

TRAVAIL DEMANDÉ

Partie A. ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

- A.1. Puissance de court-circuit du réseau amont page 1/13
- A.2. Choix du transformateur page 1/13
- A.3. Tarification EDF et énergie réactive page 2/13
- A.4. Mise en œuvre du compteur d'énergie page 3/13
- A.5. Schéma de mise en œuvre du DMCR page 3/13

Partie B. TABLEAU GÉNÉRAL BASSE TENSION

- B.1. Effort maximal sur le jeu de barres page 4/13
- B.2. Bilan de l'échauffement du TGBT page 4/13
- B.3. Choix des disjoncteurs page 5/13
- B.4. Protection des personnes page 6/13

Partie C. MOTORISATION

- C.1. Vidange des lagunes page 8/13
- C.2. Variation de vitesse des ventilateurs page 9/13
- C.3. Schéma de mise en œuvre d'un variateur de vitesse page 10/13

Partie D. AUTOMATISME

- D.1. Arrêt de la vis d'Archimède d'alimentation de la soupière page 11/13
- D.2. Grafcet de fabrication et de distribution de la soupe page 12/13
- D.3. Détermination d'une configuration automate page 13/13

Partie A. ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

A.1. PUISSANCE DE COURT-CIRCUIT DU RÉSEAU AMONT

Le site est alimenté en HTA 20 kV.

A l'aide des caractéristiques des lignes fournies par EDF (page R1 du dossier ressource), déterminer la puissance de court-circuit du réseau haute tension 20 kV au niveau du primaire du transformateur HTA/BTA. La puissance de court-circuit au niveau du poste source « La Chaussée » sera considérée comme infinie (voir dossier technique page T1, Alimentation en énergie du site).

A.2. CHOIX DU TRANSFORMATEUR HTA / BTA

On demande de réaliser le bilan de puissance de l'installation et de déterminer la puissance apparente du transformateur HTA/BTA en tenant compte des conditions d'échauffement supportables par celui-ci, telles que les définit le guide de charge CEI 354 (voir dossier ressource pages R2 et R3).

Les tableaux 1 et 2 (voir dossier technique pages T6 et T7) donnent la répartition de l'appareillage électrique et ses caractéristiques électriques. On considérera que la tension nominale de l'installation est de **400 Volts**.

A.2.1. Calcul du facteur de puissance global ($\cos\phi$) du poste « Traitement du lisier »

Calculer le facteur de puissance global du poste « Traitement du lisier » et compléter le tableau du dossier réponses page 1 avec les calculs intermédiaires et les résultats.

A.2.2. Bilan de puissance

Réaliser le bilan de la puissance totale installée (tableau 1 et 2 pages T6 et T7 du dossier technique). Déterminer le facteur de puissance global de l'installation. Justifier clairement les calculs et compléter le tableau du document réponses page 1.

A.2.3. Détermination des cycles de charge du transformateur

A partir du bilan de puissance installée et des indications fournies au chapitre « utilisation de l'énergie électrique » par le dossier technique (pages T3 à T5), déterminer le 4ème cycle de charge journalier auquel le transformateur est soumis sur la période « décembre, janvier, février ». Compléter le tableau du document réponse page 1 en faisant apparaître tous les paramètres pris en compte pour les calculs.

Reporter les résultats précédents dans le tableau page 2 du dossier réponses et représenter ces cycles de charge sur le graphe du document réponse page 2. Graduer les axes.

A.2.4. Détermination de la puissance du transformateur

Déterminer la puissance assignée du transformateur en tenant compte des conditions d'échauffement de celui-ci.

Justifier clairement les calculs ou les déterminations de coefficients. Présenter les résultats en faisant apparaître nettement d'une part les données, d'autre part les résultats intermédiaires calculés ou déterminés.

Justifier les possibilités de surcharge du transformateur.

Reporter les tracés nécessaires sur les abaques du dossier réponses page 3.

A.3. TARIFICATION EDF ET ÉNERGIE RÉACTIVE

A partir du bilan de puissance, on demande de déterminer l'utilité ou non d'une compensation de l'énergie réactive.

A.3.1. Les tarifs EDF

Le tarif de facturation de l'énergie électrique utilisé est le tarif « vert A5 ». Donner la gamme de puissance et la catégorie de tension d'alimentation auquel il se rapporte.

A.3.2. Comptage de l'énergie en mode de livraison HTA

Dans cette installation, le comptage de l'énergie est effectué côté B.T. Justifier le mode de comptage côté HT ou côté BT selon les règles de la norme NFC13-100.

A.3.3. Facturation de l'énergie réactive

Citer les règles qui régissent la facturation, par le distributeur, de l'énergie réactive en fonction : des périodes (été ou hiver), des heures (pleines et pointes ou creuses) et de la tangente PHI globale de l'installation.

