

ETUDE PARTIELLE D'UN SUPERMARCHÉ

L'étude partielle concerne l'installation frigorifique d'un supermarché situé en région parisienne. Les conditions de base extérieures sont :

- Température sèche : $\theta_E = 30 [^\circ C]$ et
- Hygrométrie : $\varphi_E = 40 \%$

L'implantation des principaux éléments du supermarché est indiquée sur le schéma de l'annexe n° 1.

Le fluide frigorigène choisi est le R404A.

1.- CONSERVATION DES DENREES ALIMENTAIRES PERISSABLES.

- 1.1.- Justifier, succinctement, les températures exprimées par le client, assurant la conservation des denrées alimentaires - Voir le tableau du document - réponse n° 1.
- 1.2.- Quelle est l'influence de l'hygrométrie de l'air des chambres froides sur la conservation des denrées alimentaires. Justifier la courbe de l'annexe n° 2.

2.- CALCULS PRELIMINAIRES.

2.1.- Chambre froide de conservation de fruits et légumes, C.F.1.

2.1.1.- Sélectionner le type de panneaux isolants capable de limiter le flux thermique surfacique unitaire à $10 [W / m^2]$, à l'aide du document - constructeur de l'annexe n° 3. Préciser le flux thermique surfacique unitaire réel traversant les panneaux isolants, en régime permanent établi, lorsque vous aurez réalisé la sélection.

2.1.2.- Réaliser le bilan de la chambre froide de conservation de fruits et légumes, C.F.1. Les bases de calculs sont indiquées à l'annexe n° 4.

Le diagramme de l'air humide est disponible à l'annexe n° 5.

2.2.- Compléter le document - réponse n° 1.

La documentation est disponible dans les annexes n° 6.1 et n° 6.2.

- Evaluer les besoins frigorifiques des postes à température positive.
- Evaluer les besoins frigorifiques des postes à température négative.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 3 / 36

La puissance frigorifique volumique des chambres froides, C.F.2 et C.F.3, sera estimée à l'aide de l'annexe n ° 7.

3.- ETUDE DE SYSTEMES FRIGORIFIQUES.

3.1.- Recherche et analyse de systèmes.

Afin d'aider à la décision, on vous demande d'étudier deux systèmes pour l'équipement frigorifique de ce supermarché.

Représenter le schéma de principe en complétant l'ébauche des documents - réponses n ° 2 et n ° 3 de chacun des systèmes définis ci - dessous :

3.1.1.- Les postes à température positive sont refroidis indirectement, à l'aide d'un fluide frigo - porteur, en utilisant une production frigorifique centralisée. Les postes à température négative sont refroidis directement par des évaporateurs vaporisant le R404A ; Le liquide aboutissant aux évaporateurs est sous - refroidi par le Frigo - porteur, grâce à l'échangeur, ESR (Document - réponse n ° 2).

3.1.2.- La production du froid est assurée par une installation frigorifique bi - étagée à injection partielle. Un échangeur placé sur la conduite de liquide, alimentant les évaporateurs en fluide frigorigène, assurera aussi l'alimentation en vapeurs froides entre les deux étages de compression, afin d'obtenir une température compatible avec un bon fonctionnement au refoulement des compresseurs haute pression: un détendeur thermostatique complète l'équipement de l'échangeur (Document - réponse n ° 3).

3.2.- Finalement, pour des raisons liées à l'expérience de l'entreprise, **il est choisi le système utilisant deux centrales de production frigorifique :**

- L'une, pour le refroidissement des denrées réfrigérées.
- Et l'autre, pour le refroidissement des denrées congelées.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 4 / 36

3.2.1.- Le schéma de principe simplifié est représenté en annexe n ° 8.

Vous préciserez le nom, la fonction et le mode de fonctionnement du dispositif noté, X.

3.2.2.- Tracer le cycle frigorifique parcouru par le fluide frigorigène sur le diagramme enthalpique du R404A (Document - réponse n ° 4) dans l'installation desservant les postes à température positive et consigner dans le document - réponse n ° 5, les valeurs thermodynamiques des points représentatifs du cycle.

