

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2012
EPREUVE E2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITE U 2
1206-TMS T	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## DOSSIER SUJET

Documents remis au candidat :

Présentation générale Page 2/9						
SG1	Schéma de principe de l'installation avant travaux Page 3/9					
	Dossier sujet	Dossier ressources	Dossier réponses	Note / 200	Note / 20	Temps conseillé
Question n° 1	1°/ Energies renouvelables Page 4/9	Annexe 1 Page 2/9	DR 1 Page 2/14	/ 15	/ 01,5	20 min
Question n° 2	2°/ Traitement de l'air Page 5/9	Annexe 2 Page 3/9	DR 2a, 2b et 2c Pages 3/14 à 5/14	/ 20	/ 02	30 min
Question n° 3	3°/ Récupération d'énergie Page 6/9	Annexe 3 Page 4/9	DR 3a et DR 3b Pages 6/14 et 7/14	/ 30	/ 03	40 min
Question n° 4	4°/ Sélection de matériel Page 7/9	Annexes 4.1 à 4.4 Pages 5/9 à 8/9	DR 4a, 4b et 4c Pages 8/14 à 10/14	/ 45	/ 04,5	60 min
Question n° 5	5°/ Régulation Page 8/9	Annexe 5 Page 9/9	DR 5a et 5b Pages 11/14 et 12/14	/ 40	/ 04	50 min
Question n° 6	6°/ Hydraulique Page 9/9	X	DR 6a et 6b Pages 13/14 et 14/14	/ 50	/ 05	40 min
Total :				/ 200	/ 20	

Documents à rendre :

**Les candidats doivent uniquement rendre le dossier réponses.**

**Le dossier réponses - 14 PAGES - sera agrafé dans une copie anonymée afin que la correction se fasse sans le dégrafer.**

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## **Présentation générale :**

Technicien de maintenance chez CLIMPLUS, vous avez en charge la maintenance des installations de climatisation d'ELECTROPARIS, industriel dans l'électronique grand public. Sur ce site, votre contrat comprend les options suivantes :

- **P 1 : approvisionnement en énergie,**
- **P 2 : conduite des installations et petit entretien,**
- **P 3 : la garantie totale,**
- **P 5 : les gros travaux,**
- **P 6 : les travaux induits.**

Pour des raisons économiques et de production, ELECTROPARIS a décidé de rassembler sur son site parisien l'ensemble de ses services. Pour cela, de nouveaux bureaux ont été créés dans un bâtiment existant pour accueillir le service CAO et DAO (conception et développement assistés par ordinateurs).

Ces aménagements ayant une incidence sur la centrale de traitement d'air (CTA) neuf des bureaux, des modifications doivent être apportées afin de prendre en compte les nouveaux besoins. Profitant des travaux en cours, la mise en place d'une production d'ECS solaire pour les bureaux est décidée.

On vous demande, dans le cadre de votre contrat, d'analyser les nouvelles caractéristiques de fonctionnement de l'installation et de déterminer les modifications à apporter. Votre expertise portera plus particulièrement sur les points suivants :

- **ENERGIE RENOUVELABLE** / le chauffe-eau thermodynamique
- **TRAITEMENT DE L'AIR** / le débit d'air neuf de la CTA et la batterie chaude
- **RECUPERATION D'ENERGIE** / l'échangeur à plaques air neuf / air repris
- **SELECTION DE MATERIEL** / détermination de la vitesse du ventilateur de soufflage
- **RÉGULATION** / la sélection de la vanne 3 voies batterie chaude CTA bureaux
- **HYDRAULIQUE** / le réglage de la pompe eau chaude CTA bureaux



BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 1°/ ENERGIES RENOUVELABLES

15 POINTS / 200

(1,5 point / 20)

### Contexte :

La production d'ECS du bâtiment administratif est réalisée par des ballons électriques placés à chaque étage dans les blocs sanitaires. L'installation étant vétuste, votre client souhaite son remplacement par un système centralisé et économique. Votre chef de secteur propose la mise en place d'un chauffe-eau thermodynamique.

On vous demande de vérifier le volume de stockage et d'analyser le principe de fonctionnement.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Documents ressources : **Annexe 1** (page 2/9 du dossier ressources)

Dossier réponses : **DR 1** (page 2/14)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Besoins ECS par personne : **7 [litre / jour / pers]**
- Nombre de personnes : **30**
- Référence du chauffe-eau thermodynamique proposé :
  - marque : **DE DIETRICH**
  - type : **CETD 300 E**

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Vérifier que la capacité du chauffe-eau thermodynamique proposé est adaptée aux besoins. Justifier votre réponse.	- <b>DR 1</b>	3 pts
b) Après avoir cité les 4 éléments principaux d'une machine thermodynamique, expliquer le principe de fonctionnement du ballon d'eau chaude et justifier la mise en place d'une résistance d'appoint.	- <b>DR 1</b>	7 pts
c) A partir de la documentation technique, calculer le C.O.P. du chauffe-eau thermodynamique, le calcul devant être détaillé.	- <b>DR 1</b>	5 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 2°/ TRAITEMENT DE L'AIR

20 POINTS / 200

(02 points / 20)

### Contexte :

L'installation du service DAO – CAO nécessite la création de 4 nouveaux bureaux et d'une salle de réunion dans le bâtiment existant.

Afin de répondre aux nouveaux aménagements de l'entreprise, vous devez déterminer le débit d'air neuf de la CTA Bureaux (bureaux + salles de réunion) après modifications ainsi que la puissance de la batterie chaude à mettre en place pour répondre aux CCTP.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Dossier ressources : **Annexe 2** (page 3/9 du dossier ressources)

Dossier réponses : **DR 2a, DR 2b et DR 2c** (pages 3/14 à 5/14)

Extrait du CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) :

- Conditions de fonctionnement hiver :
  - Extérieure : Température : **- 7 [°C]** ; Humidité relative : **90 [%]**
  - Soufflage : Température : **20 [°C]** ; Humidité relative : **Non Contrôlée**
- Débit d'air neuf nécessaire par occupant : Bureau : **25 [m<sup>3</sup>/h]** ; Salle de réunion : **30 [m<sup>3</sup>/h]**

### Rappel :

- Détermination du débit massique :  $q_{\text{mas}} = q_v / v'$  avec  $q_{\text{mas}}$  : débit massique en [kg<sub>as</sub>/s] ;  $q_v$  : débit volumique en [m<sup>3</sup>/s] ;  $v'$  : volume spécifique en [m<sup>3</sup>/kg<sub>as</sub>]
- Puissance batterie chaude :  $P_{\text{BC}} = q_{\text{mas}} \cdot \Delta h$  avec  $P_{\text{BC}}$  : puissance en [kJ/s] ou [kW] ;  $q_{\text{mas}}$  : débit massique en [kg/s] ;  $\Delta h$  : différence d'enthalpie ( $h_s - h_e$ ) en [kJ/kg<sub>as</sub>]

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Compléter le tableau d'occupation des locaux puis, en déduire le débit d'air neuf de la CTA Bureaux après modifications.	- <b>DR 2a</b>	6 pts
b) Tracer sur le diagramme de l'air humide l'évolution de l'air neuf à travers la batterie chaude, les différents points et le sens de l'évolution devant être identifiés.	- <b>DR 2b</b>	3 pts
c) Relever sur le diagramme de l'air humide les caractéristiques de l'air aux différents points et compléter le tableau. <b>A partir de cette question, on prendra comme hypothèse <math>q_v = 900</math> [m<sup>3</sup>/h] au soufflage.</b>	- <b>DR 2c</b>	6 pts
d) Déterminer la puissance de la batterie chaude en [kW] à mettre en place dans la CTA Bureaux pour obtenir les conditions demandées au CCTP.	- <b>DR 2c</b>	5 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 3°/ RECUPERATION D'ENERGIE

30 POINTS / 200

(03 points / 20)

### Contexte :

Afin de limiter sa consommation d'énergie, votre client souhaite profiter des travaux en cours pour améliorer « l'efficacité énergétique » de ses bâtiments.