A.3.4. Compensation de l'énergie réactive

Le principe de tarification (option « base ») auquel est soumise la porcherie prévoit 5 périodes tarifaires fonction des saisons d'une part et de l'heure de la journée d'autre part :

En saison hivernale (du 1^{er} novembre au 31 mars) :

- des heures de pointes (9h -11h et 18h-20h),
- des heures pleines d'hiver,
- des heures creuses d'hiver (22h - 6h).

En saison estivale (du 1^{er} avril au 31 octobre) :

- des heures pleines d'été,
- des heures creuses d'été (22h - 6h).

Si les puissances totales mises en jeu pendant les 4 cycles de charge journaliers (17 h d'inactivité, 7 h d'activité) se répartissent ainsi que le donne le tableau ci dessous,

déc., jan., fév.				mars, novembre				avr., mai, sept., oct.				juin, juillet			
Inactivité		Activité		Inactivité		Activité		Inactivité		Activité		Inactivité		Activité	
P _{min}	Q _{min}	P _{max}	Q _{max}	P _{min}	Q _{min}	P _{max}	Q _{max}	P _{min}	Q _{min}	P _{max}	Q _{max}	P _{min}	Q _{min}	P _{max}	Q _{max}
150	40	410	144	100	20	300	100	80	30	250	90	60	30	200	100

Remarques : les valeurs ci-dessus sont données en kW et kvar.

Pour simplifier, on considérera que tous les mois ont une durée de 30 jours, que la période d'activité est toujours la même (de 8 heures à 12 heures et de 14 heures à 17heures).

Déterminer l'utilité ou non d'une batterie de condensateurs. Calculer les tangentes PHI pour chacune des deux saisons.

Si la batterie de condensateurs s'avère utile, calculer sa puissance.

Justifier les réponses, détailler les calculs, présenter les résultats dans un tableau.

A.4. MISE EN ŒUVRE DU COMPTEUR D'ÉNERGIE

Le comptage d'énergie est réalisé par un compteur Schlumberger CEVATEC 2000 implanté dans le poste de livraison (voir plan du poste de livraison page T9 du dossier technique, la documentation technique du compteur est donnée pages R5 et R6 du dossier ressource).

La température maximale dans le poste est de 35°C.

Les transformateurs de courant (traversant), nécessaires au comptage, seront installés dans le boîtier Capelin à la base des passe-barres BT du transformateur (voir documentation du transformateur HTA/BTA page R4 du dossier ressource et schéma F 01 page T10 du dossier technique).

Les liaisons électriques entre le boîtier Capelin et le compteur, nécessaires aux mesures de U et I, seront réalisées par des câbles (EDF V33 S34) dont la section est à déterminer.

La longueur de ces câbles est de **9** mètres.

Pour cette partie, on considérera que la puissance du transformateur HTA/BTA est égale à **400 kVA**.

A.4.1. Mesure du courant

*Utiliser les documents fournis dans le dossier ressource pages R7 à R9 pour déterminer la référence d'un transformateur de courant Merlin Gerin dans la gamme référencée de **16451 à 16549**. Préciser tous les critères de choix retenus.*

Déterminer la section du câble de liaison avec le compteur, adaptée au choix précédent.

A.4.2. Configuration du compteur

En dernier lieu, le choix réalisé est un transformateur de courant pour larges barres Merlin Gerin référencé **15603** (voir page R10 du dossier ressource)

*Déterminer la valeur du paramètre **#62** – (Coefficient de transformation TC. TT). du compteur CEVATEC 2000 correspondant à ce choix.*

*Déterminer la valeur du paramètre **#76** – (Tension de mesure).*

Préciser la position de la carte d'alimentation.

A.4.3. Schéma

On demande d'établir le schéma de raccordement du compteur afin de réaliser correctement le comptage.

Compléter le dossier réponses page 4 en ajoutant les liaisons et les matériels nécessaires. Les appareils et les bornes des appareils devront être repérées. Utiliser deux couleurs différentes pour le circuit tension et le circuit courant.

A.5. INTERPRÉTATION DU SCHÉMA DE MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF DE MESURE ET CONTRÔLE DE RÉGIME (DMCR) DU TRANSFORMATEUR

Le transformateur HTA/BTA est protégé par un dispositif de mesure et contrôle de régime IDEF SYSTEMES (voir schéma F 01 page T10 du dossier technique).

A l'aide des documentations pages R11 et R12 du dossier ressource, interpréter le schéma de mise en œuvre du DMCR (schéma F 03 page T12 du dossier technique) afin de compléter le chronogramme page 5 du dossier réponses :

Rappel : Le seuil d'alarme du DMCR est réglé à 80°C, le seuil de déclenchement est réglé à 90°C.

