

SESSION 2014

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : GÉNIE CIVIL  
Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES – ÉNERGIE**

**ÉPREUVE DE SYNTHÈSE**

Durée : 5 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 : 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.**

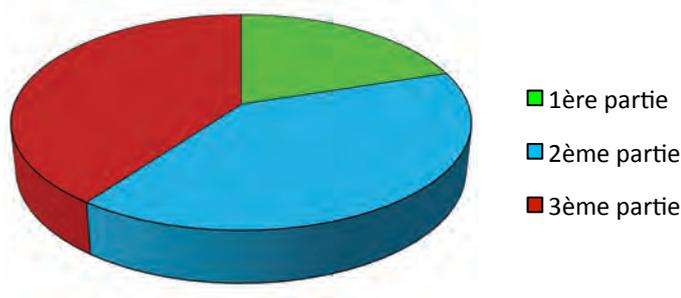
# Consignes générales

Le sujet est composé de 3 parties complètement indépendantes.  
Chaque partie devra être traitée sur une copie différente.

Le sujet se décompose en 3 dossiers :

- le premier avec le travail demandé : pages 3 à 14
- le second avec les documents techniques (DT) : pages 15 à 29
- le troisième avec les documents réponses (DR) : pages 30 à 35

Il est conseillé de consacrer du temps à chaque partie suivant son importance d'après le graphique suivant :



Les résultats numériques ne seront pris en compte qu'avec leurs unités.

Il est rappelé que la présentation de la copie est un indicateur évalué par le jury.

## DOCUMENTS A RENDRE :

- une feuille par partie
- l'ensemble des documents réponses

**Remarque** : toutes les pages devront être numérotées.

## Présentation de l'étude

**Votre étude porte sur un centre d'habillage d'une maison de champagne (Marne). Il s'agit d'un grand bâtiment dans lequel sont entreposées les bouteilles de champagne afin d'être habillées (étiquettes, muselets, cartons) avant l'expédition.**

**Ce bâtiment est composé de nombreux ateliers et bureaux.**

Les conditions extérieures de base sont :

- l'été : 32°C / 40%
- l'hiver : - 10°C / 90%

Les conditions intérieures de base diffèrent selon l'usage des locaux, ainsi on aura par exemple :

- × pour les bureaux :
  - l'été : 26°C ± 1°C / NC
  - l'hiver : 19°C ± 1°C / NC
  
- × pour les ateliers d'habillage, de stockage, préparation de commande... :
  - l'été : 18°C ± 1°C / 50% ± 10%
  - l'hiver : 18°C ± 1°C / 50% ± 10%
  
- × pour l'atelier "vins dosés" :
  - l'été : 12°C ± 1°C / NC
  - l'hiver : 12°C ± 1°C / NC

Au vu de l'achalandage, **les installations seront surdimensionnées** :

- × pour les puissances frigorifiques, jusqu'à une température extérieure de **38 °C** ;
- × pour les puissances calorifiques, jusqu'à une température extérieure de **-15 °C**.

Les locaux sont climatisés à l'aide de CTA indépendantes.

La production d'énergie est réalisée de la façon suivante :

- la **production de chaleur** (régime 80/60 °C) est obtenue par le biais :
  - × d'une chaudière bois à plaquettes ou à granulés, d'une puissance utile de 300kW, qui sera prioritaire dans le fonctionnement de la production de chauffage ;
  - × d'une chaudière gaz de 400 kW qui assurera les compléments de besoins thermiques.
  
- la **production d'eau glacée**, composée de 4 compresseurs et 2 circuits frigorifiques indépendants, de 432kW au total pouvant produire de l'eau glacée sous un régime 10/5°C et pouvant fonctionner par une température extérieure de +38°C.

Dans cette étude, nous allons nous intéresser :

- à la production calorifique ;
- à la production frigorifique ;
- à la climatisation de l'atelier "vins dosés".



# Travail demandé

## Partie I – Étude de la production de chaleur

**Toutes les questions peuvent être traitées indépendamment.**

### Question 1 – Combustion du bois

La chaudière biomasse envisagée doit permettre de brûler du bois déchiqueté ayant la composition massique suivante :

- 37% de carbone.....( $M_C=0,012$  kg/mol)
- 4% d'hydrogène .....( $M_H=0,001$  kg/mol)
- 33% d'oxygène.....( $M_O=0,016$  kg/mol)
- 25% d'eau .....( $M_{H_2O}=0,018$  kg/mol)
- 1% d'éléments considérés incombustibles

Données complémentaires :

- masse volumique de l'eau de chauffage : 1000 kg/m<sup>3</sup>
- capacité thermique massique de l'eau de chauffage : 4,185 kJ/(kg.K)
- $PCI_{GN} = 10,4$  kWh/Nm<sup>3</sup>
- $PCI_{bois} = 3,9$  kWh/kg

- a) En combustion stœchiométrique, déterminez la masse de CO<sub>2</sub> ( $M_{CO_2}=0,044$  kg/mol), dégagée par la combustion d'1kg de bois déchiqueté.
- b) Sachant que la quantité de CO<sub>2</sub> dégagée par la combustion du gaz naturel est de 2kg/Nm<sup>3</sup> de gaz, et que la quantité d'énergie consommée par la chaufferie est de 200000 kWh par an, quel est l'intérêt d'utiliser une chaudière biomasse pour cette maison de champagne ?

### Question 2 – Expansion

- a) Le CCTP préconise de sélectionner 2 soupapes de sécurité à ressort, tarées à 3 bars relatifs, avec écoulement visible jusqu'à 10cm du sol. La réglementation impose au moins une soupape par dispositif de production de chaleur. Justifiez ces préconisations.
- b) Le CCTP préconise un système d'expansion capable d'assurer un minimum de 0,5 bar dans les émetteurs situés au point le plus haut de l'installation de chauffage (8m). Le volume global de l'installation a été estimé à 4200 litres. A l'aide du document technique DT01 (p15/35), sélection le vase d'expansion approprié sachant que la température du réseau d'eau public est considérée à 10°C.

### Question 3 – Traitement d'eau

Un adoucisseur doit être mis en place afin de traiter l'eau de chauffage mais aussi l'eau pour certains process. La dureté de l'eau de ville est de 28°f. On considèrera qu'en sortie d'adoucisseur, l'eau est à 0°f. Le débit à traiter a été évalué à 1,5m<sup>3</sup>/h en continu.

Après avoir déterminé la capacité d'échange (°f.m<sup>3</sup>), dimensionnez et choisissez l'adoucisseur à l'aide de la documentation technique DT02 (p16/35), sachant que les cycles de régénération seront établis à 3 jours.

# Partie II – Étude de la production d'eau glacée

**Toutes les questions peuvent être traitées indépendamment.**

Les besoins d'eau glacée de cette restructuration seront assurés au moyen de deux groupes de production d'eau glacée à condensation à eau très silencieux (cf. DT03 (p17/35)).

Ces deux groupes choisis seront de la marque **CARRIER** type **30RW refroidisseur à eau, référence 210**. Les groupes de production d'eau glacée seront normalement équipés des accessoires indispensables tels qu'une bêche tampon raccordée hydrauliquement en série avec les évaporateurs.

Le taux de remplissage en glycol de la boucle d'eau glacée et de la boucle d'eau « condenseur - aéro-réfrigérant » devra être suffisant pour garantir une protection de la boucle d'eau glacée jusqu'à -20 °C.

L'installation doit pouvoir fonctionner jusqu'à une température extérieure de 38°C.

## Caractéristiques du groupe frigorifique

- **Puissance frigorifique de chaque unité** : 216 kW
- **Puissance absorbée de chaque unité** : 84,9 kW  
(chaque unité comprend 2 compresseurs)
- **Évaporateur** : régime d'eau glycolée 10 / 5°C
- **Condenseur** : régime d'eau glycolée 45 / 50°C
- Le fluide frigorigène sera du **R 407 C**.

Lors de la mise en service des groupes d'eau glacée, le technicien de maintenance a effectué les mesures suivantes sur un groupe frigorifique :

- HP : 23,0 bars effectifs.
- BP : 4 bars effectifs.
- Surchauffe fonctionnelle : 5°C.
- Température sortie compresseur : 87°C.
- Sous refroidissement : se référer à la notice constructeur DT04 (p18/35).

## Question 1 – Etude du groupe frigorifique

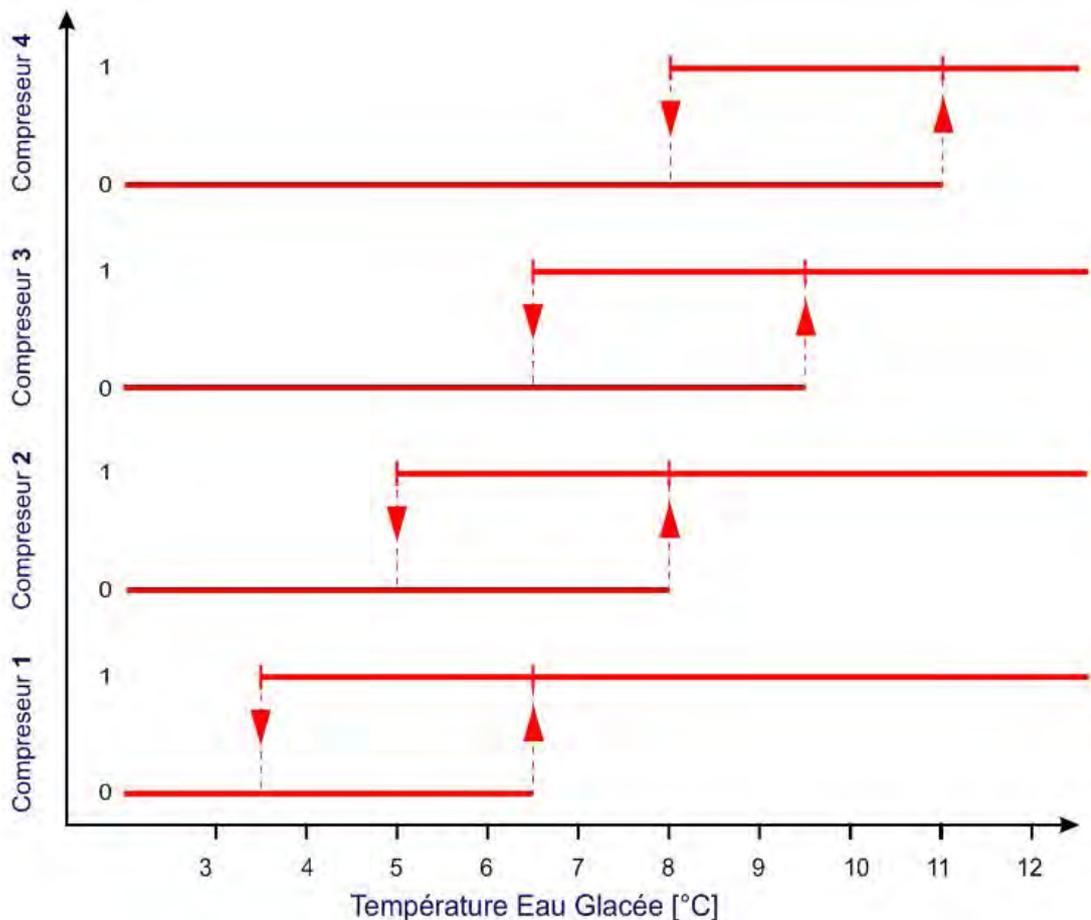
- a) Tracez, sur le diagramme enthalpique du R407C (DR01 (p30/35)), le cycle frigorifique, correspondant aux données.
- b) Tracez les profils de température à l'évaporateur et au condenseur. Justifiez ensuite la valeur des haute et basse pressions.
- c) Calculez la puissance calorifique totale de cette installation, en vue du dimensionnement de l'aéroréfrigérant.
- d) On considère pour la suite de l'étude que la puissance calorifique à évacuer au niveau de l'aéroréfrigérant est de **600 kW**.  
Sélectionnez à partir de la documentation disponible DT05 (p19-20/35), l'aéroréfrigérant adapté à cette application.

## Question 2 – Etude de la capacité tampon

- a) Précisez l'(es)intérêt(s) de ce volume tampon.
- b) Dimensionnez ce volume tampon.

