



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

## FLUIDIQUE – ÉNERGÉTIQUE - ENVIRONNEMENT

SESSION 2015

Durée : 4 heures  
Coefficient : 4

**Matériel autorisé :**

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186, 16/11/1999).

**Tout autre matériel est interdit.**

**Documents-réponse à rendre avec la copie :**

- DR 1.....page 17/19
- DR 2.....page 18/19
- DR 3.....page 19/19

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 19 pages, numérotées de 1/19 à 19/19.

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2015
Fluidique – Énergétique - Environnement	Code : FEE2FLU	Page : 1/19

## Consignes générales

- Aucun document personnel n'est autorisé.
- Chaque partie sera rendue sur copie séparée.
- Le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n, n étant le nombre total de feuilles rendues, y compris les documents réponses 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,...

## Temps de travail estimatif par partie et barème :

PARTIE	TITRE	TEMPS conseillé	BARÈME conseillé
	Lecture du sujet	10 min	-----
1	Étude thermique et fluidique	60 min	18
2	Étude de la climatisation et régulation	70 min	21
3	Impact énergétique et environnemental d'une PAC	45 min	16
4	Étude de l'échangeur piscine	30 min	13
5	Étude acoustique	25 min	12

## Documents mis à la disposition du candidat

Sujet.....	pages 2 à 8/19
Annexes :	
Formulaire.....	pages 10 à 11/19
DT documentations techniques.....	pages 12 à 15/19
DR documents à rendre avec la copie.....	pages 17 à 19/19

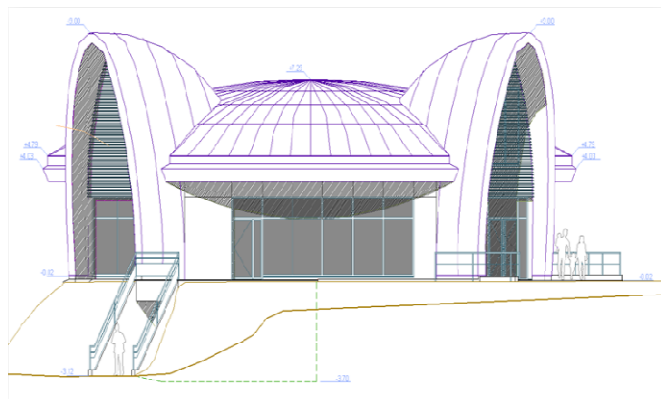
## Description sommaire

Le dossier proposé porte sur la rénovation d'une ancienne station de téléski en un centre aqualudique situé dans la station de ski de Piau Engaly (dept : 65 ; altitude : 1840m), région Midi Pyrénées.

Le bâtiment est construit sur trois niveaux : le sous-sol technique, le rez-de-chaussée (zone aqualudique) et les combles (réservés aux systèmes de climatisation). La surface de la zone aqualudique est d'environ 338 m<sup>2</sup>.

La structure du bâti étant entièrement repensée, le maître d'ouvrage impose que les études techniques de chauffage et de traitement d'air soient réalisées dans un souci d'optimisation de leur performance énergétique et dans l'obligation d'étudier toutes les pistes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et des consommations énergétiques, tout en assurant le confort et la sécurité des personnes accueillies.

Ainsi, le maître d'œuvre souhaite au minimum, l'incorporation d'un puits canadien et l'utilisation, en matière de ventilation, d'un système à récupération de chaleur.



## EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES

### 1) Caractéristiques techniques et climatiques du site

- Localisation : Piau Engaly (station de ski).
- Altitude : 1840 m.
- Constitution du sol (étude du forage réalisé à proximité du site par le bureau BRGM). Compatible avec le forage du puits canadien (données non nécessaires dans l'étude).

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1,1 m	Terre végétale de débris	
De 1,1 à 7 m	Sable gris fin avec débris rocheux avec quelques filons de calcite	Quaternaire
De 7 à 10,5 m	Calcschiste	Dévonien

- Température du sol à la profondeur de 6m : **5 °C** (en hiver et en moyenne).
- Conditions climatiques extérieures en hiver:
  - **T<sub>ext</sub> = -14 °C**
  - **HR<sub>ext</sub> = 90 %**

### 2) Conditions de chauffage de la zone aqualudique étudiée ici :

- conditions climatiques intérieures :
  - T<sub>int</sub> = 29 °C**
  - HR = 70 %**
- nombre d'heures de chauffage jusqu'à 8°C extérieur : **4507 h/saison de chauffe**
- volume de la zone étudiée : **1200 m<sup>3</sup>**
- charges climatiques :
  - **hiver** : déperditions sensibles : **85 kW**  
charge hydrique : **150 kg<sub>eau</sub>/h**
  - **été** : non fournies.

### 3) Caractéristiques du puits canadien projeté : société REHAU

Le puits canadien permettra le préchauffage de l'air pulsé dans la zone aqualudique (piscine).

- Débit d'air neuf véhiculé : **6500 m<sup>3</sup>/h**
- Longueur totale du puits: **30 m**
- Nombre de piquages : **15**
- Collecteur (D<sub>ext</sub> x ép) : **630 mm x 24,0 mm**
- Piquages (D<sub>ext</sub> x ép) : **250 mm x 8,80 mm**
- Conductivité thermique du tube : **0,16 W/m.K** (qualité alimentaire)
- Schéma de principe : **voir DT1 page 12/19**
- Coût global du puits installé : **35 000 €.**

### 4) Centrale de traitement d'air de la zone aqualudique :

- **Composition** :
  - filtre type F2 ;
  - récupérateur double batteries ;
  - caisson de mélange ;
  - batterie chaude à eau ;
  - filtre type F7.

### 5) Prix de l'énergie électrique sur site : 14 c€/kWh

<b>BTS Fluides Energies Environnements</b>		<b>Session 2015</b>
<b>Fluidique – Energétique - Environnement</b>	<b>Code : FEE2FLU</b>	<b>Page : 3/19</b>

# 1<sup>ère</sup> PARTIE : ÉTUDE THERMIQUE ET FLUIDIQUE

**Objectif principal** : étude de l'impact des caractéristiques d'un puits canadien sur la réduction de la facture énergétique.

L'étude va porter sur la zone aqualudique. Seule cette zone sera équipée de puits canadien.

**On donne** : - conditions techniques et climatiques : extrait du cahier des charges ;  
- schéma de principe du puits canadien : **page 12/19** ;  
- formulaire : page 10/19.

## A) Étude énergétique sans la présence du puits

- Déterminez la puissance nécessaire au chauffage de l'air neuf porté à la température de **8 °C** (valeur de la température dans le caisson de mélange de la centrale de traitement d'air).
- En supposant que ce chauffage est réalisé par une batterie électrique, déterminez la consommation énergétique liée au débit d'air neuf introduit dans la zone.

