

**BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS**

**Fluidique énergétique environnement**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient : 4**

**Calculatrice autorisée**

**Le sujet comporte 13 pages**

**Les pages 11, 12 et 13 sont à rendre avec la copie**

|  |  |                    |          |
|--|--|--------------------|----------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |          |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4 |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides -Énergies - Environnements : U2.1</b> |                    |          |

## E.2 SCIENCES et TECHNIQUES

### U2.1 Fluidique- Energétique- Environnements

| Épreuve E 2     |                           |                 |                 |                       |
|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| U2.1 : F.E.E.   | U2.2 :Sciences Physiques. |                 |                 | U2.3<br>:Mathématique |
| 4h<br>Écrit     | 2h<br>Écrit               | 2h<br>Oral      | 2h<br>Oral      | 2h<br>Écrit           |
| Coefficient : 4 | Coefficient : 2           | Coefficient : 2 | Coefficient : 2 | Coefficient : 2       |

#### Consignes générales :

- Aucun document personnel n'est autorisé.
- L'usage des calculatrices autonomes conformes à la circulaires n° 99-186 du 16-11-99 est autorisé
- Chaque partie sera rédigée sur des copies séparées.
- Le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n ; n étant le nombre total de feuilles rendues, y compris les documents réponse à compléter.
- Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation du travail fourni par le candidat.
- Toutes les réponses devront être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul,...

#### Barème :

- |               |  |            |
|---------------|--|------------|
| • Partie n° 1 | Réseau de refroidissement des machines       | 30 points. |
| • Partie n° 2 | Etude d'un groupe de production d'eau glacée | 15 points. |
| • Partie n° 3 | Système de climatisation:                    | 25 points. |
| • Partie n° 4 | Analyse d'eau                                | 10 points  |

#### Mise en situation :

L'étude proposée concerne un centre de recherche fondamentale situé dans le sud de la France. Le bâtiment est constitué, sur deux niveaux, de bureaux, de laboratoires, de locaux administratifs et de deux halls permettant le montage d'expériences encombrantes.

On vous propose d'effectuer des éléments de l'étude d'avant projet, afin de finaliser les choix techniques.

#### Désignation de l'installation :

L'installation comporte les équipements destinés :

- Au chauffage et rafraîchissement des bureaux et locaux administratifs par ventilo-convecteurs
- A la climatisation des salles informatique
- Au traitement de l'air des halls
- Au refroidissement spécifique de machines d'essais

Pour des raisons de sécurité de fonctionnement : les productions de froid destinées à ces diverses applications sont indépendantes

#### Documentation mise à disposition :

- Extraits du cahier des charges pages 2/13 et 3/13
- Formulaire et données numériques pages 7/13 et 8/13
- Documents réponse Tableau récapitulatif document réponse N°1  
Diagramme enthalpique du R 134a, document réponse N°2  
Diagramme de l'air humide, document réponse N°3

|  |   |                    |
|--|---|--------------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |   | Options : A.B.C.D. |
| Session 2002   | Durée : 4 heures  | Coef : 4           |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br>Fluides –Energies - Environnements : U2.1 | Page : 1 /13       |

