

SESSION 2009

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

Section : GÉNIE CIVIL
Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES - ÉNERGIE

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Durée : 6 heures

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

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

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

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

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

Tournez la page S.V.P.

Les problèmes suivants concernant l'étude d'un centre documentaire sont indépendants les uns des autres et peuvent être résolus séparément :

PARTIE I - TRAITEMENT D'AIR

PARTIE II - BILAN THERMIQUE D'UNE SALLE DE LECTURE SOUS TOITURE TERRASSE

PARTIE III - ÉTUDE DES ARMOIRES DE CLIMATISATION DES MAGASINS

PARTIE IV - ÉTUDE THERMIQUE ET HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ECS

PARTIE V - ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE CHALEUR

Pour mener à bien cette étude, les documents suivants sont fournis en complément :

- **1 formulaire** rappelant les équations utiles.
- **3 diagrammes de l'air humide.**
- **1 Diagramme enthalpique** du R22.
- **1 Diagramme de Moody.**

PRESENTATION DE L'ETUDE : UN CENTRE DOCUMENTAIRE

La présente étude s'intéresse à un bâtiment intégrant un centre de documentation et d'archivage. En plus des zones d'occupation courantes (salles de lecture, etc.), certaines zones doivent être conditionnées de façon spécifique.

L'installation doit permettre le chauffage, le rafraîchissement ainsi que le renouvellement en air hygiénique des locaux. En solution de base certains lots seront traités par des aérothermes, en option une solution de plafond chauffant/rafraîchissant est envisagée.

Partie I - Traitement d'air

Les conditions extérieures de dimensionnement sont les suivantes :

- Conditions été : 30 °C, 40 % HR
- Conditions hiver : -5°C, 90 % HR

I.1 CLIMATISATION ETE DE LA GRANDE SALLE DE LECTURE

L'air de la grande salle de lecture (local de grand volume avec de larges parties vitrées et un niveau sonore requis faible) est conditionné par plusieurs centrales de traitement d'air.

Centrales à débit fixe avec :

- ventilateur de reprise
- section de mélange
- batterie de préchauffage
- batterie froide humide (alimenté en eau glacée régime 3°C/8°C)
- humidificateur vapeur
- batterie chaude
- ventilateur de soufflage.

La diffusion de l'air dans le local est assurée par des « fontaines d'air », garantissant un faible niveau de bruit. Du fait de ce mode de diffusion, l'écart de soufflage doit être forcément faible.

On souhaite déterminer les caractéristiques des éléments intervenant dans le traitement « été »

Données :

- Diagramme de l'air humide.
- Conditions intérieures à maintenir en été : 21°C, 50 % HR .
- Charges à considérer par centrale :
 - charges enthalpiques totales : $H = 105 \text{ kW}$
 - charges hydriques totales : $M = 54 \text{ kg}_{\text{eau}} \cdot \text{h}^{-1}$
- à pleine occupation, on recycle au maximum 25 % de l'air repris.
- L'écart de soufflage maximum aux diffuseurs est de 5 [K], i.e. $|\theta_s - \theta_{\text{int}}| \leq 5[\text{K}]$.

Questions:

- Déterminer, à partir des relations précédentes, les conditions de soufflage r_s et θ_s
- Calculer le débit massique d'air soufflé [$\text{kg}_{\text{air}} \cdot \text{sec}^{-1}$]
- Tracer sur le diagramme de l'air humide, l'évolution été de l'air
- Déterminer les puissances des batteries froide et chaude ainsi que l'efficacité nécessaire de la batterie froide

I.2 TRAITEMENT DE L'AIR NEUF – CAS HIVER DES MAGASINS AUDIOVISUELS

Les magasins, locaux de stockage des livres et documents audiovisuels, nécessitent des conditions rigoureuses de température et d'hygrométrie afin d'éviter notamment la propagation des moisissures et champignons.

Des centrales d'air neuf assurent la production d'air neuf hygiénique nécessaire pour le personnel et la conservation des œuvres.

On souhaite déterminer les caractéristiques des éléments intervenant dans le traitement hiver des magasins « audiovisuels »

Centrales à débit fixe ($3600 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ aux conditions de soufflage) avec :

- batterie de préchauffage de puissance 15[kW]
- 2 batteries froides humides
- batterie chaude
- humidificateur vapeur
- ventilateur de soufflage.

Données :

- Diagramme de l'air humide
- Conditions de soufflage à maintenir en permanence : 18°C , 40 %

Questions :

- a) Déterminer la température en sortie de la batterie de préchauffage
- b) Tracer l'évolution hiver de l'air dans une CTA air neuf
- c) Déterminer la puissance de la batterie chaude [kW]
- d) Déterminer le débit horaire de vapeur de l'humidificateur vapeur [$\text{kg}_{\text{eau}} \cdot \text{h}^{-1}$]

Partie II - Bilan thermique d'une salle de lecture sous toiture terrasse

Données :

En conditions d'été la salle de lecture considérée (sous toiture terrasse, cf. Figure 1, longueur 15[m], largeur 5[m] et hauteur sous plafond 3[m]) est maintenue à $\theta_{int} = 25^\circ\text{C}$ et $HR_{int} = 50\%$ par un plafond rafraîchissant. Seules 2 parois sont en contact avec l'extérieur : la partie en façade entièrement vitrée (15x3[m²]) et le plancher haut (15x 5[m²]). Les ponts thermiques seront négligés.

