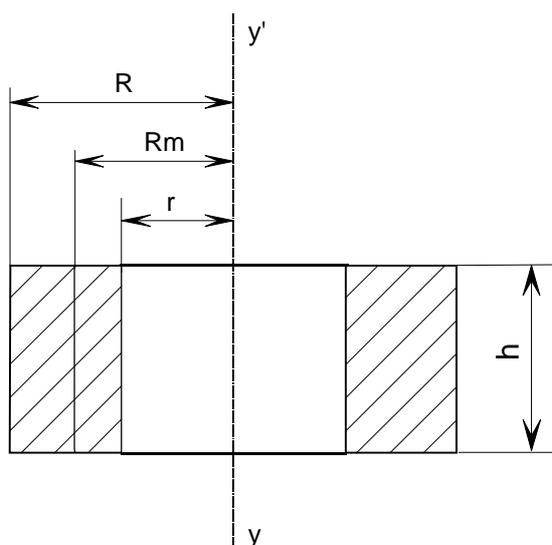
- ↻ Cycle d'une centrifugeuse : chargement en masse cuite - accélération - centrifugation - décélération - déchargement et attente (le temps d'attente avant de redémarrer un nouveau cycle peut être variable en fonction de la masse cuite à traiter).
- ↻ Vitesse de chargement : 200tr.mn^{-1} .
- ↻ Vitesse de déchargement : 100tr.mn^{-1} .
- ↻ Temps d'accélération pour atteindre la vitesse de centrifugation : 30s.
- ↻ Masse volumique de la masse cuite : $\rho = 1,451\text{g/cm}^3$.
- ↻ Durée moyenne d'un cycle d'une centrifugeuse : 2mn 40s.
- ↻ Diamètre du panier : 1600mm.
- ↻ Hauteur du panier : 1100mm.
- ↻ Epaisseur de la tôle constituant le panier : 10mm.
- ↻ Masse du panier : 400kg.
- ↻ Tension d'alimentation du réseau : 400V triphasé.

RAPPORT ENTRE FORCE CENTRIFUGE ET GRAVITE

L'action d'une centrifugeuse se mesure en rapportant à la gravité la force centrifuge qu'elle peut exercer sur la masse en essorage. La gravité exerce une force égale au poids soit : $P = m \cdot g$

G désigne le rapport entre la force centrifuge et le poids de la masse cuite. Pour obtenir un sucre blanc et pour ce type de centrifugeuse, G doit atteindre la valeur de 780.

FORCE CENTRIFUGE



Dans une centrifugeuse qui tourne, la force centrifuge est plus grande sur le grain de sucre qui se trouve contre la toile extérieure du panier que sur le grain qui se trouve sur la paroi intérieure du "mur de sucre". Il est intéressant de connaître le rayon moyen pour lequel la force centrifuge est égale à la moyenne exercée sur l'ensemble de la masse de sucre. Ce rayon s'appelle le "rayon moyen équivalent" : R_m qui a pour expression :

$$R_m = \frac{2 \cdot (R^3 - r^3)}{3 \cdot (R^2 - r^2)}$$

La force centrifuge a pour expression :

$$F = m \cdot \alpha'' \cdot R_m$$

F : Force centrifuge en N.

M : Masse traitée en kg.

α : Vitesse angulaire du panier en rad.s^{-1} .

R_m : Rayon moyen

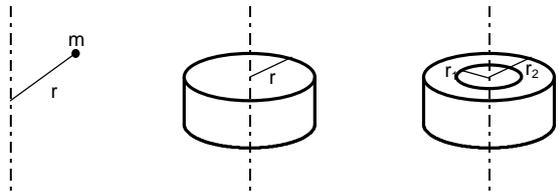
VITESSE ET TEMPS DE CENTRIFUGATION

Si nous considérons maintenant une centrifugeuse de diamètre donné, et que nous fassions varier sa vitesse, nous obtiendrons un essorage d'autant plus rapide et plus complet que la force centrifuge, et par conséquent la vitesse de rotation, sera plus élevée.

Autrement dit, si une centrifugeuse tourne plus vite qu'une autre, toutes deux étant identiques et turbinant une même masse cuite, la centrifugeuse qui tourne plus vite terminera le turbinage avant l'autre.

C'est un fait d'expérience qu'on obtient dans ce cas le même turbinage en faisant tourner deux centrifugeuses pendant un temps inversement proportionnel à la force centrifuge, c'est-à-dire au carré de la vitesse. Une vitesse de turbinage de 500tr.mn^{-1} nécessite un temps 1mn 44s.

FORMULAIRE DE MECANIQUE

TITRES	FORMULES	UNITES	DEFINITIONS / COMMENTAIRES
Force	$F=m \cdot \gamma$	F en N m en kg γ en m/s^2	Une force F est le produit d'une masse m par une accélération γ
Poids	$G=m \cdot g$	G en N m en kg $g=9,81 \text{ m/s}^2$	
Moment	$M=F \cdot r$	M en N.m F en N r en m	Le moment M d'une force par rapport à un axe est le produit de cette force par la distance r du point d'application de F par rapport à l'axe.
Puissance : En rotation	$P=M \cdot \omega$	P en W M en N.m ω en rad/s	La puissance P est la quantité de travail fournie par unité de temps $\alpha = 2\pi \text{ N}/60$ avec N vitesse de rotation en min^{-1}
	En linéaire $P=F \cdot V$	P en W F en N V en m/s	
Temps d'accélération	$t = J \cdot \frac{\omega}{M_A}$	t en s J en kg.m^2 ω en rad/s	J moment d'inertie du système M_A moment d'accélération Nota : Tous les calculs se rapportent à une seule vitesse de rotation ω . Les inerties à la vitesse α' sont ramenées à la vitesse α par la relation : $J_{\alpha'} = J_{\alpha} \cdot \left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2$
Moment d'inertie Masse ponctuelle	$J=m \cdot r^2$		
Cylindre plein autour de son axe	$J = m \cdot \frac{r^2}{2}$	J en kg.m^2 m en kg r en m	
Cylindre creux autour de son axe	$J = m \cdot \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$		
Inertie d'une masse mouvement linéaire	$J = m \cdot \left(\frac{V}{\omega}\right)^2$	J en kg.m^2 m en kg V en m/s ω en rad/s	Moment d'inertie d'une masse en mouvement linéaire ramené à un mouvement de rotation

ENERGIES CONSOMMEES SUR LES SIX DEPARTS

Les mesures ont été effectuées de 11h 32mn à 12h 57mn. Ces valeurs sont mesurées sur le jeu de barres d'alimentation des six départs des centrifugeuses.

- ↳ Energie active : 193 kW.h
- ↳ Energie réactive : 1045 kVAr.h

MODES DE FREINAGE.

1.2. Généralités.

Le couple de freinage est égal au couple développé par le moteur augmenté du couple résistant de la machine entraînée.

$$C_f = C_m + C_r$$

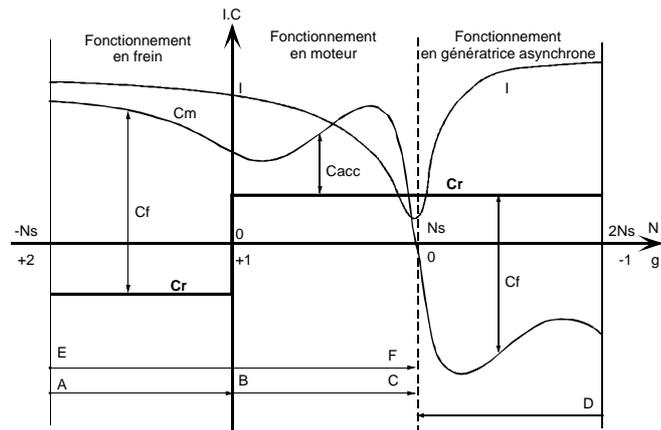
- C_f = couple de freinage.
- C_m = couple moteur.
- C_r = couple résistant.