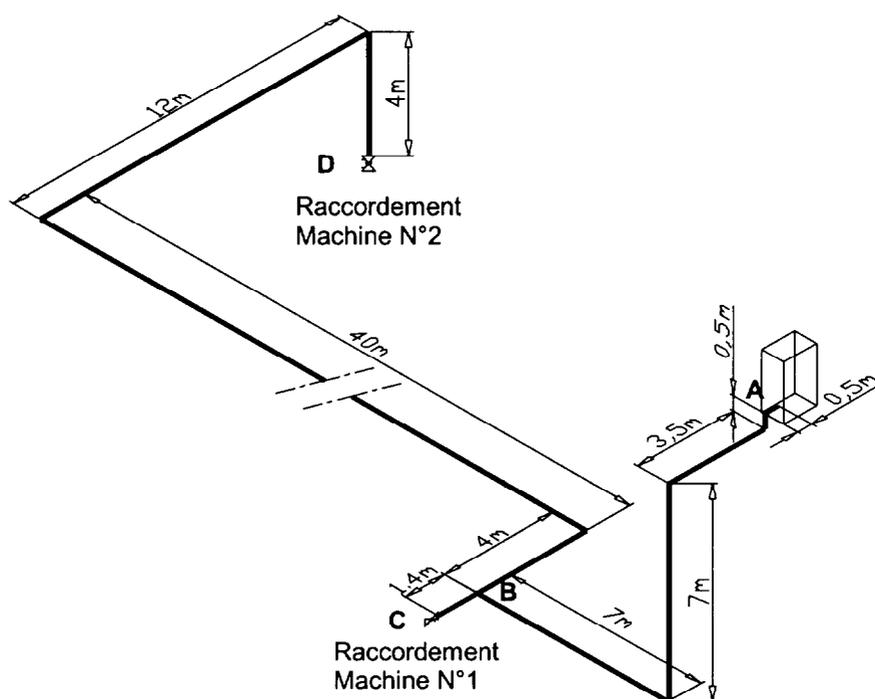
## Cahier des charges

### Réseau de refroidissement des machines du laboratoire

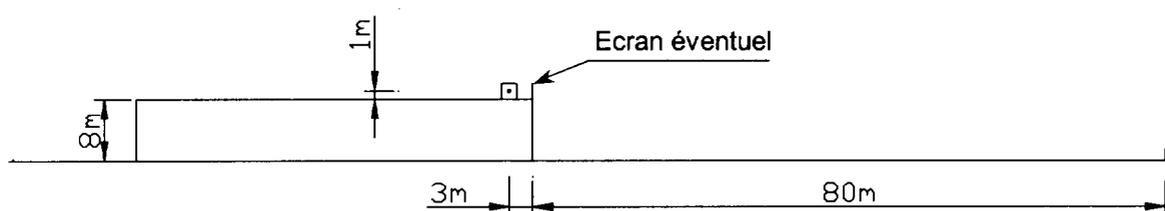
On prévoit de refroidir deux machines de mesures et essais dégageant chacune 45 kW. Ces machines comportent un circuit de refroidissement qui est alimenté en eau à 10 °C, avec un rejet à 17 °C.

Le schéma ci-dessous représente une vue isométrique du réseau, seule la conduite aller est dessinée, on considèrera que la conduite retour présente les mêmes caractéristiques. Une vanne de réglage est placée sur le retour à chaque raccordement de machine, l'aller est équipé d'une simple vanne de sectionnement.

- Les conduites sont dimensionnées pour une vitesse maximale de  $0,9 \text{ m.s}^{-1}$
- Le réseau sera pourvu d'un isolant de type mousse de caoutchouc d'une épaisseur de 20 mm.
- Même si l'isolant est localement détérioré : il ne devra pas se produire de condensation en surface des tubes.
- Pendant les périodes d'arrêt des machines une circulation d'eau de faible débit sera maintenue entre le groupe frigorifique et le point D afin de maintenir le réseau en température.



### Implantation des groupes frigorifiques



|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   | Coef : 4           |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1</b> | Page : 2 /13       |

## Production de froid pour la climatisation des locaux informatiques :

L'eau glacée est produite en régime 7 °C / 12 °C pour toutes les applications de climatisation.

La production de froid envisagée est réalisée par un groupe monobloc de production d'eau glacée à condensation par air.

- Puissance frigorifique utile : 65 kW
- Fluide frigorigène : R 134a
- Régime de fonctionnement :
  - Température d'évaporation + 2 °C
  - Température de condensation + 45 °C

La détente est assurée par un détendeur thermostatique

Les pertes de charge dans les échangeurs sont négligeables

## Traitement d'air :

Le traitement d'air des zones communes du bâtiment est assuré par l'intermédiaire d'une unité centrale de climatisation. Celle-ci doit réaliser, dans l'ordre, les fonctions suivantes :

- ✓ mélange d'air neuf / air repris par un caisson de mélange 3 voies équipées de registres
- ✓ filtration de l'air par filtre à poche d'efficacité gravimétrique de 85%
- ✓ refroidissement et déshumidification de l'air par batterie à eau glacée équipée et régulée en débit.
- ✓ chauffage d'air par batterie à eau chaude équipée et régulée en température.
- ✓ humidification par humidificateur à vapeur électrique autonome.

Elle comporte deux ventilateurs centrifuges simple ouïe d'aspiration (soufflage, reprise).

Elle doit assurer une ambiance constante en température et en hygrométrie, dans des locaux à charges sensiblement égales, situés dans la même zone du bâtiment.

### Conditions d'hiver

$\theta_{\text{intérieur}} = 19 \text{ °C}$  Hr = 50%

$\theta_{\text{extérieur}} = - 5 \text{ °C}$  Hr = 90%

$\theta_{\text{de soufflage}} = 35 \text{ °C}$  Hr = 20%

### Condition d'été

$\theta_{\text{intérieur}} = 25 \text{ °C}$  Hr = 50%

$\theta_{\text{extérieur}} = 35 \text{ °C}$  Hr = 40%

$\theta_{\text{de soufflage}} = 16 \text{ °C}$  Hr = 70%

Le taux minimal d'air neuf est de 20 %

|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 3 /13 |

## Travail demandé

### Partie n°1 Réseau de refroidissement des machines

Le client vous demande pour ce réseau, une étude comparative de deux matériaux : tubes en acier ou en C-PVC

On considère une ambiance à 25 °C, HR 50 % ( température humide = 17,8 °C température de rosée = 14 °C)

Vous évaluerez ensuite les contraintes acoustiques liées à l'installation des groupes frigorifiques en toiture du bâtiment.