Vous devez argumenter auprès de celui-ci de l'intérêt d'installer un récupérateur de chaleur entre l'air extrait et la CTA d'air neuf des bureaux.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Dossier ressources : **Annexe 3** (page 4/9 du dossier ressources)

Dossier réponses : **DR 3a et DR 3b** (pages 6/14 et 7/14)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Conditions de fonctionnement extérieure : Température : - 7 [°C] ; Humidité relative : **90 [%]**
- Puissance sensible récupérable sur l'air extrait des bureaux : **Pr = 9,4 [kW]** (on considèrera que l'évolution de l'air dans un récupérateur se fait de façon sensible pour la question « c »).

### Rappel :

- Puissance récupérée = Puissance sensible récupérable x efficacité avec puissance récupérée et puissance sensible en [kW] ; efficacité en [%]

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Argumenter l'intérêt d'installer un récupérateur de chaleur sur un système tout air neuf.	- <b>DR 3 a</b>	7 pts
b) Suite à la mise en place du récupérateur d'énergie, compléter le schéma de principe de l'installation sur lequel il apparaîtra : - le récupérateur d'énergie, - les débits volumiques d'air neuf et d'air rejeté en [m <sup>3</sup> /h], - les températures aux entrées et sorties du récupérateur d'énergie.	- <b>DR 3 a</b>	10 pts
c) Calculer la puissance récupérée dans les conditions extérieures en hiver.	- <b>DR 3 b</b>	5 pts
d) Justifier la mise en place d'un bypass sur le récupérateur de chaleur (voir schéma de principe document réponse <b>DR 3b</b> )	- <b>DR 3 b</b>	8 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
ÉPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 4°/ SELECTION DE MATERIEL

45 POINTS / 200

(04,5 points / 20)

### Contexte :

Le réaménagement des locaux nécessite d'adapter la CTA Bureaux aux nouvelles conditions de fonctionnement. Le fabricant de la CTA préconise le remplacement de la batterie chaude et l'adaptation de la vitesse de rotation du ventilateur de soufflage en prenant en compte le nouveau débit d'air neuf.

Après avoir déterminé le nouveau rapport de transmission du ventilateur de soufflage, vous devez déterminer et sélectionner la poulie et la courroie adaptées aux nouvelles caractéristiques de la CTA.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Dossier ressources : **Annexes 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4** (pages 5/9 à 8/9 du dossier ressources)

Dossier réponses : **DR 4a, DR 4b et DR 4c** (pages 8/14 à 10/14)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Débit CTA Bureaux après modification : **910 [m<sup>3</sup>/h]**
- Pertes de charge du réseau de gaine de soufflage : **220 [Pa]**
- Pertes de charge du récupérateur de chaleur + accessoires : **100 [Pa]**

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Relever le diamètre de la poulie motrice et sa vitesse de rotation dans la documentation technique de l'ensemble moto-ventilateur de la CTA aux conditions initiales de débit (590 [m <sup>3</sup> /h]).	- <b>DR 4a</b>	3 pts
b) Compléter le tableau et déterminer la pression totale du ventilateur dans les nouvelles conditions de fonctionnement (910 [m <sup>3</sup> /h]).	- <b>DR 4a</b>	5 pts
c) Placer le point de fonctionnement du ventilateur sur le courbier, puis déterminer la nouvelle vitesse de rotation du ventilateur afin de remplir les caractéristiques de fonctionnement demandées, les tracés utiles devant figurer sur le courbier du ventilateur.  <b>Pour les questions suivantes, on prendra comme hypothèse une vitesse de rotation du ventilateur de 2430 [tr/mn].</b>	- <b>DR 4b</b>	15 pts
d) Déterminer le diamètre de la nouvelle poulie réceptrice et la sélectionner dans la documentation du fournisseur.	- <b>DR 4c</b>	10 pts
e) Calculer la longueur de la courroie et la sélectionner dans la documentation du fournisseur.	- <b>DR 4c</b>	12 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 5°/ REGULATION

40 POINTS / 200

(04 points / 20)

### Contexte :

Comme préconisé par le fabricant de la CTA, la batterie chaude a été remplacée permettant d'obtenir une puissance plus élevée.

Vous devez vérifier que la vanne 3 voies (V3V) de régulation existante est toujours adaptée aux nouvelles conditions de fonctionnement et en sélectionner une autre si nécessaire.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Dossier réponses : **DR 5a et DR 5b** (pages 11/14 et 12/14)

Dossier ressources : **Annexe 5** (page 9/9 du dossier ressources)

Les caractéristiques techniques de la régulation :

- Référence de la V3V existante batterie chaude CTA Bureaux : **VXG 44 15 – 0,63**
- Perte de charge de la V3V existante aux nouvelles conditions de fonctionnement : **40 [kPa]**
- Autorité demandée : **0,4 < a < 0,6**

### Rappel :

- Autorité d'une vanne de régulation :

$$a = \Delta P \text{ vanne de régulation} / (\Delta P \text{ vanne de régulation} + \Delta P \text{ du réseau régulé})$$

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Relever dans la documentation technique de la CTA : - le débit d'eau circulant dans la batterie chaude de la CTA, puis le convertir en [m <sup>3</sup> /h], - la perte de charge de la batterie chaude coté eau en [kPa].	- <b>DR 5a</b>	6 pts
b) Vérifier l'autorité de la vanne 3 voies existante et conclure.	- <b>DR 5a</b>	6 pts
c) Expliquer pourquoi une autorité trop élevée pénalise le dimensionnement de la pompe eau chaude des CTA.	- <b>DR 5a</b>	10 pts
d) Sélectionner la nouvelle vanne trois voies permettant d'assurer un fonctionnement satisfaisant de la régulation. (Faire apparaître les tracés sur l'abaque de sélection). Justifier votre choix.	- <b>DR 5b</b>	18 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITE U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 6° / HYDRAULIQUE

50 POINTS / 200

(05 points / 20)

### Contexte :

Les différentes modifications nécessaires ont été réalisées sur le circuit eau chaude de la CTA Bureaux (changements de la batterie chaude et de la vanne de régulation). Après la mise en service de la pompe « **P1 EC CTA** » du circuit eau chaude CTA, il apparaît que son débit est insuffisant.

La pompe « **P 1 EC CTA** » disposant d'un sélecteur de vitesse, vous devez déterminer le nouveau point de fonctionnement de l'installation et sélectionner la vitesse adaptée.