Partie B. LE TABLEAU GÉNÉRAL BASSE TENSION (TGBT)

Le TGBT (voir schéma F 04 page T13 du dossier technique) est installé dans une armoire électrique série Prisma P. Les dimensions de cette armoire sont :

- Largeur = 900 mm
- Profondeur = 400 mm

Le câble d'alimentation en énergie arrive sur un interrupteur sectionneur repéré **-SG**. Les bornes en aval de cet interrupteur sectionneur sont raccordées sur une des extrémités d'un jeu de barres (**Linergy 800**) qui est implanté dans l'armoire.

B.1. EFFORT MAXIMAL SUR LE JEU DE BARRES

Le montage des barres est conforme au plan d'implantation de la documentation technique page R17 du dossier ressource.

On souhaite déterminer l'effort **maximal** entre deux barres **voisines** en cas de court-circuit franc entre ces deux barres et dans le cas où ce court-circuit se produirait à l'**extrémité opposée** de l'alimentation.

B.1.1. Court-circuit biphasé

Déterminer la longueur et la section des conducteurs qui réalisent la liaison entre le transformateur et le TGBT (voir schémas F 01 et F 02 pages T10 et T11 du dossier technique).

*En utilisant la méthode de détermination des courants de courts-circuits du catalogue Schneider rappelée page R16 dans le dossier ressource, calculer le courant de court-circuit **I_{cc2}** biphasé présumé au niveau du jeu de barres, lorsque le TGBT est alimenté par le transformateur.*

Pour ce calcul, la puissance de court circuit du réseau HTA sera considérée comme égale à **40 MVA** (donnée EDF) et la puissance du transformateur égale à **400 kVA**. Les impédances du disjoncteur général basse tension DGBT, de l'interrupteur SG et des barres seront négligées.

Rappel : Les conducteurs qui réalisent les liaisons entre le transformateur et le TGBT sont en cuivre, leurs caractéristiques sont données sur les schémas F 01 et F 02 pages T10 et T11 du dossier technique.

B.1.2. Effort maximal

*En tenant compte du **pouvoir de limitation** du disjoncteur général basse tension (La documentation technique du DGBT est donnée pages R13 à R15 du dossier ressource) et des caractéristiques géométriques du jeu de barres Linergy (voir page R17 du dossier ressource), déterminer la valeur maximale de **I_{cc2}** (**I**) puis l'effort électrodynamique maximal **F** entre deux barres voisines.*

Les barres seront considérées comme des lignes de courant.

B.2. BILAN DE L'ÉCHAUFFEMENT DU TGBT

La température ambiante maximale du local électrique où est installé le TGBT est de 35°C.

On souhaite déterminer l'élévation de température dans le coffret où est implanté le TGBT. Les contacteurs KM1 à KM4 ne sont pas installés dans l'armoire du TGBT mais dans un autre coffret (le coffret de reletage, voir schéma F 04 page T13 du dossier technique).

Le calcul de l'échauffement sera réalisé lorsque tous les disjoncteurs sont traversés par leur courant nominal (Les caractéristiques principales des disjoncteurs sont données dans la nomenclature page T15 du dossier technique).

Les courants dans les pôles neutres seront négligés (les charges sont considérées comme équilibrées).

A l'aide du dossier ressource, faire le bilan des dissipations de chaque appareil implanté dans l'armoire du TGBT. Présenter le résultat dans un tableau et calculer la dissipation totale.

Déterminer la température maximale dans l'armoire du TGBT.

B.3. CHOIX DES DISJONCTEURS Q12 et Q16

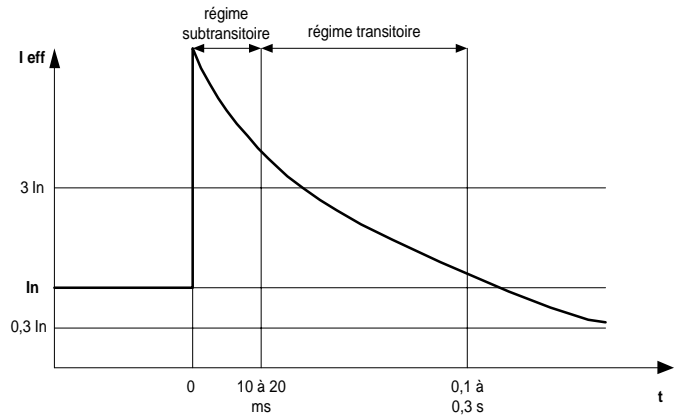
En cas de panne EDF, ces disjoncteurs se retrouvent à l'aval de l'alternateur de secours et non plus à l'aval du transformateur de distribution.

B.3.1. Problématique due à la double source

Exposer la problématique due à cette possibilité et son influence sur le choix des disjoncteurs.

B.3.2. Courant de court circuit dû à l'alternateur

A l'apparition d'un court-circuit aux bornes d'un alternateur, le courant s'établit d'abord à une valeur élevée (période subtransitoire qui dure 10 à 20 ms) puis décroît (période transitoire qui dure 100 à 300 ms), pour se stabiliser à une valeur plus faible. En regard des temps d'intervention des disjoncteurs, c'est le courant dans la période transitoire qu'il faut calculer. L'impédance de l'alternateur est alors égale à sa réactance transitoire X''_d , généralement donnée en % par les constructeurs



Donner la relation qui lie l'intensité I_{cc} du courant de court-circuit triphasé, en période transitoire aux bornes de l'alternateur avec le courant nominal I_G et la réactance transitoire X''_d .

