

# BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

## E3 – ÉTUDE DES INSTALLATIONS - OPTION B

**SESSION 2013**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient : 4**

**Matériel autorisé :**

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire N°199-186, 16/11/1999)

**Tout autre matériel est interdit.**

**Documents réponses à rendre avec la copie :**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Document-réponse CLIM 1 ..... | page 26/33 |
| Document-réponse CLIM 2 ..... | page 27/33 |
| Document-réponse CLIM 3 ..... | page 28/33 |
| Document-réponse CLIM 4 ..... | page 29/33 |
| Document-réponse CLIM 5 ..... | page 30/33 |
| Document-réponse PRO 1 .....  | page 31/33 |
| Document-réponse PRO 2 .....  | page 32/33 |
| Document-réponse AUT 1 .....  | page 33/33 |

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 33 pages, numérotées de 1/33 à 33/33.**

## ÉTUDE D'UNE BOUCLE D'EAU POUR LA PRÉPARATION D'UN SERUM GLUCOSÉ DANS UNE AMBIANCE CONTROLÉE

### Consignes générales :

- aucun document autorisé ;
- calculatrice autorisée conformément à la circulaire du N°99-186 du 16/11/1999 ;
- chaque partie sera rédigée sur des copies séparées ;
- le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n , n étant le nombre total de feuilles rendues, y compris les documents réponses à compléter ;
- tous les documents notés « **RÉPONSE - REP** » devront être rendus avec les copies ;
- il est rappelé que la présentation, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation ;
- toutes les réponses devront être justifiées d'une explication, d'une référence documentaire, d'une expression littérale, d'une note de calcul....

### Barème et temps de travail estimatif par partie :

| Partie           | Repère      | Titre                                           | Temps | Barème |
|------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------|--------|
| Lecture du sujet |             |                                                 | 30 mn |        |
| 1                | <b>CLIM</b> | Climatisation - QUESTIONS page 7/33             | 90 mn | 30     |
| 2                | <b>PRO</b>  | Process - QUESTIONS page 7/33                   | 60 mn | 30     |
| 3                | <b>HYD</b>  | Hydraulique - Pompe - QUESTIONS page 13/33      | 40 mn | 15     |
| 4                | <b>AUT</b>  | Automatisme – Régulation - QUESTIONS page 14/33 | 20 mn | 5      |
| 5                | <b>ANN</b>  | Dossiers et Annexes                             |       |        |
| 6                | <b>REP</b>  | Documents à rendre                              |       |        |

### Documents à rendre agrafés à la copie :

- Annexe 1 : .....page 16/33
- Annexe 2 : .....page 17/33
- Annexe 3 : .....page 18/33
- Annexe 4 : .....page 19/33
- Annexe 5 : .....page 20/33
- Annexe 6 : .....page 21/33
- Annexe 7 : .....page 22/33
- Annexe 8 : .....page 23/33
- Annexe 9 : .....page 24/33
- Annexe 10 : .....page 25/33

Le site d'implantation est un laboratoire pharmaceutique dont l'exploitation doit répondre aux nouveaux **critères environnementaux et énergétiques**.

Cette future installation sera destinée à la fabrication et au conditionnement de produits pharmaceutiques (**Sérum glucosé**) au nord du Maroc.

Depuis plus de 10 ans les bouteilles de verre de perfusion des malades ont pratiquement disparu au profit des poches plastiques (stock, prix, facilités d'utilisation,...).

Cette usine assure la production **de poches de perfusion glucosées** de 100, 200, et 500 ml.

Ce présent document des Clauses Techniques Particulières, désigné dans le texte par CCTP, définit :

- un système de traitement d'air destiné à maîtriser la contamination particulaire et les différents niveaux de surpression de **zones à atmosphère contrôlées (ZAC)** et des locaux attenants non classés.
- une boucle d'**Eau Pour Préparation Injectable (E.P.P.I)** , avec son système de régulation de température.

Le maître d'ouvrage souhaite attirer l'attention sur la qualité de réalisation de l'installation pour :

- le confort du personnel ;
- le classement des Z.A.C ;
- le traitement de la chaîne de process de l'eau E.P.P.I ;

dans le but de sensibiliser les opérateurs **aux maladies nosocomiales** qui peuvent en résulter.

Dans notre cas, la famille des laboratoires pharmaceutiques, dont la préoccupation majeure est la qualité ainsi que la durée de vie des produits finis commercialisés, dépend des normes pharmaceutiques, en France **les B.P.F** (Bonnes Pratiques Françaises), en particulier dans le contrôle des qualités d'ambiance.

| BPF 1997 | Particules / m <sup>3</sup><br>> 0.5µm | Particules / m <sup>3</sup><br>> 5µm | Taux de brassage (V/h) | Type de flux |
|----------|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------|
| <b>A</b> | 3 500                                  | 0                                    | 60                     | Laminaire    |
| <b>B</b> | 3 500                                  | 0                                    | 45                     | Turbulent    |
| <b>C</b> | 350 000                                | 2 000                                | 25                     | Turbulent    |
| <b>D</b> | 3 500 000                              | 20 000                               | 35                     | Turbulent    |

|                 |               |      |
|-----------------|---------------|------|
| Bâtiment pharma | CLIMATISATION | CLIM |
|-----------------|---------------|------|

### C.C.T.P CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR :

Les travaux projetés intéressent principalement la fourniture et l'installation du traitement d'air des différentes zones du rez-de-chaussée du bâtiment (ANN page 16 /33) par 3 CTA munies d'un réseau de gaines de soufflage et de reprise qui traiteront :

#### Les zones non classées (NC) : CTA 1 :

entrée (E), vestiaire homme (H), et femme (F), circulation (C) et zone des produits non stérilisés (PNS)

#### Les Z.A.C : CTA 2 :

sas personnel (SP1) et (SP2), préparateur (P), sas matières (SM1) et (SM2).

#### Les Z.A.C : CTA 3 :

salle de process (PR) et la salle de remplissage poches (RP).

### HYPOTHÈSES ET DONNÉES DE CALCUL :

#### Conditions extérieures :

|       | TEMPÉRATURE ( °C ) B.S | HYGROMÉTRIE ( % ) |
|-------|------------------------|-------------------|
| HIVER | 7                      | 35                |
| ÉTÉ   | 42                     | 50                |

#### Conditions à maintenir :

| DÉSIGNATION                 | classe | Volume<br>m <sup>3</sup> | taux<br>( V/h )<br>* | pression<br>( Pa ) | Conditions intérieures |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                             |        |                          |                      |                    | ETE                    |        | HIVER  |        |
|                             |        |                          |                      |                    | θ (°c)                 | HR (%) | θ (°c) | HR (%) |
| Les zones non classées (NC) |        |                          |                      |                    |                        |        |        |        |
| <b>E - H - F - C -PNS</b>   |        |                          |                      | 0                  | 28                     | N.C    | 19     | N.C    |

| Les Z.A.C                     |   |     |     |    |    |    |    |       |
|-------------------------------|---|-----|-----|----|----|----|----|-------|
|                               |   |     |     |    |    |    |    |       |
| sas personnel (SP1)           | D | 9.1 | ≥25 | 15 | 24 | 50 | 20 | 45±5% |
| sas personnel (SP2)           | D | 9.6 | ≥25 | 30 |    |    |    |       |
| préparateur (P)               | D | 20  | ≥25 | 15 |    |    |    |       |
| salle process (PR)            | D | 220 | ≥15 | 30 |    |    |    |       |
| sas matières (SM1)            | D | 7.5 | ≥25 | 15 |    |    |    |       |
| sas matières (SM2)            | C | 21  | ≥35 | 30 |    |    |    |       |
| salle remplissage poches (RP) | C | 105 | ≥25 | 45 |    |    |    |       |

\* V/h = volume / heure



|                 |                      |             |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Bâtiment pharma | <b>CLIMATISATION</b> | <b>CLIM</b> |
|-----------------|----------------------|-------------|

### BILAN DES ZONES :

| DÉSIGNATION                                         |           | Bilan HIVER           |                              |                                          |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------|
|                                                     |           | déperditions<br>( kW) | apports<br>sensibles<br>(kW) | apports<br>latents (g <sub>eau</sub> /s) |
| Les zones non classées<br><b>E - H - F - C -PNS</b> |           | -6                    | 3                            |                                          |
| Les Z.A.C<br><b>SP1-SP2-P-SM1-SM2</b>               |           | -3                    | 1.5                          | 2                                        |
| Les Z.A.C<br><b>PR-RP</b>                           | <b>PR</b> | - 5.26                | 8                            | 1.2                                      |
|                                                     | <b>RP</b> |                       |                              | 2.8                                      |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Charges sensibles             | Machines, éclairages et les personnes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| Charges hydriques             | Cuves et personnes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |
| Air neuf mini                 | Travail sédentaire sur poste : 18(m <sup>3</sup> /h)/p                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>6 personnes</b> dans la salle PR et RP |
| Chaleur latente               | L <sub>v</sub> = 2500 kJ/kg <sub>eau</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |
| Surpression salle             | <b>1 V/h = 10 Pa</b> (différence entre le débit de soufflage et le débit de reprise)<br>Taux (V/h) = le débit de soufflage en m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> / volume de la salle en m <sup>3</sup><br>Exemple : une surpression de + 45Pa est égale à une différence de 4.5V/h                                                                                    |                                           |
| Débit de fuite                | <b>0.5 V/h = 10 Pa (débit de fuite entre 2 salles dû à la surpression)</b><br>Le débit de fuite s'échappe sous les portes étalonnées et par l'ouverture du tapis                                                                                                                                                                                                    |                                           |
| <b>CTA 3</b>                  | La CTA3 sera régulée en fonction de la température intérieure de la salle RP avec dérive de l'hygrométrie dans la salle PR et RP .                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |
| Salle remplissage poches (RP) | Dans cette salle l'EPPI est distribuée depuis la salle process à 2 machines de remplissage sous flux laminaire recycleur classe A . Les opératrices prennent les poches, les placent sous la machine de remplissage.<br>Les poches remplies se retrouvent sur un tapis roulant et sont évacuées au travers d'une ouverture dans la zone des produits non stérilisés |                                           |
| Fluides                       | Fluide frigorigène :R 410A<br>Batterie eau chaude : 90°C / 70°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |

### **CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR (CTA 3) :**

Cette centrale sera de marque CIAT type Climaciat ou équivalent sera autoporteuse afin de permettre la superposition d'éléments et caisson complémentaire sans adjonction de châssis.

Elle sera équipée des éléments suivants :

- Un caisson de mélange 2 voies.
- Une section de préfiltration gravimétrique **G4**.
- Une section de filtration **F9** (95 % OPAC ).
- Une batterie de refroidissement à détente directe (action tout ou rien sur le groupe froid).
- Une batterie de chauffage eau chaude montée en répartition (action progressive).
- Une section de ventilation équipée d'un ventilateur de soufflage à réaction à entraînement direct.
- Une filtration terminale **H13** (99,95 % HEPA).
- Un piège circulaire à son (montage sur la gaine).

|                 |               |      |
|-----------------|---------------|------|
| Bâtiment pharma | CLIMATISATION | CLIM |
|-----------------|---------------|------|

## RÉGULATION CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR CTA3 :

Les équipements seront de marque SIEMENS du type *communicants pré-programmés*.

- **CTA 3:** Régulation proportionnelle de température ambiante de la salle **RP**, par action progressive sur V3V de la batterie chaude et en tout ou rien sur le groupe de condensation à détente directe..

### Matériels :

- un régulateur,
- une sonde température d'ambiance,
- une sonde limite haute/basse de soufflage,
- un contrôleur de débit monté sur gaine,
- une V3V batterie chaude,
  - VXF31 si DN > 40
- un servomoteur SQS si DN < 40
  - SQL si DN > 40
- un servomoteur de registre standard, avec retour à zéro,
- un pressostat différentiel ventilateur,
- un pressostat différentiel filtre gravimétrique,
- un pressostat différentiel filtre opacimétrique,
- un pressostat différentiel filtre absolu DOP.

Le contrôle visuel de pression des ZAC sera effectué avec un équipement par manomètre à liquide à tube incliné

## GROUPE DE CONDENSATION À AIR :

L'équipement sera de marque CIAT type Condenciat CD ou similaire fonctionnant au R410A et alimentera la batterie à détente directe d'échange air / eau de la CTA 3.

### **Compresseur(s) hermétique(s) SCROLL**

- Moteur incorporé refroidi par les gaz aspirés.

### **Condenseur à refroidissement par air**

- Batterie tubes cuivre / ailettes aluminium serties mécaniquement.

### **Automatismes et sécurités**

- Régulation de la pression de condensation permettant un fonctionnement jusqu'à -15 °C extérieur.

## GAINES DE SOUFFLAGE ET DE REPRISE :

Ces gaines seront parfaitement lisses et sans aspérités. L'ensemble des réseaux doit être aisément aseptisable.

Dans tous les cas, la vitesse n'excédera pas 5 m /s. La perte de charge ne sera pas supérieure à 0,1 mm CE /m.

|                                         |                |              |
|-----------------------------------------|----------------|--------------|
| BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS     |                | Session 2013 |
| E3 - Étude des Installations - Option B | Code : FEBEISI | Page 6/33    |

|                 |               |      |
|-----------------|---------------|------|
| Bâtiment pharma | CLIMATISATION | CLIM |
|-----------------|---------------|------|

## QUESTIONS

Cette étude concerne exclusivement la CTA 3 EN HIVER

1. Définir les paramètres pour caractériser une zone à empoussièremement contrôlée « salle blanche ».

Donner ces différents paramètres pour la salle (RP).

2.

2.1 Compléter le **document réponse CLIM1** page 26/33 en faisant apparaître :

- La classe des salles, la surpression P.
- les sens de circulation de l'air (sous les portes).
- la valeur des débits (soufflage, reprise, fuites) en V/h.

2.2 Écrire l'équation du bilan des débits sur la salle RP et PR.

3. Compléter le **document réponse CLIM2** page 27/33 :

3.1 Indiquer les différents débits en m<sup>3</sup>/h.

3.2 Vérifier que le débit d'air neuf mini-hygiénique est respecté.

3.3 Que pourrait-il se passer si lors du calcul des débits, on oublie le débit de fuite dû à l'ouverture du tapis roulant ? Justifier votre réponse.