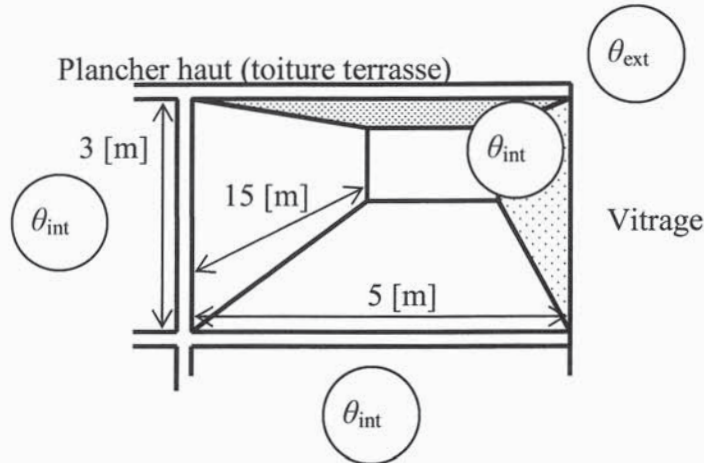


Figure 1 – Schématisation du local étudié

- Conditions de base été : $\theta_{ext} = 30^\circ\text{C}$ et $HR_{ext} = 40\%$
- l'air est soufflé aux conditions du local $\theta_{air} = \theta_{int}$ (air neutre) avec un débit Q_v .
- le plafond froid absorbe :
 - Les charges internes du local P_{int} [W] (échange surfacique avec l'ambiance intérieure à θ_{int}).
 - La chaleur extérieure transmise par conduction dans la dalle et notée P_{ext} [W].

La puissance totale est donc $P = P_{int} + P_{ext}$

- Les apports solaires par la baie vitrée (protégée) à l'intérieur et transmis à l'intérieur du local sont $E_{solaire} / S_{vitre} = 50$ [W/m² de vitrage], avec S_{vitre} [m²] la surface de vitrage.
- La baie vitrée est constituée d'un double vitrage $U_w = 2,1$ [W/m²K].
- La salle est occupée par 10 occupants, la chaleur sensible par occupant étant supposée égale à $\Phi_{occ} = 100$ [W/occupant].
- Le matériel informatique constitue un apport interne $\Phi_{mat} = 1\,500$ [W].

Questions :

- a) Écrire le bilan thermique de la salle de lecture en vous aidant de la figure suivante (Figure 2) et en déduire la puissance absorbée à l'intérieur du local P_{int} [W].

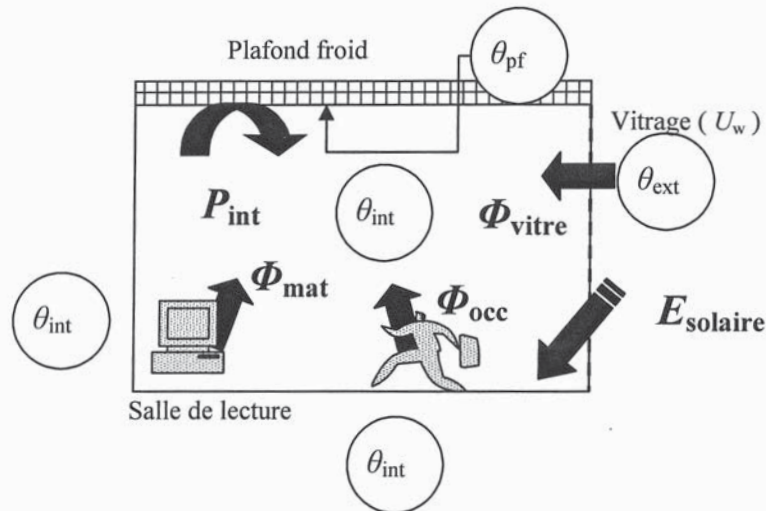


Figure 2 – Schématisation des flux de chaleur sensible dans la salle de lecture en condition d'été

- b) Écrire la formule de calcul de P_{int} [W] en fonction de θ_{pf} [°C], à partir de l'expression donnée dans le formulaire (échange de surface avec l'ambiance).

Puis calculer la valeur de θ_{pf} [°C].

- c) En vous aidant du diagramme de l'air humide fourni, justifier s'il y a risque de condensation sur la surface du plafond.
- d) Sous l'effet de l'ensoleillement, la température de surface extérieure de la toiture s'établit à $\theta_{\text{toit}} = 60$ [°C].

Quelle sera alors le flux de chaleur absorbé P_{ext} [W] par conduction dans le plancher haut vers le système de plafond rafraîchissant ?

On donne la constitution de la toiture terrasse :

- $e_{\text{béton}} = 20$ [cm] de béton armé ($\lambda_{\text{béton}} = 2,3$ [W/mK]),
 - $e_{\text{isolant}} = 15$ [cm] d'isolant ($\lambda_{\text{isolant}} = 0,042$ [W/mK])
 - 6 [cm] de terre végétale ($R_{\text{terre}} = 0,26$ [m²K/W]).
- e) En déduire la puissance totale P du plafond rafraîchissant. Comment pourrait-on traiter la toiture terrasse pour limiter la température de surface extérieure ?

Partie III - Étude des armoires de climatisation des magasins

Les consignes de température dans les magasins sont maintenues à l'aide d'armoires de climatisation à condenseurs à eau.

Données

Caractéristiques d'une armoire de climatisation pour une température de sortie d'eau égale à 25 °C :

- Conditions de soufflage à maintenir en permanence : 18 [°C], 40 %
- Diagramme enthalpique du fluide utilisé (R22)
- Puissance frigorifique : $P_f = 16,7$ [kW]
- Puissance absorbée au compresseur : 3,5 [kW]
- Écart entre températures (entrée air–température évaporation) : 18 [K]
- Écart entre températures (condensation–température sortie eau) : 5 [K]
- On considère :
 - surchauffe au bulbe du détendeur : 5 [K]
 - surchauffe à l'aspiration du compresseur : 8 [K]
 - sous-refroidissement total ligne liquide : 5 [K]

Questions

- a) Tracer sur le diagramme enthalpique du R22 le cycle frigorifique en supposant que la compression est adiabatique et réversible.
- b) Calculer le débit massique de fluide frigorigène nécessaire [kg .s⁻¹]
- c) Calculer la puissance théorique absorbée par le fluide frigorigène lors de la compression
- d) Calculer le rendement global du compresseur et le coefficient d'efficacité frigorifique de l'armoire de climatisation.