Le temps de freinage, ou temps nécessaire au moteur asynchrone pour passer d'une vitesse N à l'arrêt, est donné par:

$$T_f = \frac{J \cdot N}{30 \cdot C_f \text{ (moy)}}$$

- T_f (en s) = temps de freinage.
- J (en kgm^2) = moment d'inertie.
- N (en min^{-1}) = vitesse de rotation.
- C_f (moy) (en N.m) = couple de freinage moyen dans l'intervalle.

COURBES $I=f(N)$, $C_m=f(N)$, $C_r=f(N)$, DANS LES ZONES DE DEMARRAGE ET DE FREINAGE DU MOTEUR.



- I = courant absorbé
- C = grandeur couple
- C_f = couple de freinage
- C_r = couple résistant
- C_m = couple moteur
- N = vitesse de rotation
- g = glissement
- N_s = vitesse de synchronisme
- AB = freinage à contre-courant
- BC = démarrage, mise en vitesse
- DC = freinage en génératrice asynchrone
- EF = inversion

1.3. Freinage par contre courant.

Ce mode de freinage est obtenu par inversion de deux phases.

Généralement, un dispositif électrique de coupure déconnecte le moteur du réseau au moment du passage de la vitesse à $N=0$.

Le couple de freinage moyen est, en général, supérieur au couple de démarrage pour des moteurs asynchrones à cage.

La variation du couple de freinage peut être conditionné très différemment selon la conception de la cage rotorique.

Ce mode de freinage implique un courant absorbé important. Approximativement constant et légèrement supérieur au courant de démarrage.

Les sollicitations thermiques, pendant le freinage, sont 3 fois plus importantes que pour une mise en vitesse.

Pour des freinages répétitifs, un calcul précis s'impose.

Nota L'inversion du sens de rotation d'une machine est faite d'un freinage par contre-courant et d'un démarrage.

Thermiquement, une inversion est donc équivalente à 4 démarrages. Le choix des machines doit faire l'objet d'une attention très particulière.

1.4. Freinage par tension continue.

La stabilité de fonctionnement en freinage par contre-courant peut poser des problèmes, dans certains cas, en raison de l'allure plate de la courbe du couple de freinage dans l'intervalle de vitesse $(0-N_s)$.

Le freinage par tension continue ne présente pas cet inconvénient : il s'applique aux moteurs à cage et aux moteurs à bagues.

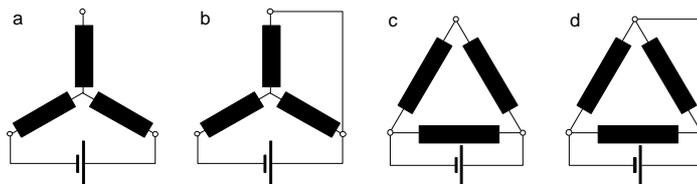
Dans ce mode de freinage, le moteur asynchrone est couplé au réseau et le freinage est obtenu par coupure de la tension alternative et application d'une tension continue au stator.

Quatre couplages des enroulements sur la tension continue peuvent être réalisés.

La tension continue d'excitation statorique est généralement fournie par une cellule de redresseur branchée sur le réseau.

Les sollicitations thermiques sont approximativement 3 fois moins élevées que pour le mode de freinage par contre-courant.

L'allure du couple de freinage dans l'intervalle de vitesse $(0-N_s)$ est similaire à celle de la courbe $C_m=f(N)$ et s'obtient par changement de variable d'abscisse en $N_f=N_s-N$.



Couplage des enroulements du moteur sur la tension continue

MODES DE FREINAGE (SUITE).

Le courant de freinage s'obtient par la formule :

$$I_f = k1_i \times I_d \cdot \sqrt{\frac{C_f - C_{fe}}{k2 \cdot C_d}}$$

Les valeurs de k1 suivant les 4 couplages sont:

- $k1_a=1,225$
- $k1_b=1,41$
- $k1_c=2,12$
- $k1_d=2,45$

Quand au couple de freinage il est donné par:

$$C_f = \frac{\Pi \cdot J \cdot N}{30 \cdot T_f}$$

formules dans lesquelles :

- I_f (en A) = courant continu de freinage
- I_d (en A) = courant de démarrage dans la phase
= $\frac{1}{\sqrt{3}} I_d$ du catalogue (pour le couplage Δ).
- C_f (en N.m) = couple de freinage moyen dans l'intervalle (N_s , N)
- C_{fe} (en N.m) = couple de freinage extérieur
- C_d (en N.m) = couple de démarrage
- J (en kg.m²) = moment d'inertie total à l'arbre moteur
- N (en min⁻¹) = vitesse de rotation
- T_f (en s) = temps de freinage
- $k1_i$ = coefficients numériques relatifs aux couplages a, b, c et d de la figure
- $k2$ = coefficients numériques tenant compte du couple de freinage moyen ($k2 = 1,7$)

La tension continue à appliquer aux enroulements est donnée par :

$$U_f = k3_i \cdot k4_i \cdot I_f \cdot R_1$$

Les valeurs de k3 pour les 4 schémas sont les suivantes :

- $k3_a = 2$
- $k3_b = 1,5$
- $k3_c = 0,66$
- $k3_d = 0,5$

U_f (en V) = tension continue de freinage

I_f (en A) = courant continu de freinage

R_1 (en Ω) = résistance de phase statorique à 20° C

$k3$ = coefficients numériques relatifs aux schémas a, b, c et d

$k4$ = coefficient numérique tenant compte de l'échauffement du moteur ($k4 = 1,3$)

1.5. Freinage en génératrice asynchrone

Ce mode de freinage s'applique aux moteurs multivitesse lors du passage à la vitesse inférieure. Il est impossible d'obtenir l'arrêt du moteur par ce procédé.

Les sollicitations thermiques sont approximativement identiques à celles qui sont obtenues par le démarrage à la vitesse inférieure dans le cas des moteurs à couplage Dahlander (rapport des vitesses 1 : 2).

Le couple de freinage développé par la machine asynchrone, de vitesse inférieure, fonctionnant en génératrice asynchrone dans l'intervalle de vitesse ($2N_{s1}$, N_s) est très important.

Le couple maximal de freinage est sensiblement supérieur au couple de démarrage du moteur de vitesse inférieure.

1.6. Freinage mécanique

Des freins électromécaniques (excitation en courant continu ou en courant alternatif) peuvent être montés à l'arrière des moteurs.

Pour les définitions précises, se reporter au catalogue "Moteurs freins".