On donne le rendement du système de chauffage : **0,95**

- Pour un coût de **14 c€/kWh**, calculez le montant de la facture énergétique (hors abonnement) de la ventilation d'air neuf de la zone aqualudique.

## B) Étude énergétique avec la présence du puits

### 1) Étude thermique du puits canadien

- Calculez la vitesse de l'air dans un tube (piquage).
- Calculez la résistance thermique par mètre linéaire du tube «  $R_{\text{totale}}$  » en m.K/W, et par conséquent le coefficient de transmission thermique du tube «  $K$  ».
- Évaluez la température de l'air à la sortie du puits.

On donne : masse volumique moyenne de l'air :  $1,2 \text{ kg/m}^3$   
chaleur massique de l'air :  $1000 \text{ J/kg.K}$

### 2) Étude de l'impact énergétique du puits canadien

- Calculez la puissance récupérée par le puits si la température de l'air en sortie du puits est estimée à **-1 °C**.
- Évaluez le gain énergétique réalisé sur la saison par l'utilisation du puits canadien, en kWh puis en euros.
- Estimez le temps de retour brut sur l'investissement de ce puits canadien. Concluez.

## C) Optimisation du puits canadien :

Le projet a été basé sur une longueur totale du puits de **30 m**. Le maître d'œuvre souhaiterait savoir s'il est possible de doubler la puissance récupérée si on doublait la longueur du puits, soit une longueur de piquage de **60 m**.

**On donne** :  $K_{\text{tube}} = 6,00 \text{ W/m.K}$

Calculez alors la puissance récupérée par le puits.

Conclure sur le résultat obtenu vis-à-vis du projet initial.

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : étude de la climatisation de la Zone Aqualudique

**Objectif principal :** il s'agit ici de comparer l'impact de la réglementation sur le débit d'air hygiénique à introduire dans une piscine d'après le RSDT vis-à-vis des recommandations de la DDASS, sur le point de soufflage obtenu réellement.

L'étude va porter sur la zone aqualudique. Cette zone est initialement équipée d'une CTA sans récupération de chaleur. On considérera ici l'air neuf à la température extérieure de base (**pas de présence du puits canadien**). Le nombre de personnes maximum en forte occupation pouvant être accueilli (FMI : Fréquence Maximale Instantanée) dans cette zone du bâtiment est de **145**. L'étude se fera uniquement dans le cas **HIVER**.

**On donne :** conditions techniques et climatiques : extrait du cahier des charges  
formulaire pages 10/19 et 11/19

réglementation ventilation : RSDT : **22 m<sup>3</sup>/h d'air neuf par personne**

préconisation DDASS : **60 m<sup>3</sup>/h d'air neuf par personne**

écart de température au soufflage fixé : **20 °C**

diagramme psychrométrique : **page 18/19**

### 1) Étude de la climatisation des locaux selon le R.S.D.T.

- Déterminez le débit minimum d'air neuf à introduire selon le RSDT.
- Donnez toutes les caractéristiques de l'air soufflé. Vous indiquerez vos valeurs dans le tableau fourni avec le diagramme psychrométrique page 18/19.
- Précisez le débit de soufflage obtenu.

**Hypothèse :** on prendra le volume spécifique de l'air au soufflage égal au volume spécifique de l'air intérieur.

- Dans la mesure de l'utilisation d'un caisson de mélange dans la CTA, la récupération de chaleur sur l'air extrait était-elle nécessaire ? Pourquoi ?

Dans la suite des calculs, il sera fait usage d'un récupérateur de chaleur (double batteries) permettant d'obtenir un air à **8 °C** à l'entrée du caisson de mélange.

- Réalisez sur le diagramme de l'air humide proposé en page 18/19, le tracé de l'évolution de l'air dans la CTA afin d'atteindre le point de soufflage. Vous indiquerez les valeurs des points caractéristiques dans le tableau fourni sur le diagramme psychrométrique. On prendra le volume spécifique de l'air neuf égal à 0,918 m<sup>3</sup>/kg<sub>as</sub>.
- Le point de mélange obtenu permet-il d'atteindre rigoureusement le point de soufflage avec juste une batterie chaude ?  
Quelle solution technique envisageriez-vous alors ? Expliquez en deux lignes maximum. Évaluez la puissance de la batterie chaude nécessaire pour porter l'air à 49 °C.

### 2) Étude de la climatisation des locaux selon les recommandations de la DDASS :

**On donne :** point de soufflage : température : 49 °C

hygrométrie : 14 %

Présence d'un récupérateur de chaleur : température de préchauffage = **8 °C**

- Déterminez le nouveau point de mélange obtenu.
- Tracez la nouvelle évolution de l'air sur le même diagramme psychrométrique que précédemment **page 18/19**. Conclusion.
- Évaluez la nouvelle puissance de la batterie chaude.

### 3) Conclusions :

- Quels avantages peut-on tirer de l'augmentation du débit d'air neuf ?
- Quel principal impact économique ont imposé les recommandations de la DDASS ?

<b>BTS Fluides Energies Environnements</b>		<b>Session 2015</b>
<b>Fluidique – Energétique - Environnement</b>	<b>Code : FEE2FLU</b>	<b>Page : 5/19</b>

### 3<sup>ème</sup> PARTIE : impact énergétique et environnemental d'une PAC

**Objectif principal** : estimer l'impact énergétique et environnemental du choix technique d'une PAC air/eau avec appoint électrique, plutôt qu'une chaudière électrique seule pour le chauffage de la zone.

Initialement, le projet prévoit l'implantation d'une chaudière électrique de **216 kW** pour le chauffage de tous les locaux, la possibilité d'utilisation du fioul ou du gaz ayant été rapidement abandonnée pour des raisons d'approvisionnement sur site en hiver.

Afin de réduire la facture énergétique de l'ensemble du projet, vous allez étudier la solution d'implantation d'une PAC pour la zone aqualudique seulement.

#### **On donne :**

*Conditions techniques et climatiques : extrait du cahier des charges*

*Formulaire pages 10/19 et 11/19*

*Besoins en chauffage de la zone aqualudique : **85 kW pour -14°C.***

*Pompe à chaleur : marque CIAT type Aquaciat2 Air/Eau type ILD 350V **page 14/19.***

*Implantation : en sous-sol.*

*Température d'eau produite par la PAC : **40 °C** (quelle que soit la température extérieure).*

*Le puits canadien ne sera pas raccordé à la PAC.*

#### **Données climatologiques :**

- Degrés jour :  $Dj \text{ à } Tint = 3610 \text{ } ^\circ\text{C.j}$  sur la saison de chauffe de ce site géographique.
- Degrés heure de :  $-14 \text{ } ^\circ\text{C}$  à  $-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  :  $48050 \text{ } ^\circ\text{C.h}$ .
- Degrés heure de :  $-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  à  $Tint$  :  $38590 \text{ } ^\circ\text{C.h}$ .