### Données complémentaires :

- On raisonnera pour un seul compresseur en fonctionnement avec son différentiel de températures selon le diagramme de fonctionnement fourni ci-dessous.
- La puissance frigorifique à prendre en compte correspond à  $\frac{1}{4}$  de la puissance frigorifique totale.
- Chaque compresseur sera limité à 10 démarrages par heure.
- Volume de la boucle d'eau glacée : 1500 litres.
- Masse volumique de l'eau de glycolée :  $1046 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- Capacité thermique massique de l'eau glycolée :  $3,64 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

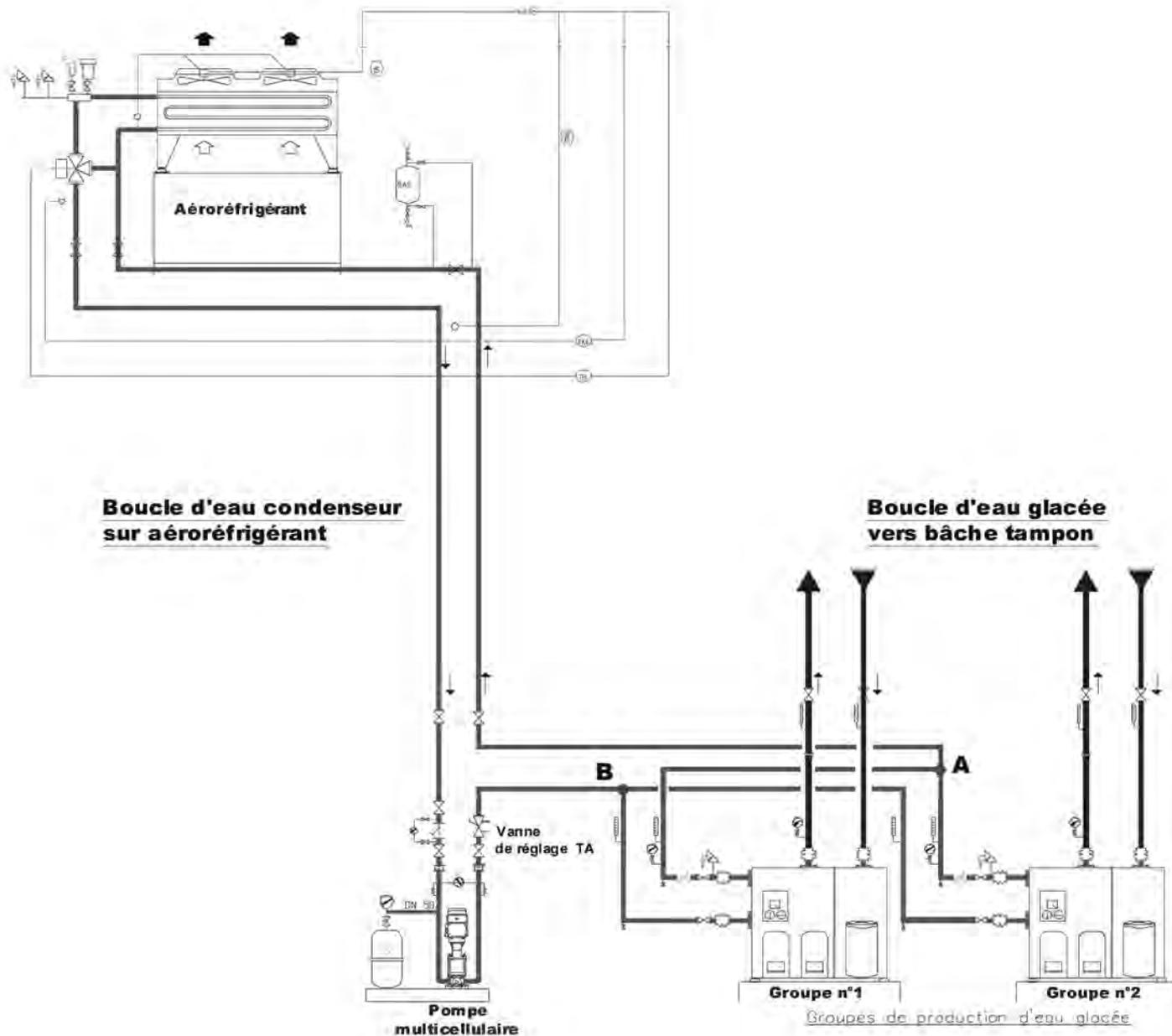


### Question 3 – Etude hydraulique de la boucle d'eau condenseur

On doit maintenant déterminer le circulateur de la boucle d'eau sur condenseur de cette installation. Le régime de cette boucle d'eau est **45 / 50°C**.

Les deux groupes sont de Marque **CARRIER type 30RW refroidisseur à eau, référence 210**.

Dans la boucle représentée ci-dessous, la vitesse ne devra pas excéder  $2 \text{ m.s}^{-1}$ . La puissance calorifique à évacuer au niveau de l'aéroréfrigérant est de **600 kW**. Le taux d'antigel sera à déterminer.



- a) Le Tyfocor® L est un liquide hygroscopique non toxique, presque inodore, à base de mono-propylène-glycol (une substance connue pour son innocuité). Ce produit peut être mis-en-œuvre comme saumure réfrigérante ou comme liquide caloporteur dans le secteur alimentaire et dans celui de l'eau potable.  
Déterminez le taux d'antigel nécessaire en fonction des exigences du cahier des charges (DT06 (p21/35)).
- b) Indiquez l'intérêt de la boucle réalisée pour le raccordement des deux condenseurs sur le circuit aérorefrigérant.
- c) Après avoir déterminé le débit circulant dans l'aérorefrigérant, déterminez le diamètre de la boucle en sortie de l'aérorefrigérant et déterminez la vitesse réelle du fluide dans ce tronçon. Les diamètres commerciaux des tubes pré-isolés sont donnés dans le document DT07 (p22/35).

Données complémentaires à une température de 45°C :

- Masse volumique de l'eau de glycolée :  $1023 \text{ kg.m}^{-3}$ .
  - Capacité thermique massique de l'eau glycolée :  $3,79 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- d) Estimez les pertes de charge régulières en complétant le document réponse DR02a (p31/35).
- e) Déterminez les pertes de charges totales de cette boucle d'eau au condenseur et déduisez-en les caractéristiques nécessaires à la sélection du circulateur.

Données complémentaires

- Afin de tenir compte des singularités, **on augmentera les pertes de charge régulières de 20 %.**
- **Echangeur condenseur du groupe CARRIER type 30RW refroidisseur à eau, référence 210** : ses pertes de charge du condenseur sont données dans le document DT08 (p23/35).
- **Aérorefrigérant** : ses pertes de charge sont de 19 mCE sous un débit de  $175 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .
- **Vanne trois voies** : son autorité de la vanne trois voies sera prise égale à 0,5.

#### Question 4 – Sélection et réglage de pompe de la boucle d'eau condenseur

- a) On considère pour la suite de cette étude un débit de fluide dans cette boucle de  $110 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  et une perte de charge totale de 20 mCE.  
Indiquez alors, sur le document réponse DR02b (p31/35) représentant la caractéristique hydraulique de la pompe, les pertes de charges à générer pour obtenir effectivement le débit souhaité.
- b) Déterminez le réglage à effectuer sur la vanne Tour et Andersson (TA) repérée sur le schéma, à partir de la documentation DT09 (p24/35).

Données complémentaires : Diamètre Nominal de la vanne de réglage DN150

- c) A partir des informations disponibles sur le document réponse DR02b (p31/35), déterminez le rendement de la pompe en ce point de fonctionnement obtenu après réglage.

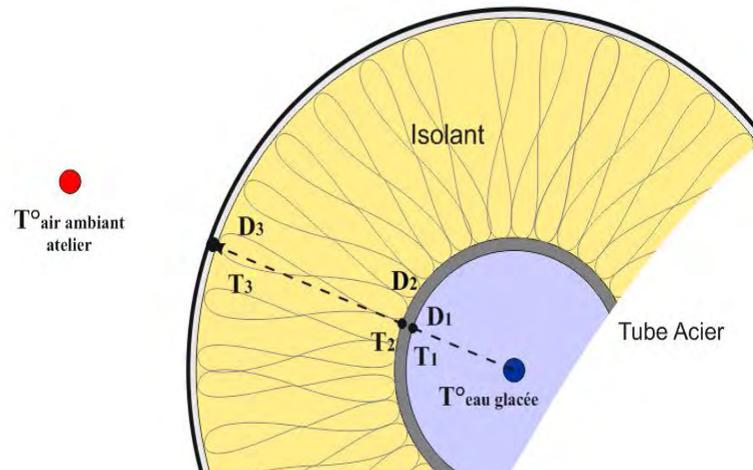
Données supplémentaires : rendement du moteur triphasé = 90%

- d) Quelle(s) autre(s) solution(s) technique(s) s'offre(nt) alors à vous pour obtenir le débit théorique en limitant le coût d'exploitation.

### Question 5 – Etude thermique de la boucle d'eau glacée « Atelier Vins Dosés »

On doit vérifier si l'épaisseur d'isolant mis-en-œuvre autour du tube acier véhiculant l'eau glacée est suffisante.

On étudiera alors la canalisation « aller-retour » de la boucle d'eau glacée desservant la batterie froide du local « vins dosés ». Cette boucle chemine à travers des ateliers et des locaux chauffés mais également à travers des locaux non chauffés dont la température avoisine la température extérieure.



#### Caractéristiques du réseau de distribution :

- On considérera que les différents locaux traversés par cette canalisation sont à une température ambiante moyenne de 18°C et une humidité relative d'environ 50%.
- La puissance de la batterie froide desservie est de 60 kW.
- Le régime eau glacée pour les réseaux 5/10 °C.
- **Tube acier diamètre** 60,3 × 2,9 mm + 50 mm d'isolant type Armaflex.
- Longueur de la boucle d'eau glacée : 200 m.

#### Données complémentaires :

- Masse volumique de l'eau de glycolée : 1046 kg.m<sup>-3</sup>.
- Capacité thermique massique de l'eau glycolée : 3,64 kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>
- Diagramme de l'air humide disponible (p33/35).

- a) Pourquoi est-il nécessaire d'isoler cette canalisation ?
- b) Quels sont alors les apports reçus par le fluide si l'on considère maintenant que cette boucle d'eau glacée est isolée.

Données complémentaires :

- Coefficient de convection à l'intérieur du tube :  $1400 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .
- Coefficient de convection à l'extérieur du tube :  $10 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .
- Conductivité thermique de l'acier :  $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Conductivité thermique de l'isolant :  $0,042 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

**Le flux de chaleur** échangé s'exprime tel que :

$$\phi = S_3 \cdot \frac{(T_{\text{amb}} - T_{\text{fluide}})}{R_{\text{eq}}} \text{ en W.}$$

Où  $S_3$ , représente la surface d'échange, en  $\text{m}^2$ , de la canalisation avec le milieu ambiant ;

$T_{\text{amb}}$  : la Température du milieu ambiant ;

$T_{\text{fluide}}$  : La température du fluide circulant dans la canalisation.

**Soit  $R_{\text{eq}}$** , la résistance équivalente dans le cas d'un cylindre multicouche.

$$R_{\text{eq}} = \frac{D_3}{D_1} \times \frac{1}{h_i} + \frac{D_3}{2 \cdot \lambda_1} \times \ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right) + \frac{D_3}{2 \cdot \lambda_2} \times \ln\left(\frac{D_3}{D_2}\right) + \frac{1}{h_e} \text{ en } \text{m}^2.\text{K.W}^{-1}.$$

Où

$\lambda_1$  représente la conductivité thermique de l'acier en  $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;

$\lambda_2$  représente la conductivité thermique de l'isolant en  $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

- c) Les apports perçus par la canalisation si celle-ci était non isolée serait de 4kW. Que pensez-vous du gain procuré par cette isolation ?
- d) Quelle est alors la hausse de température subie par l'eau glacée à travers ce réseau de distribution.
- e) Déterminez enfin la température de surface externe de la canalisation à la température d'eau la plus défavorable, quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

# Partie III – Étude de la climatisation

**Toutes les questions peuvent être traitées indépendamment.**

Nous allons nous intéresser à la climatisation du local “vins dosés”. Il s’agit d’une zone de stockage de bouteilles prêtes à être étiquetées, c’est pourquoi les conditions ambiantes doivent être les plus stables possibles tout au long de l’année.

La climatisation est assurée par une centrale de traitement d’air (CTA) (cf. DT10 (p25/35)). Le renouvellement d’air est de 3000m<sup>3</sup>/h en période d’occupation (0 m<sup>3</sup>/h sinon) et peut être augmenté jusqu’à 15000m<sup>3</sup>/h pour faire du free-cooling.

Données complémentaires :

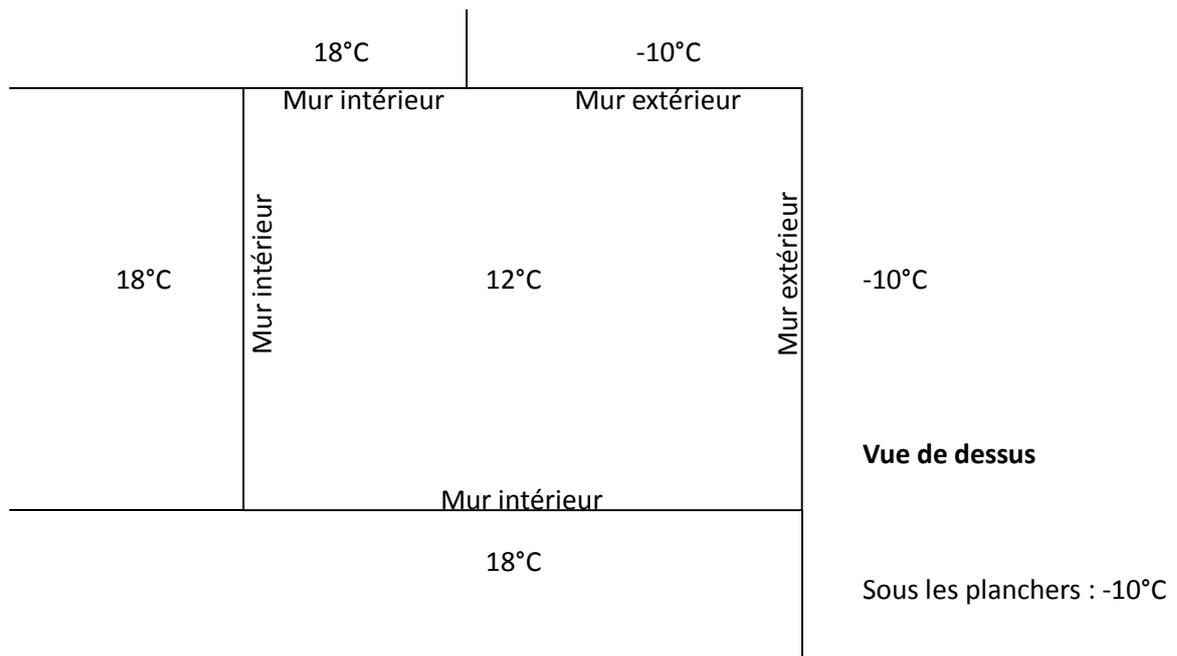
- masse volumique de l’eau de chauffage : 978 kg/m<sup>3</sup>
- capacité thermique massique de l’eau de chauffage : 4,185 kJ/(kg.K)

## Question 1 – Analyse de la CTA

- Sur le schéma de principe DT10 (p25/35), on peut voir 4 registres motorisés. Justifiez le rôle des registres repérés 9-10-11.
- En vous aidant du document DT11 (p26/35), justifiez l’intérêt du registre (rep. 12) et indiquez ce qu’il manque sur l’installation pour son fonctionnement.