### Données fournies :

Schéma de principe : **SG 1**

Dossier réponses : **DR 6a et DR 6b** (pages 13/14 et 14/14)

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

- Marque de la pompe : **SALMSON** ; type : **NXL 53**
- Vitesse initiale de la pompe : **2**
- Puissance batterie EC CTA Bureaux après modifications : **9,4 [kW]**
- Perte de charge tuyauterie eau chaude CTA : **18 [kPa]**
- Perte de charge de la V3V CTA Bureaux : **15 [kPa]**
- Perte de charge de la batterie chaude CTA Bureaux : **12 [kPa]**

### Rappel :

- $P = q_m \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta T$  avec P en [W] ;  $q_m$  en [kg/s] ;  $C_{\text{eau}} = 4185$  [J / kg . K] et  $\Delta T$  en [°C]
- $q_v = q_m / \rho_{\text{fluide}}$  avec  $q_v$  en [m<sup>3</sup>/s] ;  $q_m$  en [kg/s] et  $\rho_{\text{eau}} = 1000$  [kg/m<sup>3</sup>]

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Calculer les débits massique en [kg/s] et volumique en [m <sup>3</sup> /h] de la pompe « <b>P 1-EC-CTA</b> » après les modifications.	- <b>DR 6a</b>	16 pts
b) Déterminer la perte de charge en [mCE] du circuit « <b>EC CTA Bureaux</b> », celui-ci étant le plus défavorisé.	- <b>DR 6a</b>	10 pts
c) Placer sur le courbier de la pompe le point de fonctionnement théorique de l'installation, les tracés utiles devant être réalisés.	- <b>DR 6b</b>	12 pts
d) Quelle action et réglage allez-vous réaliser sur la pompe pour obtenir le débit demandé ?	- <b>DR 6b</b>	12 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITE U 2
1206-TMS T	DOSSIER RESSOURCES	4H COEF.3

# DOSSIER RESSOURCES

# Annexe 1

## 19 ENERGIES RENOUVELABLES

### LES CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUES CETD

#### LES MODÈLES PROPOSÉS

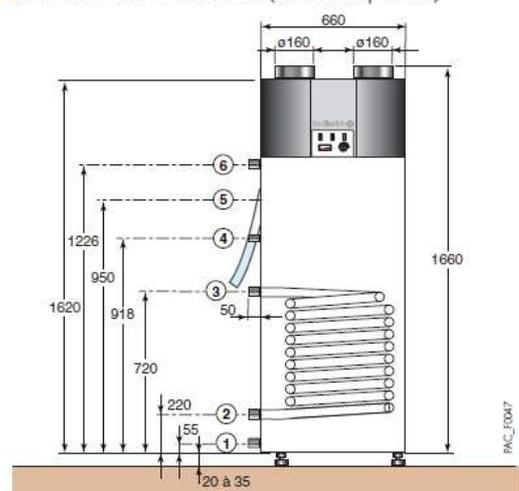
Chauffe-eau thermodynamique	Modèle	Capacité l	Puissance PAC W
 <p>avec pompe à chaleur sur l'air ambiant pour de l'eau chaude sanitaire jusqu'à 60 °C</p>	CETD 300 EH (avec échangeur complémentaire)	290	1870
	CETD 300 E (sans échangeur complémentaire)	300	1870

#### PRÉSENTATION

Les CETD 300 EH/CETD 300 E sont des chauffe-eau thermodynamiques sur l'air ambiant. Le modèle CETD 300 EH peut être raccordé en plus à du solaire ou à une chaudière. Ils apportent un confort ecs équivalent à un chauffe-eau électrique de 300 l.

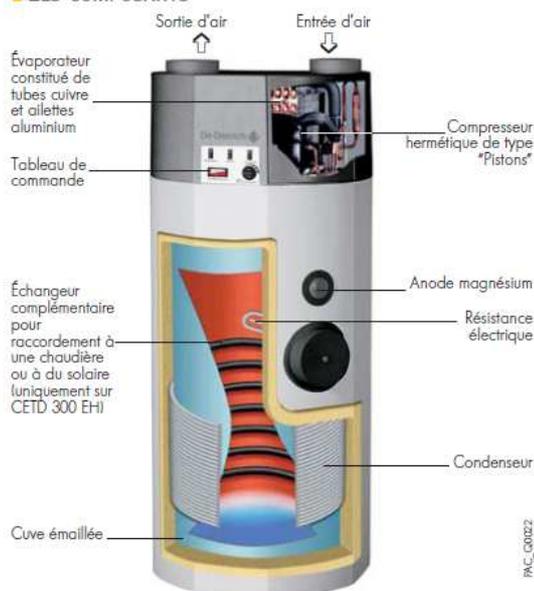
Le groupe PAC permet de produire de l'ecs jusqu'à 60 °C et fonctionne jusqu'à une température d'air de + 8 °C. En dessous de cette température la résistance électrique prend le relais.

#### DIMENSIONS PRINCIPALES (en mm et pouces)



- ① Entrée eau froide sanitaire R 1
  - ② Sortie de l'échangeur R 1 (CETD 300 EH)
  - ③ Entrée de l'échangeur R 1 (CETD 300 EH)
  - ④ Circulation R 3/4
  - ⑤ Écoulement des condensats
  - ⑥ Départ eau chaude sanitaire R 1
- R: filetage

#### LES COMPOSANTS



#### LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Température max. de service :  
échangeur : 90 °C  
cuve : 95 °C

Pression max. de service :  
échangeur : 10 bar  
cuve : 10 bar

Température d'air pour  
fonctionnement PAC :  
+8 à +35 °C



Modèle		CETD 300 EH	CETD 300 E
Capacité	l	290	300
Puissance PAC (1)	W	1870	1870
Puissance électrique absorbée par la PAC (1)	W <sub>e</sub>	550	550
COP suivant EN 255 à 45 °C			
Puissance résistance électrique	W	1500	1500
Tension d'alimentation	V	230 V Mono	230 V Mono
Disjoncteur	A	16	16
Surface de l'échangeur	m <sup>2</sup>	1,45	-
Temps de chauffe de 15-60 °C	h	9	9
Consommation d'entretien à Δt = 35 K	kWh/24h	1,13	1,13
Niveau pression sonore (2)	dB(A)	53	53
Débit d'air	m <sup>3</sup> /h	450	450
Pression d'air disponible	Pa	100	100
Longueur maximale de raccordement d'air Ø 160	m	10	10
Fluide frigorigène R 134 A	kg	1	1
Poids à vide	kg	125	110

(1) Valeur moyenne pour une chauffe de 10 à 45 °C avec une température d'entrée d'air de 15 °C. (2) à 1 m de distance

## Annexe 2

### 29 TRAITEMENT DE L'AIR

<b>Tableau d'occupation des locaux de l'entreprise.</b>
---

<b>Local</b>	<b>Nombre d'occupants</b>
<b>Etage :</b>	
Bureau 1	<b>4</b>
Bureau 2	<b>2</b>
Bureau 3	<b>2</b>
<b>Rez-de-chaussée :</b>	
<b>Locaux existants</b>	
Bureau 1	<b>2</b>
Bureau 2	<b>2</b>
Bureau 3	<b>2</b>
Accueil	<b>3</b>
Salle de réunion 1	<b>5</b>
<b>Création du service DAO – CAO :</b>	
Bureau 1	<b>2</b>
Bureau 2	<b>1</b>
Bureau 3	<b>3</b>
Bureau 4	<b>2</b>
Salle de réunion 2	<b>4</b>

## Annexe 3

### 37 RECUPERATION D'ENERGIE

#### Récupérateur de chaleur à plaques

##### Description :

L'objectif de ce composant est de préchauffer en hiver l'air neuf extérieur en provoquant un échange de chaleur avec l'air repris. De la même façon, il peut en été servir à refroidir l'air neuf.

Le récupérateur est constitué d'un grand nombre de plaques fines en aluminium, qui forment d'étroits canaux. En hiver l'air extrait chaud traverse un canal sur deux tandis que l'air neuf froid traverse les autres, à contresens. Ainsi les flux d'air se croisent dans l'échangeur et le transfert de chaleur s'effectue sans qu'ils ne se rencontrent.