1.7. Fonctionnement en génératrice asynchrone

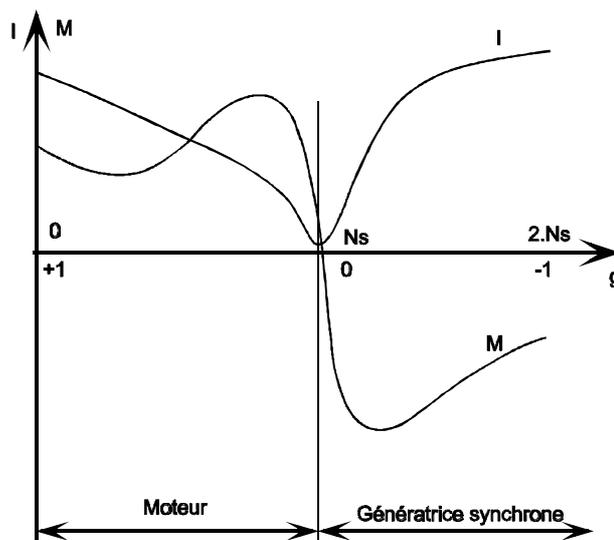
Le schéma ci-dessous montre les différents fonctionnements d'une machine asynchrone en fonction de son glissement (g) ou de sa vitesse (N).

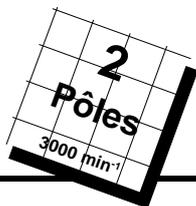
Le fonctionnement en génératrice asynchrone a lieu toutes les fois où la charge devient entraînée et que la vitesse du rotor dépasse la vitesse de synchronisme (N_s).

Cela peut être réalisé de façon volontaire dans le cas des centrales électriques (au fil de l'eau, éolienne,...) ou de façon involontaire liée à l'application (mouvement de descente du crochet de grue ou de palans, convoyeur incliné...).

Dans ce cas, l'énergie réactive est fournie par le réseau d'alimentation et la génératrice renvoie au réseau l'énergie active issue de la puissance mécanique P_m délivrée sur son arbre et transformée en énergie électrique P_e . Le rapport de P_e à P_m est le rendement de la génératrice asynchrone.

Si la génératrice asynchrone fonctionne "hors réseau" son énergie d'excitation sera fournie par une batterie de condensateurs raccordée à ses bornes. Pour cette application particulière, la charge devra être résistive pour limiter la puissance réactive à celle de l'excitation de la génératrice.

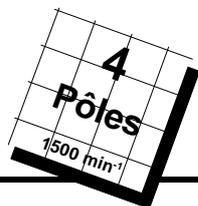




IP 55
Cl.F - ΔT 80 K
400V +/- 10%

RESEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V 50Hz

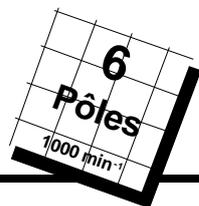
Type	Puissance nominale à 50Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	I démarrage/ I nominal	M démarrage/ M nominal	M maximal/ M nominal	Courbe de couple	Moment d'inertie	Masse
	P _N kW	N _N mn ⁻¹	Nm	I _{N(400V)} A	cosφ	η	I _D /I _N	M _D /M _N	M _M /M _N	N°	J kg.m ²	IM B3 kg
FLS 80 L	0,75	2840	2,5	1,6	0,87	76	5,9	2,4	2,2	1	0,0007	15
FLS 80 L	1,1	2845	3,7	2,3	0,86	79,5	6,7	2,7	2,4	1	0,0009	18
FLS 90 S	1,5	2870	5	3,2	0,84	82	7,3	3	3,1	1	0,0017	21
FLS 90 L	2,2	2850	7,5	4,4	0,89	84,5	7,5	3,7	3,2	1	0,0023	26
FLS 100 LK	3	2925	10	5,6	0,91	86	8	2,4	3	2	0,0069	42
FLS 112 M	4	2940	13,6	7,5	0,89	86,5	8	2,8	3,1	1	0,0064	48
FLS 112 M	5,5	2940	18,7	10,5	0,89	84,6	9	3,2	3,5	1	0,0107	52
FLS 132 S	5,5	2930	18,7	10,4	0,89	87	7,6	2,1	2,6	2	0,0168	67
FLS 132 S	7,5	2920	25	13,7	0,91	88	8,5	2,5	3,3	2	0,0236	70
FLS 160 MA	11	2935	35,8	20,5	0,88	88	7,8	2,8	2,8	1	0,037	97
FLS 160 MB	15	2935	48,8	27,5	0,88	89,7	8,2	3	3	1	0,043	108
FLS 160 L	18,5	2940	60	32,8	0,90	90,8	8,2	3	3	1	0,057	126
FLS 180 MR	22	2940	71	39,2	0,89	91	8,4	3,5	3,2	1	0,065	135
FLS 200 LA	30	2955	97	52	0,91	92,4	7,7	2,4	2,5	10	0,125	245
FLS 200 LB	37	2955	120	63,5	0,91	93	8,4	2,4	2,9	10	0,145	265
FLS 225 MT	45	2960	145	77	0,91	93,5	7,6	2,4	2,7	10	0,18	290
FLS 250 M	55	2966	177	94,4	0,89	94,5	7,9	2,5	2,7	2	0,33	380
FLS 280 S	75	2967	241	126	0,90	95,5	8	2,3	2,5	2	0,47	472
FLS 280 M	90	2962	290	149,5	0,91	95,5	7,7	2,6	2,7	2	0,53	527
FLS 315 ST	110	2975	356	191	0,88	95,5	7,8	2,4	2,6	2	1	850
FLS 315 M	132	2955	427	226	0,89	96	7,8	1,8	2,5	9	1,5	1000
FLS 315 LA	160	2955	517	281	0,87	95,5	7,9	2	2,7	9	1,8	1050
FLS 315 LB	200	2960	647	343	0,89	96	7,7	1,9	2,7	3	2,1	1150
FLS 355 LA	250	2957	808	414	0,92	95,6	7,2	1,5	2,5	9	3,3	1400
FLS 355 LB	275	2965	886	453	0,91	96,3	7,7	1,7	2,7	9	3,85	1500
FLS 355 LB*	315	2960	1016	519	0,92	96,2	7,2	1,6	2,5	9	3,85	1500
FLS 355 LC	330	2980	1057	560	0,88	96,6	7,9	1,9	2,6	3	4,2	1915
FLS 355 LC	355	2982	1137	605	0,88	96,5	7,9	1,9	2,6	3	4,2	1915
FLS 355 LD*	400	2980	1284	676	0,89	96,8	7,8	2	2,7	3	4,2	1915