## Question 2 – Détermination des charges hivernales

Sur le document réponse DR03 (p32/35), déterminez les déperditions surfaciques de l’atelier (conditions intérieures de 12°C) en considérant les températures suivantes.



### Question 3 – Etude de la CTA EQ V TA 1 : cas hivernal

- a) Sachant que :
- les conditions intérieures seront considérées à 12°C/70% ;
  - les conditions extérieures sont de -15°C/90% (prises aux conditions extrêmes ;  $v=0,732 \text{ kg/m}^3$ ) ;
  - le renouvellement d'air est de 3000 m<sup>3</sup>/h en période d'occupation ;
- déterminez les caractéristiques de l'air ( $\theta_m$  et  $\varphi_m$ ) à l'entrée de la CTA.
- b) Sachant que :
- les déperditions statiques ont, en fait, été évaluées à 32,5 kW (aux conditions extrêmes) ;
  - les apports en humidités sont négligés ;
- déterminez les caractéristiques de l'air qu'on souhaite fournir au local ( $\theta_{FOU}$  et  $\varphi_{FOU}$ ).  
Vous tracerez l'évolution de l'air à travers la CTA en rouge sur le document réponse DR04 (p33/35) et commenterez l'évolution de l'humidité dans le local.
- c) Déterminez alors la puissance de la batterie chaude. Déduisez-en le débit d'eau (L/h) devant alimenter la batterie sachant que le régime est de 80/60°C.

### Question 4 – Etude de la CTA EQ V TA 1 : cas estival

- a) Sachant que :
- les conditions intérieures seront considérées à 12°C/70% ;
  - les conditions extérieures sont de 38°C/30% (prises aux conditions extrêmes) ;
  - le renouvellement d'air est de 3000 m<sup>3</sup>/h en période d'occupation ;
  - la puissance de la batterie froide est de 60kW sous un régime 5/10°C ;
- déterminez les caractéristiques de l'air ( $\theta$  et  $\varphi$ ) à l'entrée et à la sortie de la CTA.  
Vous tracerez l'évolution de l'air à travers la CTA en bleu sur le document réponse DR04 (p32/35) et commenterez l'évolution de l'humidité dans le local.
- b) Lorsque la température extérieure est inférieure à 12°C, on se propose de faire du free-cooling en augmentant le débit d'air neuf de 3000 à 15000 m<sup>3</sup>/h.  
Considérons la situation où l'air extérieur est à +7°C/80% :
- Sans le free-cooling, l'air à l'entrée de la CTA serait à 11,6°C et 71% d'humidité ( $h=26,8 \text{ kJ/kg}_{as}$ ), le débit massique traversant la CTA serait de 13,65 kg<sub>as</sub>/s.
  - Avec le free-cooling, l'air à l'entrée de la CTA serait à 10°C et 74% d'humidité ( $h=24,4 \text{ kJ/kg}_{as}$ ), le débit massique traversant la CTA serait de 13,75 kg<sub>as</sub>/s.
- Sachant que la température de soufflage souhaitée serait alors de 11 °C ( $h=26,2 \text{ kJ/kg}_{as}$ ), quelle solution technique permettrait d'obtenir ce point de soufflage avec le free-cooling.
- c) Déterminez le gain de puissance obtenu grâce au free-cooling dans la configuration **b**).

## Question 5 – Etude de la régulation de la CTA EQ V TA 1

Les besoins de la CTA sont fournis sur le document DR05 (p34/35) en fonction de la température extérieure.

Tracez les états de fonctionnement des batteries chaude et froide et du free-cooling à partir de ces besoins.

## Question 6 – Dimensionnement des gaines textiles

Les contraintes du local imposent :

- 5 gaines de diffusion d'une longueur de 30 m chacune;
- Un tissu Nomex type 150 (perméabilité de  $150 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  sous 120 Pa) ;
- Les gaines sont cylindriques et soufflent l'air sur toute la circonférence ;
- Débit de soufflage :  $40000 \text{ m}^3/\text{h}$  ;
- La masse volumique de l'air fourni ( $\rho_{\text{FOU}}$ ) sera prise égale à  $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$

- a) Déterminez le diamètre approprié (choix possibles : 315 - 400 - 500 - 630 mm) sachant que la vitesse dans la gaine doit être comprise entre 5 et 8 m/s.
- b) Déterminez alors le débit par  $\text{m}^2$  de tissu ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ). Déduisez-en la pression statique nécessaire à l'entrée de la gaine (cf. DT12 p27/35) et donc la pression totale relative.
- c) Déterminez le nombre de rangées à mettre en place ainsi que la taille des fentes (cf. DT13-14 p28-29/35).
- d) Sachant que la perte de charge de la CTA et du réseau de distribution jusqu'aux gaines textiles est de 100Pa, dimensionnez le ventilateur (cf. DR06 p35/35).

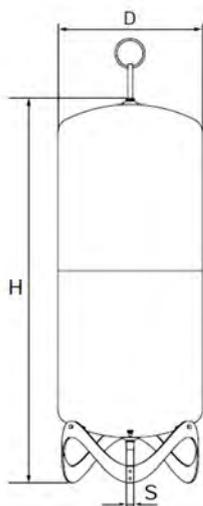
## DT01 – Vase d'expansion

On rappelle que le volume brut d'un vase d'expansion se détermine par la relation suivante :

$$V_{\text{brut}} = \frac{k \cdot V_{\text{installation}}}{\frac{P_{\text{abs finale}} - P_{\text{abs initiale}}}{P_{\text{abs finale}}}}$$

- avec :
- $V_{\text{installation}}$  : volume de l'installation en  $\text{m}^3$
  - $V_{\text{brute}}$  : volume brute du vase d'expansion en  $\text{m}^3$
  - $P_{\text{abs finale}}$  : pression absolue finale (maximale) de l'eau dans l'installation en Pa
  - $P_{\text{abs initiale}}$  : pression absolue initiale de l'eau dans l'installation en Pa
  - $k$  : coefficient de dilatation de l'eau (en %) en fonction de la température de l'eau

température	10	20	30	40	50	60	70	80	90
dilatation	0,04	0,18	0,44	0,79	1,21	1,71	2,28	2,96	3,59



**Statico SU**  
Modèle cylindrique et élargé

Type	VN [l]	PS <sub>ch</sub> [bar]	P0 [bar]	D	H	[kg]	S	EAN	No d'article
<b>3 bar (PS)</b>									
SU 140.3	140	3	1,5	420	1268	26	R3/4	7640148630153	710 1008
SU 200.3	200	3	1,5	500	1338	30	R3/4	7640148630160	710 1010
SU 300.3	300	3	1,5	560	1469	37	R3/4	7640148630177	710 1011
SU 400.3	400	3	1,5	620	1532	54	R3/4	7640148630184	710 1012
SU 500.3	500	3	1,5	680	1628	63	R3/4	7640148630191	710 1013
SU 600.3	600	3	1,5	740	1638	70	R3/4	7640148630207	710 1014
SU 800.3	800	3	1,5	740	2132	91	R3/4	7640148630214	710 1015
<b>6 bar (PS)</b>									
SU 140.6	140	6	3,5	420	1268	30	R3/4	7640148630221	710 2008
SU 200.6	200	6	3,5	500	1338	35	R3/4	7640148630238	710 2009
SU 300.6	300	6	3,5	560	1469	43	R3/4	7640148630245	710 2010
SU 400.6	400	6	3,5	620	1532	62	R3/4	7640148630252	710 2011
SU 500.6	500	6	3,5	680	1628	73	R3/4	7640148630269	710 2012
SU 600.6	600	5	3,5	740	1638	81	R3/4	7640148630276	710 2013
SU 800.6	800	3,75	3,5	740	2132	105	R3/4	7640148630283	710 2014
<b>10 bar (PS)</b>									
SU 140.10	140	10	4	420	1268	34	R3/4	7640148630290	710 3007
SU 200.10	200	10	4	500	1338	42	R3/4	7640148630306	710 3008
SU 300.10	300	10	4	560	1469	66	R3/4	7640148630313	710 3009
SU 400.10	400	7,5	4	620	1532	75	R3/4	7640148630320	710 3010
SU 500.10	500	6	4	680	1628	103	R3/4	7640148630337	710 3011
SU 600.10	600	5	4	740	1638	113	R3/4	7640148630344	710 3012

# DT02 – Adoucisseur

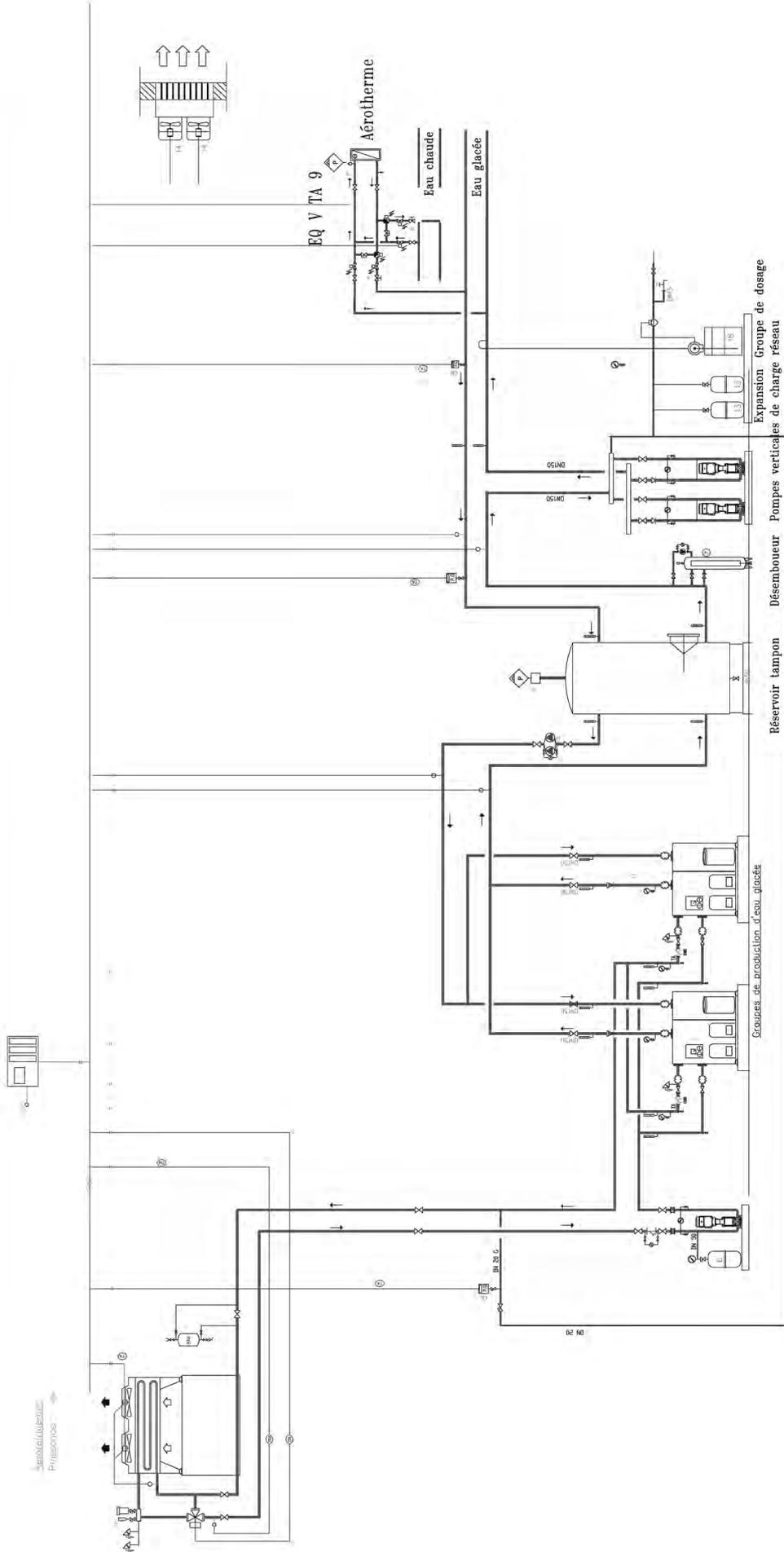
## Caractéristiques techniques

Type		9250 compo	9300 compo	9400 compo	9450 compo	9550 compo	9600 compo	8550 compo	8600 compo	8700 compo	8800 compo
Volume de résine	litres	250	300	400	450	550	600	550	600	700	800
Capacité d'échange	°m <sup>3</sup>	1375	1650	2200	2475	3025	3300	3025	3300	3850	4400
Débit nominal maxi pour une P de 1 bar	m <sup>3</sup> /h	13	14	14	14	14	14	20	20	20	20
Autonomie du bac à sel (nbre de régénérations)		8	9	8	6	11	10	10	10	8	7
Charge au sol	t/m <sup>2</sup>	4,8	4,8	3,5	3,5	3	3	3,35	3,5	3,7	4
Premier chargement en sel	kg	300	400	400	400	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Poids d'expédition	kg	600	630	830	1000	1100	1150	1050	1150	1350	1650
Code BWT PERMO		PK0009250	PK0009251	PK0009252	PK0009254	PK0009255	PK0009256	PK0008555	PK0008556	PK0008557	PK0008558