**Donnée bilan carbone :** - 1 kWh électrique consommé est équivalent à 0,023 kg de CO<sub>2</sub> dégagé dans l'atmosphère  
- l'émission de 1 kg de CO<sub>2</sub> vaut 0,27 kg équivalent carbone (kg<sub>éq.C</sub>).

#### **1) Étude de la consommation électrique de la chaudière**

a) En supposant une chaudière électrique de **85 kW** assurant le chauffage **pour la zone aqualudique**, estimez la consommation énergétique en kWh de son fonctionnement au cours de la saison. *Intermittence = 0,85 et rendement de la production de chaleur = 0,9.*

b) Quelles quantités de CO<sub>2</sub> puis d'équivalent Carbone ont été « produits » ?

#### **2) Étude de la PAC**

Quel fluide frigorigène est utilisé ici dans cette PAC ?

a) Ce fluide a pour caractéristiques : ODP = 0 et GWP<sub>100</sub> = 2088. Par conséquent, quel est l'impact de ce fluide sur l'environnement ?

b) À l'aide de la documentation technique fournie en **page 14/19**, tracez sur le document réponse **page 17/19** l'évolution de la puissance fournie au réseau de chauffage par cette PAC en fonction de la température extérieure.

Vérifiez alors que la PAC pourra réellement fonctionner seule à partir de  $-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  extérieur sans aide de la chaudière.

**Dans la suite des calculs, on considérera la température extérieure de fonctionnement seule de la PAC égal à  $-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Un appoint sera réalisé par la chaudière électrique pour atteindre un fonctionnement jusqu'à  $-14 \text{ } ^\circ\text{C}$ .**

c) Calculez la consommation énergétique de la PAC fonctionnant seule sur le réseau entre  $-7,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  et  $29 \text{ } ^\circ\text{C}$  de température extérieure. On prendra un COP moyen de PAC égal à 3.

d) Calculez la consommation énergétique de l'appoint chaudière.

e) Estimez les quantités de carbone et de CO<sub>2</sub> évitées grâce à l'utilisation de la PAC.  
Conclure.

<b>BTS Fluides Energies Environnements</b>		<b>Session 2015</b>
<b>Fluidique – Energétique - Environnement</b>	<b>Code : FEE2FLU</b>	<b>Page : 6/19</b>

## 4<sup>ème</sup> PARTIE : étude de l'échangeur piscine

**Objectif principal :** vérifier le choix technique du bureau d'étude d'un échangeur à plaques de marque CIAT pour le chauffage de l'eau du bassin.

Le bureau d'étude d'ingénierie a défini le type d'échangeur nécessaire au chauffage de l'eau des bassins. Son choix s'est porté sur un modèle ITEX, PWB11 de **165 kW**.

On vous demande d'en définir son nombre de plaques, ainsi que son débit d'eau secondaire d'irrigation.

**On donne :** - données fabricant CIAT : échangeur PWB - **page 13/19**.  
- formulaire pages 10/19 et 11/19.

Données de fonctionnement : échangeur à contre-courant

	Eau du bassin	Eau de chauffage
Température entrée/sortie	33 °C / 53 °C	70 °C / 50 °C
Débit d'eau	??? m <sup>3</sup> /h	7,1 m <sup>3</sup> /h
Perte de charge	2,9 mCE	2,94 mCE
Coefficient d'échange K	2000 W/m <sup>2</sup> K	

**Données complémentaires :**

Caractéristiques de l'eau sous la pression atmosphérique					
$\theta$ [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/m.K]	Cp [J/kg.K]	$\mu$ [Pa.s]	$\beta$ [K <sup>-1</sup> ]
0	999,8	0,552	4217	$1,79 \cdot 10^{-3}$	$-0,07 \cdot 10^{-3}$
20	998,2	0,598	4181	$1 \cdot 10^{-3}$	$0,206 \cdot 10^{-3}$
40	992,2	0,628	4178	$0,65 \cdot 10^{-3}$	$0,385 \cdot 10^{-3}$
60	983,2	0,651	4183	$0,47 \cdot 10^{-3}$	$0,523 \cdot 10^{-3}$
80	971,8	0,669	4196	$0,36 \cdot 10^{-3}$	$0,698 \cdot 10^{-3}$

- 1) Calculez l'efficacité de l'échangeur à plaques.
- 2) Calculez le débit d'eau du bassin traversant l'échangeur en supposant un rendement de l'échangeur à plaques égal à 1.
- 3) Calculez la surface théorique de l'échangeur.

En déduire le nombre de plaques de cet échangeur. Le modèle préconisé est-il correct ?

**Efficacité des échangeurs à contre-courants purs en fonction de (Cmin/Cmax ; NUT)**

NUT	CMIN / CMAX							
	0,00	0,25	0,50	0,70	0,75	0,80	0,90	1,00
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,393	0,378	0,362	0,350	0,348	0,345	0,339	0,333
1,00	0,632	0,598	0,565	0,538	0,532	0,525	0,513	0,500
1,50	0,777	0,735	0,691	0,655	0,645	0,630	0,618	0,600
1,75	0,826	0,784	0,737	0,697	0,687	0,677	0,657	0,636
2,00	0,869	0,823	0,775	0,733	0,722	0,711	0,689	0,667
3,00	0,950	0,919	0,875	0,829	0,817	0,804	0,778	0,750
4,00	0,982	0,962	0,928	0,886	0,873	0,860	0,831	0,800
4,50	0,989	0,974	0,944	0,905	0,893	0,880	0,850	0,818
5,00	0,993	0,982	0,957	0,921	0,909	0,896	0,866	0,833
6,00	/	/	0,975	0,944	/	0,921	0,892	0,857



## 5<sup>ème</sup> PARTIE : étude acoustique

**Objectif principal :** vérifier le niveau global de pression acoustique pondéré atteint par le fonctionnement seul de la PAC présélectionnée, disposée en sous-sol.

La présélection de la PAC par l'entreprise de chauffage soumissionnaire a abouti à un modèle de PAC : **ILD 350V marque CIAT**. Le bureau d'étude d'ingénierie demande une vérification du niveau de pression acoustique atteint par le fonctionnement de cette PAC, pour un **point d'écoute fixé à 8 m** de celle-ci. Il impose une valeur maximale globale de pression acoustique de **50 dB(A)**.