#### 1.1. Etude comparative du C-PVC et de l'acier.

On étudiera seulement le tronçon BC (ou BD), alimentant une seule machine.

- 1.1.1. Déterminer le diamètre pour une conduite acier et pour une conduite C-PVC.
- 1.1.2. Déterminer la perte de charge linéique dans les deux cas. Comparer.
- 1.1.3. Déterminer la température de surface, pour les deux matériaux, d'une conduite non isolée parcourue par de l'eau à 10 °C
- 1.1.4. Déterminer pour chaque matériau, s'il y a risque de condensation en surface des tubes, comparer.

Le réseau est choisi en C-PVC, le dimensionnement du tronçon AB donne une section de 75 x 5,5 mm

#### 1.2. Evaluation des problèmes liés à l'arrêt des machines

- 1.2.1. Déterminer la puissance à délivrer pour maintenir le réseau (aller et retour) à une température de 10 °C lorsque les machines sont arrêtées.
- 1.2.2. Déterminer le débit minimal qui doit circuler dans le réseau pour que l'échauffement de l'eau entre le groupe de production d'eau glacée et la machine 2 soit inférieur à 0,5 K

#### 1.3. Evaluation des problèmes acoustiques rencontrés

- 1.3.1. Déterminer le niveau de pression acoustique en dB(A), en limite de propriété à 1 m du sol, du au fonctionnement de quatre groupes frigorifiques juxtaposés. (supposés identiques)  
La directivité sera prise égale à 2, calcul en champ libre.  
Un groupe frigorifique est considéré comme une source ponctuelle à 1 m au dessus de la toiture, et à 3 m du bord.
- 1.3.2. On se propose de placer un écran absorbant de 2 m de hauteur, conformément au schéma de la page 2: donner le nouveau niveau de pression acoustique en dB(A) en limite de propriété.

### Partie n°2 Etude d'un groupe d'eau glacée

#### 2.1. Fixer les valeurs des paramètres suivants en justifiant votre choix.

- surchauffe dans l'évaporateur
- sous refroidissement dans le condenseur
- variations de température dans les tuyauteries
- pertes de charges dans les tuyauteries

#### 2.2. Tracer le cycle de fonctionnement sur le diagramme enthalpique (document réponse N°2).

Hypothèse : la compression est isentropique.

#### 2.3. Compléter le tableau des caractéristiques physiques (document réponse N°1).

#### 2.4. Calculer le débit masse de fluide frigorigène en circulation.

#### 2.5. Calculer le débit masse et le débit volume d'eau circulant dans l'évaporateur.

|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 4 /13 |

## Partie n°3 Système de climatisation

L'analyse détaillée du schéma de principe de la climatisation permet la prise en compte de tous les éléments de l'installation et de leurs interfaces avec l'unité locale pour une gestion complète du fonctionnement de l'installation.

3.1. A partir du cahier des charges, réaliser le schéma de principe de l'installation :

- 3.1.1. Dessiner le schéma de principe du climatiseur avec ses différents constituants.
- 3.1.2. Positionner les différentes sondes permettant le type de régulation prescrit.
- 3.1.3. Positionner la sécurité hors gel sur cette centrale.

La connaissance des particularités de l'installation et son domaine d'utilisation conduit à mieux cerner ses modes de fonctionnements.

3.2. Sur un diagramme enthalpique de l'air humide, tracer les différentes évolutions de l'air dans le climatiseur ( document réponse N° 3 )

- 3.2.1. Pour des conditions hivernale ( demande de chaud ).
- 3.2.2. Pour des conditions d'été ( demande de froid ).

Remarques :

- 1) *Repérer sur le schéma de principe ( question n°1 ) et sur le diagramme , les entrées et sorties des constituants remarquables du traitement de l'air.*
- 2) *On notera que la batterie chaude peut être alimentée en été, si besoin, par le condenseur du groupe de production d'eau glacée.*
- 3) *On négligera les apports de chaleur dus aux ventilateur.*

3.3. A partir des réponses aux questions précédentes on peut définir les principes généraux des fonctionnalités de l'installation ( automatisme, régulation, contrôle ) qui seront assurés par l'unité centrale.

- 3.3.1. Tracer, sur un diagramme à deux axes ( % d'ouverture, températures ), les caractéristiques statiques de la logique de fonctionnement de la régulation du système.( vanne batterie chaude, volets d'air, vanne batterie froide).
- 3.3.2. Tracer sur un autre diagramme la logique de fonctionnement de l'humidificateur à vapeur.
- 3.3.3. Décrire le mode de fonctionnement de la sécurité hors gel.
- 3.3.4. Quelles détections des anomalies et quels traitements des événements préconiser sur ce climatiseur ?

|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Energies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 5 /13 |

## Partie n°4 Analyse d'eau et dimensionnement d'installation.

L'analyse de l'eau de ville alimentant le bâtiment est donnée dans le document joint (Annexe n°1) sous la forme d'un bulletin d'analyse.