4. Donner les caractéristiques du point de soufflage hiver

*Les débits volumiques sont donnés en m<sup>3</sup>/h aux conditions intérieures (20°C – 45%).*

5. Tracer l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide et placer les différents points caractéristiques dans le **document réponse CLIM3** page 28/33.

*La température de l'air sortie de la batterie froide sera prise à 7°C et la solution retenue ne comportera pas d'humidificateur vapeur.*

6. Donner les caractéristiques principales :

- de la batterie froide (puissance, efficacité, température d'évaporation),
- de la batterie chaude (puissance et débit eau).

7.

7.1 Finir de compléter le **document réponse CLIM2** page 27/33 en faisant apparaître :

- l'équipement de la CTA,
- le schéma de principe de la régulation.

7.2 Expliquer les différences entre un caisson 2 voies et 3 voies.

8. Sélection du modèle de la CTA **document réponse CLIM4** page 29/33

9. Sélection de la batterie eau chaude **document réponse CLIM5** page 30/33, ANN page 19,20 /33.

(puissance, température, taille, pertes de charge et désignation)

|                 |         |     |
|-----------------|---------|-----|
| Bâtiment pharma | PROCESS | PRO |
|-----------------|---------|-----|

## C.C.T.P BOUCLE D'EAU POUR PRÉPARATION INJECTABLE (E.P.P.I) DU PROCESS :

Ce cahier des charges a pour objet la réalisation d'une boucle d'Eau Pour Préparation Injectable (E.P.P.I) avec son système de régulation de température (schéma de principe ANN page 17/33)

Suite aux opérations, les malades sont mis sous perfusion d'une solution de glucose.  
Le glucose (sucre) également connu sous le nom de sucre de sang est directement assimilable par l'organisme, c'est donc un carburant essentiel pour le cerveau  
La production de **ces poches pour perfusion de sérum glucosées** est la finalité d'une chaîne de fabrication.



### EAU POUR PRÉPARATION INJECTABLE (E.P.P.I) :

| EPPI | Température EPPI °C | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | $C_p$ kJ/kg.k |
|------|---------------------|--------------------------|---------------|
| 25   | 10                  | 1000                     | 4.18          |

### GLUCOSE :

| Sac poudre kg | température stockage °C | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | $C_p$ kJ/kg.k |
|---------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| 25            | 10                      | 1.54                     | 4.18          |



### SOLUTION GLUCOSÉE (SÉRUM) :

| Poche ml | formulation                                   | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | $C_p$ kJ/kg.k | Dosage % |
|----------|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|----------|
| 500      | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> | 1000                     | 4.18          | 5 et 10  |

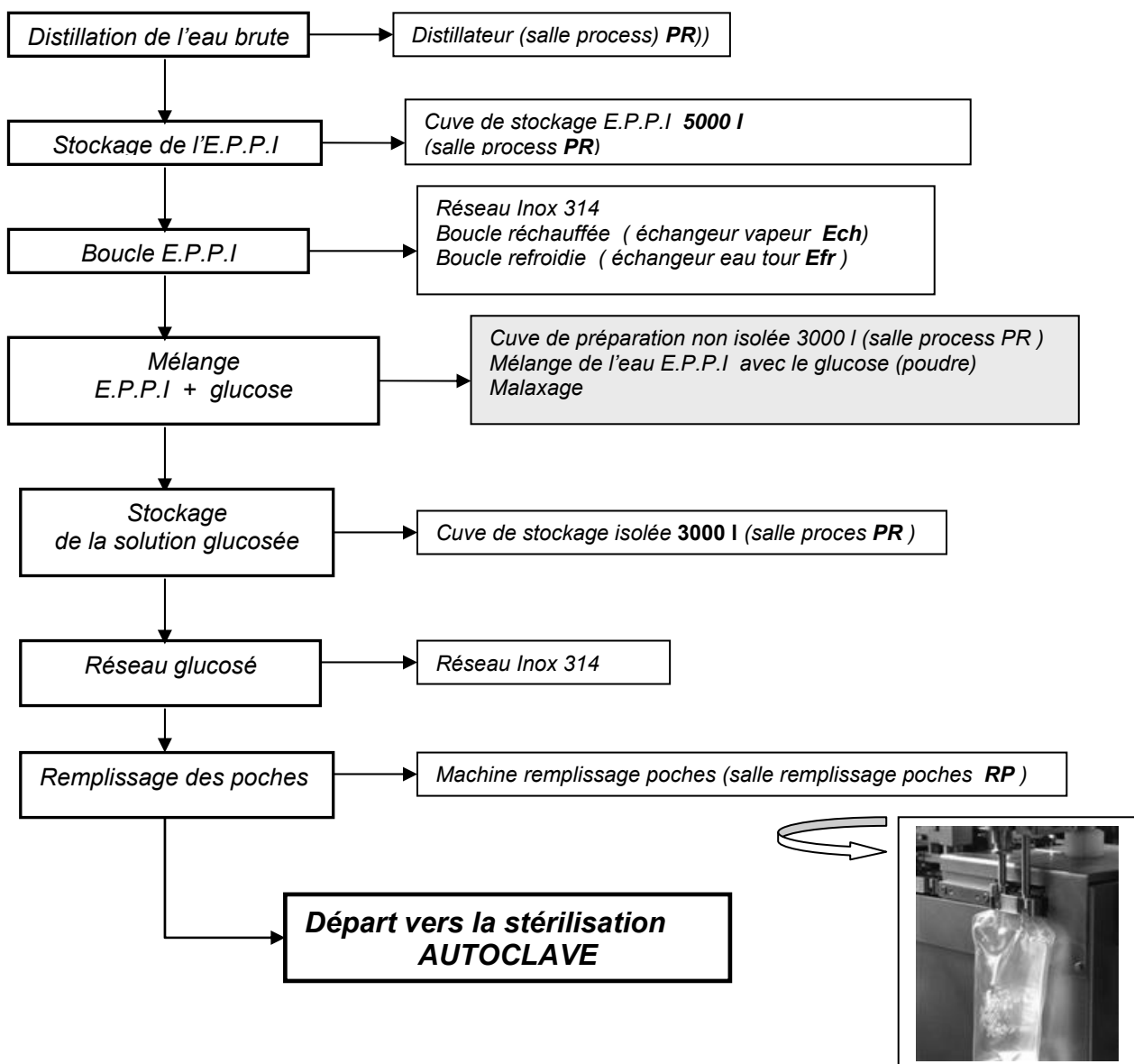


|                 |         |     |
|-----------------|---------|-----|
| Bâtiment pharma | PROCESS | PRO |
|-----------------|---------|-----|

La production de ces poches pour perfusion de sérum glucosées est la finalité d'une chaîne de fabrication.

## ANALYSE FONCTIONNELLE DU PROCESS

Schéma de principe ANN page 17/33



|                 |         |     |
|-----------------|---------|-----|
| Bâtiment pharma | PROCESS | PRO |
|-----------------|---------|-----|

### REFROIDISSEUR BOUCLE E.P.P.I (Efr)

- Type : échangeur à plaques inox 316.
- Caractéristiques : Impossibilité de mélange des fluides en cas de fuite sur les plaques.
- Perte de charge : **14 mCE**.

#### **Caractéristique du produit à refroidir :**

- Produit: Eau pour préparation injectable.
- Débit/pression : **2.5m<sup>3</sup>/h**.
- Température d'entrée : **85°C**.

#### **Circuit de refroidissement ( tour ):**

- Liquide de refroidissement : eau provenant d'une tour de refroidissement de type atmosphérique à circuit ouvert et contre-courant.
- Débit du liquide de refroidissement : **12 m<sup>3</sup>/h**.
- Température de sortie : **20°C**.

#### **Performances attendues :**

- Obtention en sortie du refroidisseur d'une Eau PPI à une température comprise entre **45 et 60°C**.
- pour un débit : **2.5m<sup>3</sup>/h**.

### RÉCHAUFFEUR BOUCLE E.P.P.I (Ech)

- Type : échangeur à plaques inox 316.
- Caractéristiques : Impossibilité de mélange des fluides.
- Perte de charge : **16 mCE**.

#### **Caractéristiques du produit à réchauffer :**

- Produit: Eau pour préparation injectable.
- Débit/pression : **2.5m<sup>3</sup>/h**.
- Température d'entrée : de **45°C à 60°C**

#### **Caractéristiques de la vapeur:**

- Vapeur industrielle saturée détendue de **12 bars à 3 bars eff**.
- Débit vapeur : **250kg/h**

#### **Caractéristique des condensats:**

- Température retour condensats : **80°C**

#### **Performances attendues :**

- Obtention en sortie du réchauffeur d'une Eau PPI à **85°C** – débit : **2.5m<sup>3</sup>/h**.

|                 |         |     |
|-----------------|---------|-----|
| Bâtiment pharma | PROCESS | PRO |
|-----------------|---------|-----|

### MAINTIEN EN TEMPÉRATURE DE LA CUVE DE STOCKAGE E.P.P.I :

La cuve de stockage d'EPPI (**5000 litres**) dispose d'un échangeur vapeur en complément ou de secours pour le maintien à 85°C de l'EPPI. L'eau PPI ne devra jamais descendre en dessous de 70°C.

La régulation de la température **TE01** départ cuve sera assurée par V2V proportionnelle **VA01**. La sécurité haute et basse de la température sera intégrée au régulateur.

#### **Caractéristiques de la vapeur:**

- Rampe vapeur munie des éléments de sécurité, de réglages et de mesure
- Vapeur industrielle détendue **7 bars** à **1.5 bars eff**
- Débit massique : **300Kg/h**

### CUVE DE PRÉPARATION 3000 L

#### MÉLANGE DE L'EAU E.P.P.I AVEC LE GLUCOSE :

La cuve de préparation de la solution glucosée dispose d'un trou d'homme en partie haute pour une introduction manuelle des sacs de glucose par l'opérateur.

L'ajout de la poudre de glucose (sacs stockés à température ambiante **10°C**) descend la température de l'E.P.P.I de la cuve de préparation.

Le but est de réguler la température entrée E.P.P.I **TE02**, suivant la masse de glucose ajouté afin d'avoir une température **TE03** de **50°C** (sécurité).

L'opérateur paramétrera la consigne suivant un tableau : *consigne TE02 = f( nb° de sacs )*.

La régulation de la température **TE02** d'entrée de la cuve de préparation sera assurée par la **V3V 01** du circuit de la tour de refroidissement.

La cuve de préparation en inox 314 n'est pas isolée **pertes =5.56kwh**.

### CUVE DE STOCKAGE

#### CONTROLE DU DOSAGE E.P.P.I + GLUCOSE :

- La cuve est montée sur une balance plateau, ce qui permet de connaître à tout moment la masse des produits ajoutés ou du mélange.
- L'apport de la poudre de glucose étant manuel, l'opérateur agira sur l'ouverture ou la fermeture des vannes, suivant le dosage choisi, et donc la masse affichée à son pupitre de commande.

|                 |         |     |
|-----------------|---------|-----|
| Bâtiment pharma | PROCESS | PRO |
|-----------------|---------|-----|

## QUESTIONS

### 1. Suivant le CCTP :

Calculer la température de consigne **TE02** pour que la température du mélange **TE03** de la cuve de 3000l soit de **50°C** :

**1°1)** Pour une série de poches (solution glucosée) de **500ml à 5%** .

**1°2)** La température de consigne **TE02** pour une série de poches **500 ml à 10%** est de **56.2°C**.

Déterminer la quantité de poches produites et le nombre de sacs de glucose pour 1 cuve.

### 2. Sur le document réponse PRO1 page 31/33 :

**2.1** Représenter la loi d'eau (linéaire) de la solution glucosée.

**2.2** Représenter Le graphe de la **V3V01** de la tour.

### 3. Sur le document réponse PRO2 page 32/33 :

**3.1** Compléter le schéma de principe de la ligne vapeur de l'échangeur réchauffeur (Ech) de la boucle (éléments de sécurités, régulations, ....)

**3.2** Compléter la chaîne de régulation de cette échangeur **Ech**.

### 4. Suivant le CCTP et les données complémentaires :

**4.1** Sélectionner le détendeur vapeur de type BRV **ANN page 21/33**.

**4.2** Comment varie le débit de vapeur si on augmente la pression amont ?

### 5. Suivant le CCTP et les données complémentaires :

**5.1** Sélectionner la vanne deux voies de régulation (type et DN). **ANN page 22 et 23/33**

**5.2** Donner le Cv constructeur.

**5.3** Calculer le Cv de la vanne sélectionnée.

**5.4** Vérifier la bonne sélection de la vanne.

**5.5** Quelle est la perte de charge critique de cette vanne ?



|                 |                     |     |
|-----------------|---------------------|-----|
| Bâtiment pharma | HYDRAULIQUE – POMPE | HYD |
|-----------------|---------------------|-----|

La cuve de stockage E.P.P.I n'étant pas considéré comme un récipient sous pression, la boucle E.P.P.I est considéré comme un circuit ouvert ANN page 17/33.

Le schéma de principe ANN page 18/33 représente la vue isométrique de la boucle.

- Le circuit comprend 3 postes de puisage (essai qualité de l'EPPI).
- Le circuit comprend 4 points de remplissage (cuves).
- La boucle est dimensionnée pour les postes de puisage et remplissage fermés.
- Débit de la **pompe de la boucle EPPI** : **2.5 m<sup>3</sup>/h**.
- Pression résiduelle de remplissage cuve EPPI : **1.2 bars**.
- Perte de charge d'une vanne : **1.5 mCE**.
- Les pertes de charge réparties et singulières de la tuyauterie seront négligées par rapport aux autres pertes de charge.
  
- $P_{Vs}(80^\circ) = \mathbf{0.474 \text{ bars abs.}}$
- $P_{atm} = 10.13 \text{mCE}$ .
- Hauteur géométrique : **2m**.
- Hauteur géométrique d'aspiration : hauteur constante d'eau de la cuve : **1.6m**.