## Dimensions

Type		9250 compo	9300 compo	9400 compo	9450 compo	9550 compo	9600 compo	8550 compo	8600 compo	8700 compo	8800 compo
Diamètre corps adoucisseur	mm	610	610	770	770	927	927	927	927	1074	1074
Hauteur adoucisseur	mm	2197	2197	2352	2352	2448	2428	2476	2476	2365	2365
Diamètre bac à sel	mm	720	720	820	820	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Hauteur bac à sel	mm	1400	1400	1400	1400	1560	1560	1560	1560	1560	1560

# DT03 – Schéma de principe de la production d'eau glacée



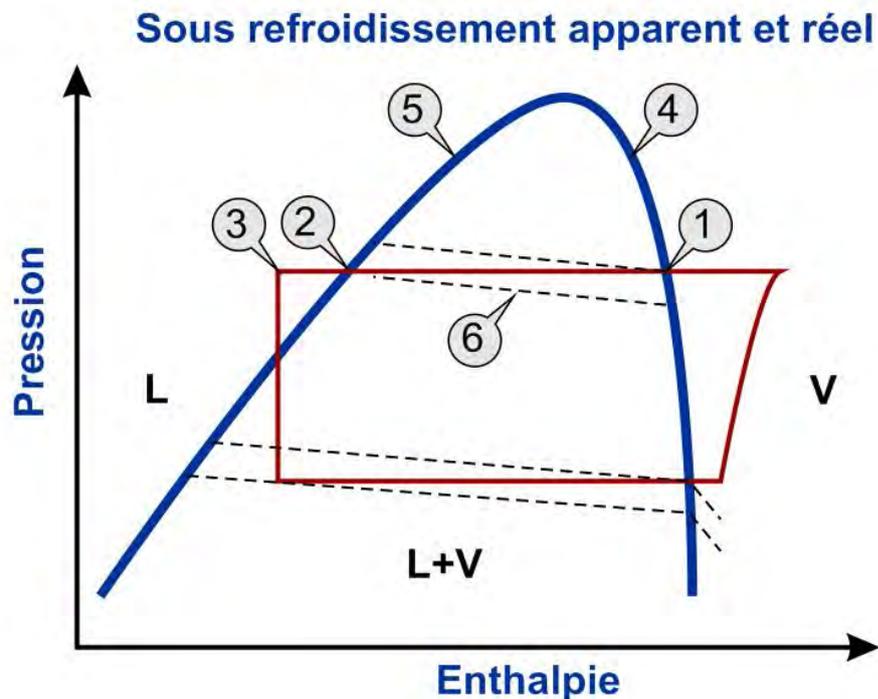
Tournez la page S.V.P.

# DT04 – Prescription Constructeur concernant le sous refroidissement

## Extrait Manuel d'installation Carrier 30RW :

Pour garantir un fonctionnement correct *des unités 30RW*, il est impératif de prévoir un sous-refroidissement apparent d'environ 10°C à l'entrée du détendeur.

Les unités 30RW fonctionnent avec du fluide frigorigène et, il convient donc de respecter les dispositions particulières ci-dessous. Nous reprenons des extraits de la charte des mesures à prendre concernant la conception, l'étude, l'installation, l'exploitation, la maintenance des installations de froid et de climatisation et la formation du personnel, signée entre les pouvoirs publics français et les professions du froid et de la climatisation.



### Légende

- 1 Température saturée de condensation au point de Rosée
- 2 Température saturée liquide au point de Bulles
- 3 Température de réfrigérant liquide
- 4 Courbe de saturation au point de Rosée
- 5 Courbe de saturation au point de Bulles
- 6 Isothermes
- 1-3 Sous-refroidissement apparent (1 - 3)
- 2-3 Sous-refroidissement réel (2 - 3)
- L Liquide
- L+V Liquide + vapeur
- V Vapeur

# DT05 – Caractéristiques de l'aéroréfrigérant **Carrier ALTO**

## Application

La gamme d'aéroréfrigérant **FC Alto** permet de couvrir une large gamme de puissance pour des applications Commerciales et industrielles. Les aéroréfrigérants de la gamme **FC Alto** sont prévus pour des installations extérieures pour toutes applications de fluides compatibles avec le cuivre et jusqu'à une température de 60°C. Tous les modèles peuvent fonctionner en soufflage vertical ou horizontal. Marquage CE sur tous les aéroréfrigérants.

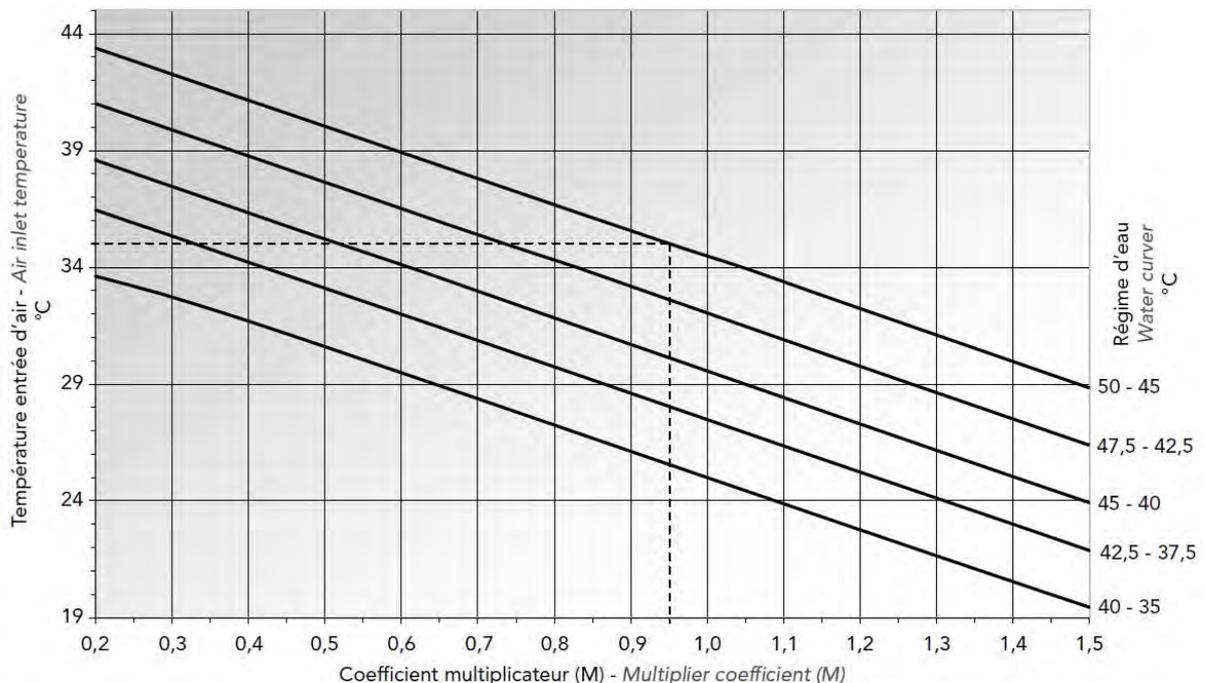
## Sélection rapide

Les puissances évacuées par les appareils, pour des conditions différentes des conditions standards, peuvent être estimées en multipliant les valeurs des tableaux de sélection par le coefficient obtenu sur le graphique ci-dessous. Les valeurs exactes ne peuvent être obtenues que par calcul (logiciel de sélection).

Les caractéristiques définies dans le tableau de sélection ont été déterminées sous les conditions suivantes :

- Fluide = MEG 40%
- Température d'entrée d'air = 25 °C
- Température d'entrée de fluide = 40°C
- $\Delta T$  sur le fluide = 5K.
- Alimentation électrique = 400V/~3/50Hz

Ces caractéristiques seront modifiées en fonction du fluide et du régime de fonctionnement.



En aucun cas les coefficients ne doivent être extrapolés, seule l'interpolation est admise. *Factors can not be extrapolated, only interpolation is allowed.*

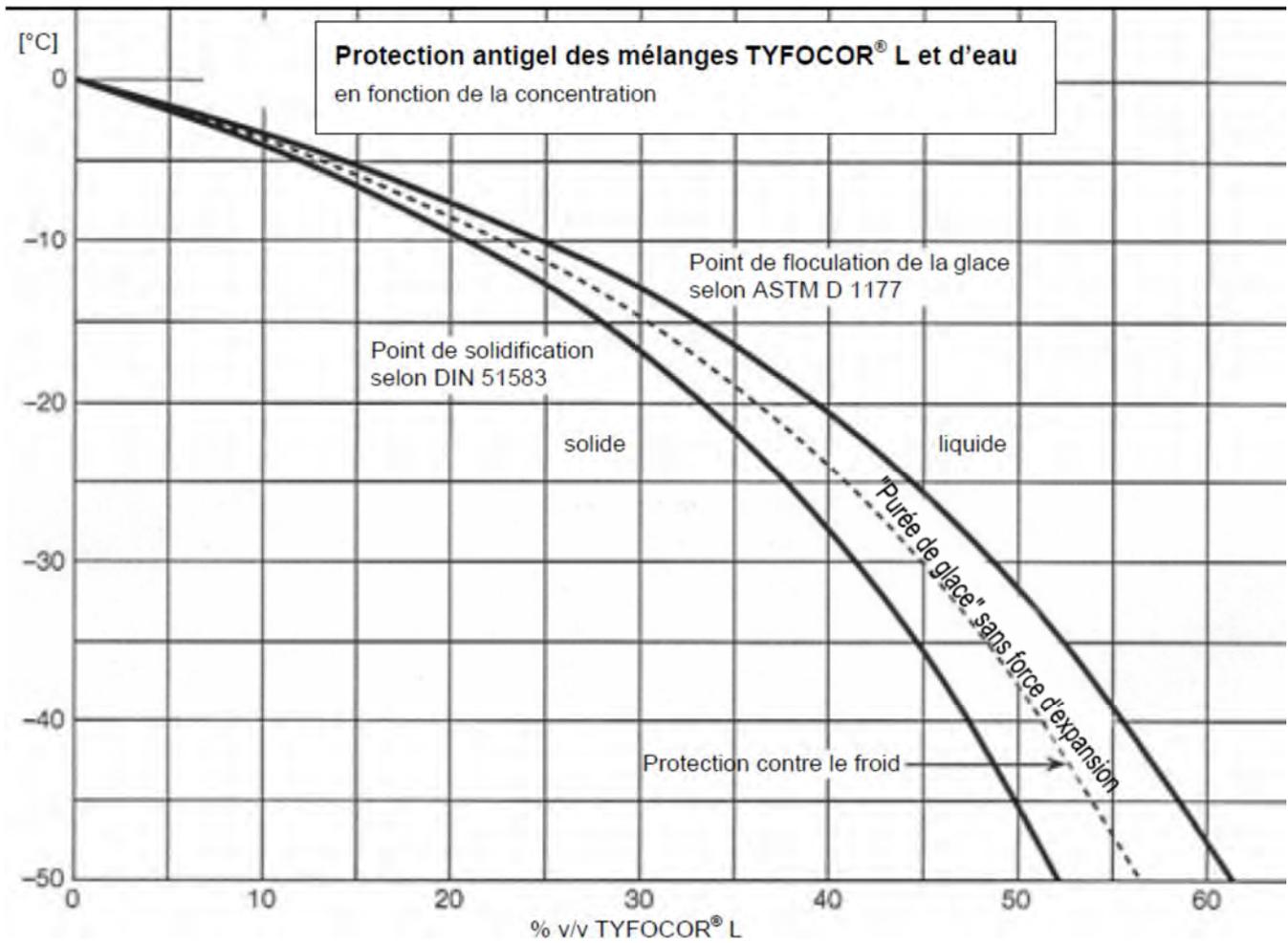
## Tableau de sélection

### Performances et caractéristiques techniques

MODELE MODEL	FCAL91 8MDD	FCAL91 8MDE	FCAL91 10MDC	FCAL91 10MDD	FCAL91 10MDE	FCAL91 12MDC	FCAL91 12MDD								
Ventilateur Fan	8 x Ø 900		8 x Ø 900		10 x Ø 900		10 x Ø 900		10 x Ø 900		12 x Ø 900		12 x Ø 900		
6PH/6PL*	Câblage Wiring	6PH		6PH		6PH		6PH		6PH		6PH		6PH	
	Puissance MEG**40%- T <sub>air</sub> 25°C Capacity T <sub>fluid</sub> 40°C - ΔT <sub>fluid</sub> 5K	kW 658		746		690		832		940		836		1008	
	Débit d'air Airflow	m <sup>3</sup> /h 215600		228800		234850		269500		286000		281820		323400	
	Niveau pression sonore Sound pressure level	10m dB(A) 63		63		64		64		64		65		65	
	Perte de charge Head pressure loss	mCE mWC 7,0		10,3		7,5		13,0		19,2		12,6		21,6	
	Nombre de circuits Number of circuits	120		120		120		120		120		120		120	
	Classe énergétique Energy Efficiency Class	D D		D D		E D		D D		D D		E D		D D	
Connexion entrée (fileté gaz) Inlet connection (gas thread)	4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		
Connexion sortie (fileté gaz) Outlet connection (gas thread)	4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		
8PH/8PL	Câblage Wiring	8PH		8PH		8PH		8PH		8PH		8PH		8PH	
	Puissance MEG**40%- T <sub>air</sub> 25°C Capacity T <sub>fluid</sub> 40°C - ΔT <sub>fluid</sub> 5K	kW 510		568		552		644		718		668		778	
	Débit d'air Airflow	m <sup>3</sup> /h 147840		155760		168300		184800		194700		201960		221760	
	Niveau pression sonore Sound pressure level	10m dB(A) 56		56		57		57		57		58		58	
	Perte de charge Head pressure loss	mCE mWC 4,5		6,5		5,1		8,3		12,0		8,5		13,8	
	Nombre de circuits Number of circuits	120		120		120		120		120		120		120	
	Classe énergétique Energy Efficiency Class	C C		C C		D C		C C		C C		D C		C C	
Connexion entrée (fileté gaz) Inlet connection (gas thread)	4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		
Connexion sortie (fileté gaz) Outlet connection (gas thread)	4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		4x 2"1/2		

(\*\*) MEG = mono éthylène glycol, pourcentage en masse.