La consommation moyenne générale du bâtiment en eau adoucie par jour est de  $5 \text{ m}^3$  d'eau.

Le traitement d'eau par un adoucisseur doit permettre de traiter le volume consommé journalier afin d'obtenir un TH en sortie du groupe d'adoucissement de  $5 \text{ }^\circ \text{f}$ .

4.1. Analyse du bulletin de relevé d'eau de ville :

4.1.1. Calculer les valeurs des titres de minéralisation suivant en degré Français [ $^\circ \text{f}$ ] :

Titre hydrotimétrique du Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Titre hydrotimétrique du Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

4.1.2. En déduire le Titre hydrotimétrique total de l'eau de ville en  $^\circ \text{f}$ .

4.2. Dimensionnement :

Dans cette question on considèrera la valeur du titre hydrotimétrique total de l'eau de ville alimentant le bâtiment égal à  $45 \text{ }^\circ \text{f}$ .

A l'aide d'un bilan, déterminer les différents volumes d'eau passant dans les circuits adoucisseur et bypass ( ou voie de cépage ).

Remarque :

*Les 4.1. et 4.2. sont indépendantes.*

|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Energies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 6 /13 |

## Données numériques

### Données numériques utiles pour l'étude du réseau de refroidissement des machines

Caractéristiques des tubes acier et des tubes C-PVC

|       | φ extérieur mm      | 21.3     | 26.9 | 33.7 | 42.4 | 48.3 | 60.3 | 76.1 | 88.9 | 101,6 |
|-------|---------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Acier | Épaisseur mm        | 2,3      | 2,3  | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 3,2  | 3,2  | 3,2  | 3,6   |
|       | Rugosité absolue mm | 0,045 mm |      |      |      |      |      |      |      |       |
|       | φ extérieur mm      | 20       | 25   | 32   | 40   | 50   | 63   | 75   | 90   | 110   |
| C-PVC | Épaisseur mm        | 2,3      | 2,8  | 3,6  | 3    | 3,7  | 4,7  | 5,5  | 6,6  | 8,1   |
|       | Rugosité absolue mm | 0,007 mm |      |      |      |      |      |      |      |       |

Conductivité thermique des différents matériaux utilisés :

| Acier  | C-PVC  | Isolant mousse de caoutchouc                      |
|--|--|---|
| $\lambda = 52 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ | $\lambda = 0,16 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ | $\lambda = 0,045 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ |

Coefficients d'échange thermique surfaciques :

|   |  |
|---|--|
| Coefficient d'échange interne eau-tube                          | $h_i = 2600 \text{ W.m}^{-2} .\text{K}^{-1}$ |
| Coefficient d'échange dans l'air autour du tube ou de l'isolant | $h_e = 15 \text{ W.m}^{-2} .\text{K}^{-1}$   |

Caractéristiques de l'eau entre 10 et 20 °C

| θ  | p <sub>vs</sub> | ρ     | h     | Cp    | μ                    | v                     | λ     |
|----|-----------------|-------|-------|-------|----------------------|-----------------------|-------|
| 10 | 1227            | 999.6 | 41,99 | 4.194 | $1304 \cdot 10^{-6}$ | $1.305 \cdot 10^{-6}$ | 0.587 |
| 20 | 2337            | 998.2 | 83.86 | 4.182 | $1002 \cdot 10^{-6}$ | $1.004 \cdot 10^{-6}$ | 0.603 |

Avec :

| Symbole         | grandeur   |
|-----------------|--|
| p <sub>vs</sub> | Pression de saturation en Pa   |
| ρ               | Masse volumique en kg . m <sup>-3</sup>  |
| h               | Enthalpie massique en kJ . kg <sup>-1</sup>                                    |
| Cp              | Capacité thermique à pression constante en kJ.kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> |
| μ               | Viscosité dynamique en Pa.s <sup>-1</sup>                                      |
| v               | Viscosité cinématique en m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>                       |
| λ               | Conductivité thermique en W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>                    |

### Caractéristiques acoustiques du groupe frigorifique :

Le constructeur donne le niveau de pression acoustique, mesuré en champ libre à 10 m, avec une directivité de 2.

|              |    |     |    |     |      |      |      |
|--------------|----|-----|----|-----|------|------|------|
| Fréquence Hz | 63 | 125 | 25 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Lp dB/oct    | 59 | 54  | 51 | 60  | 63   | 60   | 53   |