Donner la formule de calcul de la réactance transitoire exprimée en ohms X''_d par rapport à sa valeur X''_d en %.

B.3.3. Caractéristiques des disjoncteurs

Donner le nom et définir les paramètres caractéristiques (selon CEI 947-2) suivants :

U_e

I_n - I_{cs} - I_{cu}

Mettre en relation ces paramètres avec les paramètres du circuit à protéger pour montrer leur influence sur le choix des disjoncteurs.

B.3.4. Comportements des disjoncteurs

Tracer sur un graphe une courbe caractéristique (générique) du comportement des disjoncteurs à déclencheurs magnétothermiques. Faire apparaître les grandeurs caractéristiques suivantes :

I_r , I_{cc} , I_{cu} , I_b , I_m , I_{cs} . Graduer les axes et quantifier les points spécifiques.

Citer les trois principaux types de courbes retenus par les constructeurs et donner les paramètres de leurs déclencheurs magnétiques.

Quelle est la tolérance sur la valeur du courant des déclencheurs magnétiques fixes ?

B.3.5. Choix des disjoncteurs

On demande de déterminer les caractéristiques des disjoncteurs Q12 et Q16 du tableau général basse tension en utilisant l'abaque de détermination des déclencheurs magnétiques du dossier ressource page R22 et de définir la référence de ces disjoncteurs (dossier ressource page R20 et R21).

- hypothèses :
- les inductances de ligne sont négligées,
 - l'impédance de toutes les liaisons en amont des disjoncteurs du TGBT est de $20 \text{ m}\Omega$,
 - la résistivité du cuivre est de $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
 - Alternateur : 250 kVA, 400 V, $X''d = 20,5\%$

On demande de consigner **tous** les paramètres utilisés pour aboutir au choix : ceux calculés pour utiliser l'abaque, ceux relevés dans d'autres documents ou calculés précédemment. Faire apparaître, entre autres, le courant de défaut vu par chaque disjoncteur, son type de courbe et sa référence.

Remplir le tableau du dossier réponses page 6 et de reporter les tracés nécessaires sur l'abaque du dossier réponses page 7.

B.4. PROTECTION DES PERSONNES

B.4.1. Schéma de liaison à la terre

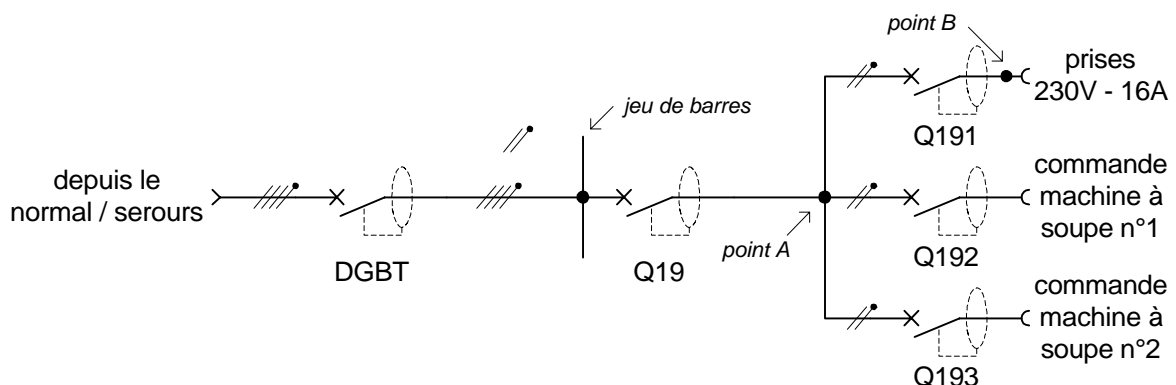
D'après le schéma F01 page T10 du dossier technique, quel est le schéma de liaison à la terre utilisé dans le poste de livraison ? Donner la désignation conventionnelle de ce schéma selon la NFC 13-100. Préciser la signification de chaque lettre.

B.4.2. Sélectivité différentielle

Donner les règles qui permettent d'assurer une sélectivité **totale** entre un dispositif différentiel amont D1 et un dispositif différentiel aval D2.