# DT06 – Propriétés thermo-physiques du mélange antigel TYFOCOR L + eau



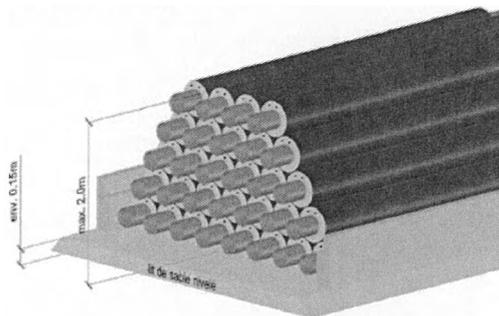
# DT07 – Dimensions du Tube Acier Noir pré isolé

## Isolation thermique.

L'isolation est en mousse de polyuréthane rigide (PUR) bicomposé Polyol et Isocyanate activé au cyclopentane selon la norme **PN- EN 253** - Agent moussant – cyclopentane

- facteur de conductivité thermique  $\lambda_{50}$
- densité de la mousse
- résistance à la compression dans la direction radiale avec 10% de déformation
- résistance à la température

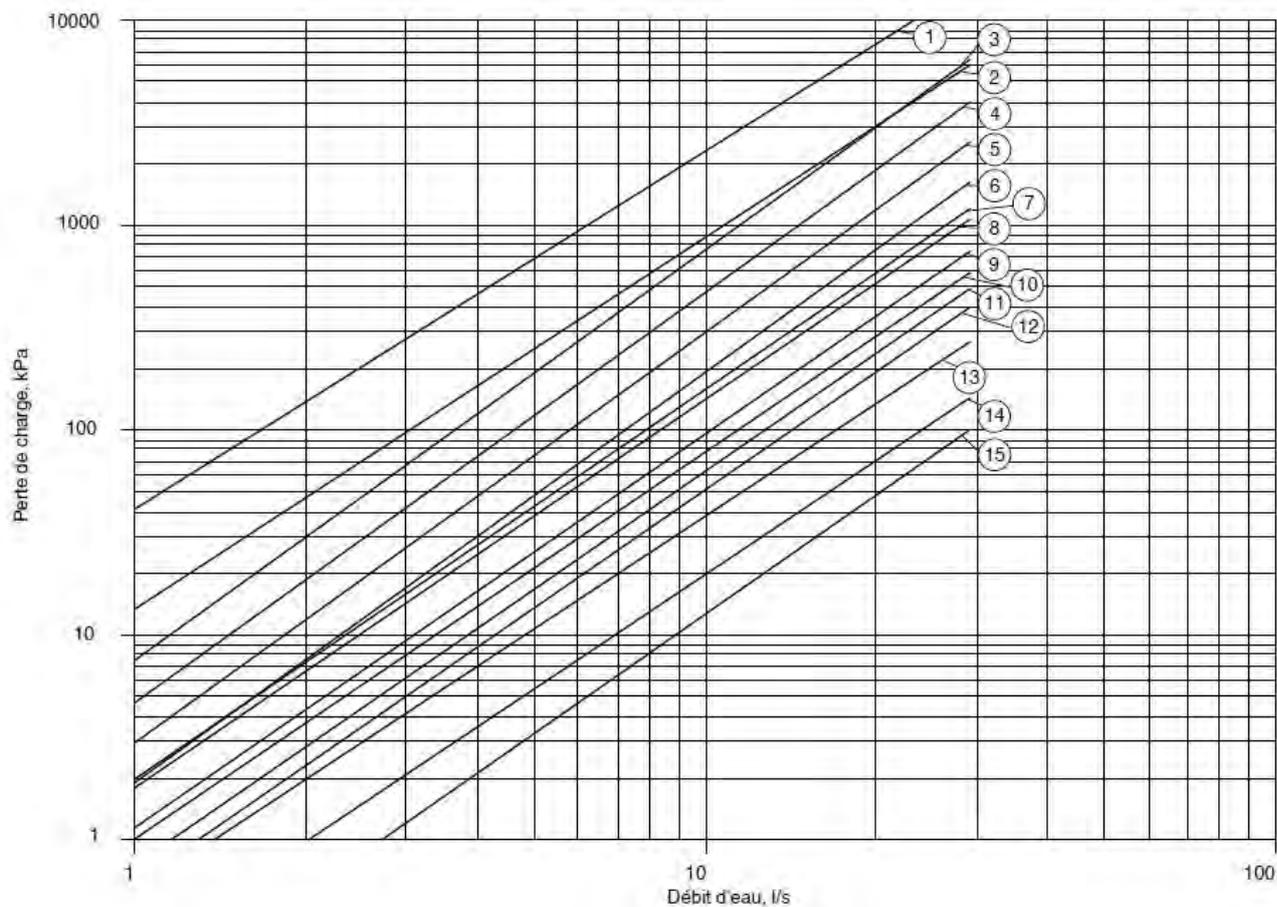
cC5  
 0.027 W/mK  
 $\geq 60 \text{ kg/m}^3$   
 $\geq 0,3 \text{ MPa}$   
 165 OC



**DN** - diamètre nominal,

DN mm	Ø tube acier mm
20	26,9 x 2,3
25	33,7 x 2,6
32	42,4 x 2,6
40	48,3 x 2,6
50	60,3 x 2,9
60	76,1 x 2,9
80	88,9 x 3,2
100	114,3 x 3,6
125	139,7 x 3,6
150	168,3 x 4,0
200	219,1 x 4,5
250	273,0 x 5,0
300	323,9 x 5,6
350	355,6 x 5,6
400	406 x 6,3
450	457 x 6,3
500	508 x 6,3
600	610 x 7,1
800	813 x 7,1

# DT08 – Courbe de perte de charge du condenseur du groupe frigorifique **Carrier 30RW**



### Légende

- |   |              |    |              |
|---|--------------|----|--------------|
| 1 | 30RW 020     | 9  | 30RW 110     |
| 2 | 30RW 025-030 | 10 | 30RW 120     |
| 3 | 30RW 040     | 11 | 30RW 135     |
| 4 | 30RW 045     | 12 | 30RW 150     |
| 5 | 30RW 060     | 13 | 30RW 160-185 |
| 6 | 30RW 070     | 14 | 30RW 210-245 |
| 7 | 30RW 080     | 15 | 30RW 275-300 |
| 8 | 30RW 090     |    |              |

# DT09 – Caractéristiques hydrauliques des vannes d'équilibrage

## Tour et Andersson STAF-R / DN 65-150

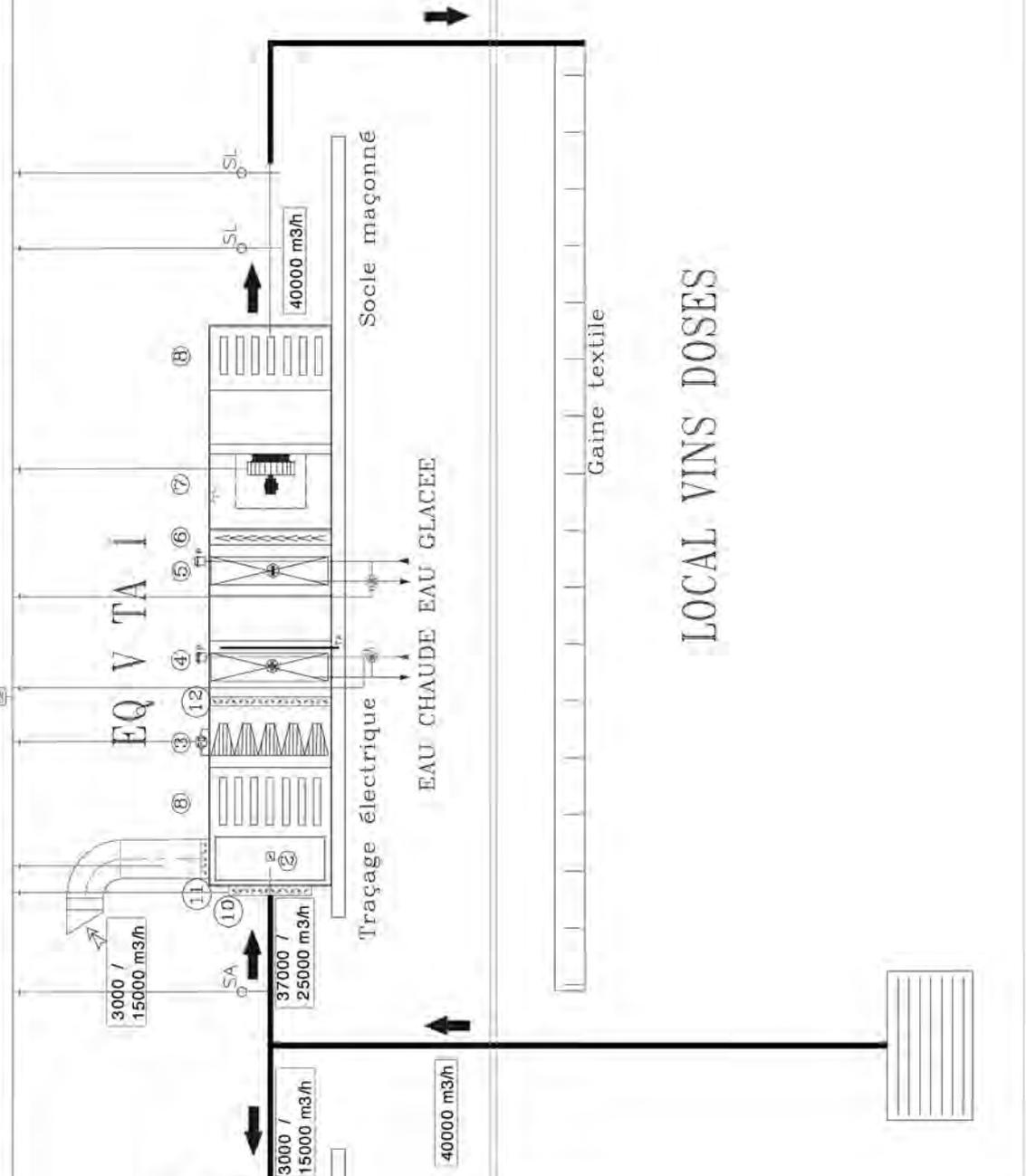
**Valeur du Kv en fonction du Diamètre nominal de la vanne et du nombre de tours de réglage de la vanne**

No de tours	Diamètre Nominal de la Vanne				
	DN 65-2	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
0.5	1,8	2	2,5	5,5	6,5
1	3,4	4	6	10,5	12
1.5	4,9	6	9	15,5	22
2	6,5	8	11,5	21,5	40
2.5	9,3	11	16	27	65
3	16,3	14	26	36	100
3.5	25,6	19,5	44	55	135
4	35,3	29	63	83	169
4.5	44,5	41	80	114	207
5	52	55	98	141	242
5.5	60,5	68	115	167	279
6	68	80	132	197	312
6.5	73	92	145	220	340
7	77	103	159	249	367
7.5	80,5	113	175	276	391
8	85	120	190	300	420

**Rappel :  $q_V = K_V \cdot \sqrt{\Delta p}$**

Avec  $q_V$  le débit en m<sup>3</sup>/h  
 $K_V$  le débit en m<sup>3</sup>/h sous une différence de pression de 1 bar  
 $\Delta p$  la perte de charge de la vanne en bar

# DT10 – Schéma de l'installation de traitement d'air du local "vins dosés"



- Légende :**
1. Caisson de ventilation de rejet d'air
  2. Caisson de mélange
  3. Filtre F7
  4. Batterie de chauffage
  5. Batterie froide
  6. Séparateur de gouttelettes
  7. Ventilateur de soufflage
  8. Piège à son
  9. 10. 11. 12. Registres
- EQ V TA 1 : CTA de soufflage  
EQ V TA 2 : CTA d'extraction
- SL sonde de température  
SA sonde d'ambiance  
TA thermostat antigel séquentiel

Tournez la page S.V.P.