#### PROPRIÉTÉS DE L'EAU ET DE LA VAPEUR D'EAU :

| $\theta$ | $p_{absolue}$ | $V_{liquide}$      | $V_{vapeur}$ | $h_{liquide}$ | $h_{vaporisation}$ | $h_{vapeur}$ |
|----------|---------------|--------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------|
| °C       | bar           | m <sup>3</sup> /kg |              | Kj/kg         |                    |              |
| 134      | 3             | 0.001073           | 0.59810      | 563.44        | 2162.58            | 2726.02      |
| 143      | 4             | 0.001083           | 0.46995      | 602.03        | 2135.83            | 2737.86      |

## QUESTIONS

1. Suivant le schéma AN page 18/33 et les données complémentaires ci-dessus:
  - 1.1 Schématiser le circuit en faisant apparaître les organes pris en compte pour le calcul.
  - 1.2 Calculer la hauteur manométrique (**H.M**) de la **pompe de la boucle EPPI**.
  - 1.3 Donner son point de fonctionnement (**P.F**).
  - 1.4 Sélection de la pompe dans la gamme MULTIV-200. ANN page 24/33.
  
2.
  - 2.1 Calculer la pression nette effective (**P<sub>A</sub>**) à l'entrée de la pompe.
  - 2.2 Comparer **P<sub>A</sub>** et **P<sub>Vs</sub>**. Conclusion.
  - 2.3 Calculer le **N.P.S.H<sub>dispo</sub>**.
  - 2.4 Relever le **N.P.S.H<sub>requis</sub>**. Conclusion ANN page 24/33.
  - 2.5 Relever la puissance absorbée et le rendement de la pompe.

**C.C.T.P. GESTION DU BY-PASS :**

Lors d'un puisage aux vannes **VM02, VM03, VM04, VM06, VM07** et **VA04** de la boucle, la vanne automatique **VA 05** se ferme. **ANN page 17/33.**

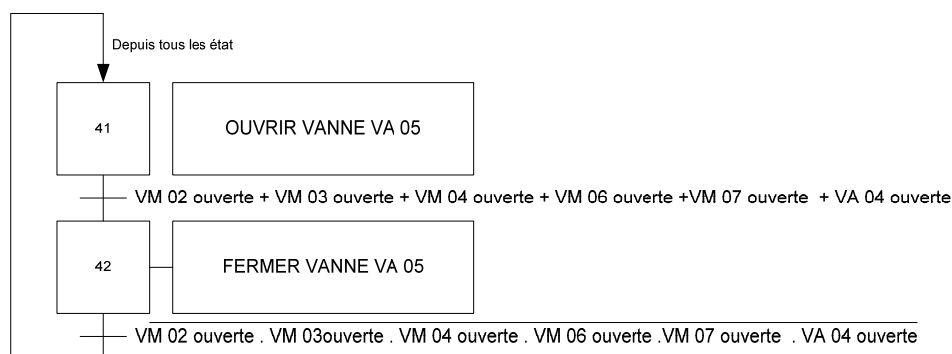
Le débit est réduit en passant par la vanne manuelle **VM07**, ceci afin d'augmenter le débit aux points de puisage.

Les vannes manuelles sont équipées de 2 capteurs de positions (ouvert/fermé).

Un automate Millénium permet d'assurer le fonctionnement suivant la solution technique retenue .



**2 - GESTION BY PASS (Vannes VM07 et VA05)**



**QUESTIONS**

1. Suivant le schéma **ANN page 17/33** et les données complémentaires ci-dessus:

1.1 Expliquer le rôle de ce by-pass hydraulique.

1.2 Sur le **document réponse AUT1 page 33/33** :

compléter le câblage de l'automate, ainsi que le dispositif de protection de la ligne. **(ANN page 25/33).**

## DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

### CLIMATISATION : AIDE À LA SÉLECTION DE LA CTA :

Vitesse de passage de l'air dans la section frontale des batteries d'échange des CTA

- Batterie froide sèche ( B.F)  $w \leq 1.6 \text{ m/s}$
- Batterie froide humide ( B.F.H )  $w = 1.8 \text{ m/s}$

Refroidissement et déshumidification

- Batterie froide à eau glacée :  $\theta_0 = \theta_{ADP} - 8^\circ\text{C}$
- Batterie à détente directe :  $\theta_0 = \theta_{ADP} - 6^\circ\text{C}$

$\theta_0$  : température d'évaporation \*

$\theta_{ADP}$  : température moyenne de surface

### DOSAGE DES SOLUTIONS DE GLUCOSE :

La poche contenant la solution de glucose a une contenance de 500 ml. La solution est dosée à 5% , ce qui signifie **que 100ml de la solution contient 5 g de glucose.**

RAPPEL :  $H_{\text{mélange}} = H_{\text{eau}} + H_{\text{glucose}}$

La cuve de préparation en inox 314 n'est pas isolée. **Pertes =5.56kwh**

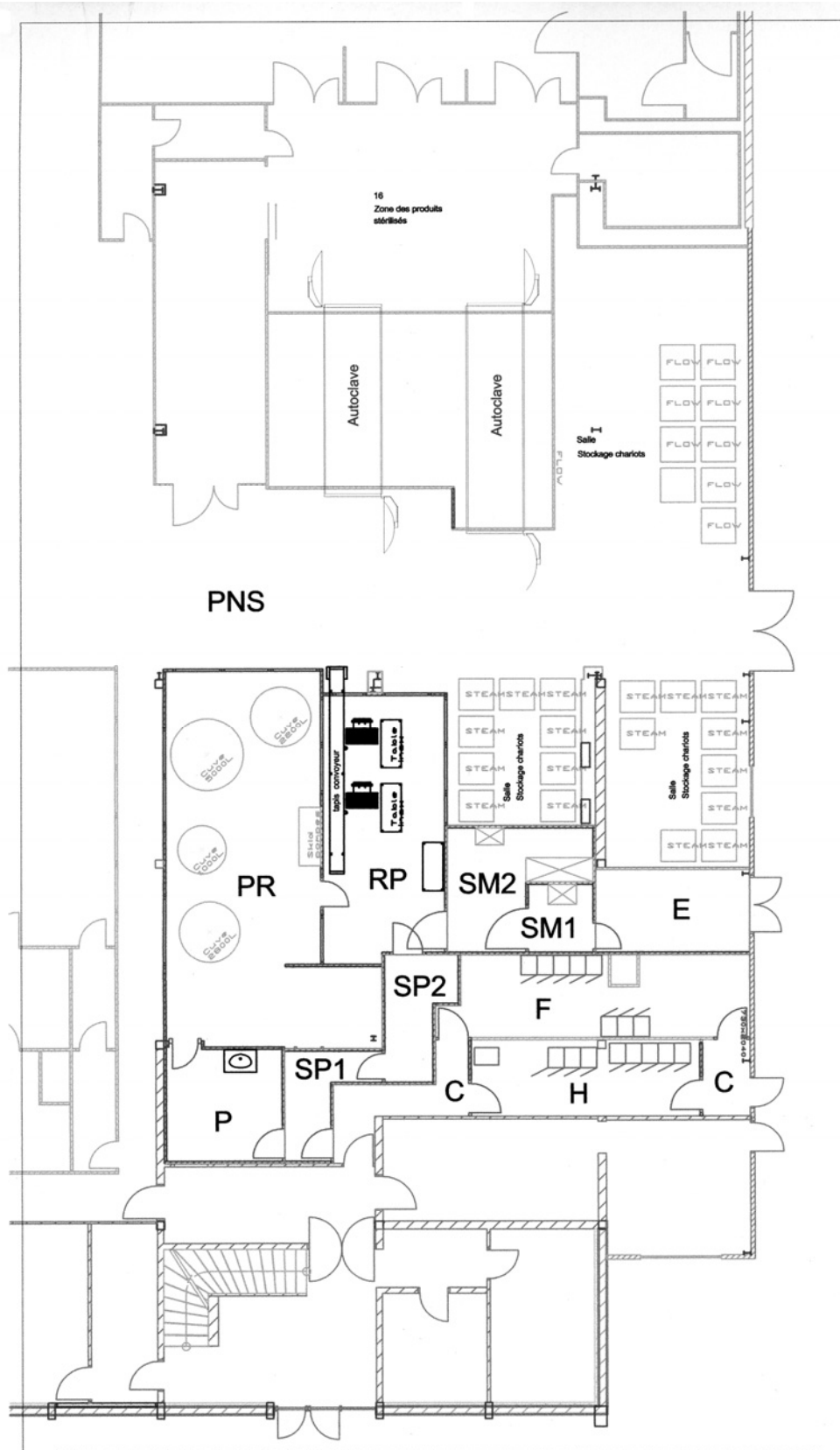
Température de stockage de la solution glucosée : **50°C**

### DIMENSIONNEMENT DES VANNES DE RÉGULATION VAPEUR :

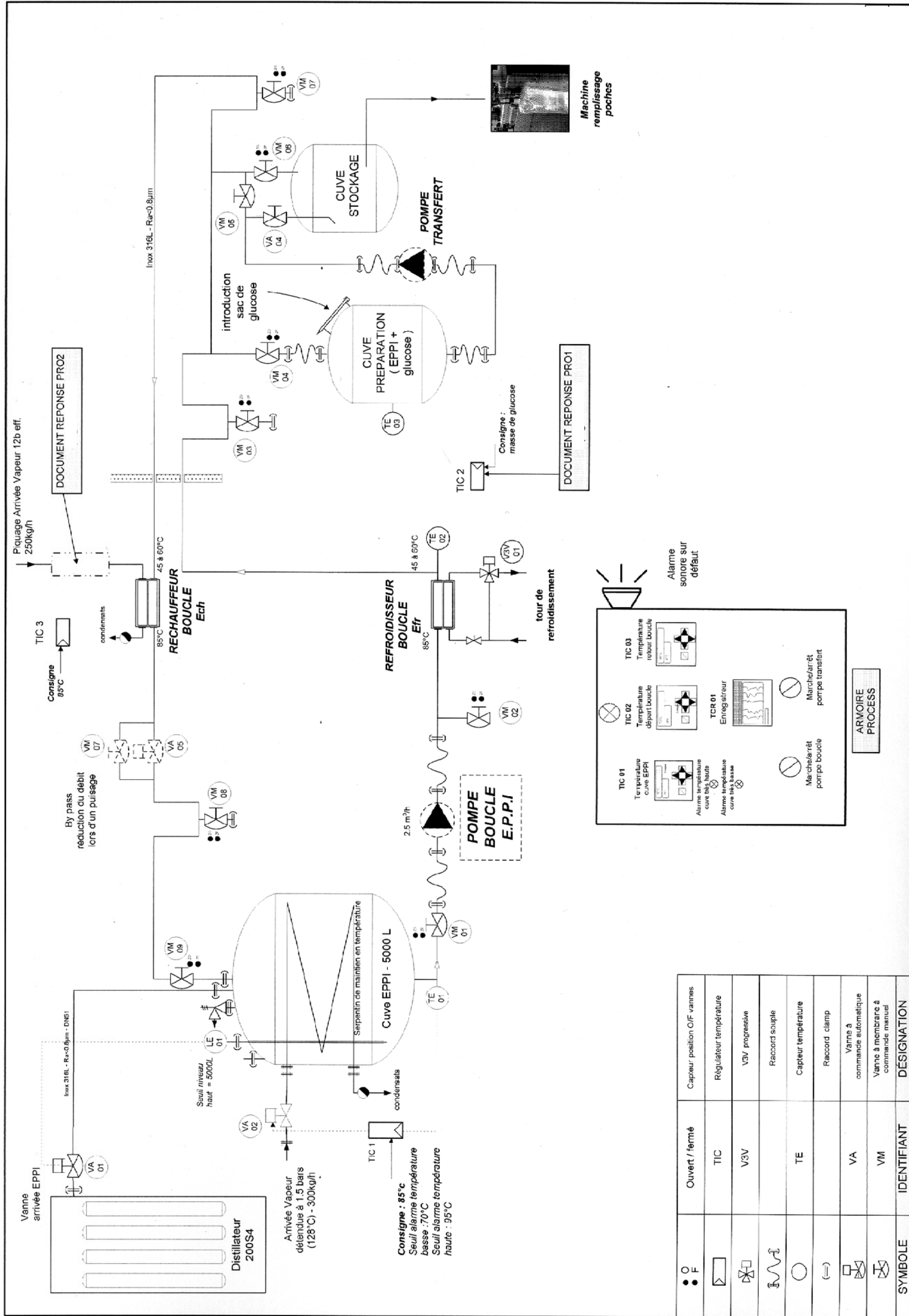
Pour déterminer le diamètre d'une vanne, on doit calculer le **coefficient de débit CV** en fonction des différents paramètres du fluide.