**IP 55
Cl.F - ΔT 80 K
400V +/- 10%**

RESEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V 50Hz

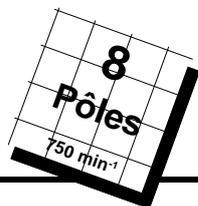
Type	Puissance nominale à 50Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	I démarrage/ I nominal	M démarrage/ M nominal	M maximal/ M nominal	Courbe de couple	Moment d'inertie	Masse
	P _N kW	N _N mn ⁻¹	Nm	I _{N(400V)} A	cosφ	η	I _D /I _N	M _D /M _N	M _M /M _N	N°	J kg.m ²	IM B3 kg
FLS 100 LK	3	1455	20	6,2	0,81	85,5	7,7	2,9	3,3	1	0,0134	43
FLS 112 M	4	1445	27,5	8,35	0,82	84,5	7,3	2,9	3,1	1	0,0150	48
FLS 132 S	5,5	1455	37	10,7	0,85	87	7,5	3	3,3	1	0,0253	75
FLS 132 M	7,5	1450	50	14,3	0,87	87	7,3	3,1	3,3	1	0,0386	80
FLS 132 MR	9	1460	61	18	0,83	87	8	3,1	3,4	1	0,0426	83
FLS 160 M	11	1455	72,2	21	0,86	88,3	6	2,2	2,4	8	0,06	103
FLS 160 L	15	1455	98,5	28,2	0,86	89,5	6,7	2,5	2,7	8	0,079	120
FLS 180 MR	18,5	1465	120,5	34,5	0,86	90	6,7	2,5	2,4	8	0,095	135
FLS 180 L	22	1465	143	40,5	0,86	91,4	7,2	2,6	2,7	8	0,137	184
FLS 200 L	30	1470	195	55	0,86	91,9	6,5	2,5	2,7	2	0,24	260
FLS 225 ST	37	1470	240	68	0,85	93,1	7	2,6	2,7	2	0,28	290
FLS 225 M	45	1480	290	80	0,87	93,5	6,6	2,1	2,4	3	0,61	388
FLS 250 M	55	1479	355	100	0,84	94,5	6,9	2,5	2,6	2	0,61	395
FLS 280 S	75	1480	484	136	0,84	94,5	7,7	2,9	2,8	2	0,815	475
FLS 280 M	90	1479	581	161	0,85	94,8	8	3	3	2	1,015	565
FLS 315 ST	110	1481	710	197	0,85	95,6	7,5	2,9	2,8	1	2,2	850
FLS 315 M	132	1485	850	238	0,84	96	7	2,8	2,6	1	2,7	1000
FLS 315 LA	160	1480	1032	281	0,87	95,8	7,2	1,75	2,4	9	3,2	1050
FLS 315 LB	200	1480	1291	349	0,87	96,2	7,5	1,75	2,6	9	4,1	1150
FLS 355 LA	250	1482	1611	426	0,89	96,5	7,8	1,7	2,4	9	6,9	1510
FLS 355 LB	300	1485	1930	504	0,90	96,3	7,9	1,8	2,4	9	8	1550
FLS 355 LC	315	1485	2026	534	0,88	96,8	7,4	1,7	2,4	3	8,4	1800
FLS 355 LC	355	1488	2279	610	0,87	96,8	7,4	2,1	2,4	3	8,4	1800
FLS 355 LD	400	1489	2564	688	0,87	96,8	7,4	2,1	2,4	3	8,7	1930
FLS 400 LB	400	1492	2559	687	0,87	96,6	7,5	1,7	2,7	9	11,7	2350
FLS 355 LKB	450	1492	2880	763	0,88	96,7	7,2	1,6	2,6	9	11,7	2320
FLS 400 LB	450	1492	2880	763	0,88	96,7	7,2	1,6	2,6	9	11,7	2350
FLS 355 LKB	500	1490	3200	850	0,88	96,5	6,5	1,4	2,4	10	11,7	2320
FLS 400 LVB	500	1490	3200	850	0,88	96,5	6,5	1,4	2,4	10	11,7	2350
FLS 450 LA	500	1490	3200	850	0,88	96,5	7,4	1,75	2,6	9	21	3100
FLS 450 LVA	550	1490	3525	935	0,88	96,5	7,4	1,75	2,6	9	21	3100
FLS 450 LB	630	1490	4030	1071	0,88	96,5	7,5	1,85	2,6	9	24	3450
FLC 450 LVB	675	1490	4326	1147	0,88	96,7	7,5	1,85	2,6	9	24	3450



IP 55
Cl.F - ΔT 80 K
400V +/- 10%

RESEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V 50Hz

Type	Puissance nominale à 50Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	I démarrage/ I nominal	M démarrage/ M nominal	M maximal/ M nominal	Courbe de couple	Moment d'inertie	Masse
	P _N kW	N _N mn ⁻¹	Nm	I _{N(400V)} A	cos φ	η	I _D /I _N	M _D /M _N	M _M /M _N			
FLS 80 L	0,25	950	2,5	0,82	0,74	60,3	3,6	2	1,9	3	0,0024	14
FLS 80 L	0,37	940	3,7	1,2	0,74	61	3,8	1,9	2,1	4	0,0032	15
FLS 80 L	0,55	955	5,5	1,8	0,67	65	4,4	2,5	2,6	2	0,0042	16
FLS 90 S	0,75	940	7,5	2,1	0,80	65,2	3,5	2	2,2	3	0,0039	21
FLS 90 L	1,1	940	11	2,7	0,81	73,5	4,8	1,8	2,2	4	0,0048	23
FLS 100 LK	1,5	955	15	3,65	0,78	78,3	6,3	2,2	2,8	2	0,0134	41
FLS 112 M	2,2	960	22	5,15	0,77	80	5,5	2,3	2,4	3	0,0150	45
FLS 132 S	3	965	30	6,9	0,79	81	5,8	2,7	2,2	2	0,0376	71
FLS 132 M	4	970	40	9,1	0,78	82,1	6,7	2,8	2,7	1	0,0517	76
FLS 132 MR	5,5	970	55	12,2	0,79	82,1	7,1	3,2	2,7	1	0,0595	88
FLS 160 M	7,5	965	74	15,8	0,80	86	5,3	1,5	1,5	5	0,084	100
FLS 160 L	11	965	109	22,7	0,81	87	5,1	1,5	1,5	5	0,126	128
FLS 180 L	15	975	146,9	29,6	0,82	89,5	7,1	2,1	2,1	8	0,2	170
FLS 200 LA	18,5	975	181,2	36	0,83	90,7	7	2,2	2,5	3	0,28	240
FLS 200 LB	22	973	216	43	0,81	91,5	7	2,2	2,5	3	0,3	260
FLS 225 M	30	977	293	59	0,80	92	6	1,9	2,1	4	0,84	392
FLS 250 M	37	977	362	72	0,80	92,5	6,2	2,2	2,2	4	0,84	394
FLS 280 S	45	976	440	87,3	0,80	93	6,5	2,3	2,2	4	1,04	455
FLS 280 M	55	977	538	108	0,79	93	6,9	2,8	2,4	8	1,26	532
FLS 315 ST	75	980	731	135	0,86	95,2	7,2	1,6	2,3	9	1,8	850
FLS 315 M	90	983	875	161	0,86	95,6	7,1	1,45	2,5	10	3,1	1000
FLS 315 LA	110	985	1067	197	0,86	95,6	6,8	1,6	2,5	9	4	1050
FLS 315 LB	132	986	1280	234	0,86	95,8	7,5	1,7	2,5	9	4,4	1125
FLS 315 LB	150	985	1454	265	0,86	95,8	6,8	1,5	2,4	9	4,4	1125
FLS 355 LA	185	991	1783	329	0,86	95,8	7,5	1,7	2,7	3	5	1415
FLS 355 LB	220	987	2129	384	0,87	96	7,5	1,75	2,7	3	6	1935
FLS 355 LD	250	992	2406	444	0,84	96,7	7,8	1,4	2,3	9	8	1935
FLS 355 LD	300	993	2885	553	0,82	96,3	7,6	1,65	2,6	9	8	1935
FLS 355 LKB	350	990	3376	605	0,87	96	6,5	1,7	2,5	9	17	2350
FLS 450 LA	400	992	3851	706	0,85	96,3	6,6	1,7	2,5	9	33	3230
FLS 400 LKB	500	993	4809	880	0,85	96,5	6,4	1,65	2,3	9	35	3350
FLS 450 LB	500	993	4809	880	0,85	96,5	6,4	1,65	2,3	9	35	3400