##### Air repris :

1) Entrée d'air (Air repris)

Débit : 910 [m<sup>3</sup>/h]

2) Récupérateur de chaleur

Type : Récupérateur de chaleur à plaques	Débit d'air : 910 [m <sup>3</sup> /h]
Matériaux : Aluminium	Entrée d'air 22 [°C] / 50 [%] H.R.
Vitesse frontale : 2,7 [m/s]	Sortie d'air 10 [°C] / 93 [%] H.R.
	Efficacité : 54 [%]
	Perte de charge : 87 [Pa]

3) Sortie d'air (Air rejeté)

Débit : 910 [m<sup>3</sup>/h]

##### Air soufflé :

4) Entrée d'air (Air neuf)

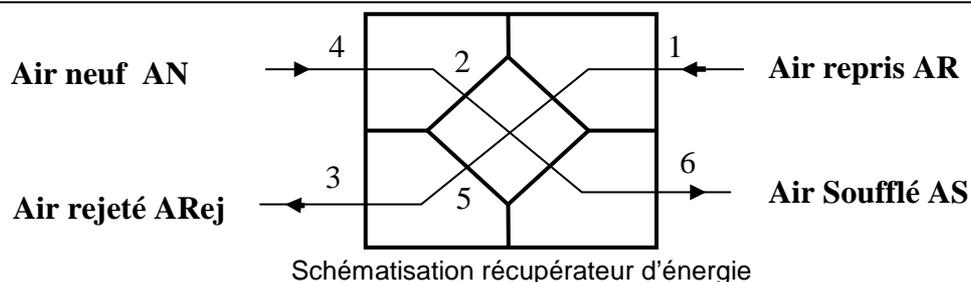
Débit : 910 [m<sup>3</sup>/h]

5) Récupérateur de chaleur

Type : Récupérateur à plaques	Débit d'air : 910 [m <sup>3</sup> /h]
Matériaux : Aluminium	Entrée d'air -7 [°C] / 90 [%] H.R.
Vitesse frontale : 2,7 [m/s]	Sortie d'air 9 [°C] / 27 [%] H.R.
	Efficacité : 54 [%]
	Perte de charge : 82 [Pa]

6) Sortie d'air (Air soufflé)

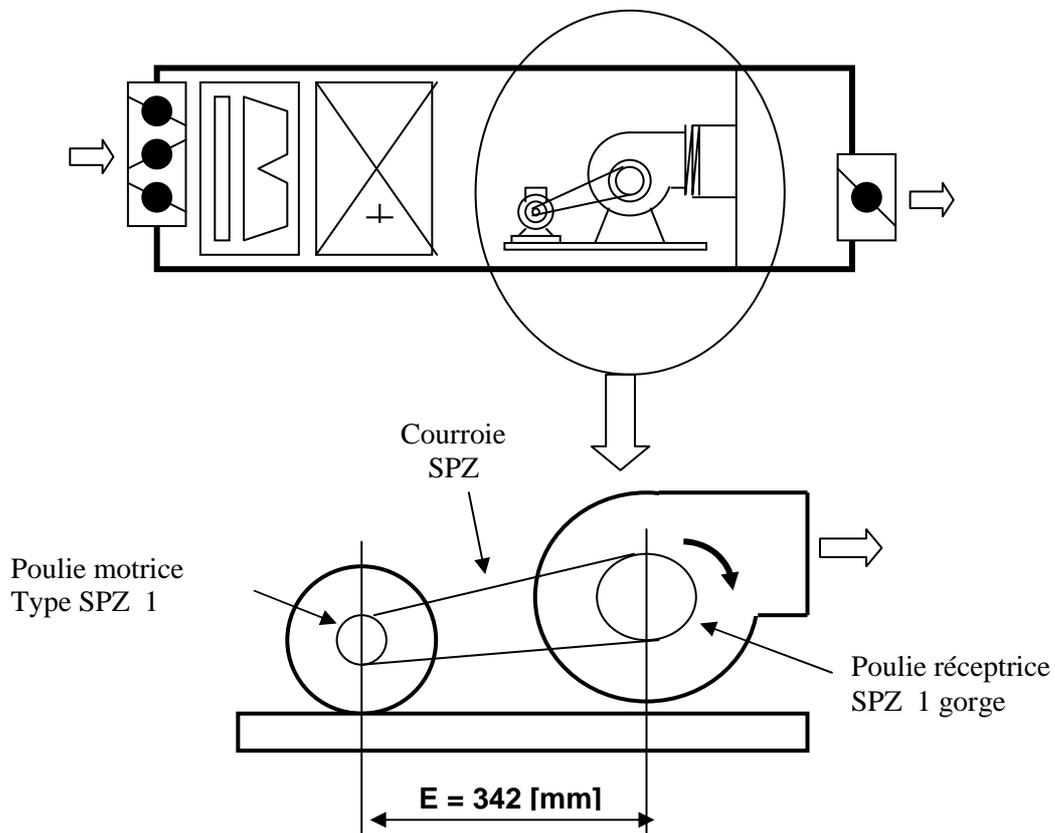
Débit : 910 [m<sup>3</sup>/h]



## Annexe 4.1

### 49 SELECTION DE MATERIEL

**Caractéristiques de l'ensemble moto-ventilateur de la CTA dans les conditions initiales de débit : 590 m<sup>3</sup>/h (Avant la création du service CAO-DAO)**



Ventilateur de soufflage : 590 m<sup>3</sup>/h

Données ventilateur		Données moteur		Performances	
Taille	ADH 160 L standard	Puissance plaquée	0,18 [kW]	Débit d'air	590 [m <sup>3</sup> /h]
Aubes	Action	Tension	400[v] 3ph 50[hz]		
Plots	Plots caoutchouc	Protection	IP 55 standard	Pression totale	200 [Pa]
Vitesse de rotation	1500 tr/mn	Protection thermique	PTO		
Rendement	45 [%]	Vitesse moteur	2900 [tr/mn]		
Puissance sur l'arbre	0,08 [kW]	Intensité absorbée	0,48 [A]		
		Puissance absorbée	0,105 [kW]		
Entre-axe : E	342 [mm]	Poulie motrice SPZ 1 gorge	Ø d'effet 63 [mm]		

## Annexe 4.2

### 47 SELECTION DE MATERIEL

**Caractéristiques de la centrale de traitement de l'air hygiénique zone de bureaux dans les nouvelles conditions de fonctionnement. Débit : 910m<sup>3</sup>/h**

Document **WESPER**

(1) Entrée d'air :

Registre d'isolement AN antigel standard galvanisé					
Débit air	910 [m <sup>3</sup> /h]	Pertes de charge	2 [Pa]	Couple	2,2 [Nm]

(2) Filtre avec porte:

Données filtre		Performances		Dimensions
Type	Préfiltre plat synthétique	Débit d'air	910 [m <sup>3</sup> /h]	287 x 592
Classe filtre	G4/F7			
Surface frontale	0,188 [m <sup>2</sup> ]	Pertes de charge de calcul	203 [Pa]	

(3) Batterie chauffage :

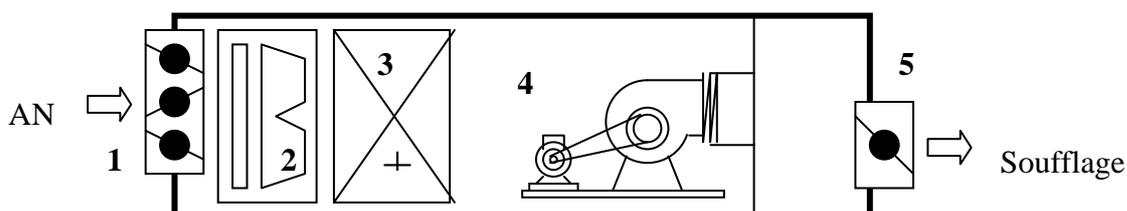
Données batterie		Performances		Données fluide coté eau	
Type	Batterie	Débit d'air	910 [m <sup>3</sup> /h]	Type	Eau
Matériau	Cu/Al	Entrée d'air	-7°C / 90% /Hr	Glycol	0 [%]
Vitesse frontale	1,5 [m/s]	Sortie d'air	20°C / 13% Hr	Entrée sortie	90/70 [°C]
Surface frontale	0,16 [m <sup>2</sup> ]	Puissance totale	9,4 [kW]	Débit	405 [l/h]
Rangs/Circuits	½	Pertes de charge	17 [Pa]	Vitesse	0,9 [m/s]
Pas d'ailettes	2,5 [mm]			Pertes de charge	12 [kPa]
Raccordement	DN 25			Temp. Mini.	0 [°C]