**Le CV est l'équivalent du KV ou Kvs pour les liquides (ANN page 23/33)**

# ANNEXE 1

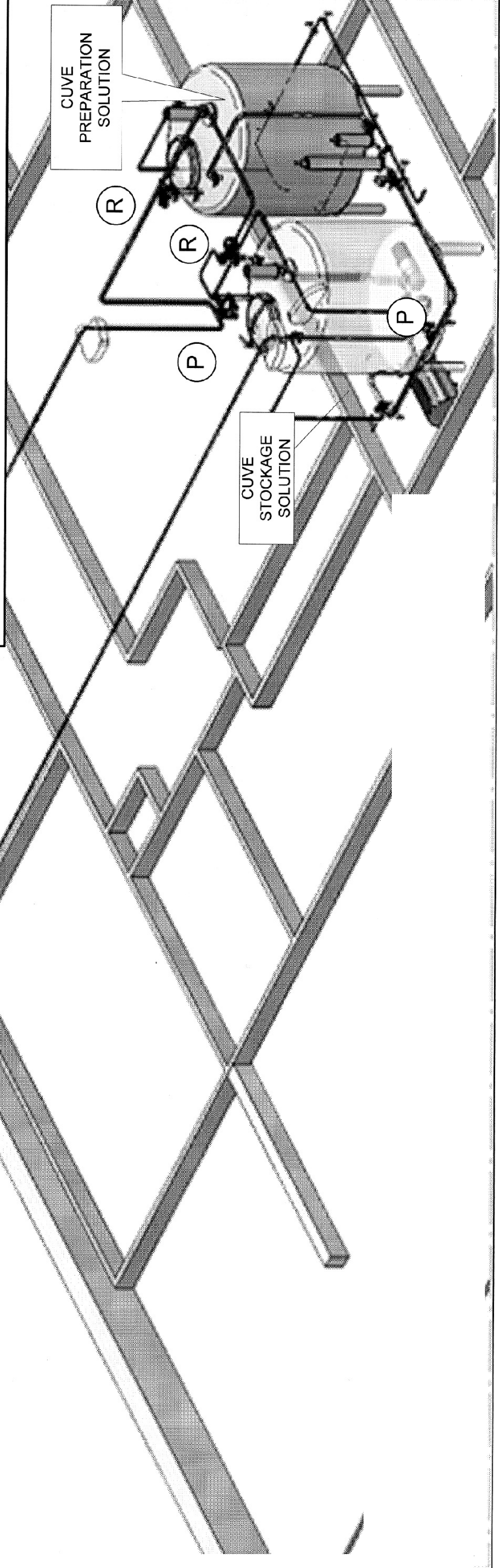
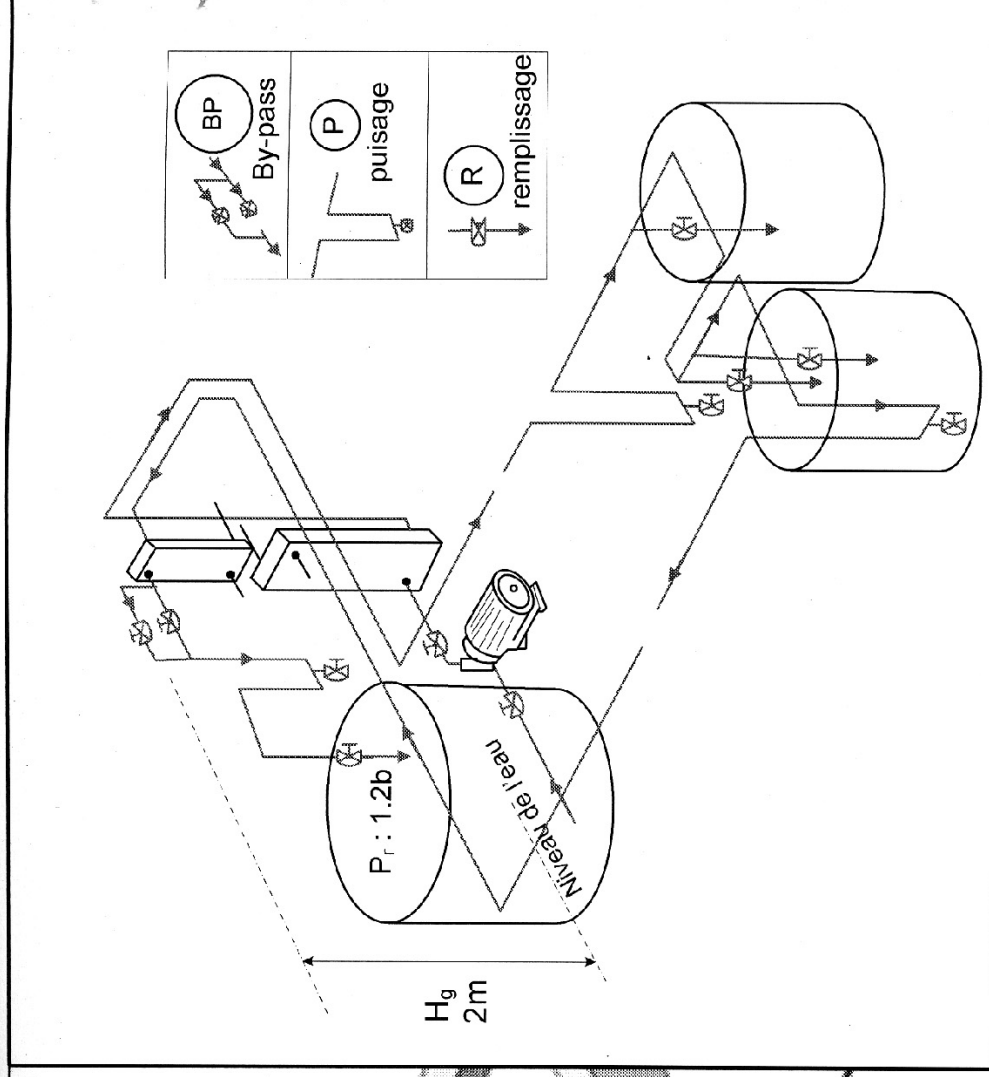
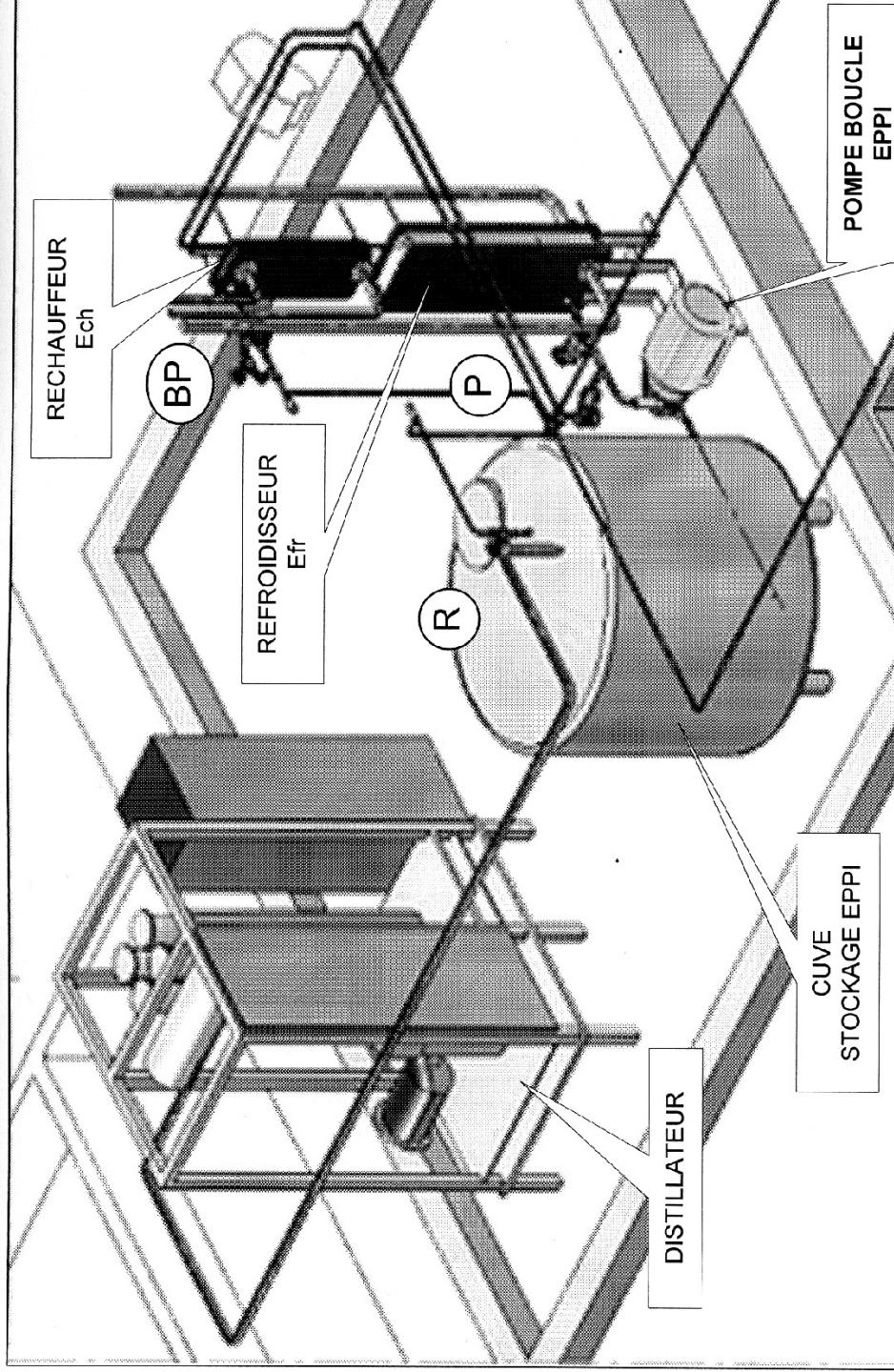


# ANNEXE 2 Schéma de principe



| SYMBOLE | IDENTIFIANT    | DÉSIGNATION                        |
|---------|----------------|------------------------------------|
| ● / ○   | Ouvert / fermé | Capteur position C/F vannes        |
| □       | TIC            | Régulateur température             |
| ◇       | V3V            | V3V progressive                    |
| ⊂       | TE             | Raccord souple                     |
| ○       | TE             | Capteur température                |
| ↔       | VA             | Raccord clamp                      |
| ⊞       | VA             | Vanne à commande automatique       |
| ⊞       | VM             | Vanne à membrane à commande manuel |

# ANNEXE 3





## ANNEXE 4



**BATTERIES D'ÉCHANGE**  
Air /Eau  
gamme / BSH



**Batteries d'échange**  
air / eau

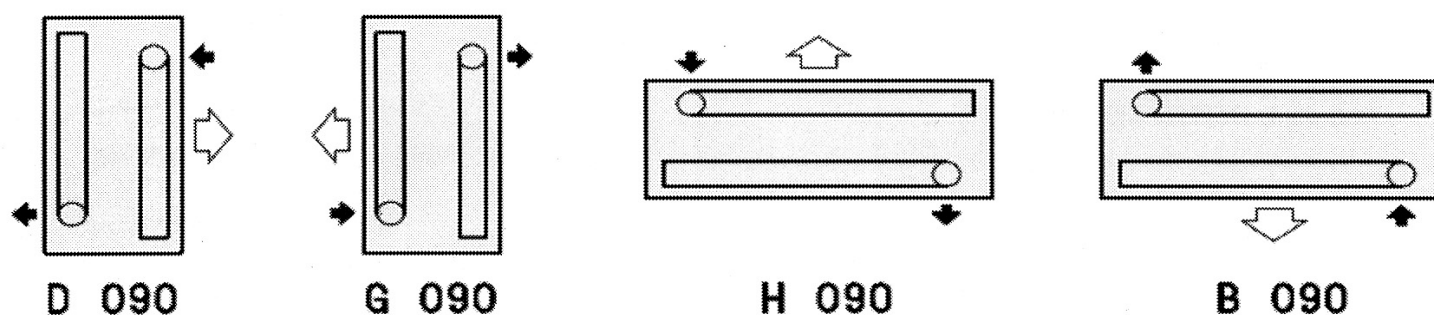
BSH

### CONSTRUCTION - LIMITES D'UTILISATION

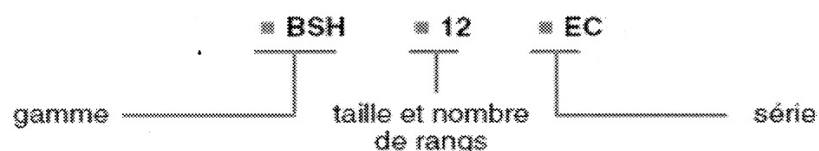
| Applications          | Série | Matière | Tubes       |           | Ailettes  |        | Intérieur tubes |               | Stock |
|-----------------------|-------|---------|-------------|-----------|-----------|--------|-----------------|---------------|-------|
|                       |       |         | Diamètre mm | Pas mm    | Matière   | Pas mm | T maxi °C       | PS* MPa (Bar) |       |
| Air / Liquide         | EC    | Cuivre  | 9,52        | 32 x 27,7 | Aluminium | 2,1    | 110             | 1,5 (15)      | oui   |
| Air / Eau surchauffée | ES    | Acier   | 16          | 40 x 40   | Aluminium | 2,8    | 200             | 2,3 (23)      | non   |

\* PS = Pression Maximale Admissible selon Directive 97/23/CE

### POSITIONS DE FONCTIONNEMENT

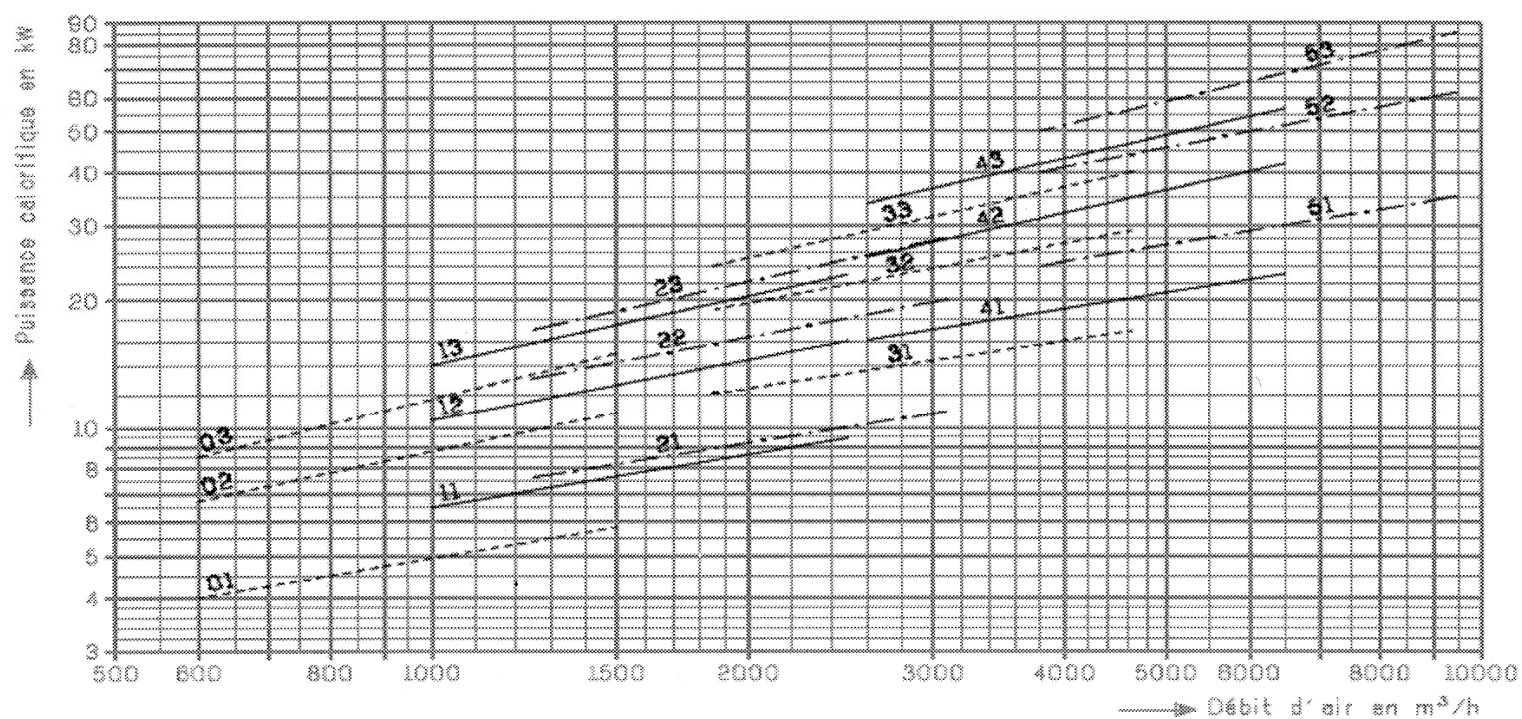



### DÉSIGNATION



### CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DES BATTERIES EAU SÉRIE EC

**Puissance calorifique : Entrée d'air : 20 °C - Eau 90 / 70 °C**



|                                                                                   |  |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------|
|  |  | <b>BATTERIES D'ÉCHANGE</b><br><b>Air / Eau</b><br><b>Gamme/ BS</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------|