IP 55
Cl.F - ΔT 80 K
400V +/- 10%

RESEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V 50Hz

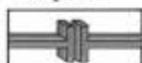
Type	Puissance nominale à 50Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	I démarrage/ I nominal	M démarrage/ M nominal	M maximal/ M nominal	Courbe de couple	Moment d'inertie	Masse
	P _N kW	N _N mn ⁻¹	Nm	I _{N(400V)} A	cosφ	η	I _D /I _N	M _D /M _N	M _M /M _N	N°	J kg.m ²	IM B3 kg
FLS 80 L	0,25	720	3,4	1,11	0,60	54,5	3,2	2	2,3	4	0,0041	16
FLS 90 S	0,37	715	5	1,3	0,63	64	3,5	1,7	2	8	0,0038	21
FLS 90 L	0,55	730	7,5	2	0,66	60	3,5	1,9	2,1	8	0,0047	23
FLS 100 LK	0,75	720	10	2,25	0,68	70,9	4,1	1,9	1,9	8	0,0085	41
FLS 100 LK	1,1	720	15	3,8	0,62	67,1	4,1	1,8	2,3	8	0,0117	43
FLS 112 M	1,5	725	20	4,8	0,63	71,7	4	2,1	2,2	8	0,0150	45
FLS 132 S	2,2	715	30	7,8	0,56	72,7	3,2	1,4	1,8	5	0,0253	71
FLS 132 M	3	705	40	9,8	0,60	75	3,1	1,3	1,9	5	0,0334	81
FLS 160 MA	4	710	54	11,3	0,63	81,5	3,6	1,6	1,8	5	0,062	105
FLS 160 MB	5,5	710	74	14,9	0,65	82	3,7	1,7	1,8	5	0,071	111
FLS 160 L	7,5	715	100	19,5	0,67	83	3,7	1,8	1,8	5	0,086	128
FLS 180 L	11	715	147	26,6	0,70	85,1	5	1,4	1,7	5	0,21	175
FLS 200 L	15	730	196	34	0,72	88,1	5	1,8	2	9	0,32	265
FLS 225 ST	18,75	730	242	41	0,73	89	5	1,6	2	8	0,38	285
FLS 225 M	22	730	288	45	0,78	91	5	1,6	2	8	0,83	388
FLS 250 M	30	730	392,5	61	0,78	91,2	6,2	1,75	2	8	0,83	393
FLS 280 S	37	726	487	74,4	0,78	92	5,8	1,6	2	8	1,40	472
FLS 280 M	45	726	592	90	0,78	93	5,8	1,65	2	8	1,75	563
FLS 315 ST	55	735	715	104	0,83	94,2	6,7	1,8	2,5	9	2,7	850
FLS 315 M	75	737	972	140	0,83	94,8	7,4	2	2,6	3	3,1	1000
FLS 315 LA	90	735	1169	167	0,83	95	7,3	2	2,5	3	4,2	1030
FLS 315 LB	110	740	1420	204	0,82	95,3	7,2	1,6	2,2	3	5,1	1125
FLS 355 LA	132	740	1704	244	0,83	95	6,7	1,65	2,7	3	5,5	1415
FLS 355 LB	160	740	2065	296	0,82	95,3	6,9	1,75	2,7	3	6	1535
FLS 355 LD	200	740	2581	360	0,84	95,6	6,7	1,6	2,6	9	6,5	1935
FLS 355 LKA	250	738	3235	462	0,82	95,3	6,8	1,6	2,3	5	18,5	2170
FLS 400 LA	250	738	3235	462	0,82	95,3	6,8	1,6	2,3	5	18,5	2200
FLS 355 LKB	300	738	3882	546	0,83	95,5	6	1,4	2,1	5	21,6	2370
FLS 400 LB	300	738	3882	546	0,83	95,5	6	1,4	2,1	5	21,6	2400
FLS 400 LKA	350	743	4500	652	0,81	95,7	7,2	1,5	2,2	9	40	3100
FLS 450 LA	350	743	4500	652	0,81	95,7	7,2	1,5	2,2	9	40	3150
FLS 400 LKB	400	742	5148	734	0,82	96	7,2	1,6	2,4	9	47	3420
FLS 450 LB	400	742	5148	734	0,82	96	7,2	1,6	2,4	9	47	3470

BATTERIE DE CONDENSATEURS

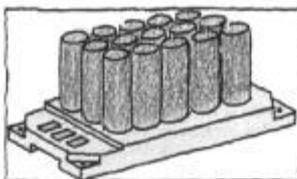
condensateur HQ système Varplus

Varplus Rectibloc + platine fonctionnelle Varplus

Varplus



Couleur :
socle RAL 7032
pots RAL 7015



Varplus est présenté dans la version IP00.

Il est systématiquement livré avec :

- l'ensemble de son capot modulaire qui permet d'obtenir IP315 (IP545 sur demande),

- les passe-câbles pour les entrées monophasées et triphasées,

- les boulons et les rondelles laiton pour les plages de raccordement.

En option :

- les bornes à cages,

- IP545 à préciser sur la commande.

caractéristiques et références

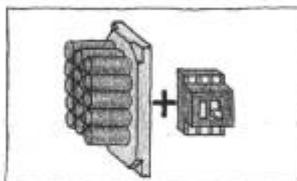
tension à 50Hz	230 V		400 V	
	P (kvar)	réf.	P (kvar)	réf.
condensateur	2,5	51200	5	51224
Varplus	5	51202	10	51226
	10	51204	20	51228
	15	51206	30	51230
	20	51208	40	51232
	25	51210	50	51234
	30	51212	60	51236
	35	51214	70	51238
	40	51216	80	51240
	50	51218	100	51242
	60	51220	120	51244
	70	51222	140	51246

Nota : pour les puissances supérieures à 35 kvar/230V et à 70 kvar/400V les condensateurs sont disposés dos à dos.

Rectibloc +



IP : 305
couleur :
tôlerie RAL 7032
pots RAL 7015



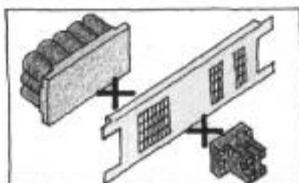
caractéristiques et références

tension à 50Hz	230 V		disjoncteur		400 V		disjoncteur	
	P (kvar)	réf.	type	calibre	P (kvar)	réf.	type	calibre
Rectibloc +	5	51248	C32L	20 A	10	51270	C32L	20 A
	10	51250	C32L	32 A	20	51272	C32L	38 A
	15	51252	C125N	63 A	30	51274	C125N	63 A
	20	51254	C161N	100 A	40	51276	C161N	100 A
	25	51256	C161N	100 A	50	51278	C161N	100 A
	30	51258	C161N	100 A	60	51280	C161N	125 A
	35	51260	C161N	125 A	70	51282	C161N	D160
	40	51262	C161N	D160	80	51284	C161N	D160
	50	51264	C250N	D200	100	51286	C250N	D200
	60	51266	C250N	D250	120	51288	C250N	D250
	70	51268	C250N	D250	140	51290	C250N	D250

platine fonctionnelle



IP : 00
couleur :
tôle électrozinguée non peinte



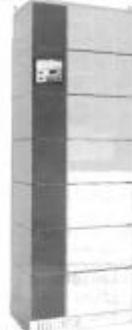
caractéristiques et références

tension à 50Hz	230 V		400 V	
	P (kvar)	réf.	P (kvar)	réf.
platine fonctionnelle	10	51464	20	51476
Varplus	15	51466	30	51478
	20	51468	40	51480
	25	51470	50	51482
	30	51472	60	51484
	35	51474		