## Formulaire

### Mécanique des fluides :

Pertes de charge :  $j = \frac{\Lambda}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$  en Pa.m<sup>-1</sup>

avec v : vitesse du fluide, D diamètre intérieur de la conduite, Λ coefficient de pertes de charge

$$\Lambda = \left[ 2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,71 \cdot D} + \left( 3 - 0,1 \log \frac{\varepsilon}{D} \right) \frac{\log Re}{Re} \right) \right]^{-2} \text{ avec } Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

où ε est la rugosité absolue de la conduite, Re le nombre de Reynolds et log le logarithme décimal  
v la vitesse du fluide, ν la viscosité cinématique du fluide, D le diamètre intérieur de la conduite

|  |  |              |
|--|--|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies | Options : A.B.C.D.   |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1</b> | Page : 7 /13 |

**Thermique :**

Coefficient linéique de déperdition thermique d'un cylindre multicouches

$$K_l = \frac{\pi}{\frac{1}{h_i d_i} + \sum_j \frac{1}{2\lambda_j} \ln \frac{D_j}{d_j} + \frac{1}{h_e d_e}} \quad \text{en } W.m^{-1}.K^{-1}$$

où  $h_i$  et  $h_e$  sont les coefficients d'échanges superficiels respectivement intérieur et extérieur  
 $d_i$  et  $d_e$  sont les diamètres intérieur et extérieur de l'ensemble multicouche  
 $D_j$  et  $d_j$  sont le diamètre extérieur et intérieur de la couche numérotée  $j$ ,  $\lambda_j$  sa conductivité.

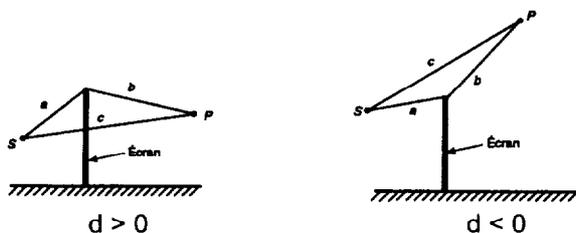
**Acoustique :**

Pondération A

|              |       |       |      |      |      |      |      |
|--------------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Fréquence Hz | 63    | 125   | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| dB/oct       | -26,2 | -16,1 | -8,6 | -3,2 | 0    | +1,2 | -1   |

Influence d'un écran

En fonction de  $d = a + b - c$



| $d$ en m | Fréquence médiane d'octave en Hz |     |     |     |       |       |       |
|----------|----------------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
|          | 63                               | 125 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 |
| - 0,7    | 0                                |     |     |     |       |       |       |
| - 0,5    | 1                                | 0   |     |     |       |       |       |
| - 0,3    | 2                                | 1   | 0   |     |       |       |       |
| - 0,2    | 2                                | 1   | 0   | 0   |       |       |       |
| - 0,1    | 4                                | 2   | 1   | 0   | 0     |       |       |
| - 0,05   | 4                                | 4   | 2   | 1   | 1     | 0     | 0     |
| 0        | 5                                | 5   | 5   | 5   | 5     | 5     | 5     |
| 0,05     | 6                                | 6   | 7   | 8   | 10    | 11    | 13    |
| 0,1      | 6                                | 7   | 8   | 10  | 11    | 14    | 17    |
| 0,2      | 7                                | 8   | 10  | 11  | 14    | 17    | 19    |
| 0,3      | 8                                | 9   | 10  | 13  | 16    | 19    | 21    |
| 0,4      | 8                                | 10  | 11  | 14  | 17    | 20    | 22    |
| 0,5      | 9                                | 10  | 12  | 15  | 18    | 21    | 23    |
| 0,8      | 10                               | 11  | 13  | 17  | 19    | 23    | 26    |
| 1,0      | 10                               | 12  | 15  | 18  | 21    | 24    | 27    |
| 1,5      | 11                               | 14  | 17  | 20  | 23    | 25    | 28    |
| 2        | 12                               | 15  | 18  | 21  | 24    | 27    | 29    |
| 3        | 14                               | 17  | 20  | 22  | 26    | 28    | 31    |
| 4        | 15                               | 18  | 21  | 23  | 27    | 31    | 33    |
| 5        | 16                               | 19  | 22  | 25  | 28    | 32    |       |
| 8        | 18                               | 21  | 23  | 27  | 30    | 33    |       |

**Traitements des eaux :**

- ✓ Titre hydrotimétrique total :  $TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$
- ✓ Titre hydrotimétrique calcique :  $TH_{Ca} = [Ca^{2+}]$
- ✓ Titre hydrotimétrique magnésien :  $TH_{Ca} = [Mg^{2+}]$

**Remarques :**

1 [°f] de  $Ca^{2+}$  correspond à 4 mg/l.  
 1 [°f] de  $Mg^{2+}$  correspond à 2.4 mg/l.

|  |   |                    |              |
|--|---|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |   | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures  |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | SCIENTIQUES et TECHNIQUES : E2<br>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1 |                    | Page : 8 /13 |