(4) Ventilateur de soufflage : 910 [m<sup>3</sup>/h]

Données ventilateur		Données moteur		Performances	
Taille	ADH 160 L standard	Tension	400[v] 3ph 60 Hz	Débit d'air	910 [m <sup>3</sup> /h]
Aubes	Action	Protection	IP 55 standard	Pression disponible	220 [Pa]
Plots	Plots caoutchouc	Vitesse moteur	2900 [tr/mn]		

(5) Sortie d'air :

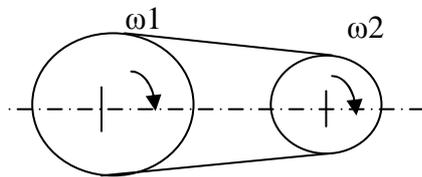
Registre d'isolement AN antigel standard galvanisé					
Débit air	910 [m <sup>3</sup> /h]	Pertes de charge	6 [Pa]	Couple	2,6 [Nm]



## Annexe 4.3

### 49 SELECTION DE MATERIEL

#### Rapport de poulies



Poulie 1  
Diamètre D1  
Rotation  $\omega_1$

Poulie 2  
Diamètre D2  
Rotation  $\omega_2$

*Relation qui lie le rapport des poulies*

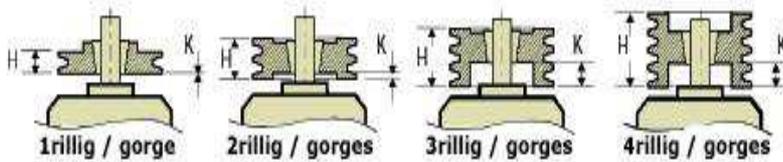
$$D1 \times \omega_1 = D2 \times \omega_2$$

D1 et D2 diamètres des poulies en [mm]  
 $\omega$  : vitesse de rotation en [Tr/ mn]

#### Poulies

SPZ ▾

douilles



SPZ	Ø d'effet	63	67	71	75	80	85	90	95	100	106	112	118	125	132	140
1 gorge	H/K	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0
	Prix	27--	28--	29--	30--	31--	32--	33--	34--	35--	36--	38--	39--	41--	43--	45--
	Douilles	1108	1108	1108	1108	1210	1210	1210	1210	1210	1610	1610	1610	1610	1610	1610
	pour axe ø	12-25	12-25	12-25	12-25	12-28	12-28	12-28	12-28	12-28	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38
2 gorge	H/K	28/8	28/8	28/8	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3
	Prix	31--	33--	34--	35--	36--	37--	38--	39--	40--	41--	44--	46--	48--	49--	51--
	Douilles	1108	1108	1108	1210	1210	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610
	pour axe ø	12-25	12-25	12-25	12-28	12-28	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38
1 gorge	H/K	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0	16/0
	Prix	13--	13--	13--	13--	17--	17--	17--	17--	17--	20--	20--	20--	20--	20--	20--
	Douilles	1108	1108	1108	1210	1210	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610
	pour axe ø	12-25	12-25	12-25	12-28	12-28	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38
2 gorge	H/K	28/8	28/8	28/8	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3	28/3
	Prix	13--	13--	13--	17--	17--	20--	20--	20--	20--	20--	20--	20--	20--	20--	20--
	Douilles	1108	1108	1108	1210	1210	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610
	pour axe ø	12-25	12-25	12-25	12-28	12-28	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38	14-38

## Annexe 4.4

### 49 SELECTION DE MATERIEL

#### Courroies SPZ / SPA / SPB

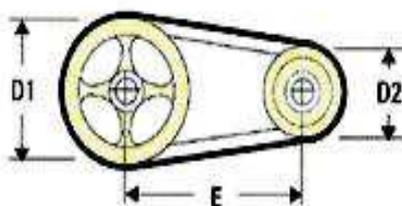
Type	Longueur courroie														
<b>SPZ</b> 9.5mm	670	710	750	800	850	900	950	1000	1060	1120	1180	1220	1280	1320	
<b>Prix</b>	6.70	7.20	7.30	7.50	8.--	8.60	8.80	8.90	9.30	9.60	10.10	10.40	10.90	11.10	
	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000								
	11.70	12.60	13.10	14.20	15.--	16.--	16.80								

<b>SPA</b> 12.5mm	850	900	950	1000	1060	1120	1180	1220	1280	1320	1400	1450	1500	1550
<b>Prix</b>	10.50	11.10	11.70	12.40	13.40	13.90	14.50	14.60	15.20	15.80	17.--	17.30	18.10	18.80
	1600	1650	1700	1800	1900	2000	2120	2240	2360	2500	2650	2800	3000	
	19.--	19.30	20.10	21.30	22.--	23.40	24.80	26.50	27.60	30.30	33.40	35.--	37.90	

<b>SPB</b> 17mm	1250	1320	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1900	2000	2120
<b>Prix</b>	27.90	29.20	31.--	31.80	32.80	33.60	34.40	35.80	35.90	37.70	39.10	41.40	44.30	46.--
	2180	2240	2360	2500	2800	3000								
	47.30	47.60	50.10	52.80	57.30	63.80								

#### Calcul de la longueur de la courroie

- E = distance de l'axe  
entre les poulies  
D1 = grande poulie  
D2 = petite poulie



$$\begin{aligned}
 E \times 2 &= \dots \text{ mm} \\
 (D1 + D2) \times 1.57 &= \dots \text{ mm} \\
 (D1 - D2) \times (D1 - D2) / (E \times 4) &= \dots \text{ mm} \\
 \text{total = longueur de la courroie} &= \dots \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## **Annexe 5**

### **59 REGULATION**

**Caractéristiques de la batterie chaude de la CTA Bureaux dans les nouvelles conditions de fonctionnement. Débit : 910m<sup>3</sup>/h**

<b>Données batterie</b>		<b>Performances</b>		<b>Données fluide coté eau</b>	
Type	Batterie	Débit d'air	910 [m <sup>3</sup> /h]	Type	Eau
Matériau	Cu/Al	Entrée d'air	-7°C / 90% /Hr	Glycol	0 [%]
Vitesse frontale	1,5 [m/s]	Sortie d'air	20°C / 13% Hr	Entrée sortie	90/70 [°C]
Surface frontale	0,16 [m <sup>2</sup> ]	Puissance totale	9,4 [kW]	Débit	405 [l/h]
Rangs/Circuits	½	Pertes de charge	17 [Pa]	Vitesse	0,9 [m/s]
Pas d'ailettes	2,5 [mm]			Pertes de charge	12 [kPa]
Raccordement	DN 25			Temp. Mini.	0 [°C]

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2012
EPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITE U 2
1206-TMS T	DOSSIER REPONSES	4H COEF.3

# DOSSIER REPONSES

## CANDIDAT

Documents à rendre :

**Les candidats doivent uniquement rendre le dossier réponses.**

**Le dossier réponses de 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14 sera agrafé dans une copie anonymée afin que la correction se fasse sans le dégrafer.**

# 17 ENERGIES RENOUVELABLES

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

## Document réponse : DR 1

### Question a)

Vérifier que la capacité du chauffe-eau thermodynamique proposé est adaptée aux besoins. Justifier votre réponse.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Question b)

Après avoir cité les 4 éléments principaux d'une machine thermodynamique, expliquer le principe de fonctionnement du ballon d'eau chaude et justifier la mise en place d'une résistance d'appoint.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Question c)

A partir de la documentation technique, calculer le C.O.P. du chauffe-eau thermodynamique, le calcul devant être détaillé.