Partie IV - Étude thermique et hydraulique du réseau d'ECS

Données

- Caractéristiques thermo-physiques de l'eau :

ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	C_p [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	μ [Pa.s]	α [K ⁻¹]
983,2	0,651	4183	$0,47.10^{-3}$	$0,523.10^{-3}$

IV.2 ÉTUDE DE LA PRODUCTION ET DU RESEAU D'ECS

Données :

Soit le schéma de principe du réseau ouvert d'ECS sur la Figure 4.

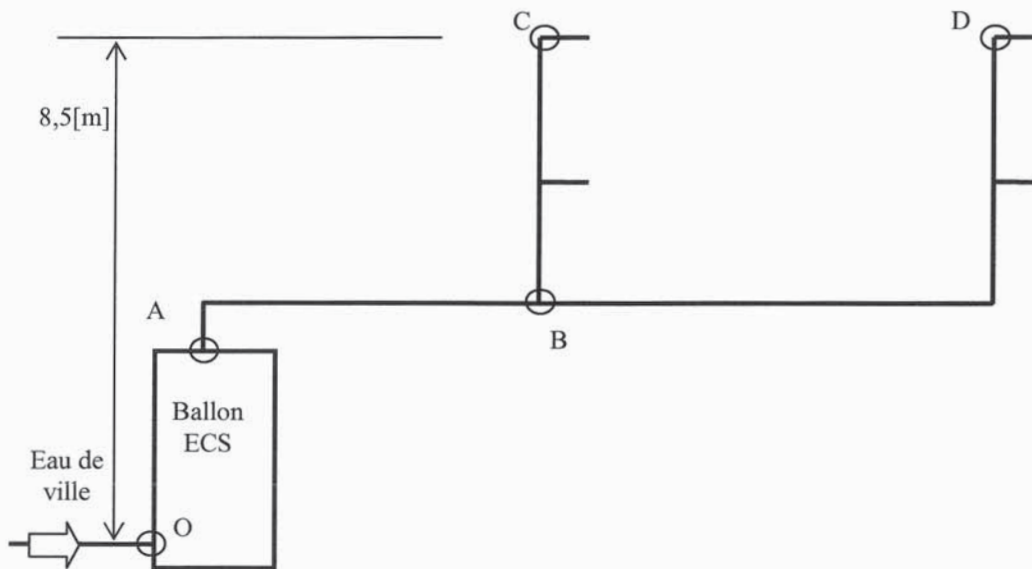


Figure 3 – Schéma de principe du réseau d'ECS

- Le réseau simplifié est considéré avec 4 points de puisage sur 2 colonnes montantes.
- La consommation quotidienne d'ECS à 38[°C] est de 120[l/h] en moyenne entre 8h et 18h30.
- La production d'ECS (à $\theta_{ECS} = 60[°C]$) par accumulation est assurée entre 22h et 6h.
- L'EFS du réseau public d'eau de ville est à une température $\theta_{EFS} = 10[°C]$ et une pression $p_O = 2,8[\text{bar}]$.

Questions :

- Déterminer le volume du ballon d'ECS ainsi que la puissance moyenne pour produire cette ECS.
- Définir le point de puisage le plus défavorisé et écrire la relation de Bernoulli généralisée sur ce circuit ouvert. Donner de façon analytique la pression résiduelle en ce point en fonction de la pression disponible au réseau.
- Application : la pression résiduelle requise étant de $p_{\text{puis}} = 1[\text{bar}]$ au point de puisage, la pression disponible est-elle suffisante ?

Dans quel cas faut-il prévoir un surpresseur ?

IV.3 ÉTUDE HYDRAULIQUE DU BOUCLAGE ECS

Données :

On étudie maintenant le bouclage du réseau d'ECS (cf. Figure 4) pour son maintien en température, sans puisage.

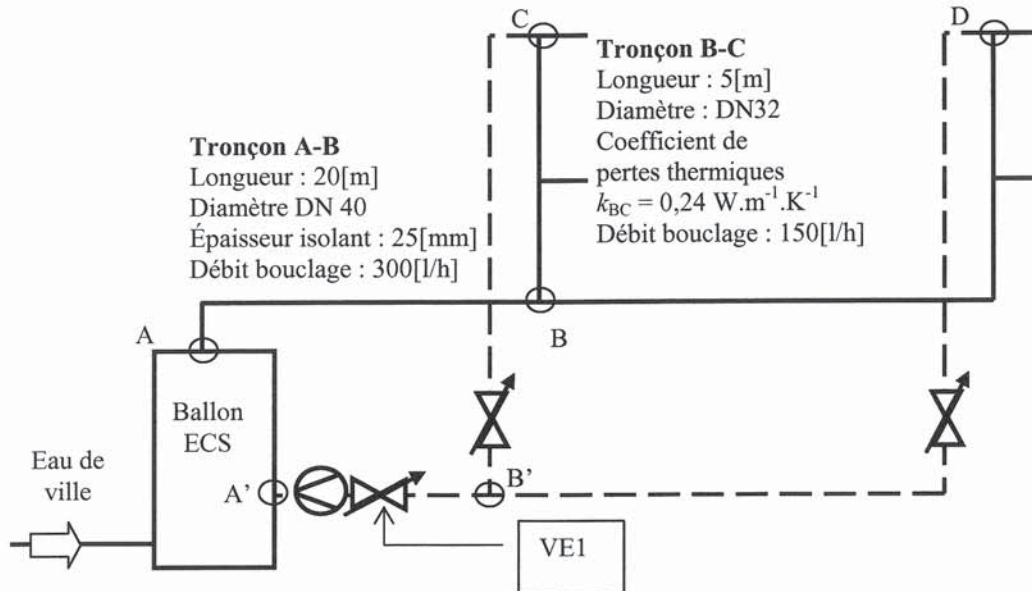


Figure 4 - Schéma de principe de l'alimentation de 2 colonnes montantes en C-PVC

Dimensions des tubes C-PVC		
DN	Diamètre intérieur [mm]	Diamètre extérieur [mm]
32	31	40
40	38,8	50

- Diagramme universel de Colebrook
- Pertes de charge totales du tronçon BDB' (colonne défavorisée) : $J_{BDB'} = 1[\text{mCE}]$
- Pertes de charge totale des tronçons AB+B'A' $J_{ABB'A'} = 0,4[\text{mCE}]$
- Pertes de charge de la production d'ECS négligeable
- Pertes de charges singulières estimées à 15 % des pertes de charges linéaires
- rugosité absolue des tubes en matières plastiques $\varepsilon = 0,002[\text{mm}]$

Questions

Les distributions d'eau chaude sanitaire (salle de sport du personnel, sanitaires, cuisines, etc.) sont bouclées.