# Annexe N° 1

INSTITUT  
EUROPEEN DE  
L'ENVIRONNEMENT

Laboratoire d'hygiène et de sécurité

Marseille le 05/05/2001

## BULLETIN D'ANALYSE

N° d'analyse : E 458614 B  
Echantillon reçu le : 01/05/2001 à : 10 h 30

Eau du : 01/05/2001 à : 07 h 15

### Analyse chimique et bactériologique d'une eau.

#### Analyse chimique :

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| Examen physique :                    |               |
| Turbidité                            | 1.0 (N.T.U)   |
| Couleur                              | Incolore      |
| Odeur                                | Inodore       |
| Dépôt                                | Nul           |
| PH électrométrique                   | 7.03          |
| Résistivité à 20°C                   | 1351 (Ohm.Cm) |
| Degrés et Titres divers :            |               |
| Degrés hydrotimétrique total ( TH )  |               |
| Titre Alcalimétrique complet         |               |
| Minéralisation :                     |               |
| Carbonates en $\text{CO}_3^{3-}$     | Néant         |
| Bicarbonates en $\text{HCO}_3^{-}$   | 486.80 (Mg/l) |
| Chlorures en $\text{Cl}^{-}$         | 22.90 (Mg/l)  |
| Sulfates en $\text{SO}_4^{2-}$       | 32.00 (Mg/l)  |
| Calcium en $\text{Ca}^{2+}$          | 146.00 (Mg/l) |
| Magnésium en $\text{Mg}^{2+}$        | 9.80 (Mg/l)   |
| Fer total en Fe                      | 0.086 (Mg/l)  |
| Contrôle chimique de la pollution    |               |
| Indice de Permanganate               | 0.48 (Mg/l)   |
| Ammoniaque en $\text{NH}_4$          | Néant         |
| Nitrites en $\text{NO}_2$            | 0.03 (Mg/l)   |
| Nitrates en $\text{NO}_3$            | 4.14 (Mg/l)   |
| Phosphates en $\text{P}_2\text{O}_5$ | 0.19 (Mg/l)   |

#### Analyse bactériologique :

|  |         |
|--|---------|
| Bactéries Aérobie revivifiables à 37°C | 28 (MI) |
|--|---------|

|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |              |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4     |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Energies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 9 /13 |

**Annexe N° 2**  
**Fiche de validation des compétences**  
**Sous - Épreuve U.2.1**

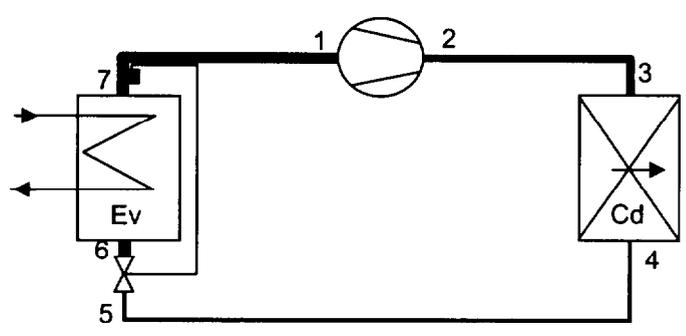
|   |           | U 2.1    |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |          |     |     |
|---|-----------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
|   |           | Partie 1 |     |     | Partie 2 |     |     |     |     | Partie 3 |     |     | Partie 4 |     |     |
| Compétences   | Questions | Options  | 1.1 | 1.2 | 1.3      | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5      | 3.1 | 3.2 | 3.3      | 4.1 | 4.2 |
| C1.14 Rechercher des caractéristiques techniques et dimensionnelles.                            |           | A.B.C.D  | X   | X   |          |     |     |     |     |          | X   | X   |          |     | X   |
| C1.21 Extraire du dossier les données et les informations nécessaires.                          |           | A.B.C.D  | X   | X   | X        | X   |     |     |     |          | X   | X   |          | X   |     |
| C2.12 Analyser des documents techniques.  |           | A.B.C.D  | X   | X   |          | X   | X   |     |     |          | X   | X   | X        |     |     |
| C2.22 Concevoir tout ou partie d'une installation.  |           | A.B.C.D  |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |          |     |     |
| C2.23 Etablir la logique de fonctionnement d'une installation.                                  |           | A.B.C.D  |     |     |          |     |     |     |     |          |     | X   | X        |     |     |
| C2.25 Concevoir le cahier des charges des réseaux électriques et de la régulation.              |           | A.B.C.D  |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     | X        |     |     |
| C2.32.Calculer les caractéristiques fluidiques et énergétiques des éléments d'une installation. |           | A.B.C.D  |     | X   | X        |     |     | X   | X   | X        |     | X   |          |     |     |
| C2.33 Dimensionner les éléments et les réseaux fluidiques.                                      |           | A.B.C.D  | X   |     |          |     |     |     | X   | X        |     |     | X        |     |     |
| C3.22 Dessiner les schémas de principe.   |           | A.B.C.D  |     |     |          |     |     |     |     |          | X   |     |          |     |     |

|  |  |                    |               |
|--|--|--------------------|---------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |  | Options : A.B.C.D. |               |
| Session 2002   | Durée : 4 heures   |                    | Coef : 4      |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br><b>Fluides –Energies - Environnements : U2.1</b> |                    | Page : 10 /13 |