.....  
.....  
.....  
.....

## 2<sup>e</sup> TRAITEMENT DE L'AIR

### Document réponse : DR 2a

#### Question a)

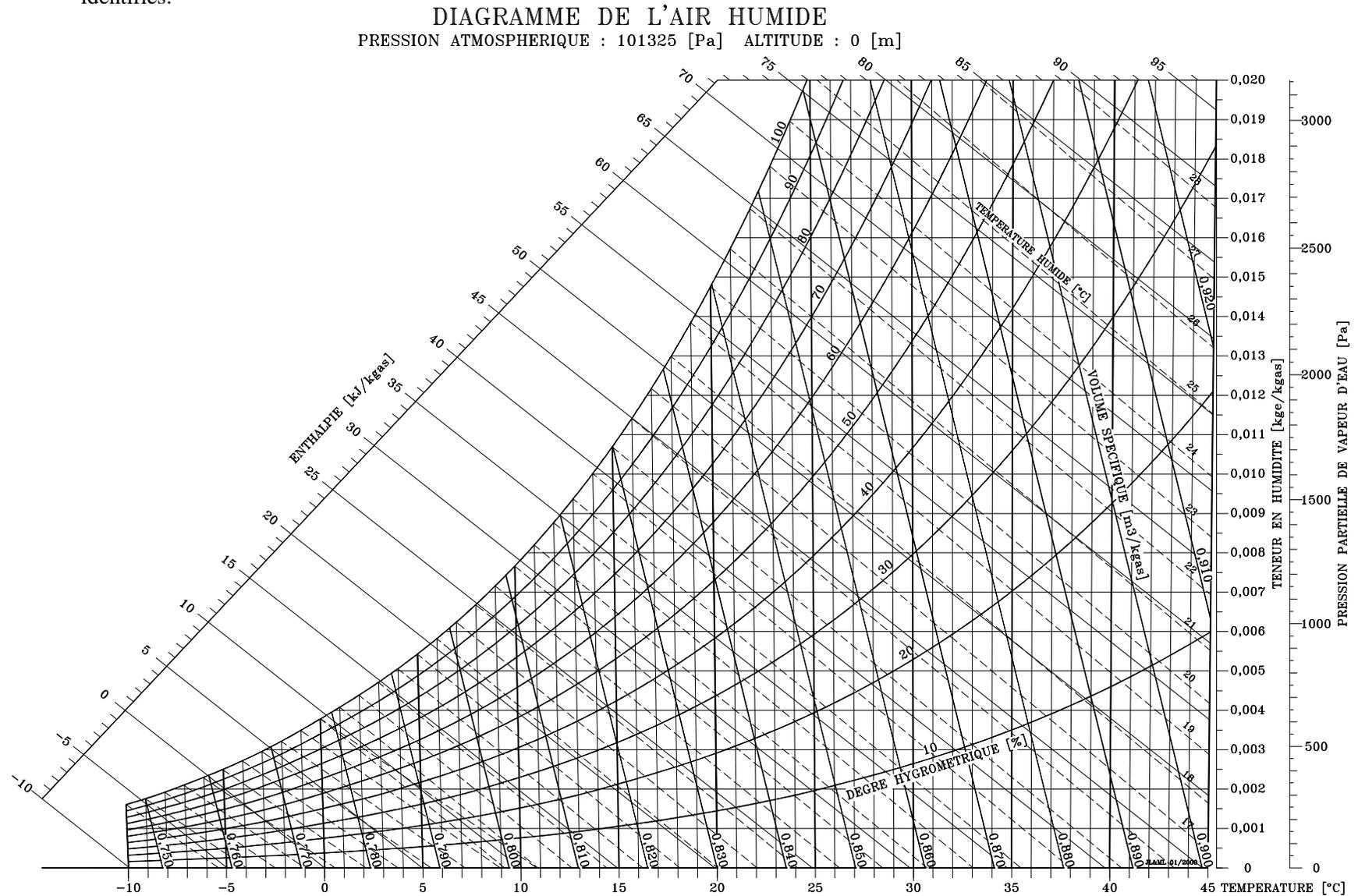
Compléter le tableau d'occupation des locaux puis, en déduire le débit d'air neuf de la CTA Bureaux après modifications.

Local	Nombre d'occupants	Débit d'air neuf par occupant [m <sup>3</sup> /h]	Débit air neuf du local [m <sup>3</sup> /h]
<b>Etage :</b>			
Bureau 1	4	25	100
Bureau 2	2	25	50
Bureau 3	2	25	50
<b>Rez-de-chaussée :</b>			
Bureau 1	2	25	50
Bureau 2	2	25	50
Bureau 3	2	25	50
Accueil	3	30	90
Salle de réunion 1	5	30	150
<b>Service CAO – DAO :</b>			
Bureau 1	2	.....	.....
Bureau 2	1	.....	.....
Bureau 3	3	.....	.....
Bureau 4	2	.....	.....
Salle de réunion 2	4	.....	.....
<b>Débit air neuf CTA Bureaux après travaux :</b>			.....

## 2° TRAITEMENT DE L'AIR

### Document réponse : DR 2b

**Question b) :** Tracer sur le diagramme de l'air humide l'évolution de l'air neuf à travers la batterie chaude, les différents points et le sens de l'évolution devant être identifiés.



## 2° TRAITEMENT DE L'AIR

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 2c

#### Question c)

Relever sur le diagramme de l'air humide les caractéristiques de l'air aux différents points et compléter le tableau.

	$\theta$ sèche [°C]	HR [%]	h [kJ/kg <sub>gas</sub> ]	$\theta$ humide [°C]	$\theta$ rosée [°C]	r [kg <sub>eau</sub> /kg <sub>gas</sub> ]	v' [m <sup>3</sup> /kg <sub>gas</sub> ]
<b>A</b> - Air Neuf Hiver	- 7	90	.....	X	.....	.....	.....
<b>B</b> - Air Soufflé Hiver	20	.....	.....	.....	X	.....	.....

#### Question d)

**A partir de cette question, on prendra comme hypothèse  $q_v = 900$  [m<sup>3</sup>/h] au soufflage.**

Déterminer la puissance de la batterie chaude à mettre en place dans la CTA Bureaux pour obtenir les conditions demandées au CCTP.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 3° RECUPERATION D'ENERGIE

#### Document réponse : DR 3a

#### Question a)

Argumenter l'intérêt d'installer un récupérateur de chaleur sur un système tout air neuf.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

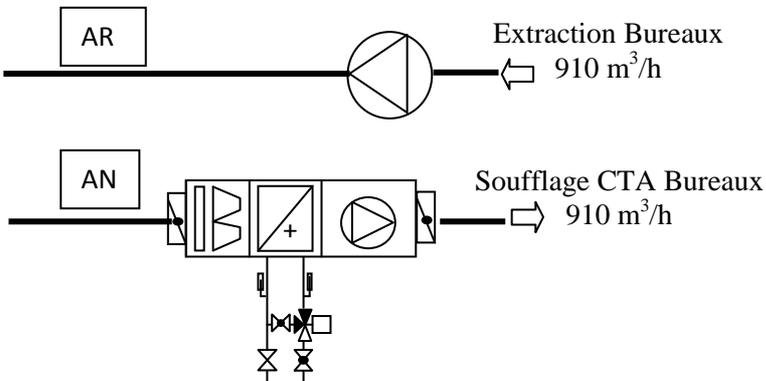
.....

.....