On souhaite vérifier le respect de la réglementation thermique en ce qui concerne l'isolation thermique d'une boucle ainsi que le respect des prescriptions concernant la lutte contre le développement des légionnelles, notamment par rapport au régime d'écoulement et la température au point défavorisé.

- Vérifier que le régime est turbulent dans le tronçon BC ($Re > 2300$).
- Déterminer les pertes de charges linéaires puis totales du tronçon BC.

- c) Déterminer le point de fonctionnement **théorique** du circulateur à mettre en place, en considérant les tronçons BCB' et BDB' équilibrés entre eux.
- d) Déterminer la perte de charge de la vanne d'équilibrage VE1 si le circulateur choisi délivre une hauteur manométrique égale à 2[mCE] pour le débit de 300[l/h].
- e) En déduire le coefficient de vanne Kv

IV.4 ÉTUDE THERMIQUE DU BOUCLAGE D'ECS

Données :

- Température de départ ECS : $\theta_0 = 60 \text{ °C}$
- Température minimum en sommet de colonne : 55 °C
- Température de l'air ambiant : $\theta_a = 18 \text{ °C}$
- Conductivité thermique des matériaux :
 - C-PVC : $\lambda_{\text{C-PVC}} = 0,14 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
 - Laine de verre : $\lambda_{\text{ldv}} = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Coefficient d'échange extérieur : $h_e = 10 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- Valeur « garde-fou » du coefficient de déperdition linéique
 $k_{\text{garde-fou}} = 0,39 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ (réglementation thermique)
- Hypothèse : la paroi interne du tube est à la température de l'ECS

Questions :

Pour le tronçon A-B uniquement :

- a) Calculer la résistance thermique totale pour 1 [m] de tube isolé [m.K.W^{-1}]
- b) En déduire la valeur du coefficient de déperdition linéique k_{AB} [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$] et conclure quant au respect de la réglementation thermique.

Pour la suite, vous considèrerez la valeur « garde-fou » pour k_{AB}

Pour le tronçon A-C :

- c) Calculer les températures aux points B et C et vérifier qu'elle corresponde à l'exigence.

Partie V - Étude de la production de chaleur

La fourniture d'eau chaude pour les services annexes est assurée par deux chaudières gaz régulées en cascade.

Données :

Chaque chaudière, d'une puissance unitaire utile de **280 kW** est alimentée par un gaz dont les caractéristiques de combustion stœchiométriques sont les suivantes :

Pouvoir comburivore théorique	V_a [$m^3(n) \cdot m^{-3}(n)_{gaz}$]	9,7
Pouvoir fumigène sec théorique	Vf_0 [$m^3(n) \cdot m^{-3}(n)_{gaz}$]	8,7
Pouvoir fumigène humide théorique	$V'f_0$ [$m^3(n) \cdot m^{-3}(n)_{gaz}$]	10,7
taux de CO₂ maximum (/fumées sèches)	$\gamma_{CO_2^0}$ [%]	11,8

- Pouvoir calorifique inférieure : $PCI = 10,1$ [$kWh \cdot m^{-3}(n)_{gaz}$]
- Capacité calorifique volumique des fumées : $C_f = 0,385$ [$Wh \cdot m^{-3}(n) \cdot K^{-1}$]
- L'analyse des fumées sur une chaudière en fonctionnement a donné :
 - Teneur en CO₂ (/fumées sèches) : $\gamma_{CO_2} = 9,5$ %
 - Température des fumées : $\theta_f = 170$ [°C]
- Mesure en chaufferie :
 - Température de l'air ambiant : $\theta_a = 18$ [°C]
 - Pression atmosphérique considérée normale
- Mesure alimentation gaz :

Consommation horaire d'une chaudière en marche continue : $q_{vNgaz} = 30,3$ [$m^3(n) \cdot h^{-1}$].

Questions :

- a) **Déterminer** en pourcentage l'excès d'air réglé e [%] et en déduire les débits volumiques de fumées humides dans les conditions normale q_{vfn} [$m^3(n) \cdot h^{-1}$] et réelle q_{vf} [$m^3 \cdot h^{-1}$].
- b) **Déterminer** les pertes sensibles par les fumées P_f [kW]
- c) **Déterminer** le rendement global d'une chaudière en marche continue et en déduire la valeur en % des pertes thermiques autres que celles par les fumées.
- d) **Calculer** la masse annuelle de CO₂ m_{CO_2} [kg] dégagée par une chaudière si la durée de fonctionnement annuelle du brûleur est comptabilisée à 2300 h.

FORMULAIRE

CLIMATISATION

$$H = q_{\text{mas}} (h_{\text{int}} - h_s)$$

$$j = \frac{h_{\text{int}} - h_s}{r_{\text{int}} - r_s} = \frac{H}{M}$$

h : enthalpie [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{air sec}}$], r : teneur en humidité [$\text{kg}_{\text{eau}} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{air sec}}$],

θ : température [$^{\circ}\text{C}$], j : rapport caractéristique de soufflage [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{eau}}$]

indice s : soufflage ; indice int : local (intérieur).