# DT11

## — REGLEMENT DE SECURITE CONTRE LES RISQUES D'INCENDIE ET DE PANIQUE DANS LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (E.R.P.) APPROUVE PAR ARRETE DU 25 JUIN 1980

**Article CH 38** : Filtres. (modifié par l'Arrêté du 14 février 2000 parution J.O. du 21 mars 2000).

Les filtres ou ensemble de filtration de l'air, utilisés dans :

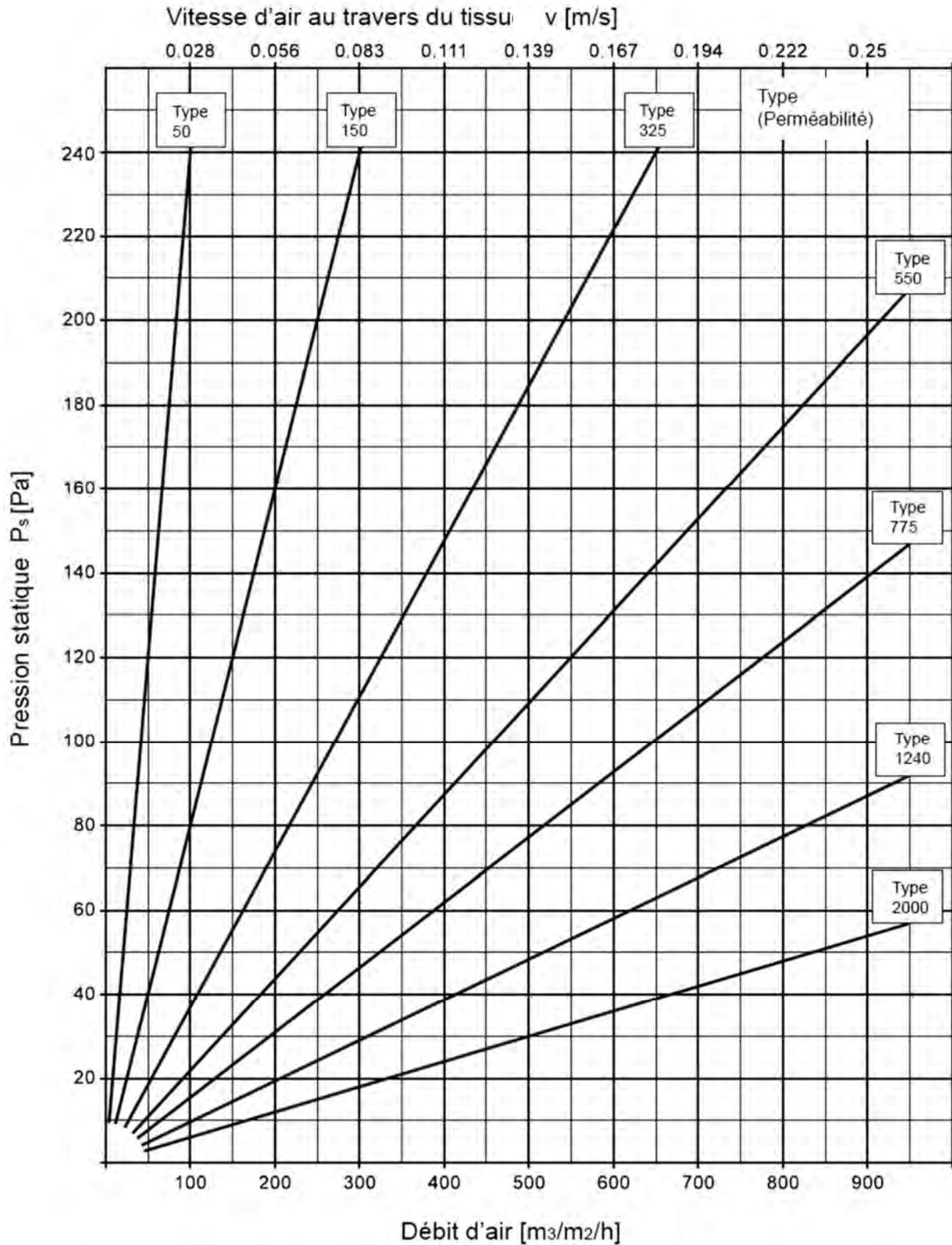
- toute centrale traitant plus de 10 000 Nm<sup>3</sup>/h.
- toute centrale desservant des locaux réservés au sommeil.
- tout ensemble de centrales traitant au total, pour un même local, plus de 10 000 Nm<sup>3</sup>/h d'air,

doivent répondre aux prescriptions suivantes :

- 1) Quelle que soit la réaction au feu des matériaux constituant les filtres, un détecteur autonome déclencheur sensible aux fumées, installé en aval du caisson de traitement d'air et à l'origine des conduits de distribution, doit commander automatiquement l'arrêt du ventilateur, la fermeture d'un registre métallique situé en aval des filtres, et, s'il y a lieu la coupure de l'alimentation électrique des batteries de chauffe.  
Ce détecteur autonome déclencheur conforme à la norme NF S 61961 doit de plus être admis à la marque NF Matériel de détection d'incendie et être estampillé comme tel, ou faire l'objet de toute autre certification de qualité en vigueur dans un Etat membre de la Communauté Economique Européenne.
- 2) Les filtres dont les matériaux sont de catégorie M4 ou non classés peuvent toutefois être utilisés à condition que l'installation comporte en aggravation des dispositions prévues au 1 ci-dessus :
  - soit un clapet assurant un coupe-feu de traversée de 30 minutes à la place du registre métallique.
  - soit le maintien du registre métallique complété d'un dispositif approprié d'extinction automatique asservi au détecteur autonome.
- 3) Dans le cas d'utilisation de filtres à l'huile, toutes dispositions doivent être prises pour éviter un entraînement d'huile dans les conduits, le constructeur doit indiquer la vitesse limite de passage de l'air sur le filtre.
- 4) Les caissons doivent être éloignés de tout matériau combustible par un espace d'au moins 0,20 mètre ou revêtus d'une protection assurant une sécurité équivalente.
- 5) L'installateur doit mettre en place des prises de pression et un manomètre permettant d'effectuer la comparaison de la perte de charge des filtres, en fonctionnement au débit nominal, à la perte de charge maximale admise.  
Dans la traversée du caisson et de son isolant, les prises de pression doivent être métalliques.
- 6) Les accès aux filtres doivent être munis d'une plaque métallique portant les indications ci-après : "*Danger d'incendie, filtres empoussiérés inflammables*".

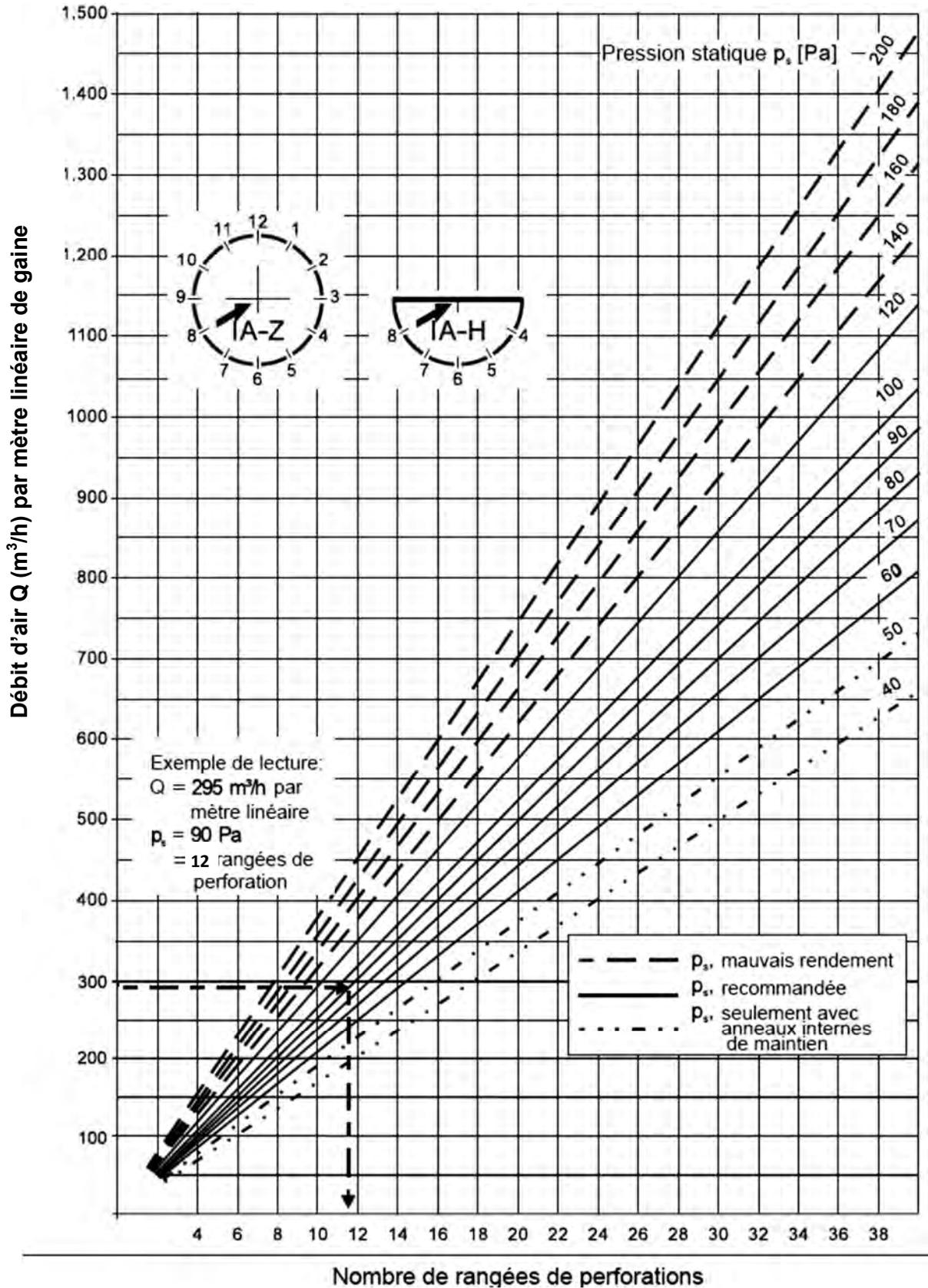
# DT12 – Gaines textiles

## Dimensionnement de la pression statique en fonction du tissu



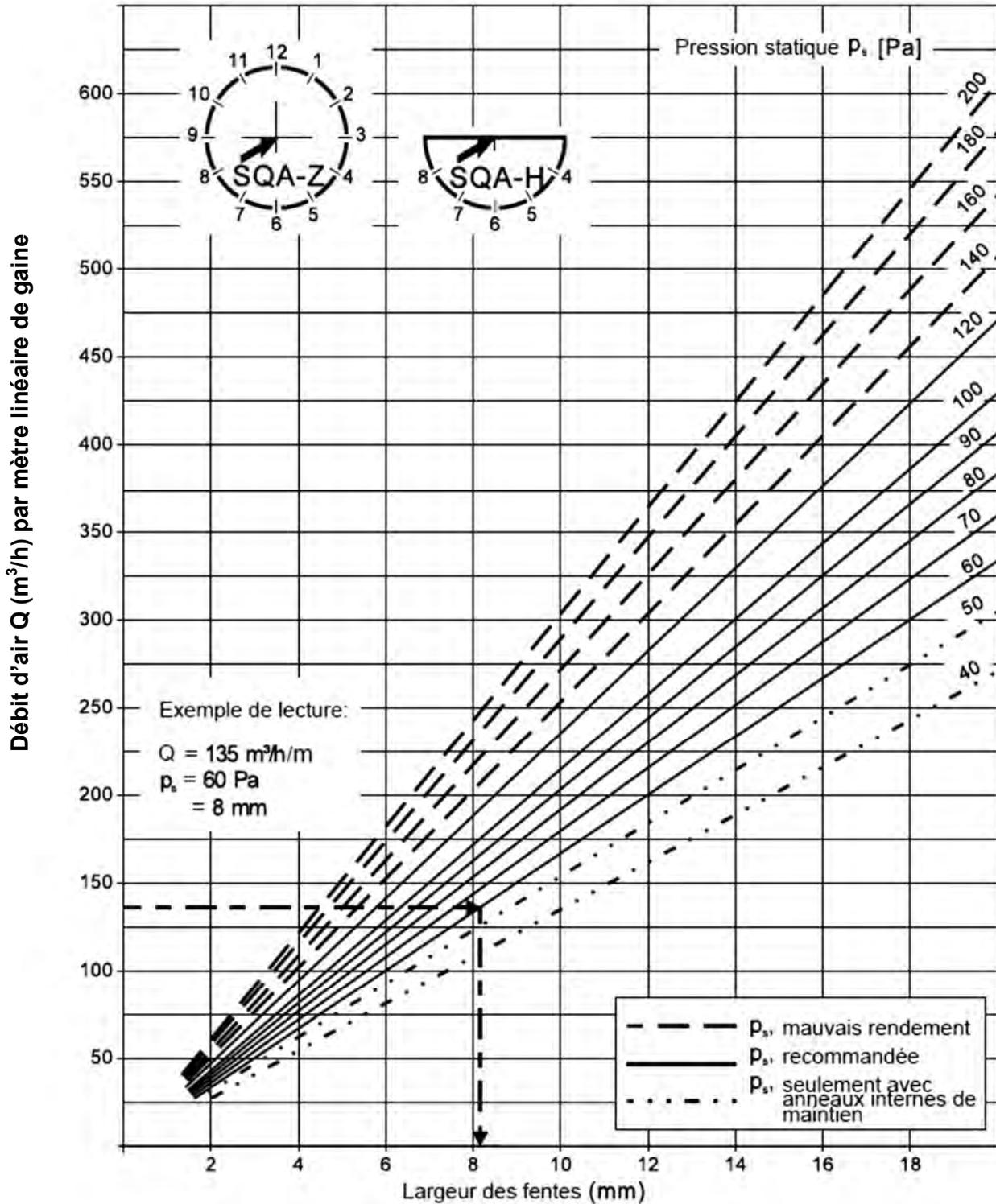
# DT13 – Gaines textiles

## Dimensionnement du nombre de rangées de fentes



# DT14 – Gaines textiles

## Dimensionnement de la largeur des fentes



<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																							
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																							
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>								