#### Question b)

Suite à la mise en place du récupérateur d'énergie, compléter le schéma de principe de l'installation sur lequel il apparaîtra :

- le récupérateur d'énergie,
- les débits volumiques d'air neuf et d'air rejeté en [m<sup>3</sup>/h],
- les températures aux entrées et sorties du récupérateur d'énergie.



### 3° RECUPERATION D'ENERGIE

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

#### Document réponse : DR 3b

#### Question c)

Calculer la puissance récupérée dans les conditions extérieures en hiver.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

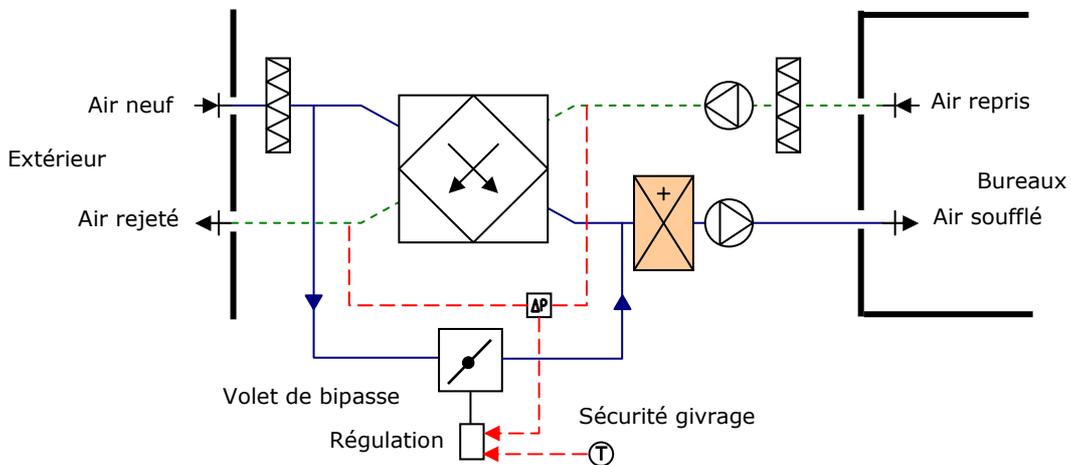
.....

.....

.....

#### Question d)

Justifier la mise en place d'un bippasse sur le récupérateur de chaleur (voir schéma de principe ci-dessous)



.....

.....

.....

.....

.....

## 4<sup>e</sup> SELECTION DE MATERIEL

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 4a

#### Question a)

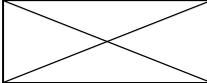
Relever le diamètre de la poulie motrice et sa vitesse de rotation dans la documentation technique De l'ensemble moto-ventilateur de la CTA aux conditions initiales de débit (590 [m<sup>3</sup>/h]).

Diamètre de la poulie motrice : .....

Vitesse de rotation du moteur : .....

#### Question b)

Compléter le tableau et déterminer la pression totale du ventilateur dans les nouvelles conditions de fonctionnement (910 [m<sup>3</sup>/h]).

Repère CTA	Partie d'installation :	Perte de charge [Pa] :
	Récupérateur de chaleur + accessoires	.....
1	Registre d'isolement AN	.....
2	Filtration	.....
3	Batterie de chauffage	.....
5	Registre de soufflage	.....
	Réseau de gaines	220
	Pression dynamique	22
	<b>Total des pertes de charges :</b>	.....

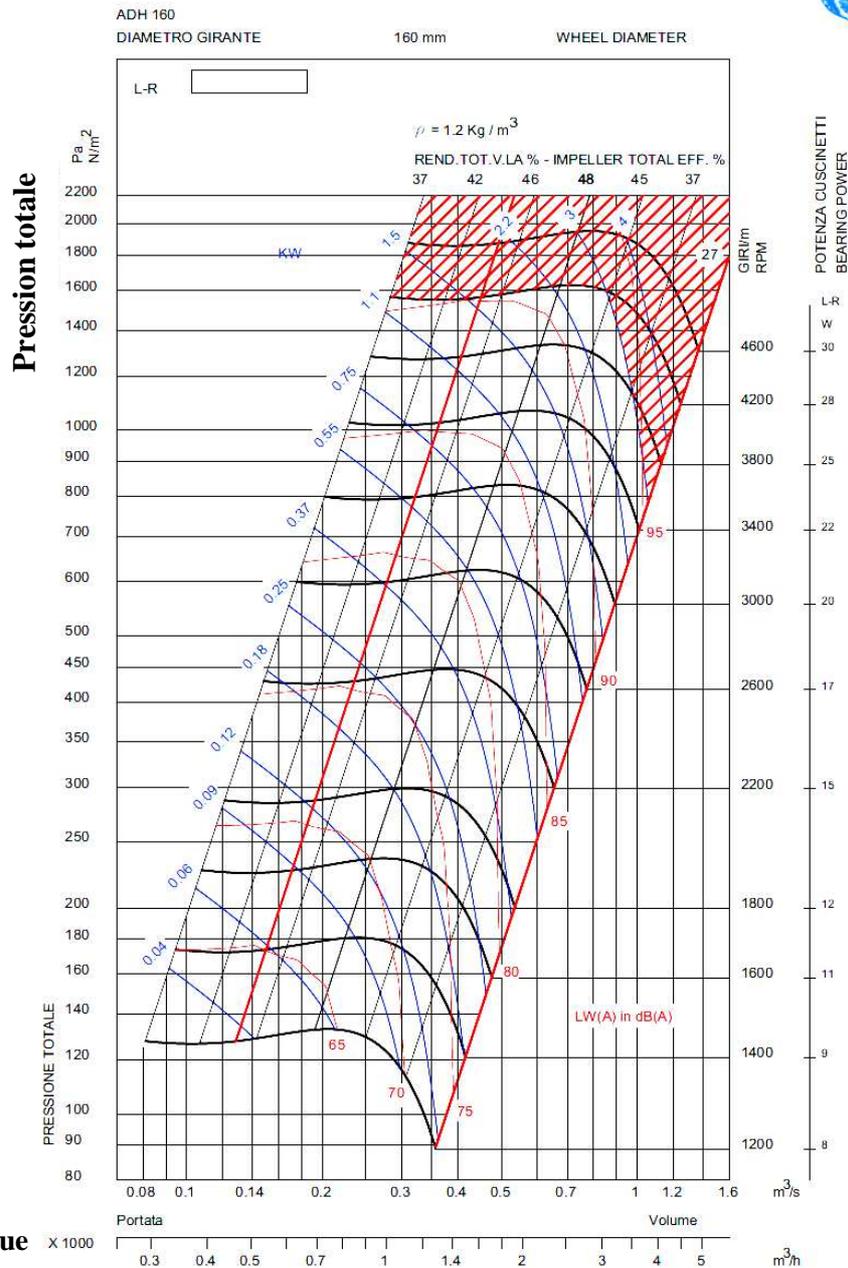
# 4<sup>e</sup> SELECTION DE MATERIEL

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

## Document réponse : DR 4b

### Question c)

Placer le point de fonctionnement du ventilateur sur le courbier, puis déterminer la nouvelle vitesse de rotation du ventilateur afin de remplir les caractéristiques de fonctionnement demandées, les tracés utiles devant figurer sur le courbier du ventilateur.



Vitesse de rotation tr/mn

Vitesse de rotation du ventilateur : .....

## 4<sup>e</sup> SELECTION DE MATERIEL

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 4c

A partir de cette question, on prendra comme hypothèse une vitesse de rotation du ventilateur de 2430 [tr/mn].

#### Question d)

Déterminer le diamètre de la nouvelle poulie réceptrice et la sélectionner dans la documentation du fournisseur.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Diamètre de la nouvelle poulie réceptrice : .....

Référence de la nouvelle poulie réceptrice : .....