THERMIQUE




Échange de chaleur à la surface d'une paroi au contact d'une ambiance

Le flux de chaleur sensible Φ [W] absorbé par rayonnement-convection en surface d'une paroi de surface S [m^2], à température θ_s [$^{\circ}\text{C}$] et au contact d'une ambiance à la température θ [$^{\circ}\text{C}$], s'exprime par la formule :

$$\Phi = \frac{1}{R_s} \cdot S (\theta - \theta_s) \text{ [W]}$$

Avec R_s la résistance thermique de surface en [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

Valeurs de R_{si} (intérieur) et R_{se} (extérieur)

Sens de la paroi *	Sens du flux	R_{si}	R_{se} **	$R_{\text{si}} + R_{\text{se}}$
Verticale		0,13	0,04	0,17
Horizontale		0,10	0,04	0,14
		0,17	0,04	0,21

* Paroi donnant sur : l'extérieur, un passage ouvert ou un local ouvert. Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieure à $0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Ce qui peut être le cas d'une circulation à l'air libre pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

** Si la paroi donne sur un local non chauffé, un comble, un vide sanitaire, R_{si} s'applique des 2 cotés.

Résistance thermique radio-convective

(Coefficient d'échange h et surface d'échange S) :

$$R_{thrc} = \frac{1}{hS} \text{ [K.W}^{-1}\text{]}$$

Résistance thermique de conduction dans un tube

Diamètre intérieur D_i [m], diamètre extérieur D_e [m], conductivité λ [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$] longueur L [m]

$$R_{thc} = \frac{\ln\left(\frac{D_e}{D_i}\right)}{2\pi\lambda L} \text{ [K.W}^{-1}\text{]}$$

ln : logarithme népérien

Loi d'évolution de la température d'un fluide s'écoulant dans une canalisation :

$$\frac{\theta - \theta_a}{\theta_0 - \theta_a} = \exp\left(-\frac{kL}{q_m c_p}\right)$$

Avec θ [$^{\circ}\text{C}$] : température du fluide au bout de la longueur L [m]

θ_0 [$^{\circ}\text{C}$] : température du fluide l'entrée de la canalisation

θ_a [$^{\circ}\text{C}$] : température ambiante

k [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$] : coefficient de déperditions linéique

q_m [kg.s^{-1}] : débit massique

c_p [$\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$] : capacité calorifique

MÉCANIQUE DES FLUIDES

- **On note :** Λ [sans unité] (coefficient de pertes de charges linéaires), ρ [kg/m^3] (masse volumique), u [m/s] (vitesse du fluide), D [m] (diamètre intérieur), μ [Pa.s] (viscosité dynamique).

- **Pertes de charges linéiques :** j [Pa.m^{-1}]

$$j = \frac{\Lambda}{D} \cdot \rho \frac{u^2}{2} \text{ [Pa.m}^{-1}\text{]}$$

- **Nombre de Reynolds :** $Re = \frac{\rho \cdot u \cdot D}{\mu}$ [sans unité]

- **Charge hydraulique en un point A notée H_A**

$$H_A = \frac{1}{2g} u_A^2 + \frac{p_A}{\rho g} + z_A \text{ en [mCE]}$$

Avec p_A [Pa] la pression statique en A, $g = 9,81[\text{m.s}^{-2}]$ l'accélération de pesanteur et z_A l'altitude du point considéré.

- **Relation de Bernoulli entre un point A et un point B le long d'une ligne de courant :**

$$H_B - H_A = \frac{j_{AB} L_{AB}}{\rho g} \text{ [mCE]} \text{ avec } L_{AB} \text{ [m]} \text{ la distance entre A et B.}$$

- **Coefficient de vanne**

$$K_V = \frac{\text{débit [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}}{\sqrt{\text{pertes de charge [bar]}}} \text{ en [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$$

COMBUSTION

- Conditions Normales de Température et de Pression :

$$\theta_{\text{CNTP}} = 0 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ et } p_{\text{CNTP}} = 101\,325 \text{ [Pa]}$$

- Hypothèse des gaz parfaits : $pV / T = \text{constante}$
avec p [Pa] pression absolue, V [m³] volume et T [K] température absolue.
- Volume molaire normal : $V_{\text{CNTP}} = 0,0224 \text{ m}^3(\text{n}).\text{mol}^{-1}$
- Masses molaires :

Espèce chimique	M [g.mol⁻¹]
Dioxygène O ₂	32
Carbone C	12

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

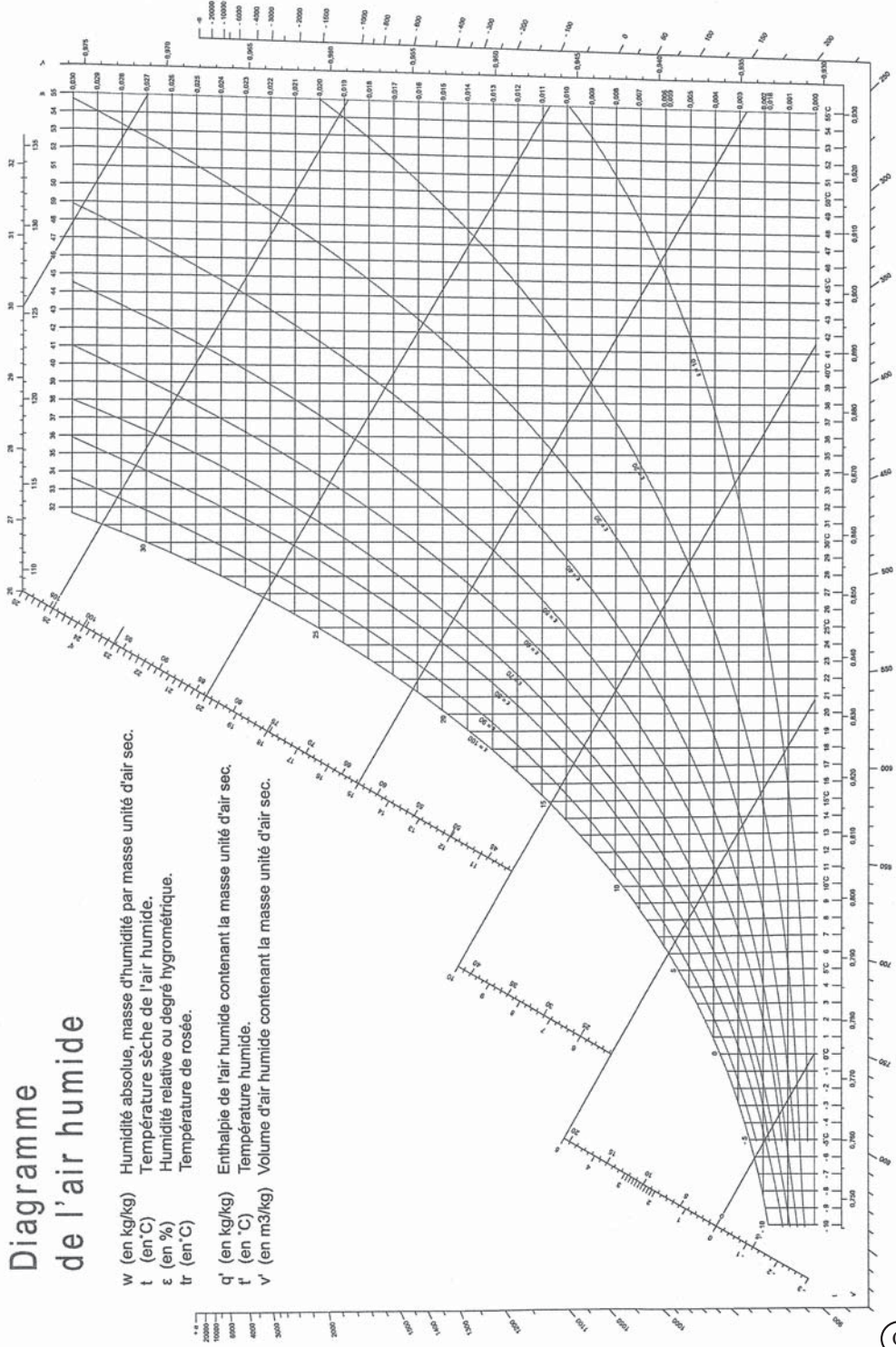
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GCE 1