B.4.3. Alimentation des équipements informatiques

L'alimentation des équipements informatiques se trouvant dans le local de supervision est réalisée conformément au schéma suivant :



Spécifications des matériels

Repère	Désignation	Référence	Réglage
DGBT	Disjoncteur Compact NS630N tétra polaire Déclencheur électronique STR23SE Dispositif différentiel résiduel Vigi MB Déclencheur voltmétrique à émission de courant MX	(Merlin Gerin) 32894 32420 32456 29387	$I_o = 1, I_r = 0,9$ $I_{\Delta n} = 3A, \Delta t = 150ms$
Q19	Disjoncteur tétra polaire C32 + bloc différentiel 300 mA type S	(Hager) NF432 BP264	
Q191 Q192 Q193	Disjoncteur différentiel bipolaire type si $I_n = 16 A$, courbe C $I_{\Delta n} = 30 mA$	(Merlin Gerin) 19573	

Les caractéristiques techniques des dispositifs différentiels sont données dans le dossier ressource page R15 pour le DGBT, page R23 pour Q19 et page R24 pour Q191, Q192 et Q193.

Donner la signification du 'type **si**' et la particularité correspondante, des disjoncteurs Q191, Q192 et Q193. Certains constructeurs utilisent le terme **Hpi** pour désigner la même performance.

Donner la signification du **type S** et la particularité correspondante du disjoncteur Q19.

En cas de défaut d'isolement au point B, une sélectivité différentielle **totale ou partielle** est-elle assurée entre les disjoncteurs Q19 et Q191 ?
Justifier la réponse.

En cas de défaut d'isolement au point A, une sélectivité différentielle **totale ou partielle** est-elle assurée entre le DGBT et le disjoncteur Q19 ?
Justifier la réponse par **des valeurs numériques** dans le cas le plus défavorable.

B.4.4. Tension de contact dans le poste de livraison

La prise de terre des masses utilisation a pour valeur $R_a = 0,5 \Omega$.

La prise de terre du neutre a pour valeur $R_b = 3 \Omega$

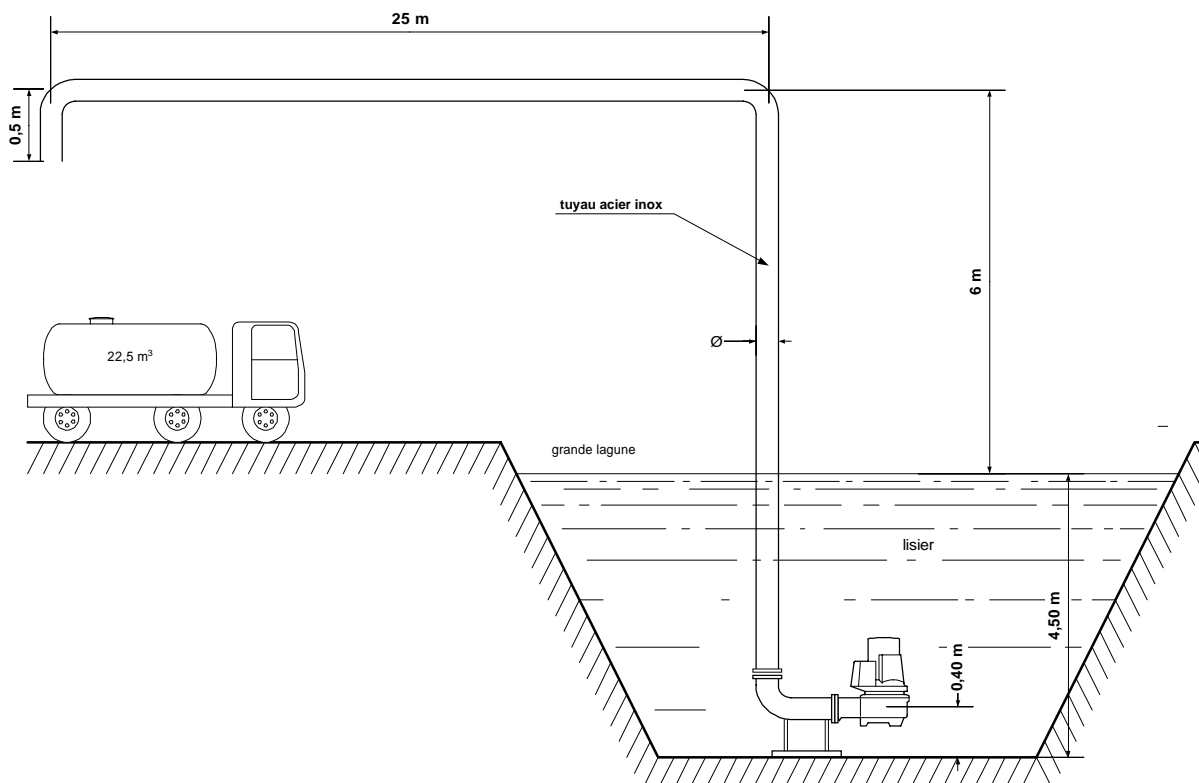
Calculer la tension efficace de contact U_{cp} qui apparaîtrait entre les masses du poste de livraison et la terre dans le cas où une phase du jeu de barres entrerait en contact (défaut franc) avec une masse utilisation. L'apparition de cette tension peut-elle être dangereuse pour les personnels se trouvant dans le poste ? Faire un schéma équivalent et justifier la réponse à l'aide du graphique page R25 du dossier ressource.