#### Question e)

Calculer la longueur de la courroie et la sélectionner dans la documentation du fournisseur.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Longueur de la courroie : .....

Caractéristiques de la courroie sélectionnée : .....

## 5<sup>e</sup> REGULATION

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 5a

#### Question a)

Relever dans la documentation technique de la CTA :

- le débit d'eau circulant dans la batterie chaude de la CTA, puis le convertir en [m<sup>3</sup>/h],
- la perte de charge de la batterie chaude coté eau en [kPa].

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Débit EC batterie chaude en [m<sup>3</sup>/h]: .....

Perte de charge de la batterie coté eau en [kPa] : .....

#### Question b)

Vérifier l'autorité de la vanne 3 voies existante et conclure.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

#### Question c)

Expliquer pourquoi une autorité trop élevée pénalise le dimensionnement de la pompe eau chaude des CTA.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 5<sup>e</sup> REGULATION

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 5b

#### Question d)

Sélectionner la nouvelle vanne trois voies permettant d'assurer un fonctionnement satisfaisant de la régulation. (Faire apparaître les tracés sur l'abaque de sélection). Justifier votre choix.

.....

.....

.....

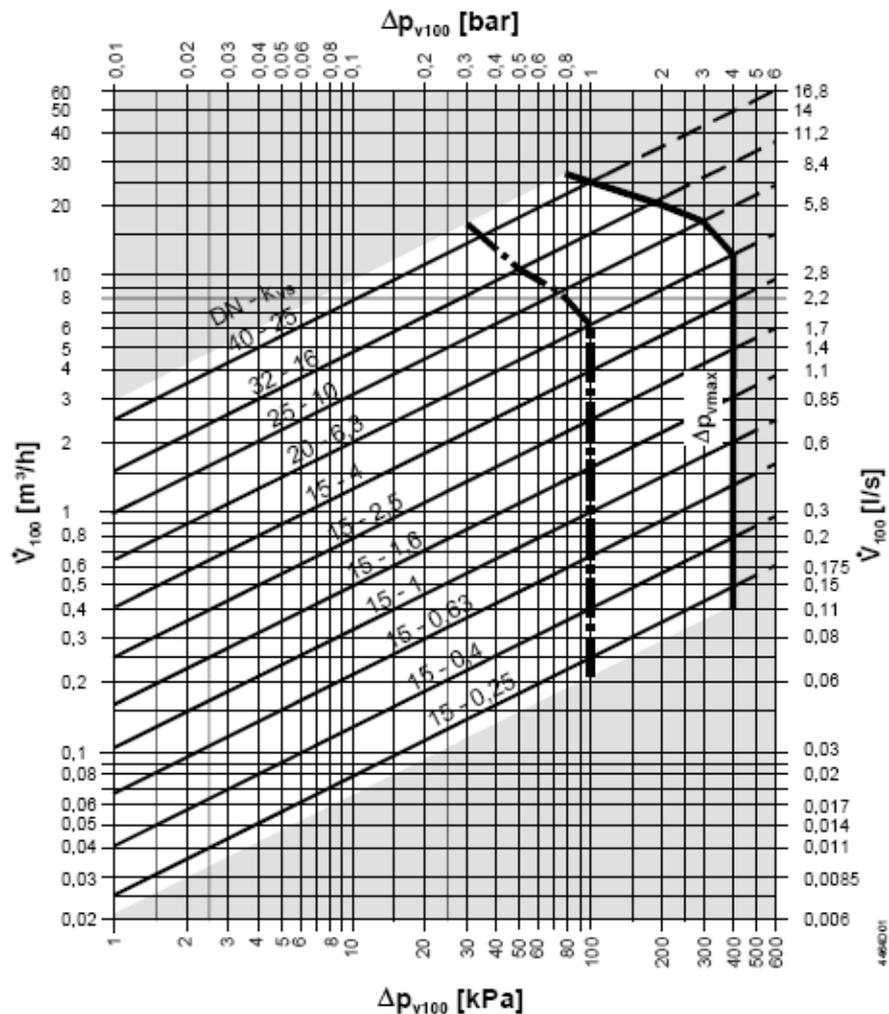
.....

.....

.....

### Dimensionnement Vannes VXG 44-

Diagramme de perte de charge



## 6° HYDRAULIQUE

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

### Document réponse : DR 6a

#### Question a)

Calculer les débits massique en [kg/s] et volumique en [m<sup>3</sup>/h] de la pompe « **P 1-EC-CTA** » après les modifications.

.....  
.....  
.....

Débit massique pompe eau chaude CTA : .....

.....  
.....  
.....

Débit volumique pompe eau chaude CTA : .....

#### Question b)

Déterminer la perte de charge en [mCE] du circuit « **EC-CTA-Bureaux** », celui-ci étant le plus défavorisé.

<b>Perte de charge du circuit le plus défavorisé EC-CTA-Bureaux</b>	
Tuyauteries en [kPa]	.....
Vanne 3 voies VXG44 15-1 en [kPa]	.....
Batterie eau chaude en [kPa]	.....
<b>Total en [kPa]</b>	.....
<b>Total en [mCE]</b>	.....

.....  
.....  
.....

# 6° HYDRAULIQUE

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

## Document réponse : DR 6b

### Question c)

Placer sur le courbier de la pompe le point de fonctionnement théorique de l'installation, les tracés utiles devant être réalisés.

IDENTIFICATION

**NXL \*\*\* 53 - 32 P**  
**NYL**

NX : entraxe 180 mm  
 NY : entraxe 130 mm

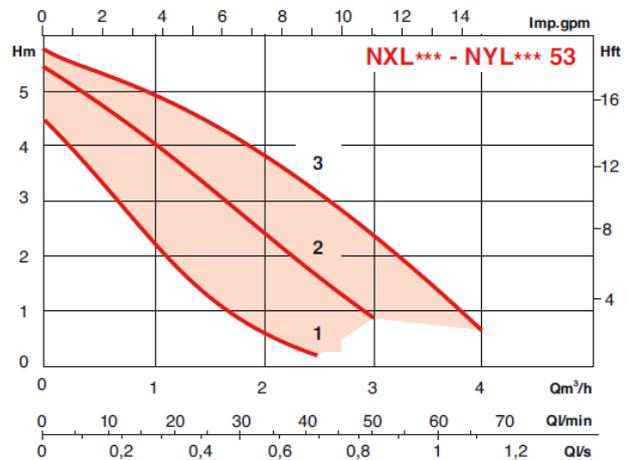
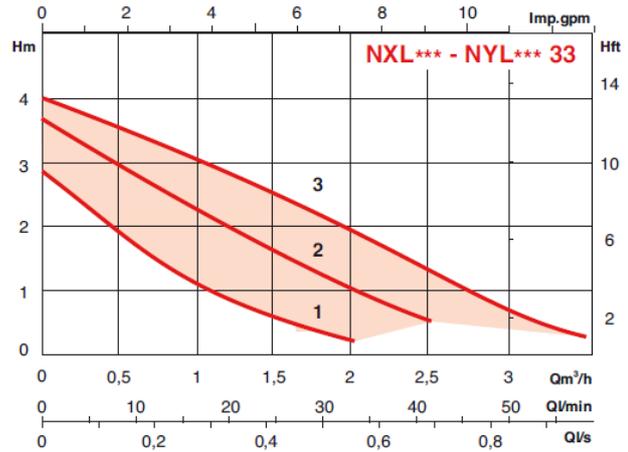
Nouvelle gamme

Hauteur mano. à 1m<sup>3</sup>/h

3 vitesses

Ø orifices asp.-ref.

raccordement électrique par presse-étoupe



### Question d)

Quelle action et réglage allez-vous réaliser sur la pompe pour obtenir le débit demandé ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....