**On donne :**

*positionnement de la PAC :*

*surface totale des parois en béton entourant la PAC :*

*coefficient d'absorption moyen global des parois en béton :*

*directivité de la source de bruit :*

*distance du point d'écoute :*

*valeurs des puissances acoustiques de la PAC :*

**en sous-sol**

**1000 m<sup>2</sup>**

**0,03**

**32**

**8 m**

**page 15/19**

- 1) Le point d'écoute se situe-t-il dans le champ acoustique direct ou réverbéré ?
- 2) Calculez, à l'aide du tableau fourni en **page 19/19**, le niveau de pression acoustique global pondéré obtenu avec la version standard.  
Concluez par rapport à la valeur fixée par le bureau d'étude d'ingénierie.
- 3) Citez deux solutions techniques permettant de limiter la valeur obtenue.
- 4) La version « LOW noise » de la PAC satisfait-elle le niveau de pression acoustique fixé ?  
Concluez.

## DOSSIER DES ANNEXES

Formulaire	pages 10 et 11/19
DT 1 Implantation et schéma de principe du puits canadien	page 12/19
DT 2 Documentation technique de l'échangeur CIAT	page 13/19
DT 3 Documentation technique de la PAC marque AQUACIAT2 :	page 14
DT 4 Modèles et performances acoustiques de la PAC marque AQUACIAT2	page 15

## FORMULAIRE

### Transfert thermique

⇒ Coefficient de convection intérieur dans un tube :  $R_{\text{conv}}$

$$R_{\text{conv}} = \frac{1}{5,55 \times (w_{\text{air}})^{0,8}} \text{ en m}^2 \cdot \text{K/W} \quad w_{\text{air}} : \text{vitesse de l'air en m/s}$$

⇒ Résistance thermique par mètre linéaire d'un tube :  $R_{\text{Totale}}$

$$R_{\text{Totale}} = \frac{R_{\text{conv}}}{2 \times \pi \times r_{\text{int}}} + \frac{\ln\left(\frac{r_{\text{ext}}}{r_{\text{int}}}\right)}{2 \times \pi \times \lambda} \text{ en m.K/W}$$

avec :  $r_{\text{ext}}$  et  $r_{\text{int}}$  : rayons extérieur et intérieur du tube en m  
 $\lambda$  : conductivité thermique du tube en W/m.K

⇒ Température de l'air à la sortie d'un tube :  $T_{s(l)}$  en °C

$$T_{s(l)} = \theta + (T_e - \theta) \times e^{\frac{-K \times L}{Q_v \times \rho \times c}}$$

avec :  $T_e$  = Température de l'air à entrée du tube en °C

$L$  = longueur du tube en m

$\theta$  = Température de la terre autour du tube en °C

$K$  : Coefficient de transmission du tube en W/m.K

$q_v$  = débit d'air en  $\text{m}^3 / \text{s}$

⇒ Puissance échangée entre l'entrée et la sortie d'un tube :

$$P = q_v \times \rho \times c \times (T_e - T_{s(l)})$$

⇒ Puissance nécessaire au chauffage de l'air :

$$P = 0,34 \times q_v \times \Delta\theta_{\text{air}}$$

⇒ Temps de retour brut sur investissement :

$$\text{Temps} = \frac{\text{Investissement en } \text{€}}{\text{Gain réalisé en } \text{€}/\text{an}}$$

### Consommations énergétiques : $C_{\text{ch}}$ en kWh

⇒ Sur une saison :

$$C_{\text{ch}} = \frac{24 \times i \times D_j \times \text{Dep}}{\eta \text{ (ou COP)}}$$

⇒ Sur un nombre d'heures donné :

$$C_{\text{ch}} = \frac{i \times D_h \times \text{Dep}}{\eta \text{ (ou COP)}}$$

avec :  $i$  = Coefficient d'intermittence

$D_j$  = Degrés jour sur une saison de chauffe °C.j

$D_h$  : Degrés heure sur une période donnée °C.h

$\eta$  ou COP : Rendement ou COP de la production de chaleur

Dep : Besoins en chauffage en kW/K

## Traitement d'air

Chaleur latente de vaporisation de l'eau :  $L_v = 2490 - 2,226 \times \theta$

## Échangeur

⇒ Efficacité de l'échangeur :  $E = \frac{P_{\text{utile}}}{C_{\text{min}} \times (T_{\text{ce}} - T_{\text{fe}})} \times 100$

$$NUT = \frac{K \times S}{C_{\text{min}}}$$

## Acoustique

⇒ Niveau global :  $L_{\text{global}} = 10 \times \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right]$

⇒ Niveau de pression acoustique en dB :

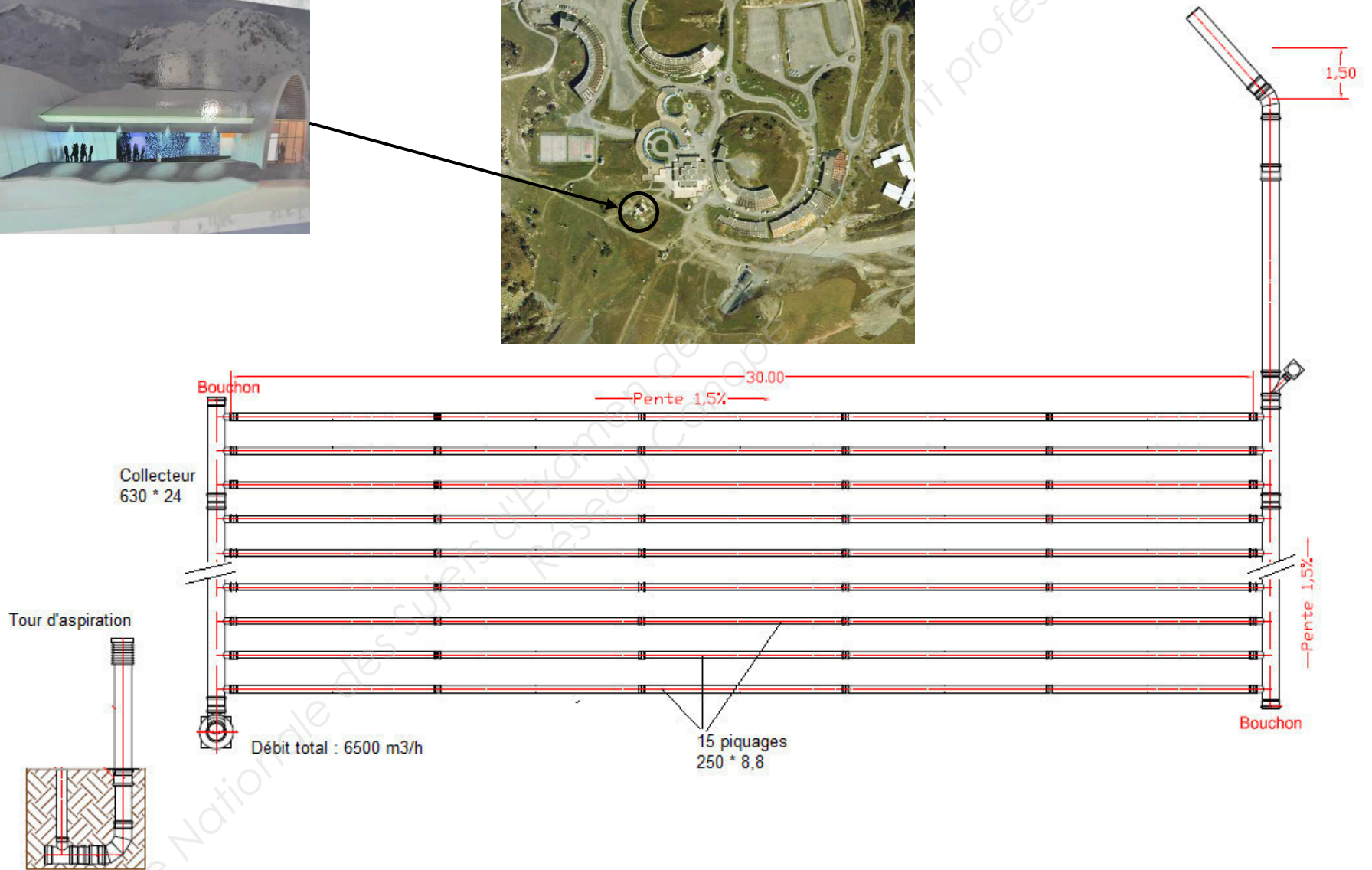
$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{Q}{4\pi \times d^2} + \frac{4}{Rl} \right)$$