Partie C. MOTORISATION

C.1. VIDANGE DES LAGUNES

On appelle « lisier » toutes les déjections animales sous forme liquide plus ou moins mélangées avec les eaux de lavage et les résidus d'alimentation (ensilage, foin, paille, concentrés, etc.). Le lisier est stocké dans des fosses circulaires semi-enterrées. La durée réglementaire minimale de stockage est de 4 mois.

Au cours du stockage, les éléments fertilisants se répartissent différemment suivant leur solubilité et leur densité. Il est indispensable de bien homogénéiser la totalité du contenu de la fosse de stockage (lagune) avant chaque épandage pour une valorisation rationnelle du lisier.



Lors de l'épandage, le lisier est transporté par camions citernes d'une capacité de $22,5 \text{ m}^3$ qu'il faut remplir en 15 minutes de façon à pouvoir vider la lagune en un laps de temps assez court. Le lisier, d'une teneur de 14% de matières sèches (MS), est donc relevé par une pompe fixe, montée sur pied, au fond de la lagune et acheminé vers les camions par une canalisation en acier inoxydable (voir dessin ci-dessus).

Pour assurer l'auto curage des canalisations avec ce type de lisier, il faut veiller à ce que la vitesse d'écoulement soit $\geq 2 \text{ m/s}$. La pression de sortie devra être $\geq 0,1 \text{ bar}^1$.

C.1.1. Diamètre des canalisations

Déterminer le diamètre² des canalisations.

C.1.2. Hauteur manométrique totale

Calculer la hauteur manométrique totale.

C.1.3. Débit de la pompe

Calculer le débit corrigé de la pompe.

C.1.4. Choix de la pompe

A partir des documentations techniques des pompes FLYGT pages R27 et R28 du dossier ressource, choisir la pompe, donner sa référence complète et sa puissance.

Justifier les calculs et les déterminations

¹ On considérera que la masse volumique du lisier est égale à celle de l'eau.

² Les \emptyset intérieurs normalisés des canalisations sont donnés sur le diagramme de calcul des pertes de charges page R26 du dossier ressource. page Q8/13

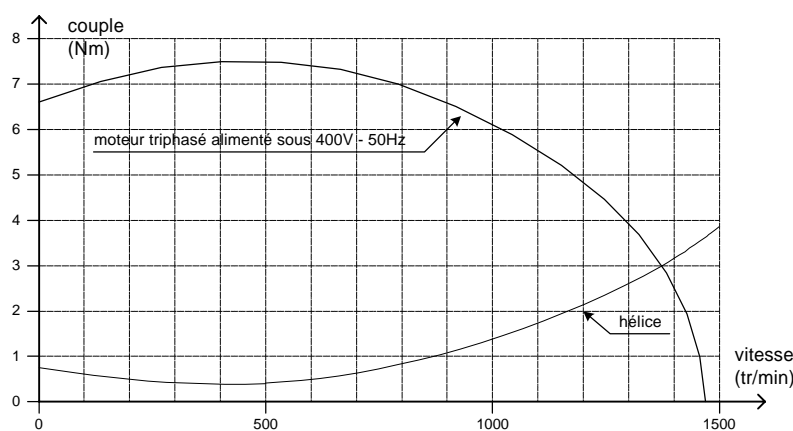
C.2. VARIATION DE VITESSE DES VENTILATEURS

Répondre à toutes les questions de cette partie sur le dossier réponses page 8.

C.2.1. Variation de la tension

Jusqu'à présent, dans les élevages, la solution pour faire varier la vitesse d'un aérateur consistait à alimenter, sous tension variable, le moteur asynchrone par un gradateur. Cette technique limite les possibilités de variation et induit un risque de reflux en cas de fort vent lorsque la vitesse du ventilateur est faible.

Le graphique suivant donne les caractéristiques mécaniques de l'hélice ($\Delta P = 20$ Pa) et du moteur asynchrone (moteur à cage résistante) d'un ventilateur Multifan de type 4D50Q (ce type de ventilateur est utilisé dans les salles d'engraissement, ses caractéristiques sont données page R29 du dossier ressource).



La fréquence d'alimentation triphasée étant toujours de 50 Hz, déterminer graphiquement, page 8 sur le dossier réponses, la tension efficace **minimale théorique** d'alimentation du moteur pour mettre en rotation le ventilateur lorsque $\Delta P = 20$ Pa.

Estimer alors la vitesse atteinte par le ventilateur ? Cette vitesse correspond à la performance du ventilateur avec une alimentation en variation de tension.

Faire apparaître sur le graphique le tracé nécessaire pour justifier les deux réponses précédentes.

C.2.2. Variation de la fréquence

La solution retenue consiste à alimenter les moteurs des ventilateurs par des convertisseurs de fréquences. La variation de vitesse est donc obtenue par variation de la fréquence.