Diagramme de l'air humide

w (en kg/kg) Humidité absolue, masse d'humidité par masse unité d'air sec.
 t (en °C) Température sèche de l'air humide.
 ε (en %) Humidité relative ou degré hygrométrique.
 tr (en °C) Température de rosée.

q' (en kg/kg) Enthalpie de l'air humide contenant la masse unité d'air sec.
 t' (en °C) Température humide.
 v' (en m3/kg) Volume d'air humide contenant la masse unité d'air sec.



(C)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

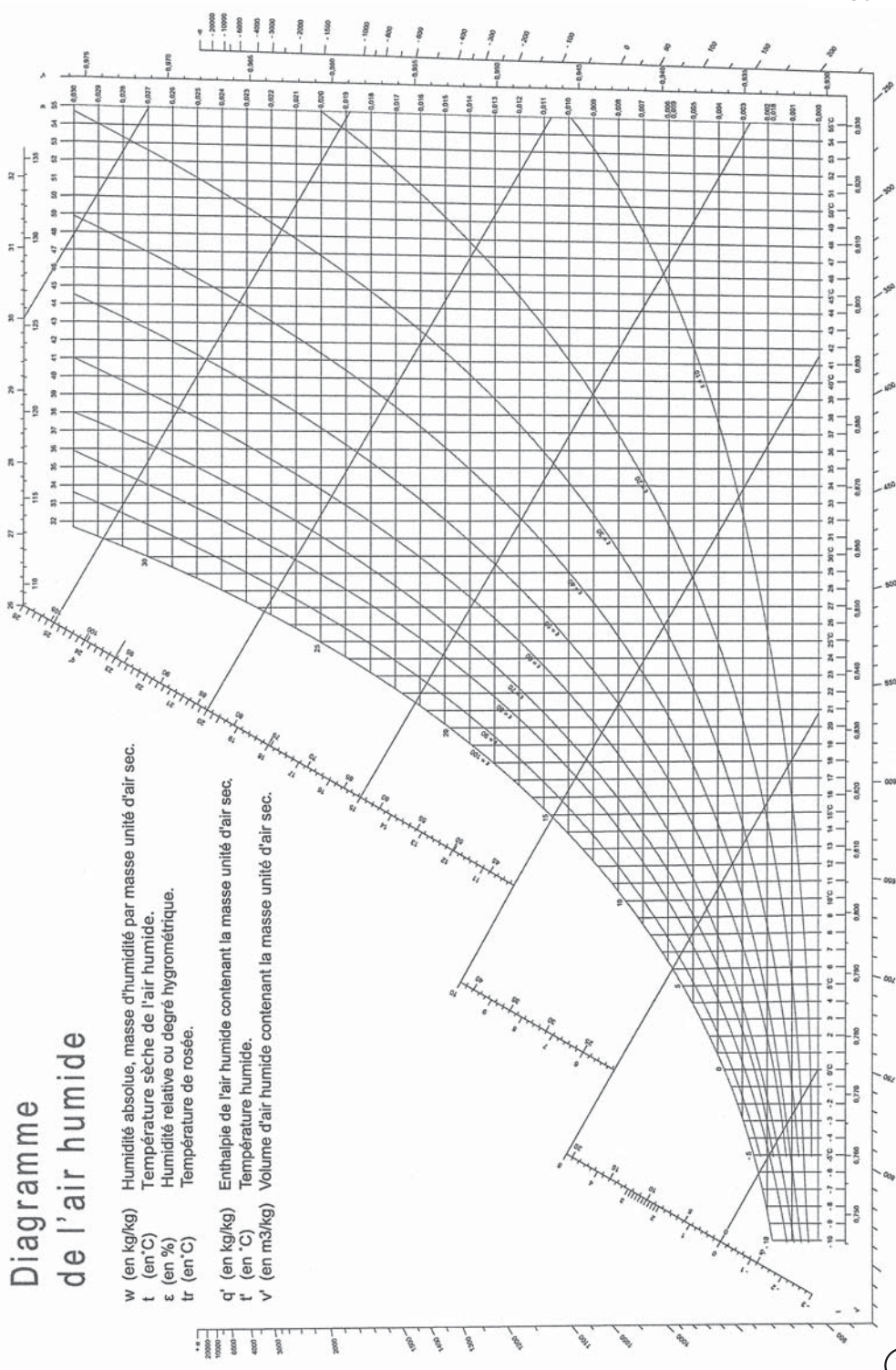
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GCE 1