Examen ou concours : ..... Série : .....  
 Spécialité/option : .....  
 Repère de l'épreuve : .....  
 Épreuve//sous-épreuve : .....  
 (Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

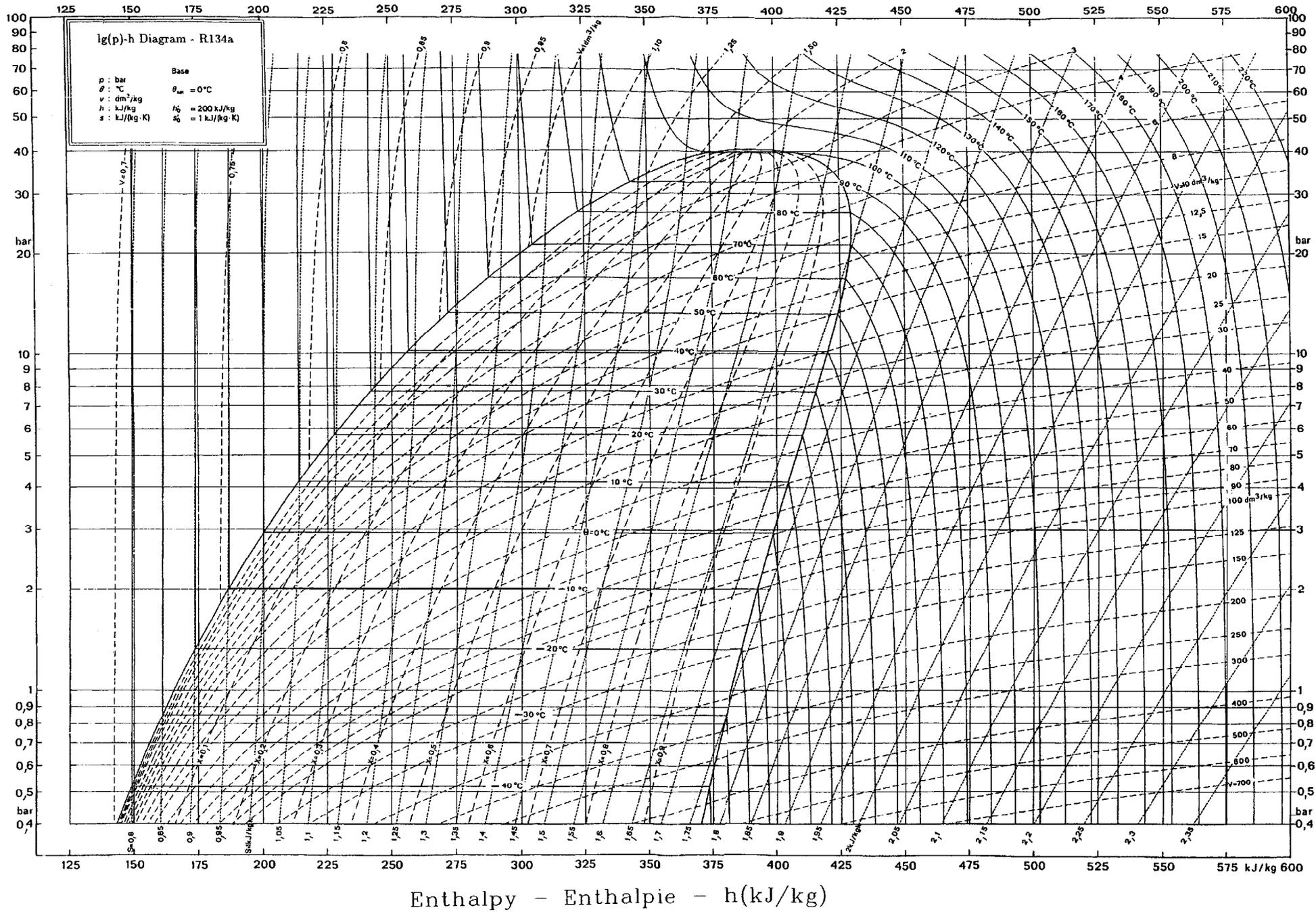
Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

### Document réponse N°1



| Points | Pression [bars] | Température [°C] | Enthalpie [kJ/kg] | Volume massique [m <sup>3</sup> /kg] |
|--------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1      |                 |                  |                   |                                      |
| 2      |                 |                  |                   |                                      |
| 3      |                 |                  |                   |                                      |
| 4      |                 |                  |                   |                                      |
| 5      |                 |                  |                   |                                      |
| 6      |                 |                  |                   |                                      |
| 7      |                 |                  |                   |                                      |