Tracer, page 8 sur le dossier réponses, l'allure de la caractéristique mécanique du moteur du ventilateur 4D50Q lorsqu'il est alimenté par un convertisseur de fréquences en 20 Hz avec une loi de commande $U/f = \text{constante}$ (uniquement dans le quadrant 1).

Dans ces conditions, estimer la vitesse atteinte par le ventilateur ?

C.3. SCHÉMA DE MISE EN ŒUVRE D'UN VARIATEUR DE VITESSE

Chaque salle du bâtiment d'engraissement est ventilée par trois aérateurs (Multifan 4D50Q triphasé). La modulation de la ventilation est assurée par un seul convertisseur de fréquences (Télémeccanique Altivar 58 sur radiateur) qui pilote les trois moteurs asynchrones triphasés des ventilateurs.

Les caractéristiques du ventilateur sont données page R29 du dossier ressource, celle du convertisseur de fréquences sont données pages R30 à R33.

L'installation doit posséder les caractéristiques suivantes :

- Alimentation monophasée de l'ensemble sous 230 volts,
- Protection générale par disjoncteur (Dv1),
- Protection du circuit de commande par disjoncteur (Dv2), la fermeture de ce disjoncteur entraîne la mise en service des ventilateurs,
- Protection thermique individuelle de chaque moteur, le déclenchement d'une protection sur un moteur ne doit pas mettre hors tension les autres moteurs,
- Commande d'un relais de défaut en cas de défaut thermique sur un moteur ou en cas de défaut variateur,
- En cas de défaut ou de mise hors service des ventilateurs, allumage d'un voyant de défaut et ouverture d'un contact libre de potentiel mis à disposition sur deux bornes,
- Consigne de vitesse 0...10 V fournie par le dispositif de régulation de température.

Répondre aux questions suivantes sur le dossier réponses page 9.

Déterminer la référence complète du variateur, la faire apparaître sur le dossier réponses dans le symbole.

Préciser le couplage des moteurs et faire apparaître le symbole correspondant dans les symboles des moteurs. Justifier sur le folio page 9 du dossier réponses le couplage choisi.

Etablir le schéma général de principe de mise en œuvre d'un l'Altivar (ne pas câbler les bornes LI1 à LI4).

Déterminer et câbler les bornes où est appliquée la consigne de vitesse.

Partie D. AUTOMATISME

D.1. ARRÊT DE LA VIS D'ARCHIMÈDE D'ALIMENTATION DE LA SOUPIÈRE

La soupière est alimentée en nourriture sèche par une vis d'Archimède (voir dossier technique pages T16 à T19).

D.1.1. Masse déversée pendant la phase d'arrêt

La quantité de nourriture sèche est pesée. Lorsque l'on met hors tension le moteur M6 de la vis pour cesser le remplissage, la vis continue à tourner par son inertie et une masse **Mo** continue à être déversée. Pour obtenir la masse de nourriture sèche désirée, il faut donc anticiper la mise hors tension du moteur.

On souhaite déterminer la masse M_o .

Hypothèses de calcul :

- Avant la mise hors tension, le moteur de la vis fonctionne à son régime nominal,
- Le volume déversé est proportionnel au nombre de tours effectués par la vis.

Données techniques :

Puissance nominale du moteur de la vis : $P_n = 1,5 \text{ kW}$

Vitesse nominale de la vis (entraînement direct) : $N_n = 1430 \text{ tr/min}$

Débit nominal : $25 \text{ m}^3/\text{heure}$

Moment d'inertie total de la vis et du moteur : $J = 2 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$

Masse volumique de la nourriture sèche transportée : $\rho_m = 700 \text{ kg/m}^3$

Couple résistant de la vis en charge : $C_r = 10\% C_n + k N$

(C_n est le couple nominal du moteur d'entraînement, k est une constante et N est la vitesse de l'ensemble moteur + vis)

Déterminer l'équation du couple résistant en fonction de la vitesse de rotation de la vis (exprimée en radians par seconde).

Déterminer la durée t_o permettant d'obtenir l'arrêt.

*Calculer la masse **Mo** de nourriture sèche qui continue à se déverser entre l'instant de mise hors tension du moteur de la vis et l'arrêt effectif de la vis.*

D.1.2. Masse en suspension

Lorsque la vis tourne à son régime nominal une masse **M1** de nourriture sèche est déjà sortie de la vis mais n'est pas encore tombée dans la machine à soupe donc pas encore pesée.

On souhaite déterminer la masse M1.