**CIAT Batteries d'échange air / eau**

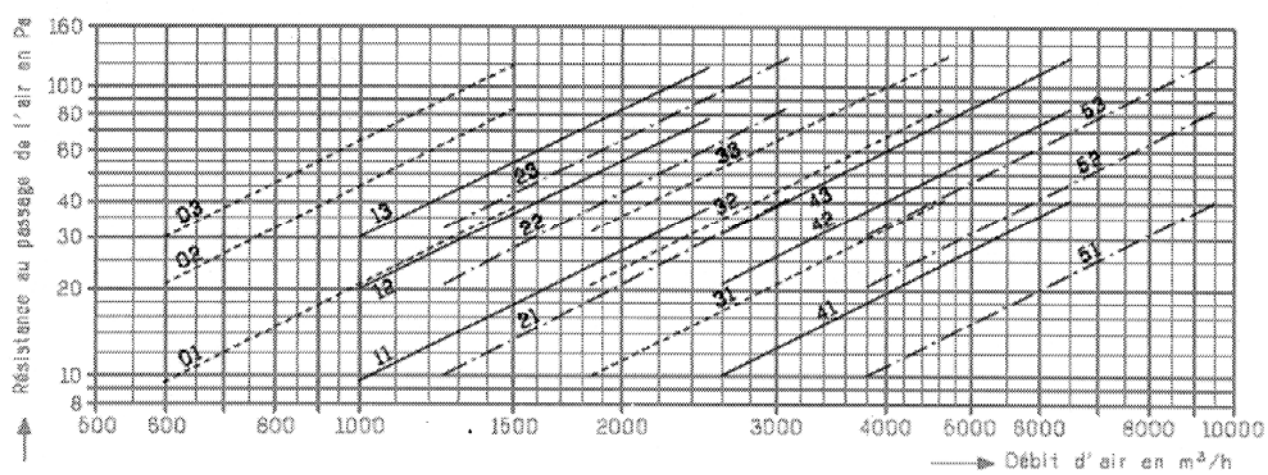
COEFFICIENTS MULTIPLICATEURS POUR D'AUTRES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

| Régime d'eau °C | Température d'entrée d'air °C |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | -15                           | -10  | -5   | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   |
| 115 / 75        | 1,99                          | 1,89 | 1,79 | 1,69 | 1,58 | 1,47 | 1,36 | 1,26 |
| 90 / 70         | 1,58                          | 1,50 | 1,42 | 1,34 | 1,25 | 1,17 | 1,08 | 1    |
| 80 / 60         | 1,31                          | 1,25 | 1,18 | 1,11 | 1,04 | 0,97 | 0,90 | 0,83 |
| 45 / 37         | 0,55                          | 0,53 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,41 | 0,38 | 0,35 |

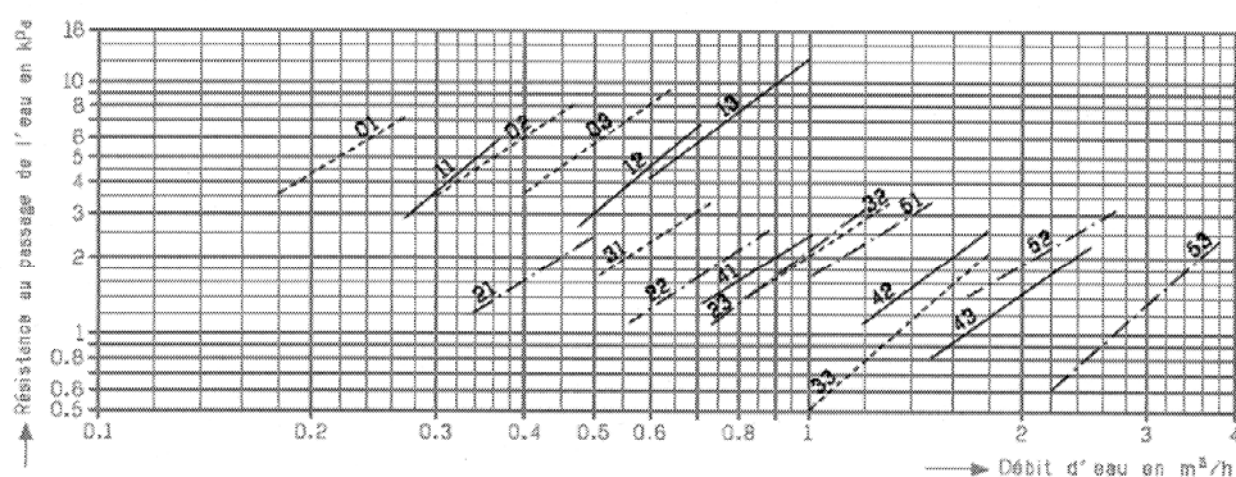
Le débit d'eau correspondant à la puissance calculée ne doit pas être supérieur au maximum donné dans le tableau des pertes de charges sur l'eau pour le type de batterie donné.

**BSH**

PERTES DE CHARGE SUR L'AIR



PERTES DE CHARGE SUR L'EAU





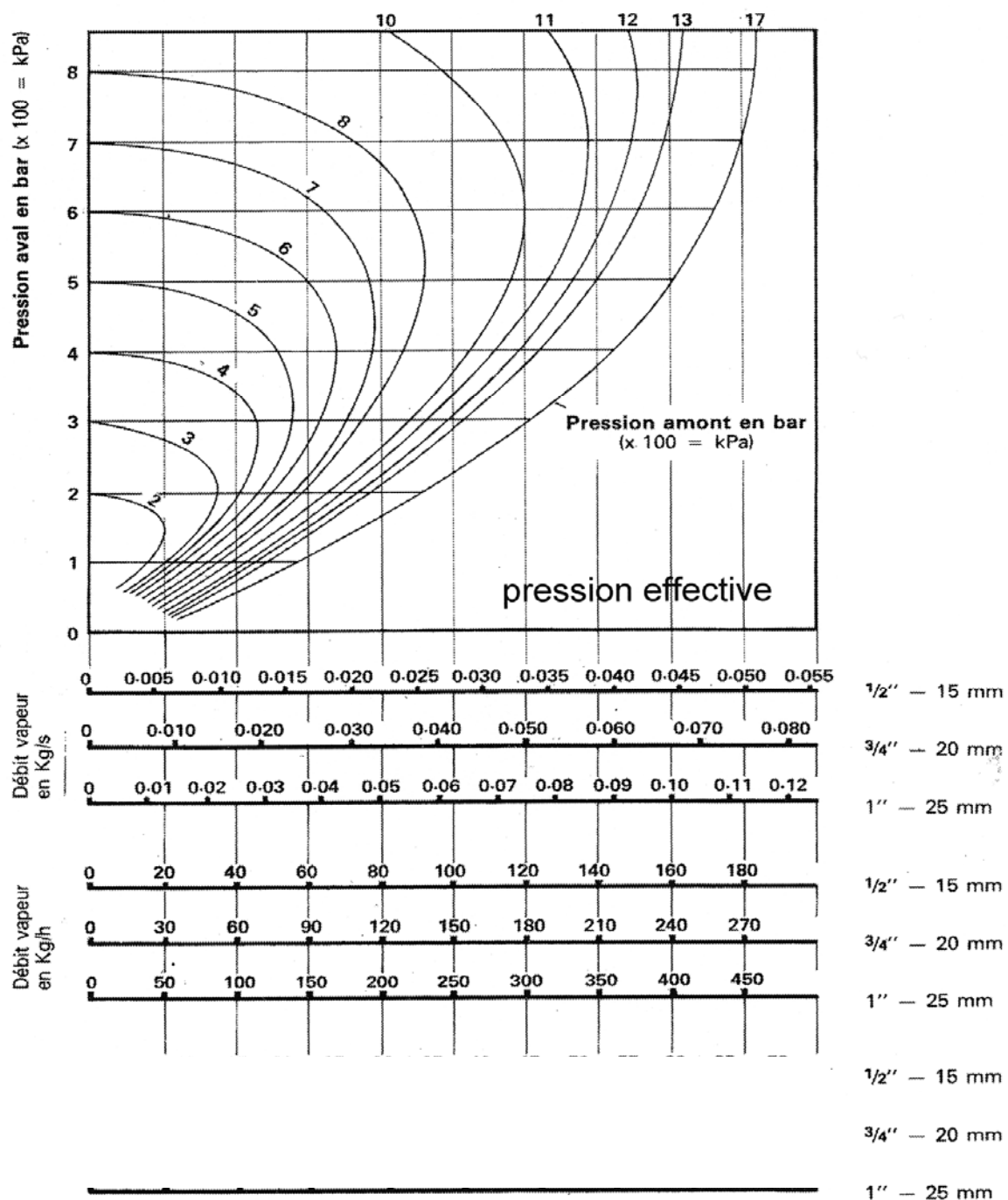
# spirax sarco

TIS 3.101 F

08.85

## Détendeur BRV

### Débits vapeur et air comprimé



#### Mode d'emploi de l'abaque

Les courbes repérées 2,3,4,5 etc... Sont relatives aux pressions amont. Les pressions aval sont lues sur la ligne verticale située à l'extrême gauche de l'abaque.

Le mode d'emploi de cet abaque peut-être expliqué par un exemple:

Soit à déterminer le diamètre d'un détendeur capable de réduire une pression vapeur de 8 bar jusqu'à 6 bar pour un débit de 120 Kg/h. Repérer le point d'intersection de la courbe relative à la pression amont de 8 bar avec l'horizontale correspondant à la pression aval de 6 bar. De ce point, abaisser une verticale vers les échelles des débits. Elle indique les débits optima que peuvent donner les détendeurs de divers diamètres. Dans le cas présent, un détendeur BRV de 20 mm (3/4") est le plus petit qui puisse répondre aux conditions requises.

Modifications réservées

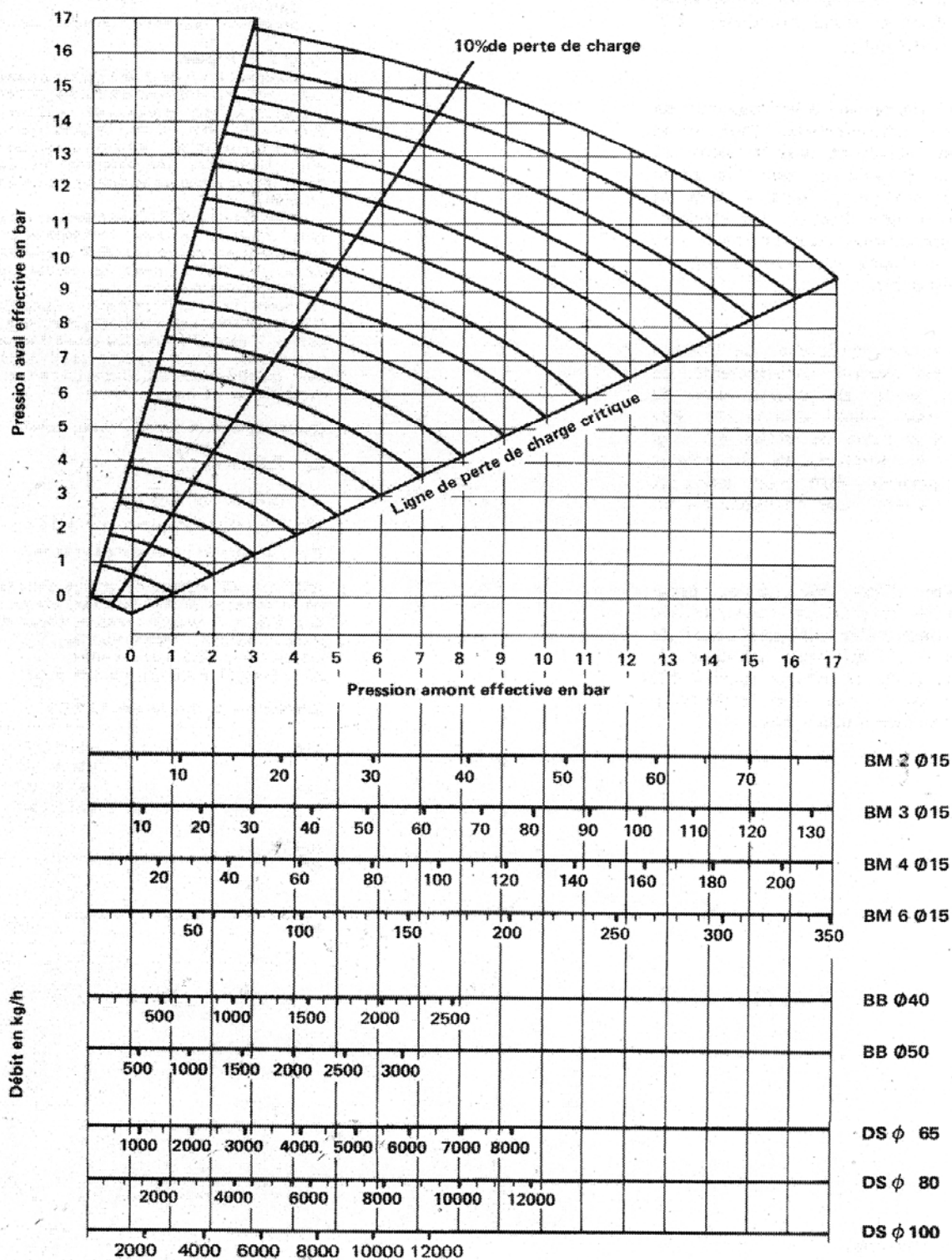
# spirax sarco

T 656/4

12 88

## Vannes de régulation BM BB et DS

débits vapeur 0 à 17 bar



Modifications réservées

Voir exemple de sélection page 23/33

## Vannes de régulation BM BB et DS

débites vapeur 0 à 17 bar

La détermination correcte de l'orifice d'une vanne de régulation est très importante pour obtenir un fonctionnement satisfaisant. Voici quelques précisions pour y parvenir.