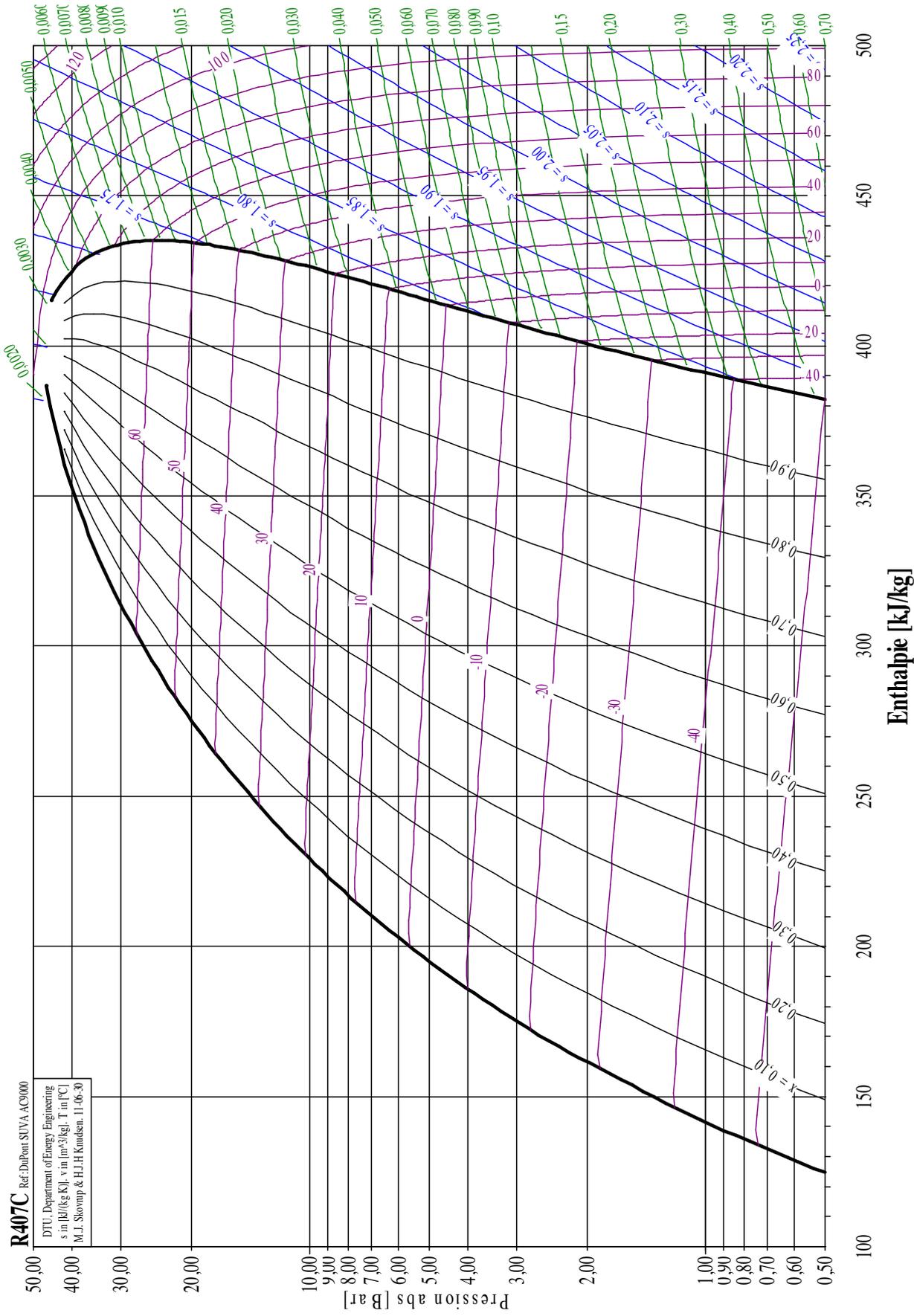
*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

GFE GCE 1

**DR 01**  
**DR 02**  
**DR 03**

# DR01 – Diagramme enthalpique du R407C

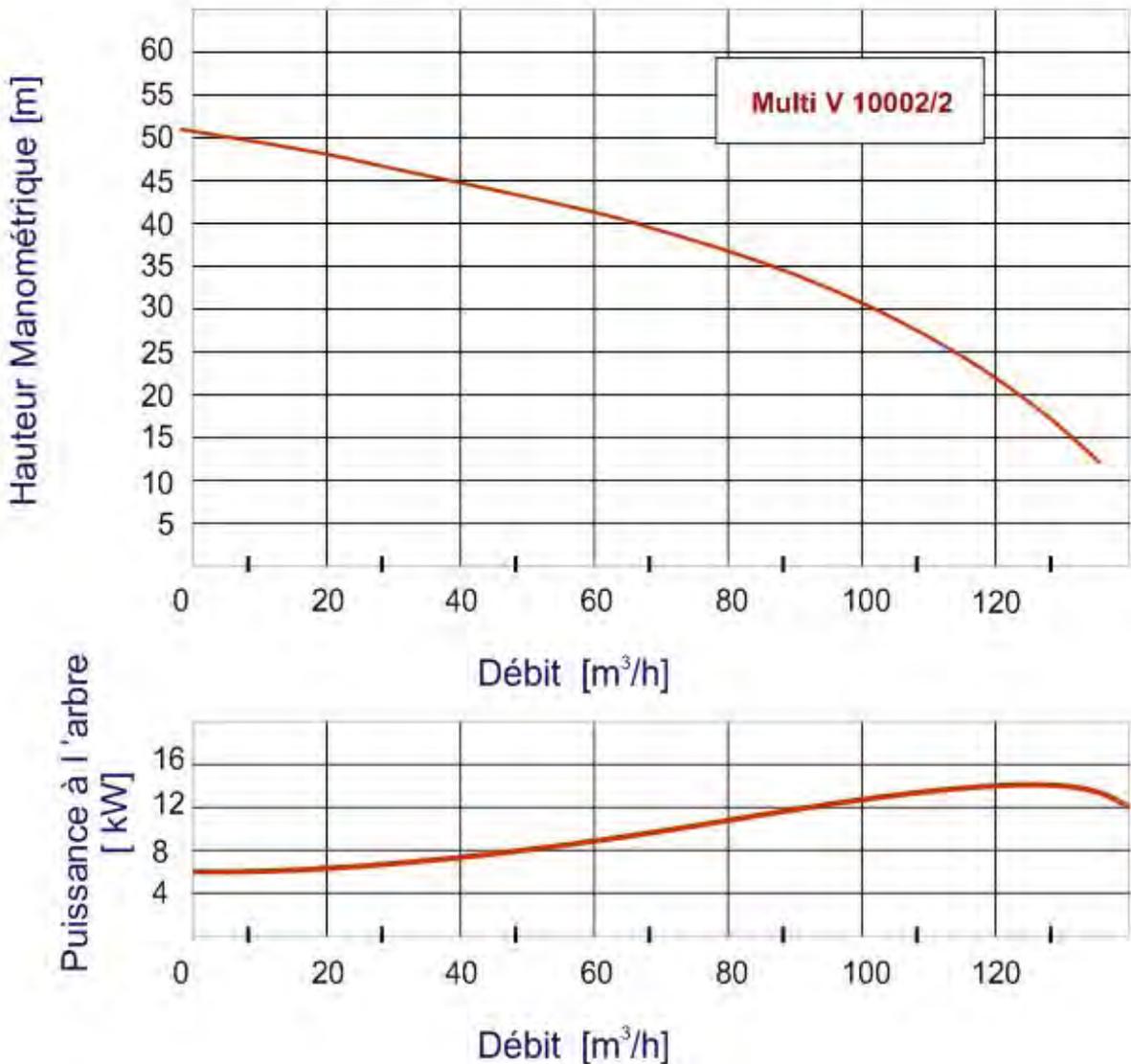


DR01 p...../.....

# DR02a – calcul des pertes de charges

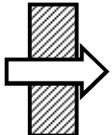
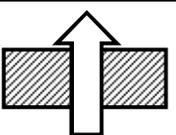
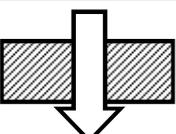
Tronçons	Débit (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Longueur (m)	Diamètre mm	Pertes linéiques (Pa.m <sup>-1</sup> )	Pertes de charges régulières (Pa)
A -> Aéroréfrigérant -> B		24,60		125	
B-> Groupe froid N°1 -> A		11,00	139,7× 3,6	95	
B -> Groupe froid N°2 -> A		11,00	139,7× 3,6	95	

# DR02b – courbe de pompe sur eau glycolée côté condenseur



# DR03 – calcul des déperditions

paroi	détail	eps cm	λ W/(m.°C)	R <sub>paroi</sub> m <sup>2</sup> .°C/W	U <sub>paroi</sub> W/(m <sup>2</sup> .°C)	S m <sup>2</sup>	Δθ °C	Φ W
Mur extérieur	-	-	-	-	0,24	240		
Plancher technique	-	-	-	3,88		1529		
Mur intérieur	-	-	-	-	0,18	576		
toiture	Sous-face	0,5	-	négligé		1417		
	Isolant	25	0,036					
	Bardage métallique	0,18	50					

Paroi donnant sur :		R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	R <sub>se</sub> (1) (m <sup>2</sup> .°C/W)	R <sub>si</sub> + R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
- l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert (2)				
<b>PAROI VERTICALE</b>	 flux horizontal	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,17</b>
<b>PAROI HORIZONTALE</b>  (ou si inclinaison < 60°)	 flux ascendant	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,14</b>
	 flux descendant	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>	<b>0,21</b>

(1) Si la paroi donne sur un autre local *non chauffé* (lnc), un comble ou un vide sanitaire, R<sub>si</sub> s'applique des deux côtés. Pour plus de précision sur les résistances superficielles, se reporter au fascicule "parois opaques"

(2) 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 supérieur à 0,005m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Ce peut être le cas par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité ou d'incendie.

<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																							
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																							
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>								

*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

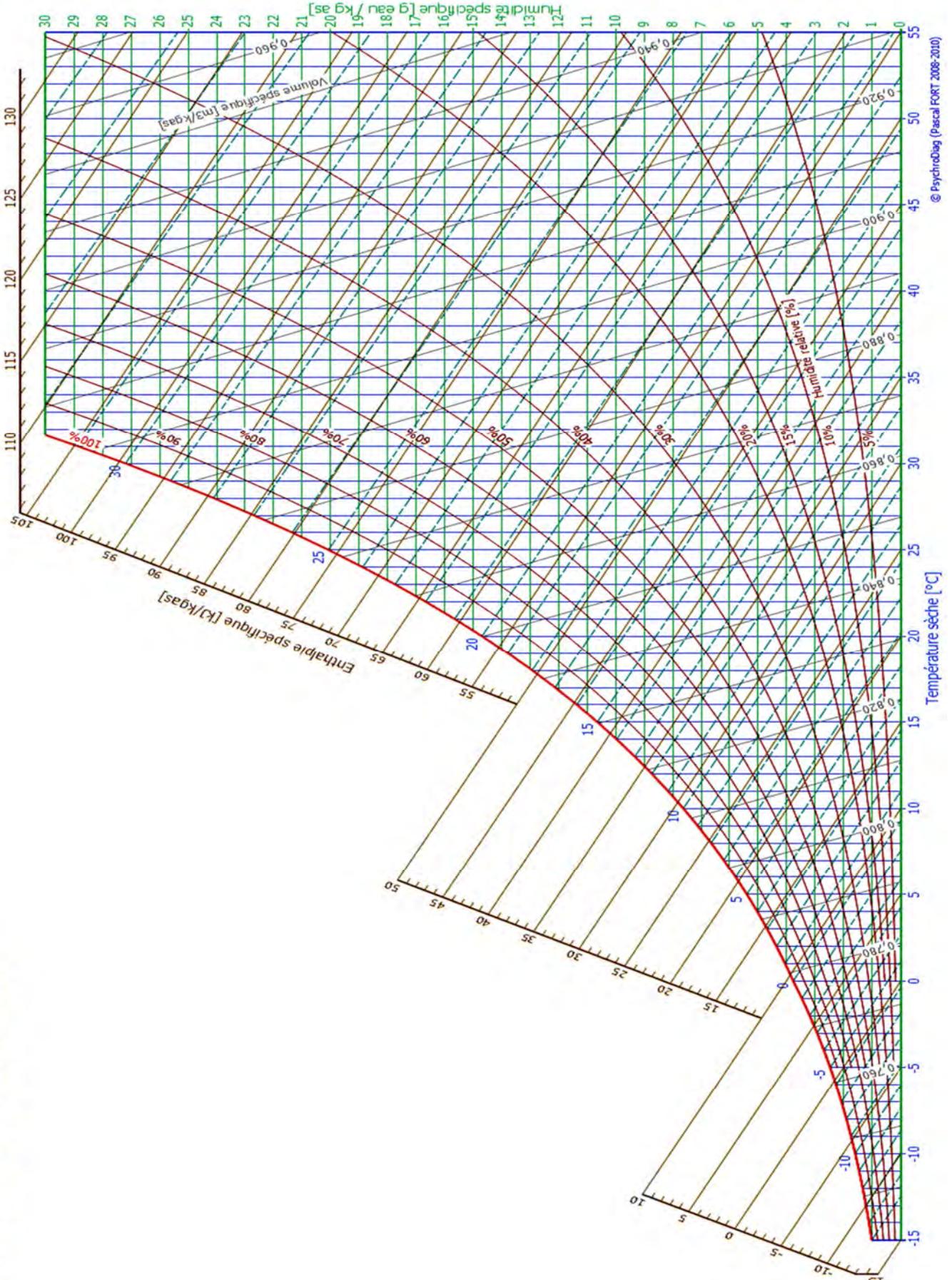
■	<b>Concours</b>	<b>Section/Option</b>	<b>Epreuve</b>	<b>Matière</b>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