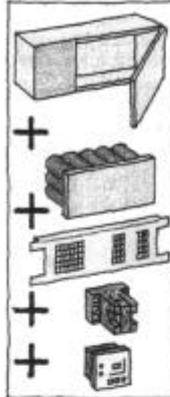
BATTERIE DE CONDENSATEURS

Rectimat V+
Rectimat H+
Secomat +

Rectimat V+



IP : 315
couleur :
tôle RAL 7032
plastron RAL 7015



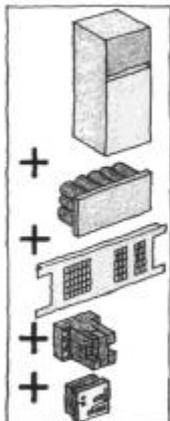
caractéristiques et références

type	tension à 50 Hz 230 V				400 V			
	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence
Rectimat V+	50	5	10	51356	80	4	20	51376
	60	4	15	51358	100	5	20	51378
	75	5	15	51360	120	4	30	51380
	90	6	15	51362	150	5	30	51382
	105	7	15	51364	180	6	30	51384
	120	6	20	51366	200	4	50	51386
	150	5	30	51368	210	7	30	51388
	175	5	35	51370	240	4	60	51390
	210	6	35	51372	250	5	50	51392
	245	7	35	51374	300	5	60	51394
					360	6	60	51396
					420	7	60	51398

Rectimat H+



IP : 315
couleur :
tôle RAL 7032
plastron RAL 7015



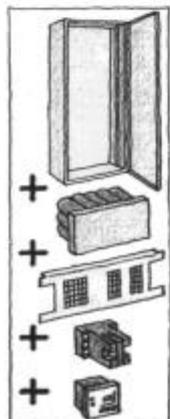
caractéristiques et références

type	tension à 50 Hz 230 V				400 V			
	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence
Rectimat H+	50	5	10	51400	80	4	20	51430
	60	4	15	51402	100	5	20	51432
	75	5	15	51404	120	6	20	51434
	90	6	15	51406	150	5	30	51436
	105	7	15	51408	180	6	30	51438
	120	6	20	51410	200	4	50	51440
	150	5	30	51412	210	7	30	51442
	175	5	35	51414	240	4	60	51444
	210	6	35	51416	250	5	50	51446
	245	7	35	51418	300	5	60	51448
	280	8	35	51420	360	6	60	51450
	305	9	35	51422	420	7	60	51452
	350	10	35	51424	480	8	60	51454
	385	11	35	51426	540	9	60	51456
	420	12	35	51428	600	10	60	51458
					660	11	60	51460
					720	12	60	51462

Secomat +



IP : 315
couleur : beige prisma



caractéristiques et références

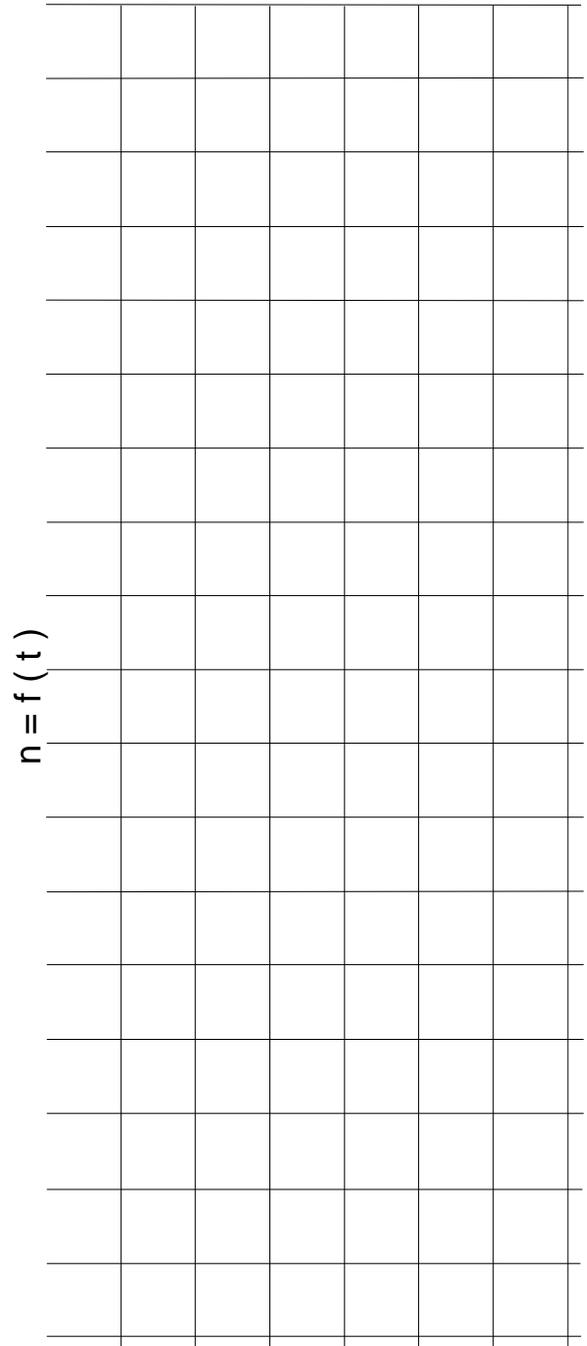
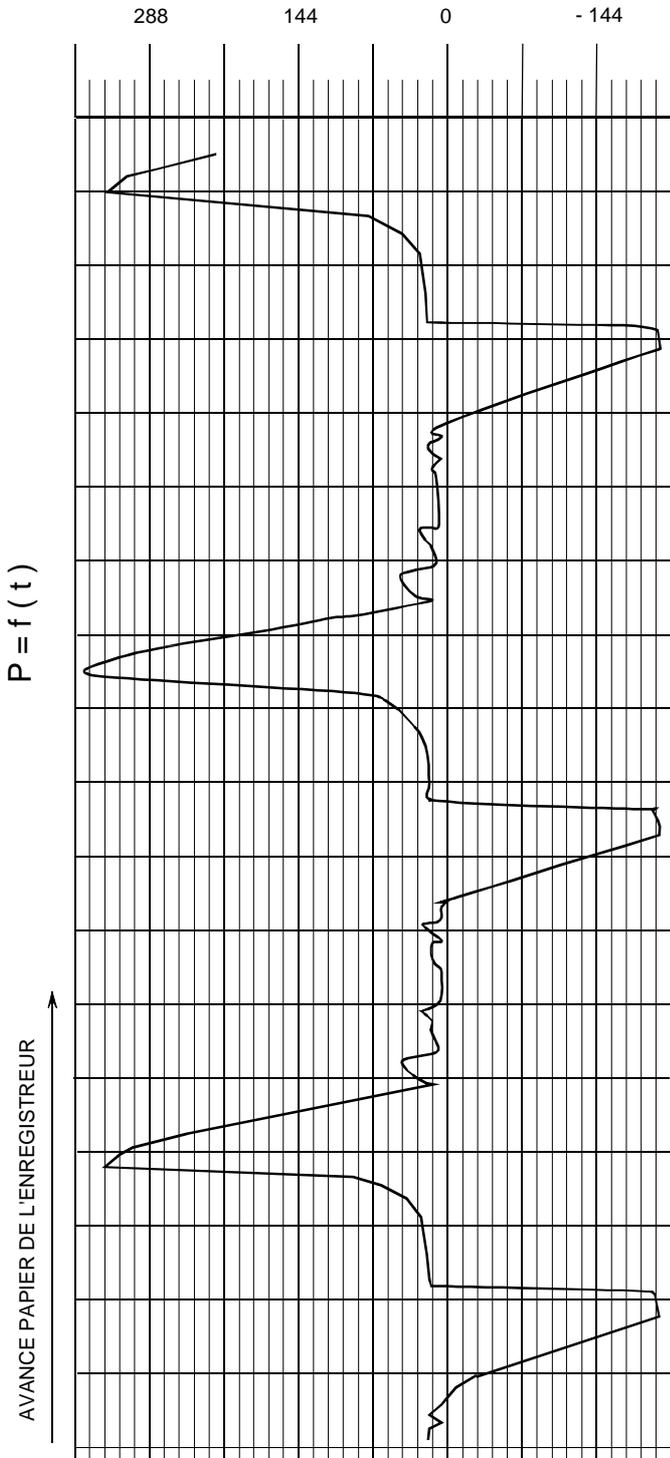
type	tension à 50 Hz 230 V				400 V			
	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence	puissance totale P (kvar)	nombre de gradins	puiss. unit. (kvar)	référence
Secomat +	15	3	5	51300	30	3	10	51328
	20	4	5	51302	40	4	10	51328
	25	5	5	51304	50	5	10	51330
	30	3	10	51306	60	3	20	51332
	40	4	10	51308	80	4	20	51334
	50	5	10	51310	100	5	20	51336
	60	4	15	51312	120	6	20	51338
	90	6	15	51314	150	5	30	51340
	105	7	15	51316	180	6	30	51342
	120	4	30	51318	200	4	50	51344
	150	5	30	51320	210	7	30	51346
	175	5	35	51322	240	4	60	51348
	210	6	35	51324	250	5	50	51350
					300	5	60	51352
					360	6	60	51354