Il vous est possible d'utiliser les tables des valeurs thermodynamiques du R404A, en annexes n° 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 et 9.5.

Les points essentiels du cycle seront repérés par les mêmes numéros que ceux indiqués sur le schéma de l'annexe n ° 8.

Les hypothèses seront les suivantes :

- Haute pression correspondant à la température de saturation à la sortie du condenseur :
 $\theta_k = 45 [^{\circ} C]$.
- Basses pressions correspondant aux températures d'ébullition consignées dans le document - réponse n ° 1 (Sorties d'évaporateur).
- Surchauffe à la sortie des évaporateurs : $s = 5 [^{\circ} C]$.
- Sous - refroidissement du liquide à la sortie du condenseur : $SR_{cd} = 5 [^{\circ} C]$
- Perte de charge dans la conduite de refoulement:
 $\Delta p_{ref} = f (2 [K])$, entre le point 2 et le point 3.
- Perte de charge dans la conduite de liquide:
 $\Delta p_{liq} = f (2 [K])$, entre le point 4 et le point 5.
- Perte de charge dans la conduite d'aspiration:
 $\Delta p_{asp} = f (2 [K])$, entre le point 11 et le point 1.
- Les pertes de charge provoquées dans les échangeurs ne seront pas prises en compte.
- Refroidissement des vapeurs surchauffées dans la conduite de refoulement: 10 [K].

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 5 / 36

- Refroidissement dans la conduite de liquide: 6 [K].
- Température du fluide frigorigène à l'aspiration des compresseurs: 10 [° C].
- La compression étant polytropicque, au refoulement des compresseurs, la température des vapeurs est ici supérieure de 5 [° C] à la température obtenue lors d'une compression isentropique.

3.2.3.- Calculer les grandeurs caractéristiques de la machine frigorifique desservant les postes à température positive :

- Débits masse,
- Débit volume aspiré par les compresseurs,
- Débit volume théoriquement balayé,

Le rendement volumétrique des compresseurs peut être déduit de l'expression :

$$\eta_v = - 0,02.\tau + 0,94 \text{ où } \tau \text{ est le taux de compression, } p_k / p_o.$$

Le rendement global par rapport à une compression isentropique des moto - compresseurs peut être déduit de l'expression :

$$\eta_{gl} = 0,0037.\tau^2 - 0,044.\tau + 0,86.$$

- Puissance frigorifique brute.
- Puissance absorbée par les moto - compresseurs.
- Puissance échangée au condenseur.

3.2.4.- Sélectionner la centrale frigorifique positive en utilisant les annexes n ° 10.1 et n ° 10.2. Vous considérerez un coefficient de simultanéité de 0,90.

3.2.5.- Sélectionner le condenseur de l'installation à température positive, à l'aide de la documentation fournie (Annexes n ° 11.1, n ° 11.2 et n ° 11.3).

Vous pourrez considérer que l'altitude du condenseur est négligeable.

4. - CHAMBRE FROIDE DE CONSERVATION DE PRODUITS CONGELES.

Vous considérerez, pour cette question, que la puissance frigorifique utile de la chambre froide de produits congelés est de 5 [kW].

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 6/ 36

4.1.- Sélectionner les matériels suivants:

4.1.1.- L'évaporateur (Annexes n ° 12.1 et n ° 12.2).

4.1.2.- Le détendeur thermostatique (Annexes n ° 13.1 et n ° 13.2).

Pour la sélection, vous considérerez les valeurs suivantes :

- $p_{\text{sortiecondenseur}} = p (42 [^{\circ} C])$
- Sous - refroidissement total ; $SR_t = 10 [K]$
- Perte de charge dans la conduite de liquide ; $\Delta p_{LL} = f (2[K])$
- Différence de pression due à la variation de l'altitude entre le réservoir et le détendeur, négligeable.

4.2.- Préciser le fonctionnement de cette chambre froide et

notamment le dégivrage périodique de l'évaporateur -

Réaliser le chronogramme du fonctionnement de

l'installation en complétant le document - réponse n ° 6.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 7 / 36