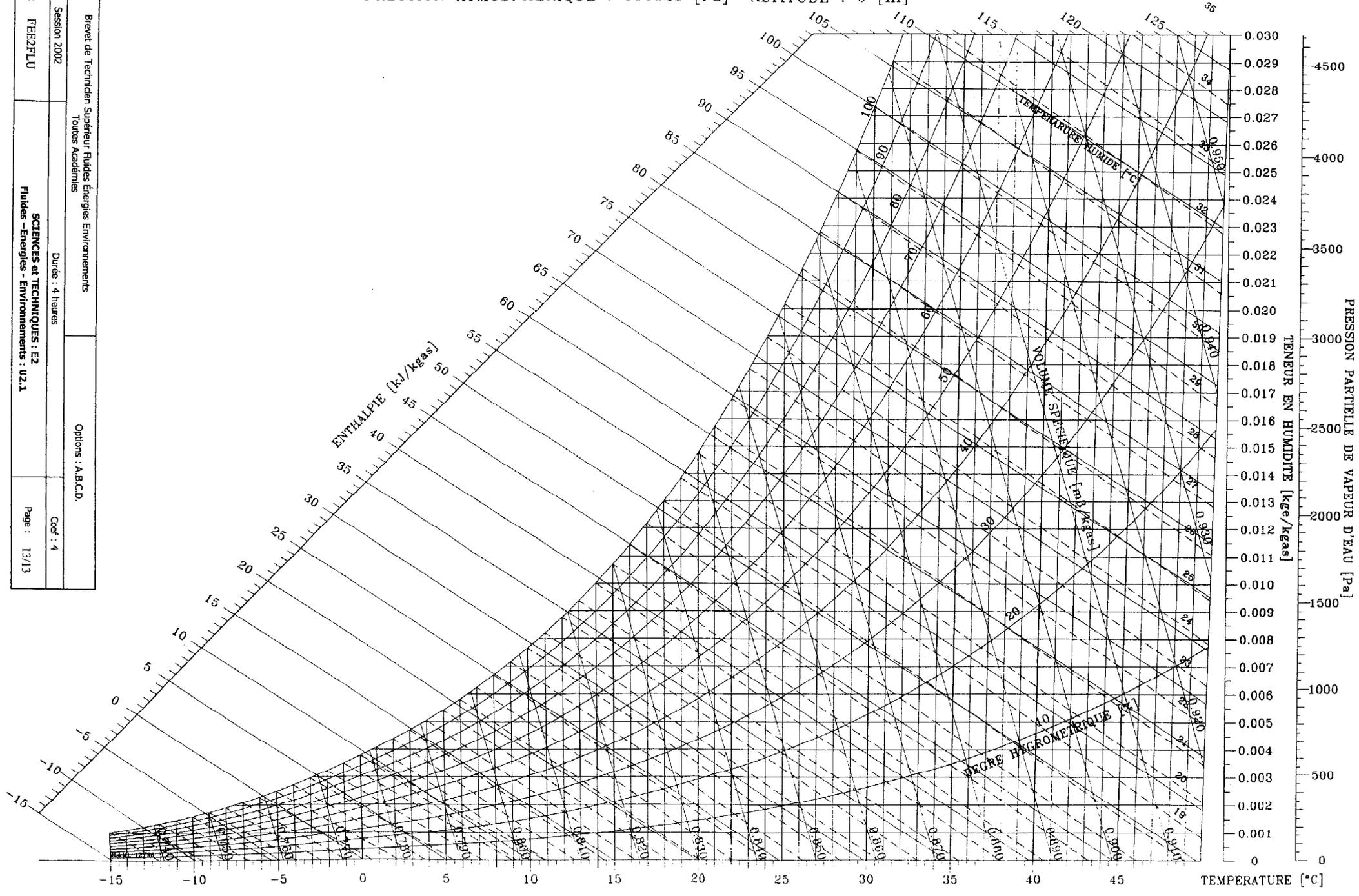
|  |   |                    |               |
|--|---|--------------------|---------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements<br>Toutes Académies |   | Options : A.B.C.D. |               |
| Session 2002   | Durée : 4 heures  |                    | Coef : 4      |
| Code : FEE2FLU   | <b>SCIENCES et TECHNIQUES : E2</b><br>Fluides –Énergies - Environnements : U2.1 |                    | Page : 11 /13 |



-Tetrafluoroethane - (CF<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub>F) - R134a

# DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE : 101325 [Pa] ALTITUDE : 0 [m]



|  |  |                    |              |
|--|--|--------------------|--------------|
| Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements |  | Options : A,B,C,D. |              |
| Session 2002   |  | Durée : 4 heures   |              |
| Toutes Académies   |  | Coef : 4           |              |
| Code : FEB2RLU   | SCIENTIFICS et TECHNIQUES : E2             |                    | Page : 13/13 |
|  | Fluides - Énergies - Environnements : U2.1 |                    |              |