⇒ Constante du local :  $Rl = \frac{S \times \alpha_{\text{moy}}}{(1 - \alpha_{\text{moy}})}$

⇒ Pondération (A) :

FRÉQUENCES [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
PONDÉRATION A [dB]	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1	-6,6

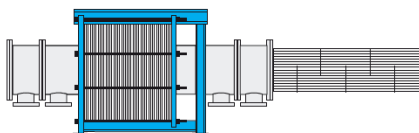
# DT 1 - IMPLANTATION ET SCHÉMA DE PRINCIPE DU PUIS CANADIEN





## Echangeurs à plaques et joints

ITEX



Faible encombrement



Double joint entre fluides

### GAMME

	PWB 2	PWB 4	PWB 8	PWB 11	PWB 18	PWB 30	PWB 45	PWB 70	PWB 40	PWB 60	PWB 90	PWB 65
Surface (m <sup>2</sup> )	0,021	0,041	0,081	0,125	0,18	0,268	0,482	0,697	0,390	0,645	0,900	0,606
Débit maximum ( m <sup>3</sup> /h)	19	19	19	80	83	240	240	240	380	380	380	800
Raccordement	DN 32	DN 32	DN 32	DN 65	DN 65	DN 100	DN 100	DN 100	DN 150	DN 150	DN 150	DN 200
Pression maxl	Standard Inox	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
	Option Inox	10/16/25	10/16/25	10/16/25	10 / 16	10	16 / 25	16 / 25	16 / 25	16	16	16
	254 SMO	06 / 10	06 / 10	06 / 10	06 / 10	-	10 / 16	10 / 16	10 / 16	10 / 16	10 / 16	10 / 16
	Titane	06 / 10	06 / 10	06 / 10	06 / 10 / 16	10	10 / 16	10 / 16	10 / 16	10 / 16	10 / 16	-
Pression différentielle maxl	06/10/15	06/10/15	06/10/15	06/10/15	06/10	10 / 15	10 / 15	10 / 15	10 / 15	10 / 15	10 / 15	10 / 15
Nombre de plaques maxl	49	49	75	151	151	401	401	401	551	551	701	551
Matériaux et épaisseurs des plaques	Inox 304	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6
	Inox 316L	0,4 / 0,5 0,6 / 0,7	0,4 / 0,5 0,6 / 0,7	0,4 / 0,5 0,6 / 0,7	0,4 / 0,5 0,6	0,4 / 0,5	0,5 / 0,6 0,7	0,5 / 0,6 0,7	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6
	254 SMO	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6*	0,6*	0,6*
	titane	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5 / 0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-
Profils des plaques	H	H	H	H / L	H / L	H / L	H / L	H / L	H / L	H / L	H / L	H / L
mélange possible	-	-	-	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K	I / J / K
Matériaux des joints (T° maxl)	NBR (NITRILE) (110°C)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	EPDM prx (160°C)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	VITON (200°C)	oui	oui	oui	oui	-	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	H NBR (160°C)	oui	oui	oui	oui	-	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Contenance entre plaques (l)	0,063	0,103	0,181	0,366	0,50	0,766	1,217	1,669	1,122	1,659	2,197	2,109
Surface d'échange maxl (m <sup>2</sup> )	1	2	6	19	27	107,5	193	279,5	215	355	631	334

ITEX

Nota : Surface ( m<sup>2</sup> ) : surface d'une plaque

## DT 3 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE LA PAC CIAT AQUACIAT2 Modèles et Puissances



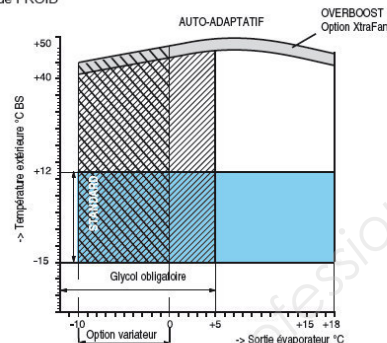
**Groupes de production d'eau glacée  
Pompes à chaleur**

*Efficacité énergétique élevée  
avec le R410A  
Compacts et silencieux  
Compresseurs Scroll  
Echangeurs à plaques brasées  
Régulation électronique  
auto adaptative*