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

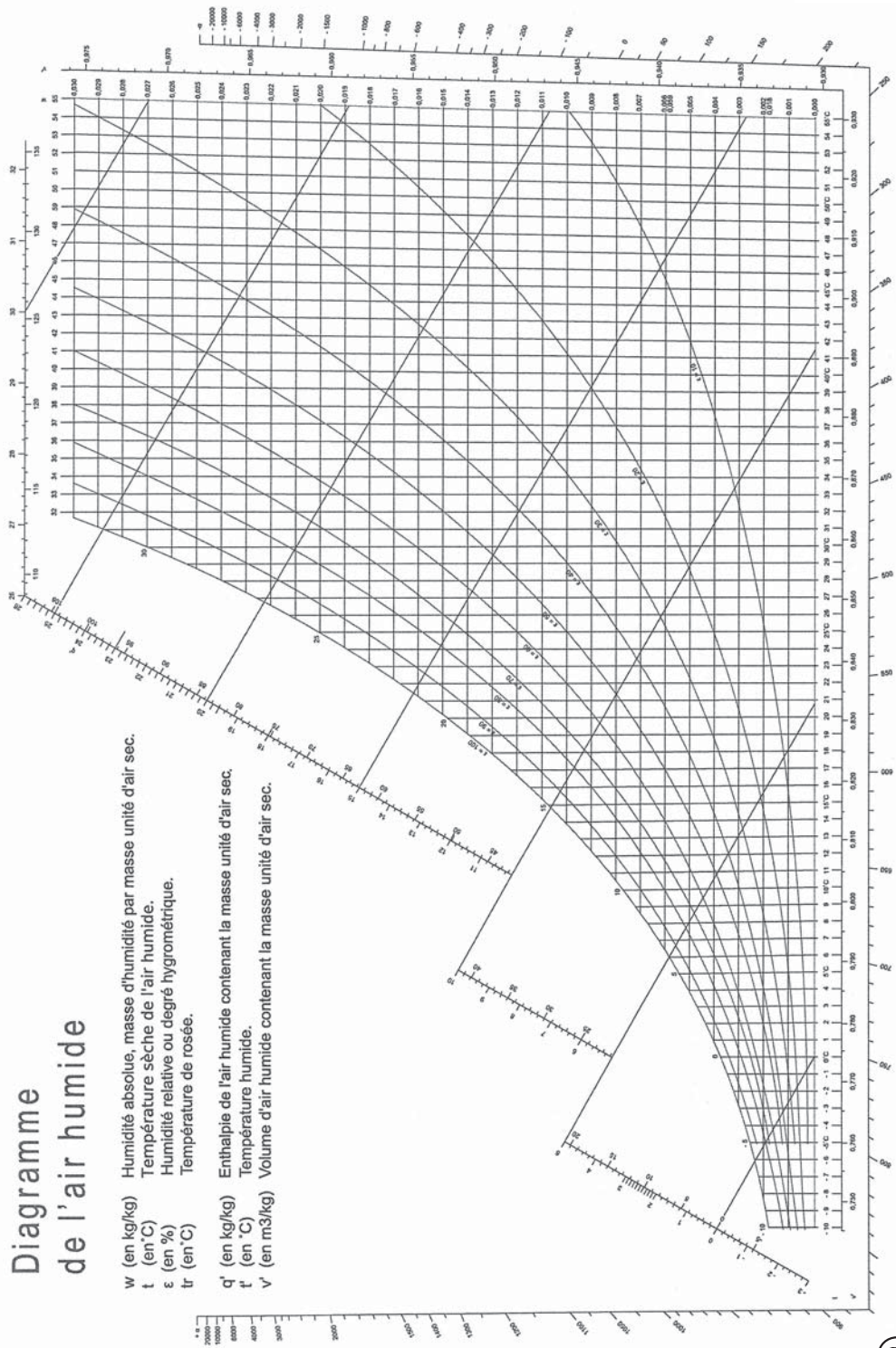
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GCE 1