1 Le débit d'une vanne est fonction de la pression différentielle. Plus cette pression est élevée et plus le débit est grand, ceci jusqu'à ce que "la perte de charge critique", égale à 42% de la pression amont absolue, soit atteinte. Toute augmentation supplémentaire de la perte de charge n'entraînera aucune élévation du débit.

2 Pour un bon rendement de l'installation il est parfois indispensable de limiter la perte de charge dans la vanne à une valeur déterminée. Par exemple, si la perte de charge est trop élevée la température de la vapeur détendue pourrait être trop basse et ne pas convenir pour l'application en question.

3 A moins d'être sûr qu'une perte de charge élevée n'est pas incompatible avec un fonctionnement satisfaisant de l'installation, il est plus prudent de choisir une perte de charge égale à 10% de la pression amont pour la détermination de l'orifice d'une vanne.

### emploi de l'abaque

Cet abaque peut être utilisé de deux façons différentes et permet

- de choisir une vanne pour des conditions d'emploi données
- de vérifier la perte de charge dans une vanne existante.

#### Voici 2 Exemples:

1 - Quel est l'orifice d'une vanne capable d'un débit de 50 kg/h avec une pression de 5 bars effectifs et une perte de charge de 0,7 bar (pression aval 4,3 bars effectifs).

Trouver le point d'intersection de la courbe pression amont 5 bar et de l'horizontale pression aval 4,3. De ce point descendre une verticale qui coupe les lignes de débit. Nous constatons que la vanne BM6 Ø15 répond au problème.

2 - Une vanne BB Ø40 doit assurer un débit de 1500 kg/h sous une pression amont de 7 bars effectifs. Nous désirons cependant connaître la pression aval et par conséquent la perte de charge dans la vanne, lorsque celle-ci est complètement ouverte.

Du point 1500 kg/h pris sur la ligne de débit de la vanne BB Ø40 élever une verticale jusqu'à la courbe de pression amont 7 bars effectifs. Du point d'intersection mener une horizontale vers la gauche jusqu'à l'échelle de pression aval, qu'elle coupe à 5,5 bars. La perte de charge recherchée est donc de 1,5 bars.

#### Coefficient de débit "C<sub>v</sub>" pour vapeur

$$C_v = 2,31 Q \sqrt{\frac{V}{\Delta p}}$$

Q = débit en kg/mn.

V = volume spécifique en m<sup>3</sup>/kg à la pression amont.

Δp = perte de charge dans la vanne en bar.

NOTA. — Si la perte de charge dans la vanne dépasse 42% de la pression amont absolue, prendre comme valeur de Δp 42% de la pression amont, c'est-à-dire.

pression amont: 7 bar effectifs.

pression aval: 2,5 bars effectifs.

Δp = 0,42 (7 + 1,013) = 3,365 bars.

#### Coefficient C<sub>v</sub> des vannes SARCO

|      |                 |      |
|------|-----------------|------|
| BM   | BM 2 - ½" - Ø15 | 0,37 |
|      | BM 3 - ½" - Ø15 | 0,62 |
|      | BM 4 - ½" - Ø15 | 1,0  |
|      | BM 6 - ½" - Ø15 | 1,6  |
| BMRA |                 | 0,54 |
| DS   | 65              | 63   |
|      | 80              | 91   |
|      | 100             | 120  |
| BB   | 40              | 23   |
|      | 50              | 33   |

Modifications réservées

SPIRAX SARCO SA  
tél (1) 30.62.43.43

ZI des bruyères D912  
tél 695832 F

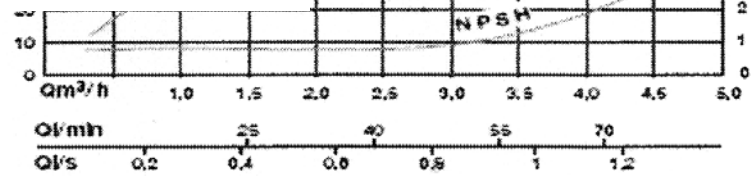
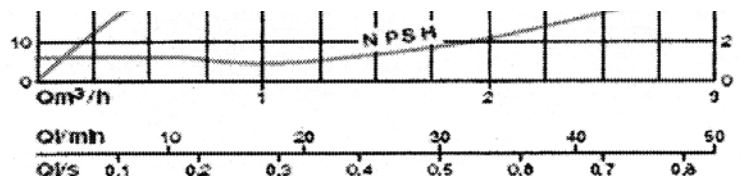
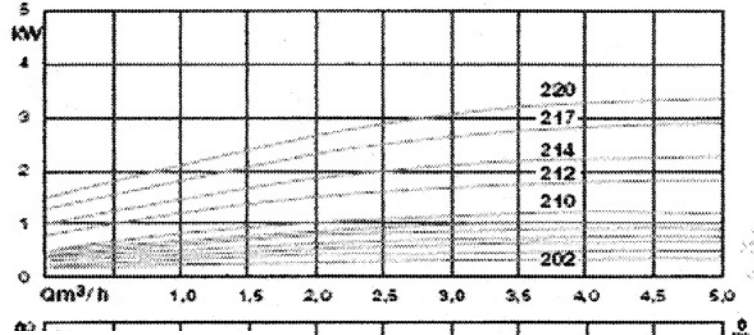
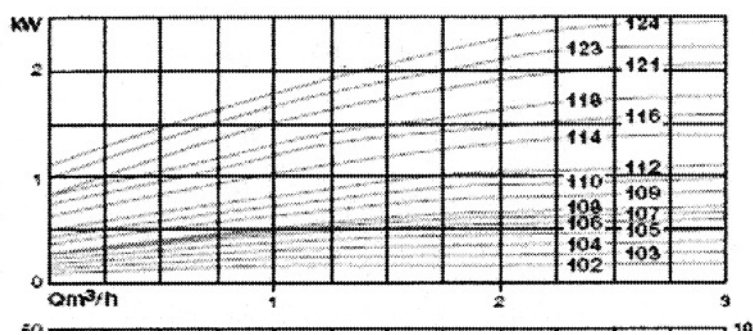
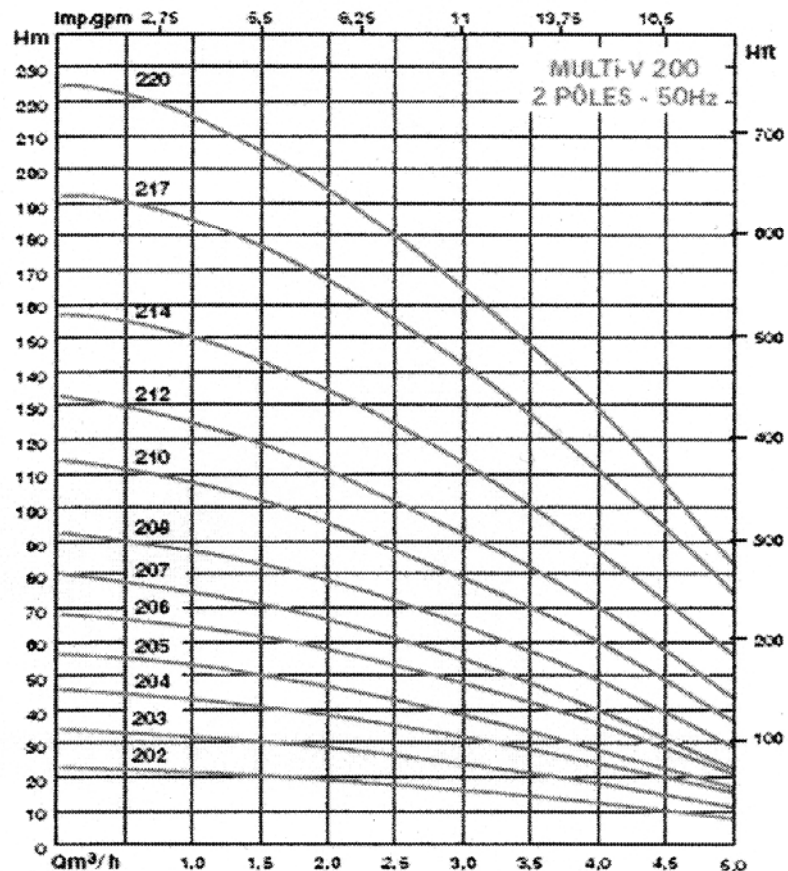
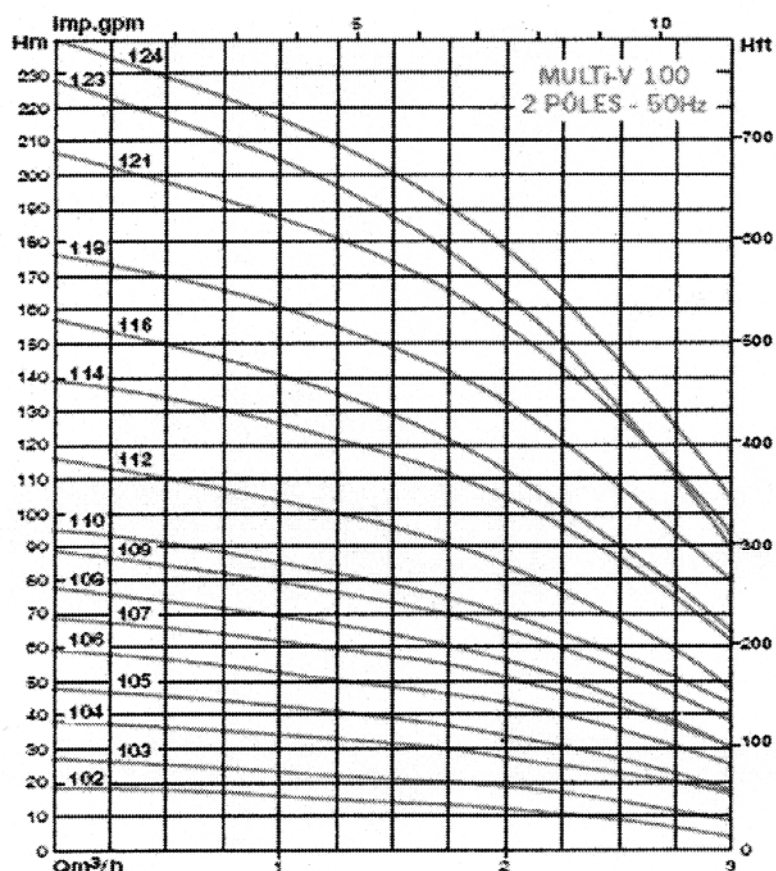
F78190 TRAPPES  
télécopie (1) 30.66.11.22

T 656/4 12 88



**MULTI-V 1/2/4/8/16**

**PERFORMANCES HYDRAULIQUES À 2900 TR/MIN**



Performances hydrauliques à vitesse réelle

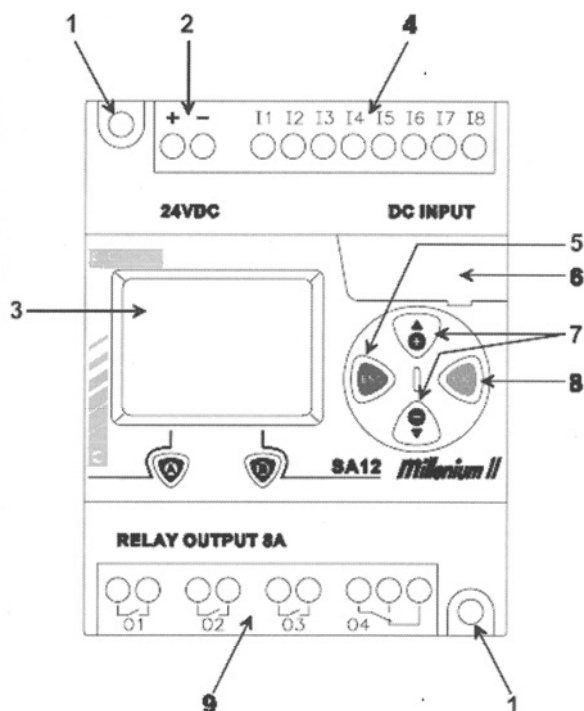


# ANNEXE 10

Millenium II



La série MILLENIUM II a été conçue pour être employée dans des domaines domestique et analogue, médical et industriel. Chaque module vous permet de gérer l'ensemble des capteurs et actionneurs de l'installation. Un affichage de façade permet de vérifier l'état de votre système à tout instant.



| Réf. | Description façade                     |
|------|----------------------------------------|
| 1    | Trous de fixation                      |
| 2    | Bornier à vis d'alimentation           |
| 3    | Afficheur LCD                          |
| 4    | Bornier à vis des entrées              |
| 5    | Touche échappement                     |
| 6    | Emplacement module mémoire ou câble PC |
| 7    | Touches de navigation                  |
| 8    | Touche de sélection                    |
| 9    | Bornier à vis des sorties              |

## 4.5 Schéma de câblage des sorties

OUTPUT : RELAY

Charge résistive : 8A 250 VAC / 30 VDC

## 4.4 Schéma de câblage des entrées

POWER : AC INPUT : AC

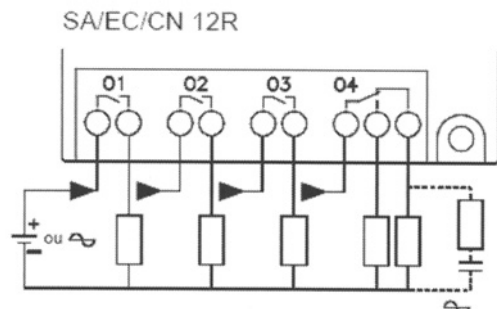
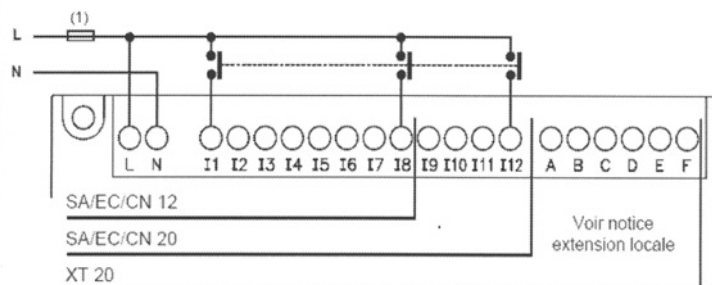
100...240 VAC (-15%, +10%) 50/60 Hz  
24 VAC (-15%, +20%)

Température ambiante : -5 °C +55 °C



Les bornes L et N ne sont pas réversibles.