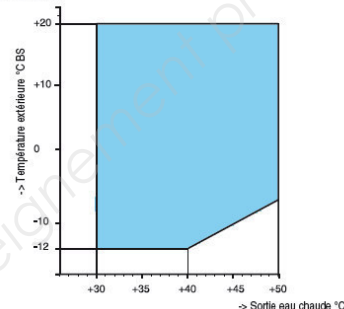


### ■ ILD - ILDC - ILDH

Fonctionnement en mode FROID



Fonctionnement en mode CHAUD



## AQUACIAT2 EVOLUTION

### PUISSANCES CALORIFIQUES

#### Appareils REVERSIBLES

ILD ILDC ILDH	Température air extérieur en °C BS (t)	TEMPÉRATURE DE SORTIE D'EAU AU CONDENSEUR °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		30		35		40		45		50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		Pc kW	Pa kW	Pc kW	Pa kW	Pc kW	Pa kW	Pc kW	Pa kW	Pc kW	Pa kW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
200V	Eau pure	-12	34,8	12,7	34,3	14,3	33,9	16,0					-10	37,3	12,7	36,9	14,3	36,1	16,0	35,7	18,0			-5	42,8	12,7	42,3	14,3	41,8	16,0	40,8	17,9	39,8	20,1	0	48,8	12,7	48,2	14,3	47,5	16,0	46,5	17,9	44,8	20,1	5	55,2	12,8	54,4	14,3	53,5	16,0	52,5	17,9	51,6	20,1	7	57,9	12,8	56,9	14,3	55,9	16,0	54,9	17,9	53,9	20,1	10	62,1	12,8	61,0	14,3	60,0	16,0	58,8	17,9	57,5	20,1	15	69,5	12,9	68,3	14,4	66,9	16,0	65,4	17,9	63,9	20,0	20	77,3	13,1	75,7	14,5	74,1	16,1	72,3	17,9	70,4	20,0	240V	Eau pure	-12	41,1	15,6	40,7	17,2							-10	43,5	15,6	43,3	17,2	42,7	19,0					-5	50,3	15,6	49,5	17,2	48,7	19,0	48,0	21,0			0	57,3	15,5	56,4	17,1	55,4	18,9	54,4	21,0	53,4	23,4	5	64,7	15,5	63,5	17,1	62,3	18,9	60,9	20,9	59,6	23,3	7	67,9	15,5	66,5	17,1	65,2	18,9	63,7	20,9	62,3	23,3	10	72,9	15,5	71,4	17,1	69,8	18,9	68,2	20,9	66,5	23,2	15	81,4	15,6	79,7	17,2	77,9	18,9	75,9	20,9	73,8	23,2	20	90,1	15,8	88,3	17,3	86,0	19,0	83,7	20,9	81,2	23,1	300V	Eau pure	-12	52,5	18,8	52,0	20,5	51,4	22,5					-10	55,7	18,9	55,3	20,7	54,1	22,6					-5	63,6	19,2	63,1	21,1	62,4	23,2	60,3	25,4	58,0	27,9	0	72,2	19,4	71,5	21,3	70,7	23,5	69,3	25,9	66,5	28,4	5	81,2	19,5	80,4	21,5	79,2	23,8	78,0	26,2	76,6	29,0	7	85,2	19,6	83,9	21,6	82,8	23,9	81,4	26,3	79,9	29,1	10	91,0	19,6	89,7	21,7	88,4	24,0	87,1	26,5	85,3	29,2	15	101,8	19,8	100,2	21,8	98,5	24,1	96,5	26,7	94,4	29,5	20	112,7	20,1	110,7	22,0	108,6	24,2	106,1	26,8	103,6	29,6	350V	Eau pure	-12	63,0	23,1	62,1	25,2							-10	64,7	23,2	64,2	25,3	63,6	27,7					-5	74,2	23,4	73,4	25,5	72,4	28,0	71,6	30,8			0	84,8	23,6	83,6	25,7	82,3	28,2	81,0	31,0	79,8	34,2	5	95,9	23,8	94,3	25,9	92,6	28,4	90,9	31,3	89,1	34,5	7	100,6	23,9	98,7	26,0	96,8	28,5	95,0	31,4	93,1	34,6	10	108,1	24,0	106,2	26,2	103,9	28,7	101,6	31,5	99,5	34,8	15	121,1	24,3	118,6	26,5	115,9	28,9	113,0	31,8	110,4	35,0	20	134,2	24,6	130,9	26,7	127,9	29,2	124,7	32,0	121,6	35,3
		240V	Eau pure	-12	41,1	15,6	40,7	17,2							-10	43,5	15,6	43,3	17,2	42,7	19,0					-5	50,3	15,6	49,5	17,2	48,7	19,0	48,0	21,0			0	57,3	15,5	56,4	17,1	55,4	18,9	54,4	21,0	53,4	23,4	5	64,7	15,5	63,5	17,1	62,3	18,9	60,9	20,9	59,6	23,3	7	67,9	15,5	66,5	17,1	65,2	18,9	63,7	20,9	62,3	23,3	10	72,9	15,5	71,4	17,1	69,8	18,9	68,2	20,9	66,5	23,2	15	81,4	15,6	79,7	17,2	77,9	18,9	75,9	20,9	73,8	23,2	20	90,1	15,8	88,3	17,3	86,0	19,0	83,7	20,9			81,2	23,1	300V	Eau pure	-12	52,5	18,8	52,0	20,5	51,4	22,5					-10	55,7	18,9	55,3	20,7	54,1	22,6					-5	63,6	19,2	63,1	21,1	62,4	23,2	60,3	25,4	58,0	27,9	0	72,2	19,4	71,5	21,3	70,7	23,5	69,3	25,9	66,5	28,4	5	81,2	19,5	80,4	21,5	79,2	23,8	78,0	26,2	76,6	29,0	7	85,2	19,6	83,9	21,6	82,8	23,9	81,4	26,3	79,9	29,1	10	91,0	19,6	89,7	21,7	88,4	24,0	87,1	26,5	85,3	29,2	15	101,8	19,8	100,2	21,8	98,5	24,1	96,5	26,7	94,4	29,5	20	112,7	20,1	110,7	22,0	108,6	24,2			106,1	26,8	103,6	29,6	350V	Eau pure	-12	63,0	23,1	62,1	25,2							-10	64,7	23,2	64,2	25,3	63,6	27,7					-5	74,2	23,4	73,4	25,5	72,4	28,0	71,6	30,8			0	84,8	23,6	83,6	25,7	82,3	28,2	81,0	31,0	79,8	34,2	5	95,9	23,8	94,3	25,9	92,6	28,4	90,9	31,3	89,1	34,5	7	100,6	23,9	98,7	26,0	96,8	28,5	95,0	31,4	93,1	34,6	10	108,1	24,0	106,2	26,2	103,9	28,7	101,6	31,5	99,5	34,8	15	121,1	24,3	118,6	26,5	115,9	28,9	113,0	31,8	110,4	35,0	20	134,2	24,6	130,9	26,7			127,9	29,2	124,7	32,0	121,6	35,3																																																																																													
				300V	Eau pure	-12	52,5	18,8	52,0	20,5	51,4	22,5					-10	55,7	18,9	55,3	20,7	54,1	22,6					-5	63,6	19,2	63,1	21,1	62,4	23,2	60,3	25,4	58,0	27,9	0	72,2	19,4	71,5	21,3	70,7	23,5	69,3	25,9	66,5	28,4	5	81,2	19,5	80,4	21,5	79,2	23,8	78,0	26,2	76,6	29,0	7	85,2	19,6	83,9	21,6	82,8	23,9	81,4	26,3	79,9	29,1	10	91,0	19,6	89,7	21,7	88,4	24,0	87,1	26,5	85,3	29,2	15	101,8	19,8	100,2	21,8	98,5	24,1	96,5	26,7	94,4	29,5	20	112,7	20,1	110,7	22,0	108,6	24,2			106,1	26,8			103,6	29,6	350V	Eau pure	-12	63,0	23,1	62,1	25,2							-10	64,7	23,2	64,2	25,3	63,6	27,7					-5	74,2	23,4	73,4	25,5	72,4	28,0	71,6	30,8			0	84,8	23,6	83,6	25,7	82,3	28,2	81,0	31,0	79,8	34,2	5	95,9	23,8	94,3	25,9	92,6	28,4	90,9	31,3	89,1	34,5	7	100,6	23,9	98,7	26,0	96,8	28,5	95,0	31,4	93,1	34,6	10	108,1	24,0	106,2	26,2	103,9	28,7	101,6	31,5	99,5	34,8	15	121,1	24,3	118,6	26,5	115,9	28,9	113,0	31,8	110,4	35,0	20	134,2	24,6			130,9	26,7	127,9	29,2			124,7	32,0	121,6	35,3																																																																																																																																																																																														
						350V	Eau pure	-12	63,0	23,1	62,1	25,2							-10	64,7	23,2	64,2	25,3	63,6	27,7					-5	74,2	23,4	73,4	25,5	72,4	28,0	71,6	30,8			0	84,8	23,6	83,6	25,7	82,3	28,2	81,0	31,0	79,8	34,2	5	95,9	23,8	94,3	25,9	92,6	28,4	90,9	31,3	89,1	34,5	7	100,6	23,9	98,7	26,0	96,8	28,5	95,0	31,4	93,1	34,6	10	108,1	24,0	106,2	26,2	103,9	28,7	101,6	31,5	99,5	34,8	15	121,1	24,3	118,6	26,5	115,9	28,9	113,0	31,8	110,4	35,0	20	134,2	24,6	130,9	26,7			127,9	29,2			124,7	32,0			121,6	35,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