Données techniques et hypothèses de calcul

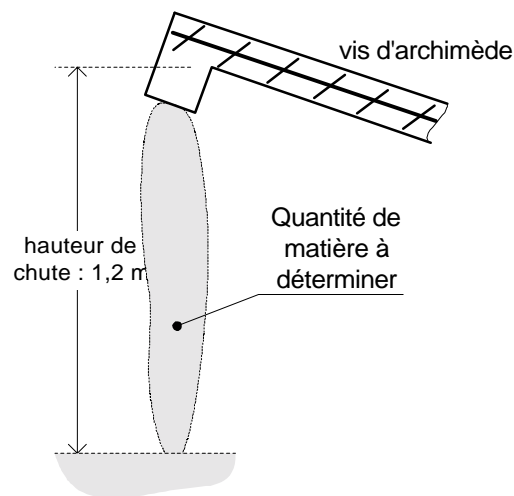
A la sortie de la vis, la matière sèche réalise une chute libre de 1,2 mètres.

La vitesse de chute initiale, selon l'axe vertical, est égale à zéro.

Le calcul de la masse en suspension sera réalisé alors que la vis est en régime nominal depuis quelques secondes.

On considèrera que la chute est réalisée dans le vide (l'influence de l'air est négligée).

*Calculer la masse **M1** de nourriture sèche qui est déjà sortie de la vis et qui n'est pas encore tombée dans la machine à soupe donc pas encore pesée.*



D.2. GRAFCET DE FABRICATION ET DE DISTRIBUTION DE LA SOUPE

A l'aide du document « Fonctionnement d'une machine à soupe et du réseau de distribution » pages T16 à T20 du dossier technique, compléter, sur les pages 10 et 11 du dossier réponses, les réceptivités et actions associées manquantes afin d'établir les grafquets décrivant la fabrication et la distribution de la soupe.

Le grafcet principal page 10 gère la machine à soupe et les vannes de sélection des dériviations. Il utilise une tâche « Distribuer de la soupe dans une dérivation ».

Le grafcet page 11 correspond à la tâche précédente. Il gère uniquement les vannes de distribution.

Les deux grafquets seront écrits avec les mnémoniques du tableau des variables logiques et numériques (page T20 du dossier technique)

Le codage utilisé sera le suivant :

- La mise à 1 d'une variable correspondant à un actionneur commandera l'action.
- Le passage à 1 d'une variable correspondant à un état du système indiquera que cet état est effectif.

D.3. DÉTERMINATION D'UNE CONFIGURATION AUTOMATE

Actuellement, les deux machines à soupe et le réseau de distribution sont gérés par un système dédié conçu à partir d'une carte à microprocesseur. La particularité de ce système de commande est qu'il nécessite un grand nombre de sorties déportées dans chaque bâtiment afin de piloter les différentes vannes du réseau de distribution.

Afin d'être moins tributaire du concepteur du système actuel, une configuration à base d'un automate programmable TÉLÉMÉCANIQUE TSX PREMIUM est envisagée, pour remplacer le dispositif actuel.

La documentation technique de l'automate est donnée pages R34 à R45 du dossier ressource.

Les contraintes suivantes seront retenues :

- Les entrées TOR seront de type **24** volts DC,
- Les sorties seront à relais **230** volts AC,
- Les modules d'entrées / sorties TOR nécessaires à la commande des 2 machines à soupe seront installés sur le rack de l'automate (les machines à soupe sont installées à proximité du local de supervision où sera installé l'automate), le système de raccordement par bornier à vis sera utilisé,
- Pour une machine à soupe, **12** entrées TOR sont nécessaires et **21** sorties TOR,
- Chaque peson sera raccordé sur une entrée analogique **0...10V**, ces entrées auront une résolution minimale de **12 bits** et seront **isolées** entre elles,
- 2 emplacements libres seront réservés aux extensions futures,
- Les modules d'entrées / sorties déportés (Telefast[®] SB2) nécessaires à la commande des vannes du réseau seront raccordés à l'automate par des **bus AS-i**, chaque demi bâtiment utilisera un ou plusieurs bus. Les bus ne seront pas partagés entre deux demi bâtiments.

Les longueurs suivantes seront retenues pour choisir la solution (ces longueurs sont identiques aux longueurs des départs BT) :

- Distance du local de supervision au bâtiment 1A gestation : **140** m,
- Distance du local de supervision au bâtiment 1B maternité : **112** m,
- Distance du local de supervision au bâtiment 2B pré engraissement 1 : **95** m,
- Distance du local de supervision au bâtiment 3A pré engraissement 2 : **160** m,
- Distance du local de supervision au bâtiment 3B engraissement : **100** m.

Déterminer le nombre de bus AS-i nécessaires et le nombre de sorties TOR déportées par bus. Compléter le premier tableau page 11 du dossier réponses.

Compléter le deuxième tableau page 11 du dossier réponses en :

- *Déterminant le nombre et les références de tous les éléments nécessaires à la configuration TSX PREMIUM. Dans le cas où plusieurs références seraient envisageables, choisir celle qui limite le nombre de produit ou la moins haut de gamme,*
- *Donnant le nombre d'éléments nécessaires par référence,*
- *Donnant les critères de choix essentiels pour chaque produit.*