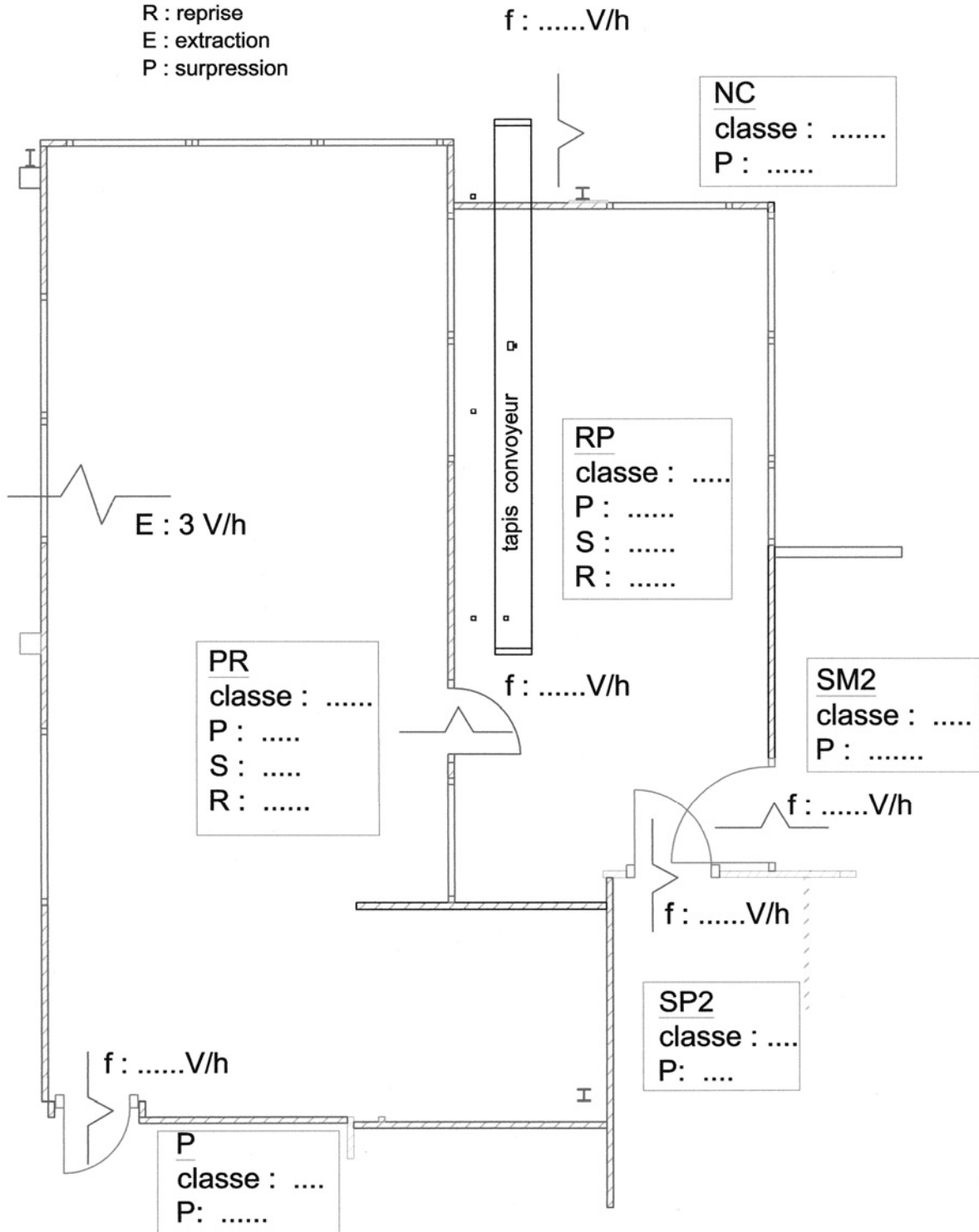
(1) fusible ou coupe-circuit

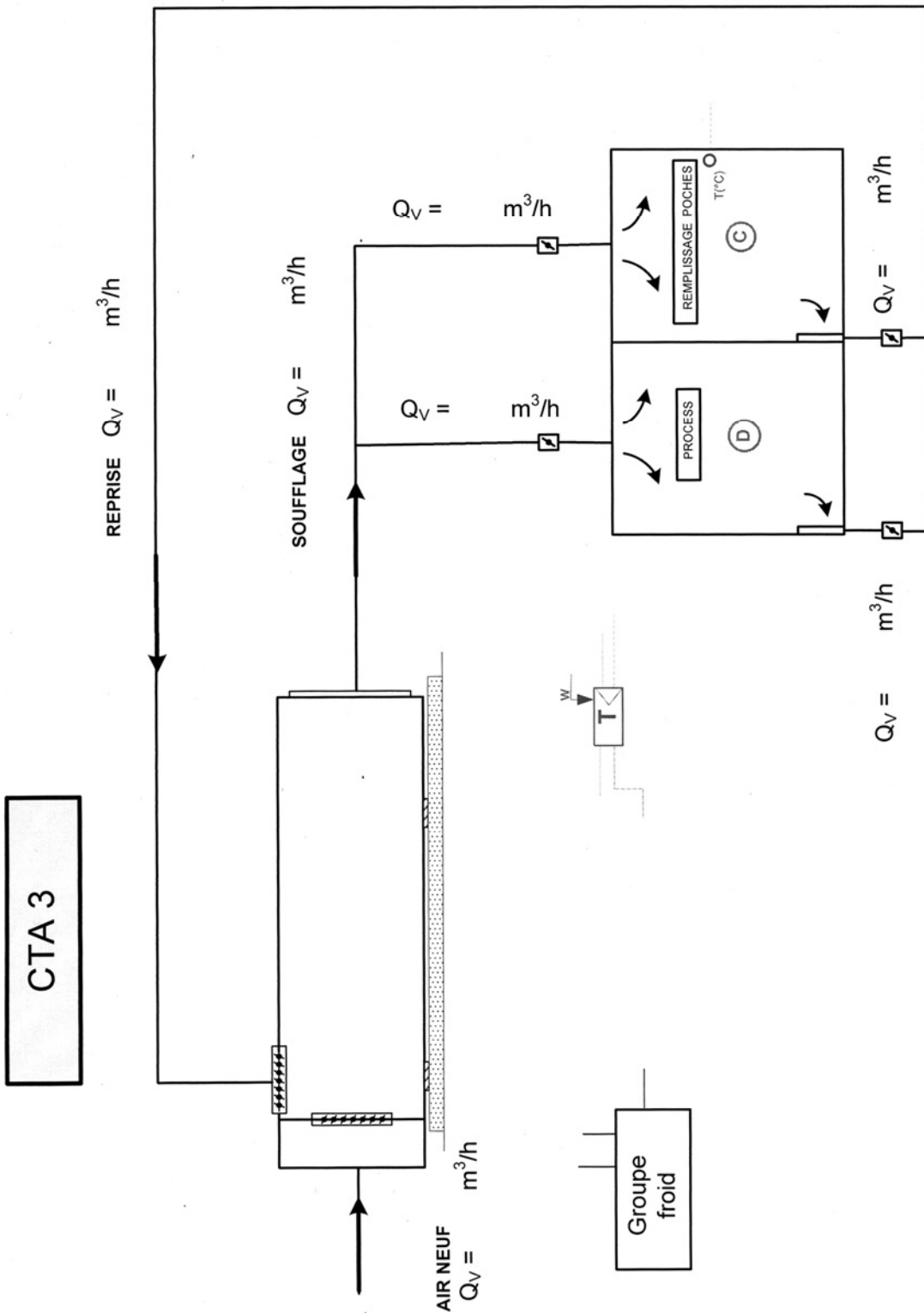


|                                     |         |            |
|-------------------------------------|---------|------------|
| BTS fluides énergies environnements |         | <b>ANN</b> |
| ETUDE DES INSTALLATIONS - option B  | FEBEISI | Page 25/33 |