E

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

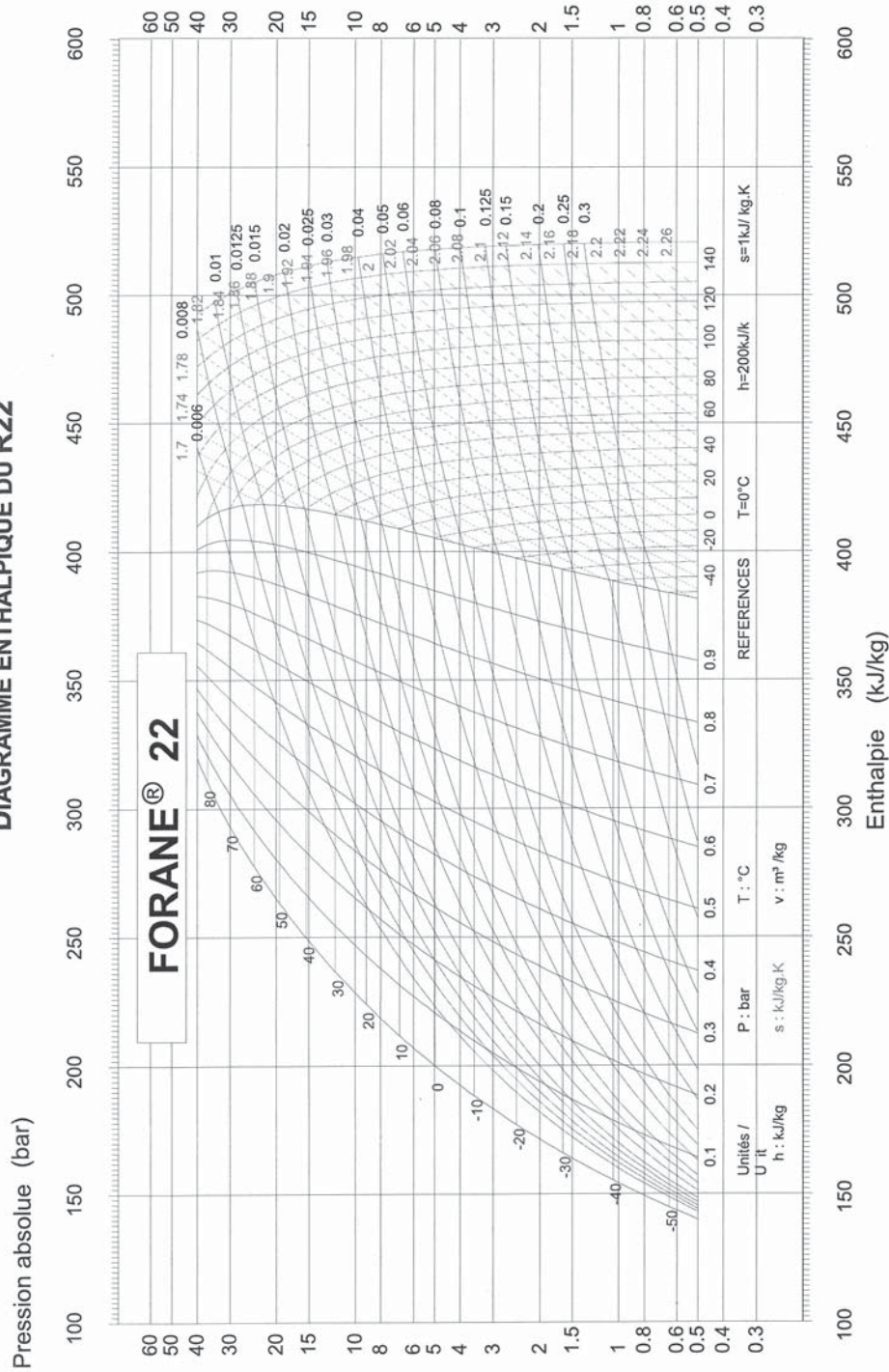
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GCE 1

DIAGRAMME ENTHALPIQUE DU R22



F

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

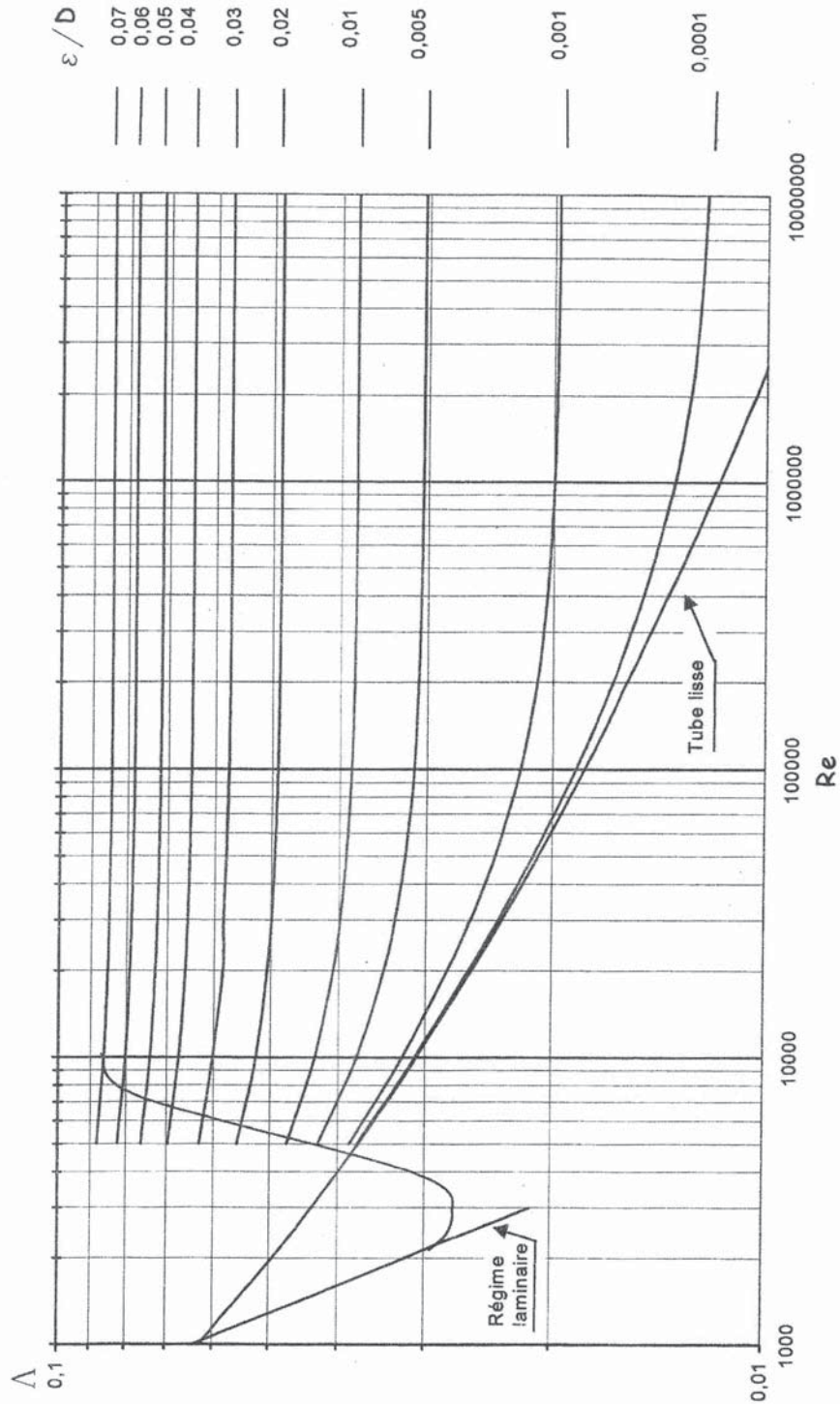
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GCE 1

DIAGRAMME DE MOODY



G