* Nota : les gradins sont des gradins électriques voir explication page 8.

DOCUMENT REPONSE

Question D4

PUISSANCE ACTIVE EN kW

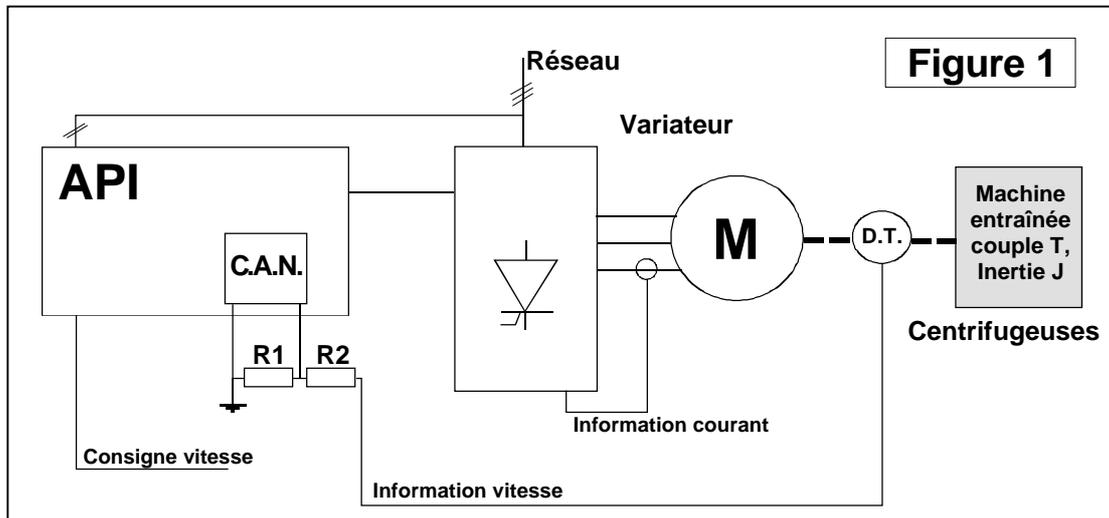


PRINCIPE DE LA REGULATION DE VITESSE

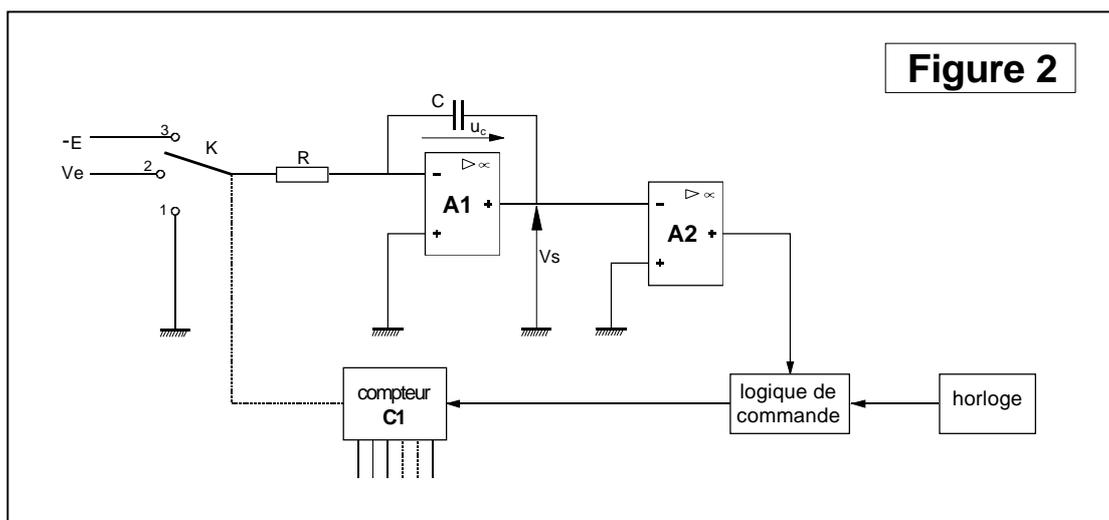
La dynamo délivre sa f.e.m. sur deux résistances R1 et R2 comme indiqué figure 1.

$R1 = 0,556 \text{ k}\Omega$, $R2 = 4,700 \text{ k}\Omega$

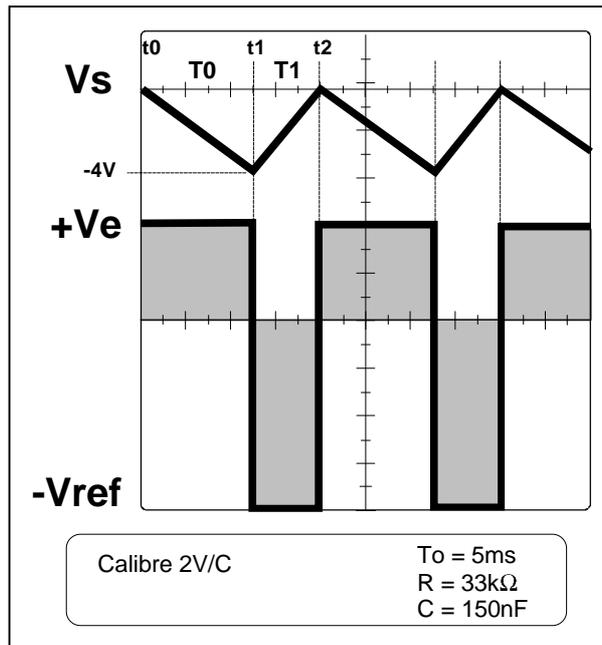
CAN 8 bits 10 Volts son horloge interne a une fréquence de 25 kHz.