fuite : 0.5V/h = 10Pa  
 surpression : 1V/h = 10Pa

S : soufflage  
 R : reprise  
 E : extraction  
 P : surpression

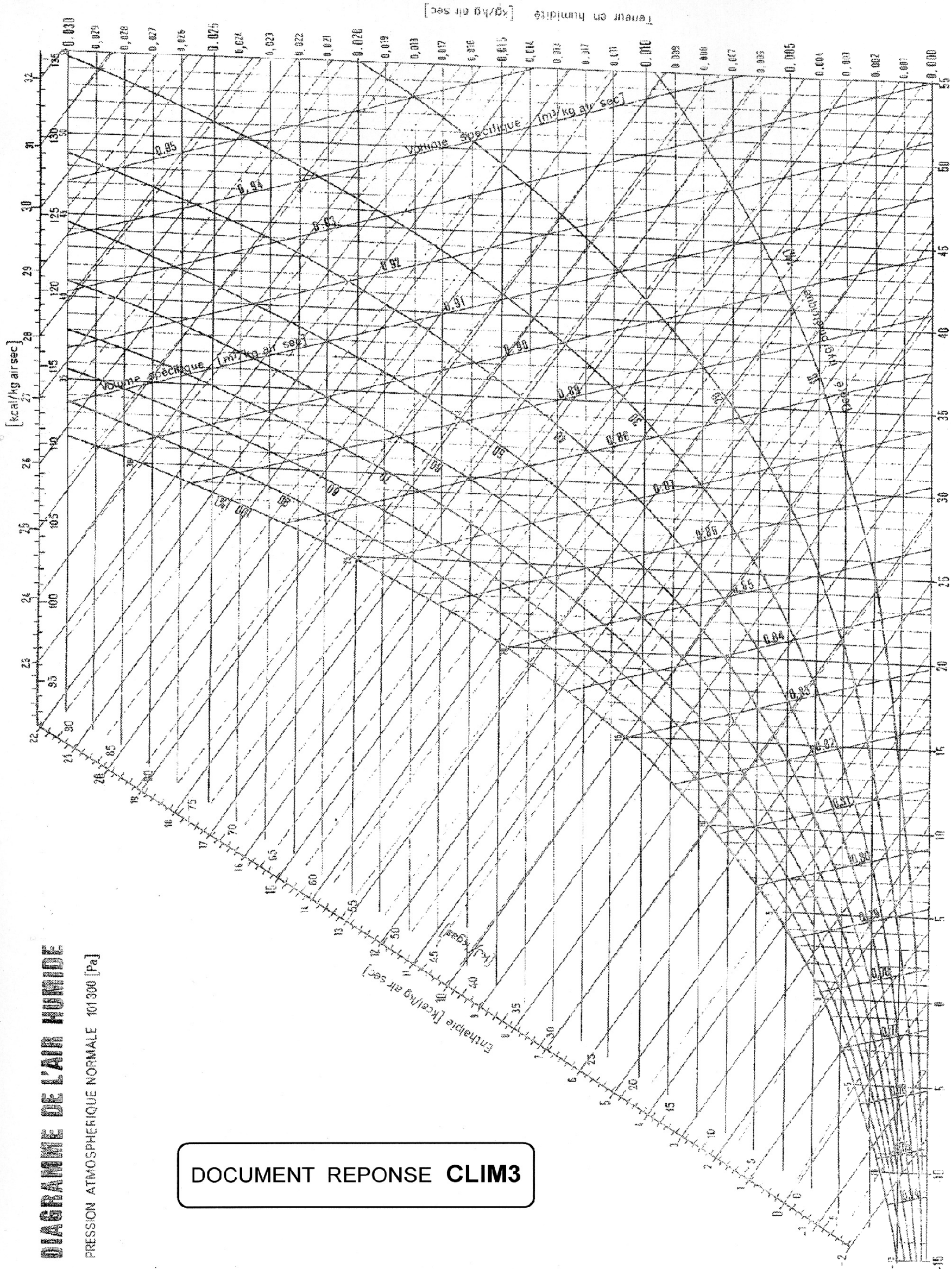




# DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]

DOCUMENT REPONSE CLIM3



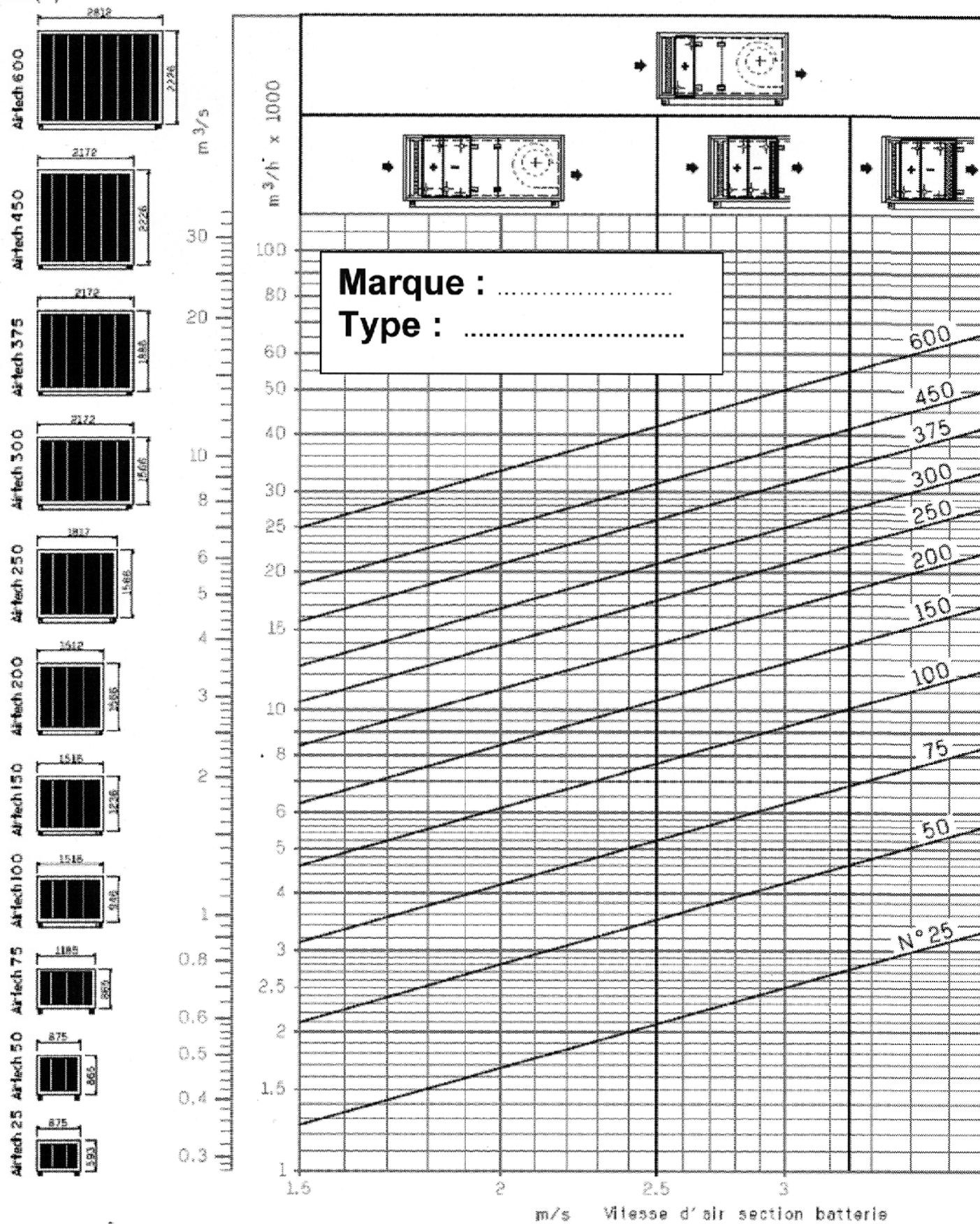




DOCUMENT REPONSE  
CLIM 4

Le diagramme ci-dessous permet une pré-sélection de la taille nécessaire selon :  
 - la vitesse de passage dans la section frontale active des batteries d'échange  
 - le débit d'air à traiter

Les schémas représentent les compositions types avec la limite d'utilisation correspondant aux composants.  
 Aérotherme (A), climatiseur sans séparateur de gouttelettes (B), avec séparateur écran de ruissellement (C), avec séparateur à lames (D).





**1 Centrale de Traitement d'Air climaciat ---- AIRCLEAN 100**

**CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES ET POIDS**

Longueur : 4 850 mm

Largeur : 1 516 mm

Hauteur : 1 046 mm

Poids 957 kg (+/-10%)

**Batterie de réfrigération**

Puissance frigorifique : 23 kW  
 Fluide réfrigérant : Fluide frigorigène R410A  
 Température d'évaporation : ----  
 T° entrée air / Humidité : 18.3 °C / 48 %(HR)  
 Perte de charge sur fluide : 1 717 mmCE  
 Montage en tiroir sur glissières  
 Fractionnement : 1/2+1/2 (2 circuits) Imbriqués  
 Bac inox incliné pour récupération des condensats  
 Peinture de protection sur glissières  
 2 circuits imbriqués  
 Panneau d'accès au séparateur de gouttes

**Batterie de chauffage**

Puissance calorifique  
 Fluide chauffant  
 T° entrée / T° sortie  
 T° entrée air / Humidité

: -----  
 :  
 : -----  
 : -----

Taille et nombre de rangs  
 Perte de charge sur l'air  
 Perte de charge sur l'eau  
 Montage en tiroir sur glissières  
 Peinture de protection sur glissières  
 Panneau avec tiroir antigel

: -----  
 : -----  
 : -----

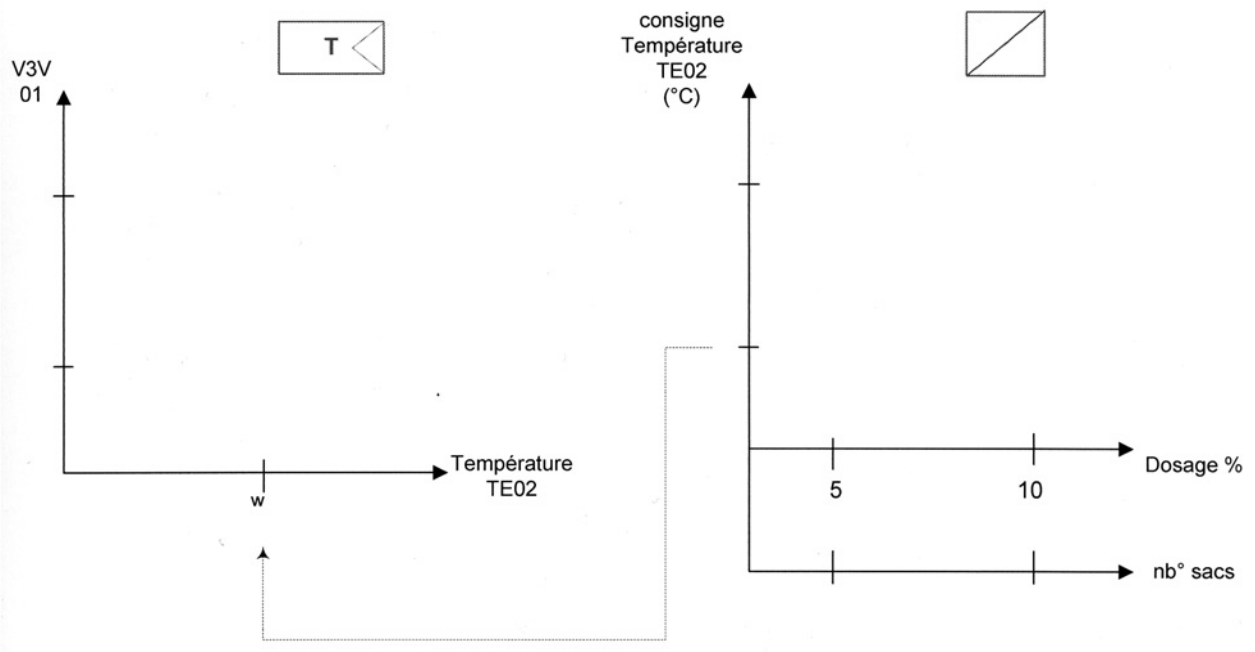
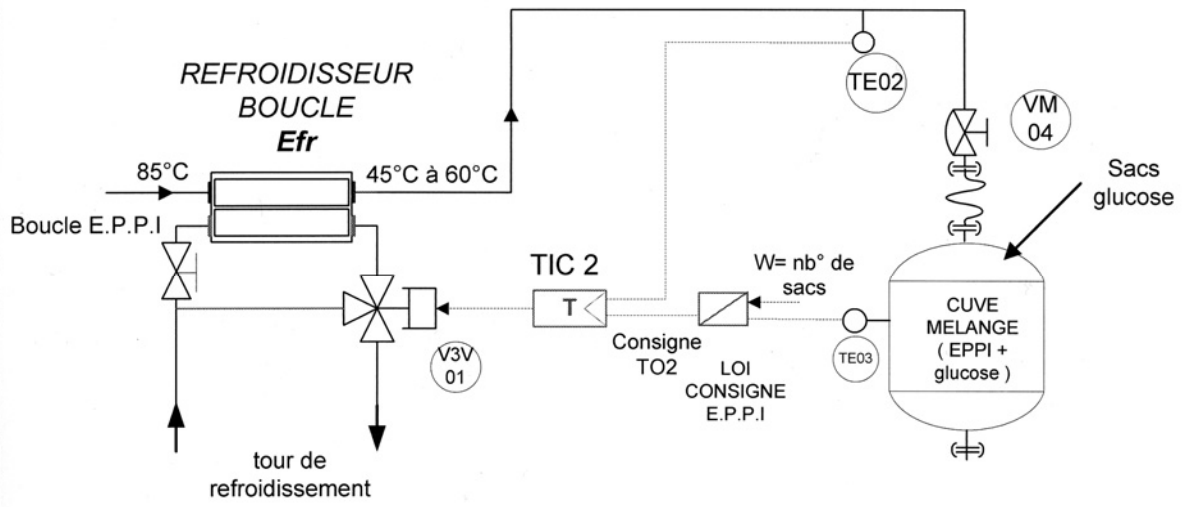
**DESIGNATION**

: ---- / ---- / ----

**Pour une batterie antigel dont la température de sortie est inférieure à 15 °C, Utiliser une régulation à débit constant pour éviter le risque de gel de la batterie.**

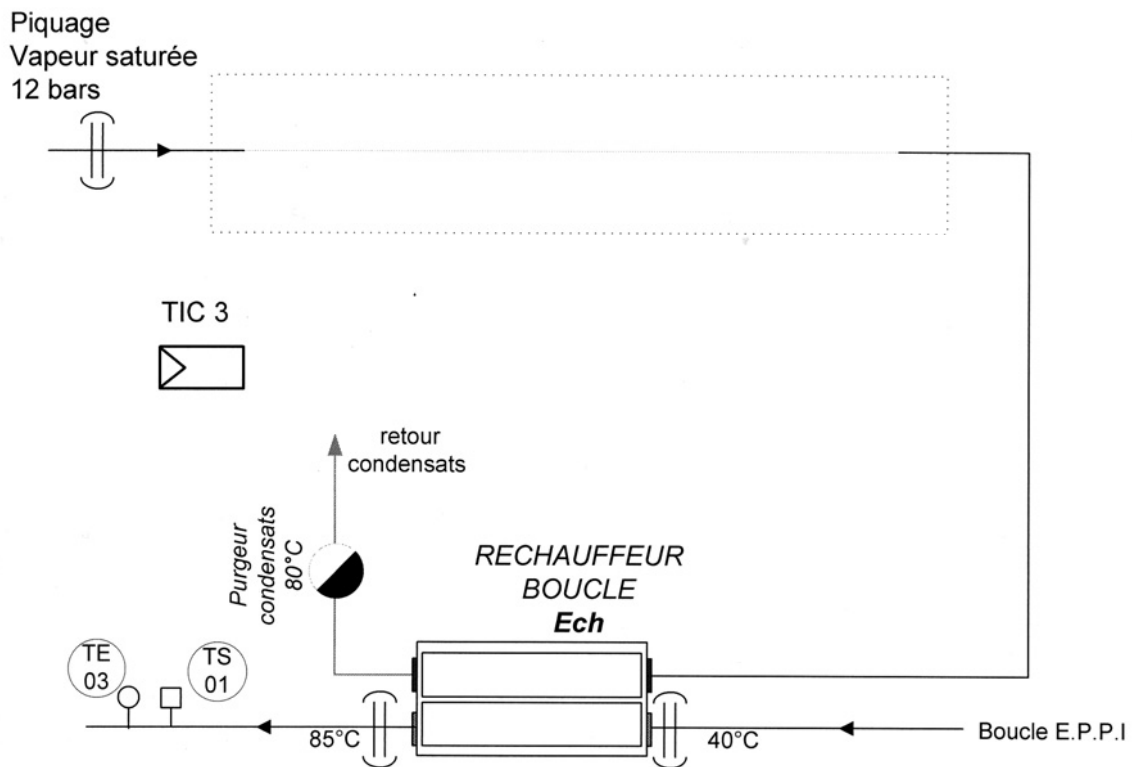
**1 Ventilateur type MP (aubes à réaction)**

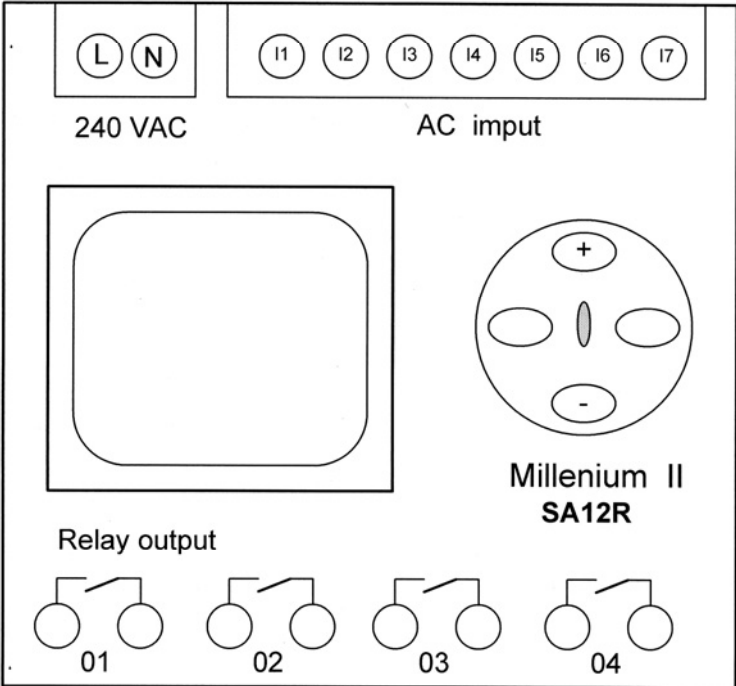
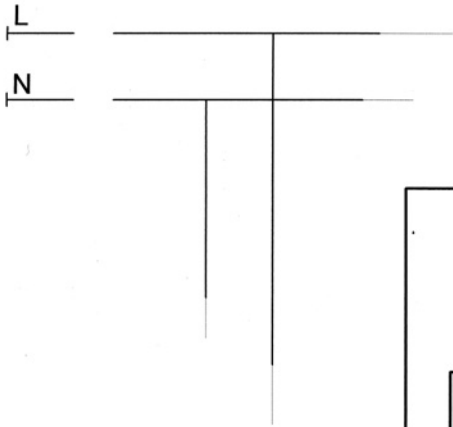
Marque : COMEFRI  
 Débit d'air : 5 925 m<sup>3</sup> /h          1.6444 m<sup>3</sup> /s  
 Pression disponible pour gaine :          1 500 Pa  
 Tension : Triphasé 400V 50Hz  
 Châssis antivibratile sur plots ressorts et manchette souple intérieure



**REMARQUES:**

- la régulation et la sécurité seront assurées par 2 V2V indépendantes.
- **TS01** est un aquâstat de sécurité .





**REMARQUES :**  
 - choisir la sortie relais 02  
 - laisser libre l'entrée I6