**R410A**

**HAUTE PERFORMANCE - HP**

## DT 4 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE LA PAC CIAT AQUACIAT2 Modèles et performances acoustiques



Groupes de production d'eau glacée  
Pompes à chaleur

Efficacité énergétique élevée  
avec le **R410A**  
**Compacts et silencieux**  
Compresseurs **Scroll**  
Echangeurs à plaques brasées  
Régulation électronique  
**auto adaptative**



*Valeur des puissances acoustiques atteintes par la PAC version standard :*

Tailles	SPECTRE DE NIVEAU DE PUISSANCE (dB)							Niveau global Lw dB(A) LD / ILD
	125 Hz LD / ILD	250 Hz LD / ILD	500 Hz LD / ILD	1000 Hz LD / ILD	2000 Hz LD / ILD	4000 Hz LD / ILD	8000 Hz LD / ILD	
80	78	73	72	72	65	60	54	75
90	78	73	72	72	65	60	54	75
100	78	77	74	74	68	62	55	77
120	78	77	74	74	68	62	55	77
150	77	79	77	74	67	60	54	78
180	81	81	76	75	68	64	61	79
200	79	78	76	75	68	62	58	79
240	86	86	79	80	74	68	63	84
300	82	88	83	83	77	70	64	87
350	81	83	85	83	80	73	66	87
400	81	83	85	84	80	74	67	88
500	87	84	84	85	81	75	71	88
540	82	85	86	84	81	74	68	88
600	82	85	87	85	81	74	68	89
700	82	85	87	85	81	74	68	89

*Valeur des puissances acoustiques atteintes par la PAC version LOW NOISE:*

Tailles	SPECTRE DE NIVEAU DE PUISSANCE (dB)						
	125 Hz LD / ILD	250 Hz LD / ILD	500 Hz LD / ILD	1000 Hz LD / ILD	2000 Hz LD / ILD	4000 Hz LD / ILD	8000 Hz LD / ILD
80	78	70	68	66	61	55	50
90	78	70	68	66	61	55	50
100	76	72	71	69	64	59	52
120	75	73	71	69	64	59	52
150	80	75	74	69	65	57	51
180	80	80	74	71	64	62	60
200	79	77	75	71	65	63	60
240	85	85	75	73	66	63	61
300	80	85	78	76	70	62	56
350	74	79	79	76	72	66	60
400	74	79	79	77	73	68	63
500	83	81	82	78	74	69	64
540	76	82	82	79	74	69	65
600	75	81	83	78	73	67	63
700	75	81	83	78	73	67	63