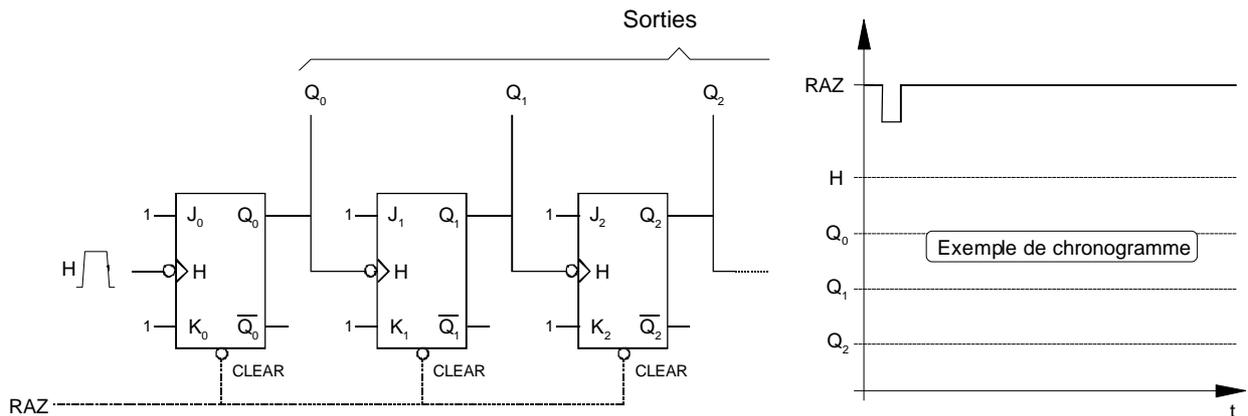
SCHEMA DE PRINCIPE D'UN CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE DOUBLE RAMPE.



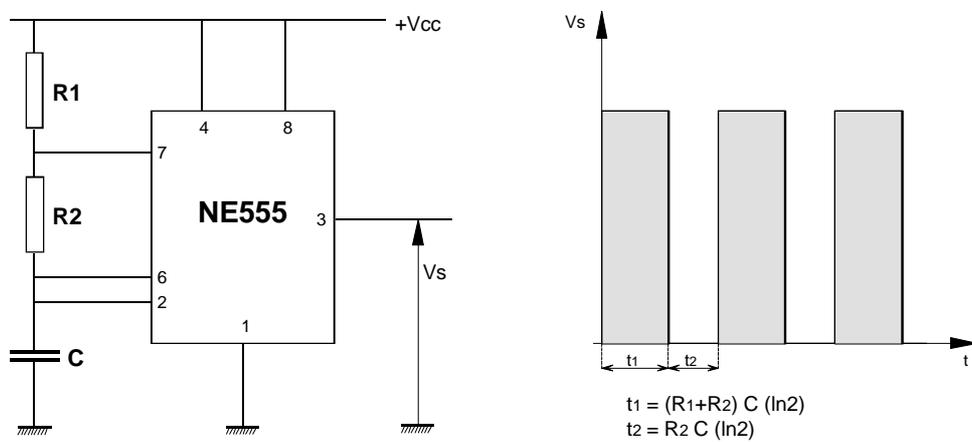
1. Signaux d'entrée et de sortie de l'amplificateur A1



2. Principe du compteur asynchrone 3 bits

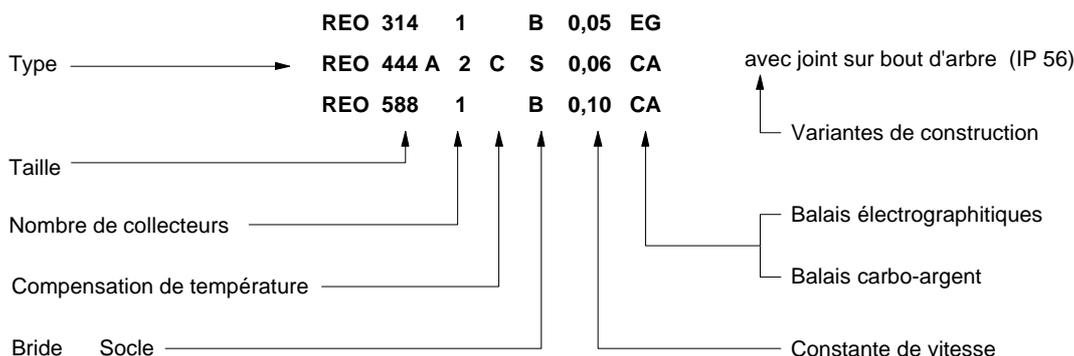


3. Schéma de principe du circuit NE555 monté en multivibrateur astable



DYNAMO TACHYMETRIQUE

4. Repérage des dynamos tachymétriques REO



<h2 style="margin: 0;">RADIO ENERGIE</h2> <p style="margin: 0;">16 Avenue CARNOT 91300 MASSY</p> <p style="margin: 0;">tel 01.69.20.26.11 telex 604 359</p>	<h2 style="margin: 0;">REO 444 R</h2> <p style="margin: 0;">Destination : Applications industrielles</p> <p style="margin: 0;">Description : Contrôle et Régulation Dynamo Tachymétrique dérivée du modèle REO 444N</p> <p style="margin: 0;">Modèle très robuste Raccordement par boîte à bornes Existe en 1 ou 2 collecteurs</p>
---	--

CARACTERISTIQUES GENERALES

Désignation	Symbole	Unité	Valeur	Détails constitutifs	
Limite mécanique de vitesse	n_m	tr/min	12000	Nombre de pôles 2p	2
Moment d'inertie	J	kg.cm ²	0,950		
Couple d'entraînement à vide	M_r	N.cm	1,50	Nombre d'encoches d'induit Z	19
Effort radial maximal sur l'arbre	F	da N	1,0		
Fem maximale admissible	E_m	V	600	Nombre de lames au collecteur K	57
Erreur de linéarité maximale	ΔE	% E_T	≤ 0,15	Classe d'isolation	B
Taux d'ondulation global (crête à crête)	ΔE_c	% E_C	≤ 0,5	Protection climatique	C <small>(IEC 68-1)</small>
Harmonique de rotation (f = 2.p.n)	ΔE_p	% E_C	≤ 0,2		
Harmoniques d'encoches (F = Z.n)	ΔE_Z	% E_C	≤ 0,3	Degré de protection	IP 54
Précision d'étalonnage	ΔE_0	% E_{T0}	± 1		
Dérive Fem en température Sans compensation Avec compensation	ΔE_e	% / °C	0,02 0,005	Sens de rotation réversible	
Constante de temps	C_t	ms	2,5	Excitation Aimants permanents Alnico	

BALAIS

Nombre	Dimensions mm	Qualité	Domaine d'utilisation	Référence
4	3,1 x 4,1 x 10	Electrographitiques	Standard Fem maxi. 600V	31 - 41 - EG
		Carbo-argent	Recommandés pour vitesse lente Fem < 300V	31 - 41 - CA

DOSSIER CORRIGE