GFE GCE 1

**DR 04**  
**DR 05**  
**DR 06**

# DR04 – Diagramme de l'air humide

Pression atmosphérique 101325 Pa Altitude 0 m

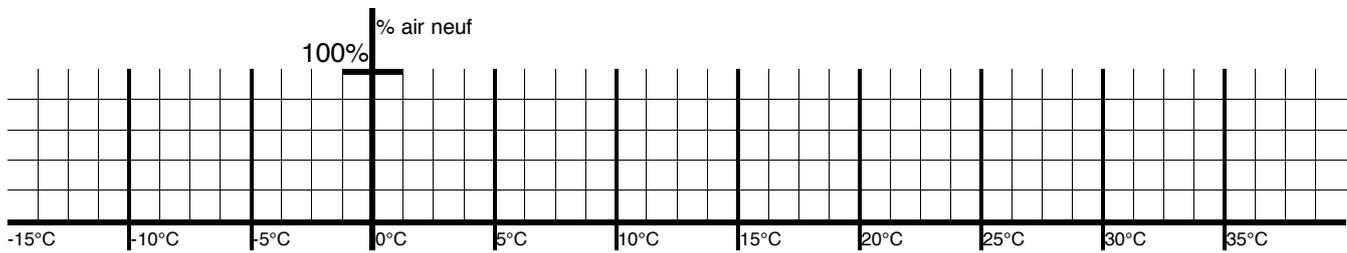
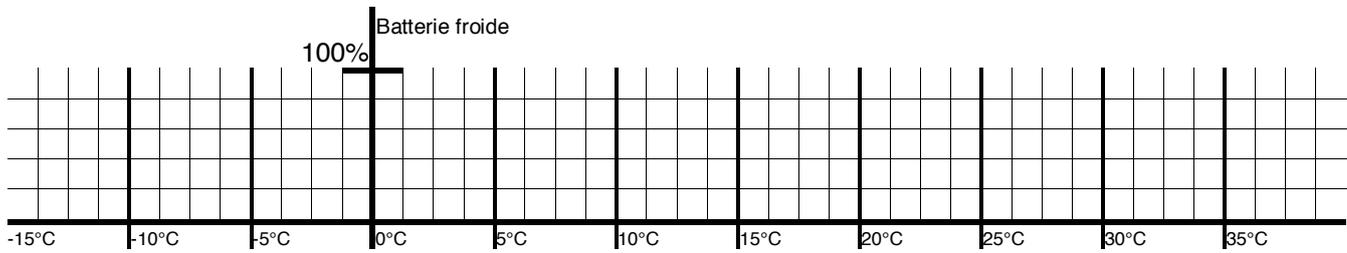
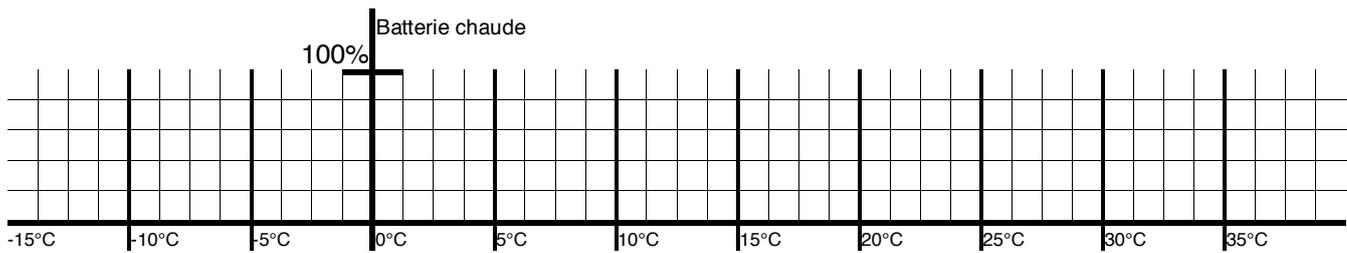
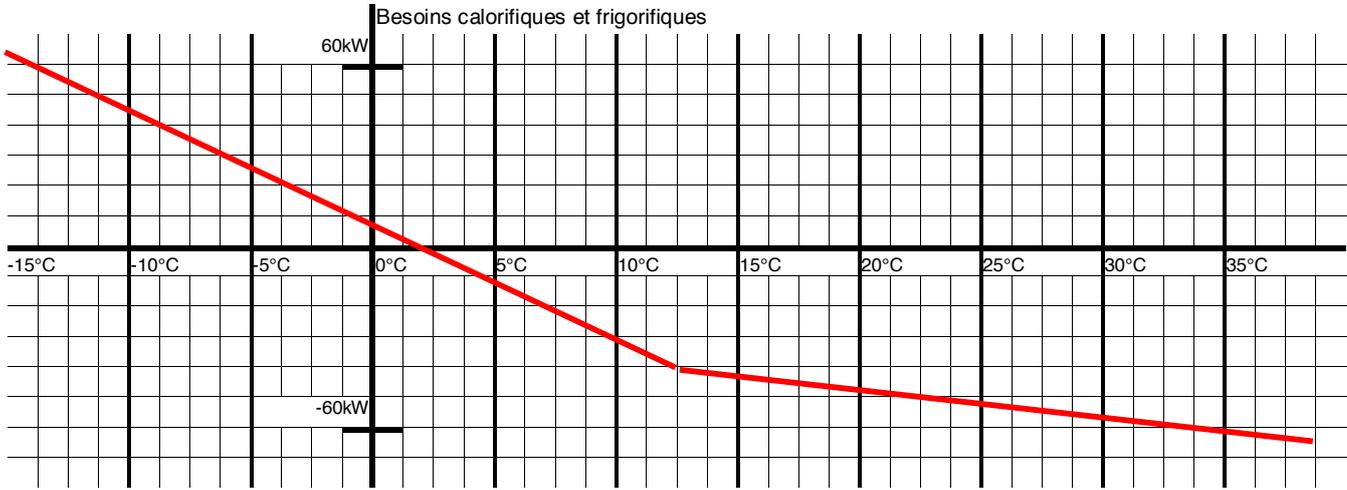


© Psychrobag (Pascal FORT 2008-2010)

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

DR04 p...../.....

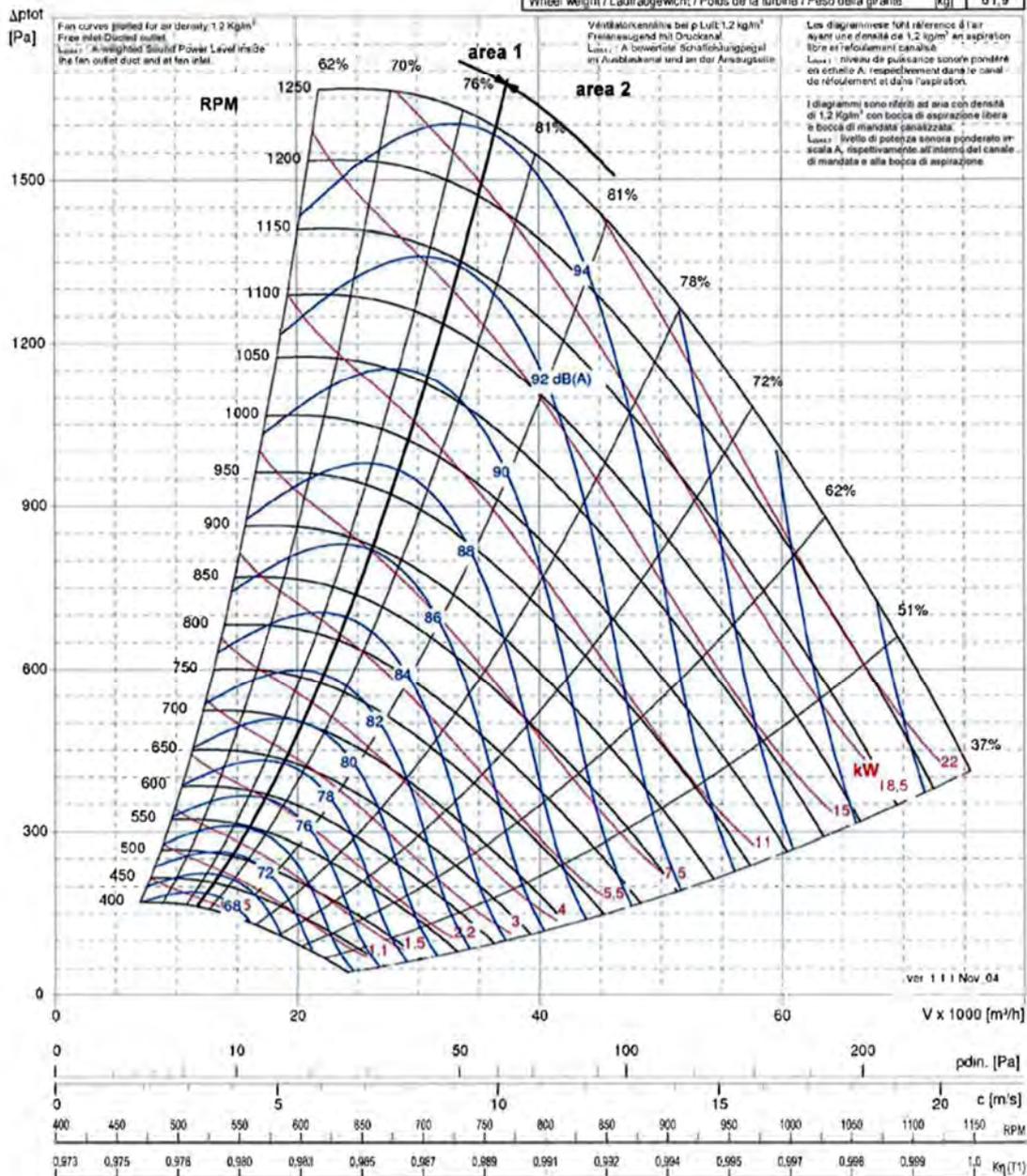
# DR05 – diagramme de fonctionnement en fonction de la température extérieure



# DR06 – courbe du ventilateur de la CTA EQ V TA 1



VTZ 800		T1
Fan Max RPM / Max zul. Ventilator-drehzahl / Vitesse de rotation maximale / Massima velocità di rotazione	[min <sup>-1</sup> ]	1175
Fan Max power / Max zul. Ventilator-leistung / Puissance absorbée maximale / Potenza massima assorbibile	[kW]	22
Fan weight / Ventilatorgewicht / Poids du ventilateur / Peso del ventilatore	[kg]	243
Wheel diameter / Laufraddurchmesser / Diamètre nominale de la turbine / Diametro nominale della girante	[mm]	813
Wheel No. Blades / Schaufelanzahl / Nombre d'aubes / N° di pale	z	8
Wheel Moment of inertia / Laufrad Massenträgheitsmoment / Moment d'inertie de la turbine / Momento d'inerzia della girante	[kg m <sup>2</sup> ]	6,81
Wheel weight / Laufradgewicht / Poids de la turbine / Peso della girante	[kg]	61,9



Performance shown is for installation type B, free inlet ducted outlet, and doesn't include the effects of apertures in the airstream.  
Power rating kW doesn't include transmission losses. The AMCA Certified Ratings Seal applies to Air Performance only.

Die angegebenen Leistungen beziehen sich auf einen B-Anlage-Typen. Freie Ansaug- und Ausblaskanäle, und berücksichtigen eventuelle Zuehrlöcher im Luftstrom nicht. Die angegebenen Leistung beinhaltet die Übertragungsverluste nicht.  
Die AMCA-Bescheinigung bezieht sich nur auf aerodynamische Leistungen.

Les prestations indiquées font référence à des installations B, aspiration libre et refoulement canalisé, et ne tiennent pas compte des éventuels accessoires dans le flux d'air. Le puissance absorbée ne considère pas les pertes de la transmission.  
La certification AMCA fait référence uniquement aux performances aérodynamiques.

Le prestazioni indicate si riferiscono ad installazione B, aspirazione libera e mandata canalizzata, e non tengono conto di eventuali accessori nel flusso d'aria. La potenza assorbita non include le perdite della trasmissione.  
La certificazione AMCA si riferisce alle sole prestazioni aerodinamiche.

DR06 p...../.....