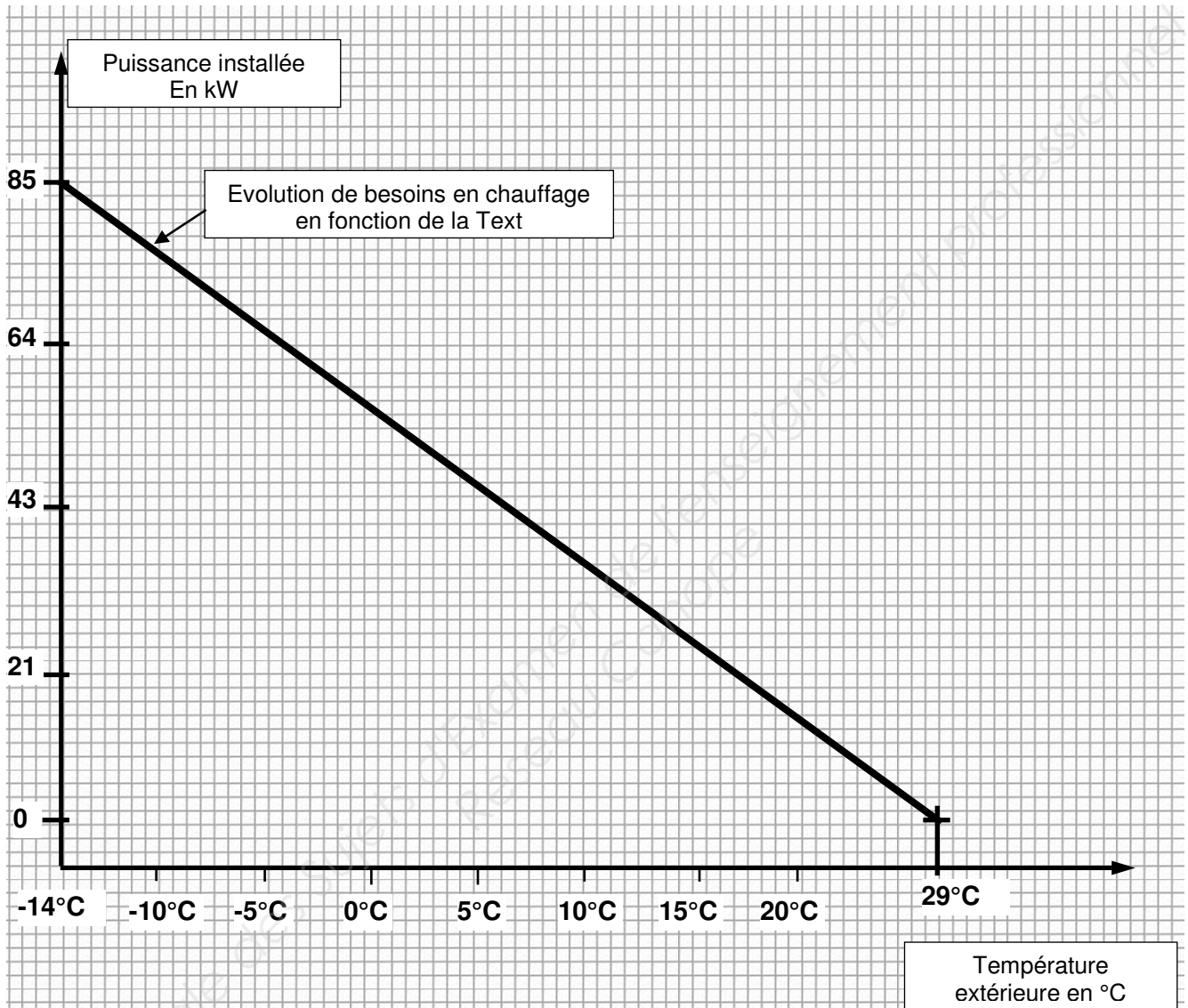


## DOSSIER DES DOCUMENTS RÉPONSES

Évolution de la puissance PAC	page 17/19
Diagramme de l'air humide valable pour 1840m d'altitude	page 18/19
Tableau acoustique à compléter	page 19/19

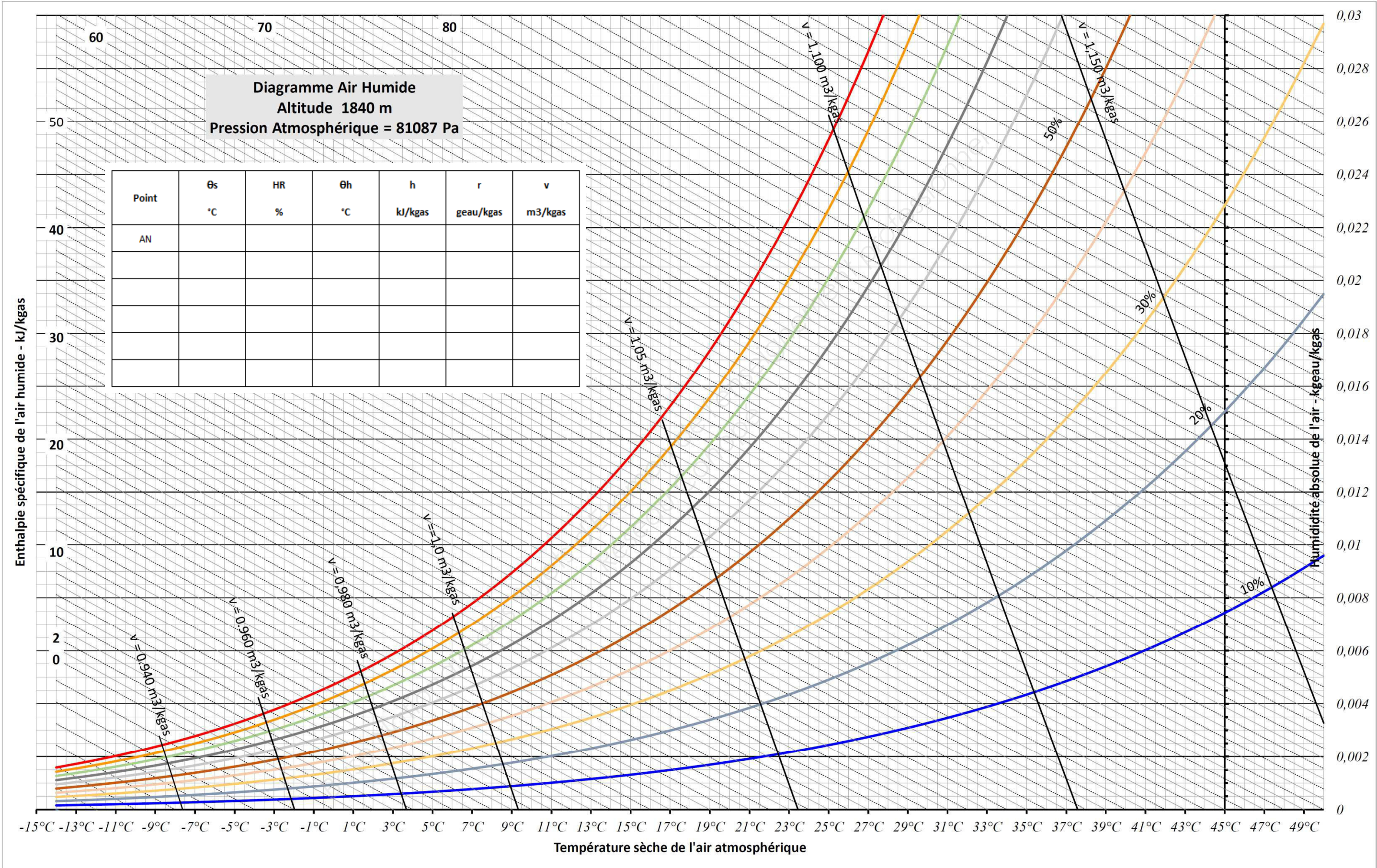
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel  
Réseau Canopé

DR 1 – document réponse à rendre avec la copie  
Évolution de la Puissance PAC  
Pilotage et Consommation



Indiquez la température pour laquelle la PAC fonctionne seule

Text = \_\_\_\_\_ °C



**DR 3 – document réponse à rendre avec la copie  
TABLEAU ACOUSTIQUE À COMPLETER**

**PAC 350V - Modèle Standard :**

	Fréquence en Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Lw PAC en dB						
RI						
$Q/(4 \pi \cdot d^2)$	0,04					
Lp en dB						
Pondération	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1
Lp en dB(A)						

Niveau Lp global atteint en dB(A) : Lp = \_\_\_\_\_ dB(A)

**PAC 350V - Modèle Low Noise :**

	Fréquence en Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Lw PAC en dB						
RI						
$Q/(4 \pi \cdot d^2)$	0,04					
Lp en dB						
Pondération	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1
Lp en dB(A)						

Niveau Lp global atteint en dB(A) : Lp = \_\_\_\_\_ dB(A)