

## BTS SESSION 1991 – 2h – Coefficient 3

### Technologie – Génie chimique – Schéma

#### ETUDE DE L'ABSORPTION DE L'AMMONIAC

On envisage de procéder au lavage par l'eau, d'air contenant de l'ammoniac, au moyen de deux colonnes d'absorption fonctionnant à la pression atmosphérique. La première colonne  $C_1$  est à garnissage d'anneaux de Raschig comportant trois tronçons et la seconde  $C_2$  est une colonne vide. L'eau utilisée pour le lavage dans  $C_1$  est stockée dans une bache enterrée sous pression atmosphérique (voir schéma ci-dessous), le niveau de l'eau, que l'on considérera comme constant, étant 1 m au-dessous du niveau du sol. Pour monter cette eau en haut de la colonne (à 7 m au-dessus du niveau du sol) on utilise une pompe centrifuge. La longueur totale (circuit aspiration + circuit de refoulement) de la canalisation est de 12 m. La longueur horizontale de conduite côté aspiration est de 1 m. Le diamètre intérieur des canalisations utilisées est de 14 mm. Le débit massique optimal d'eau pure alimentant  $C_1$  est de  $600 \text{ kg.h}^{-1}$ .

L'ensemble des accessoires de tuyauteries créant des pertes de charge est récapitulé dans le tableau ci-dessous :

Côté aspiration	Côté refoulement	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Clapet équivalent à un coude à <math>180^\circ</math></li> <li>– 1 Coude normal</li> <li>– 1 Robinet d'équerre à soupape (ouvert)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 coudes normaux</li> <li>– 1 clapet équivalent à un coude à <math>180^\circ</math></li> <li>– 1 vanne de régulation équivalente à un robinet <math>\frac{1}{4}</math> ouvert</li> <li>– 1 diaphragme de mesure de débit équivalent à un ajutage rentrant</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Schéma simplifié de l'alimentation en eau de la colonne C1</u></b></p>

L'opération a lieu à 20°C et sous 1 bar dans des conditions isothermes. Le débit volumique d'air chargé en ammoniac est de 750 Nm<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> (normaux m par heure, c'est à dire ramenés à 0°C et 1 bar), au titre molaire de 8% en ammoniac, et le gaz sortant de la colonne C1 doit contenir au maximum 0,2% d'ammoniac.

On admettra d'une part que l'air est insoluble dans l'eau, d'autre part que l'air sortant n'entraîne pas d'eau.

La solution sortant de la colonne C1 est envoyée au stockage en attendant d'être réutilisée dans l'usine.

Le gaz sortant de C<sub>1</sub> est neutralisé par une solution diluée d'acide chlorhydrique dans la deuxième colonne de lavage C<sub>2</sub> avant d'être rejeté dans l'atmosphère. La solution issue de cette 2<sup>ème</sup> colonne est envoyée à l'égout après passage dans un bac tampon permettant de ne rejeter que de l'eau dont le pH est compris entre 7 et 8 unités de pH.

## I - Technologie génie chimique

**I.1** - Réaliser le schéma de procédé de l'ensemble décrit en indiquant les mesures, régulations, sécurités qui vous semblent nécessaires à un bon fonctionnement.

**I.2** - Déterminer la hauteur manométrique totale de la pompe d'alimentation en eau pure et sa puissance, si son rendement est de 50%.

**I.3** -

**I.3.1** - Compléter le document n°2 ci-joint en établissant le bilan complet de la colonne C<sub>1</sub> et calculer le rendement molaire de cette absorption.

**I.3.2** - Calculer le nombre d'étages théoriques de cette colonne. On réalisera une construction de Mac Cabe et Thiele sur le document n°3 donnant la courbe de solubilité de l'ammoniac dans l'eau tracée avec les rapports molaires.

**Données :** Pression atmosphérique ~10 Pa = 1 bar  
Accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$   
Masse volumique de l'eau = 1000 kg.m<sup>3</sup>  
Volume molaire des gaz parfaits à 0°C, 1 bar : 22,4 l/mol  
Coefficient de perte de charge par frottement  $\lambda = 0,034$

Formule permettant de calculer la perte de charge :  $J = \lambda \times \frac{\Sigma(L + Le)}{D} \times \frac{u^2}{2.g}$

L est la longueur de la conduite

D le diamètre

Le la longueur équivalente de conduite droite pour l'ensemble des accessoires).

Masses molaires atomiques en g.mol<sup>-1</sup> : H=1 C=12 N=14 O=16

### **Annexes :**

Annexe 1 : diagramme donnant les pertes de charge dans les accessoires de tuyauterie.

Annexe 2 : tableaux à compléter en effectuant les bilans sur C1.

Annexe 3 : courbe de solubilité de l'ammoniac dans l'eau à utiliser pour la construction du nombre d'étages de la colonne.

## II - Schéma

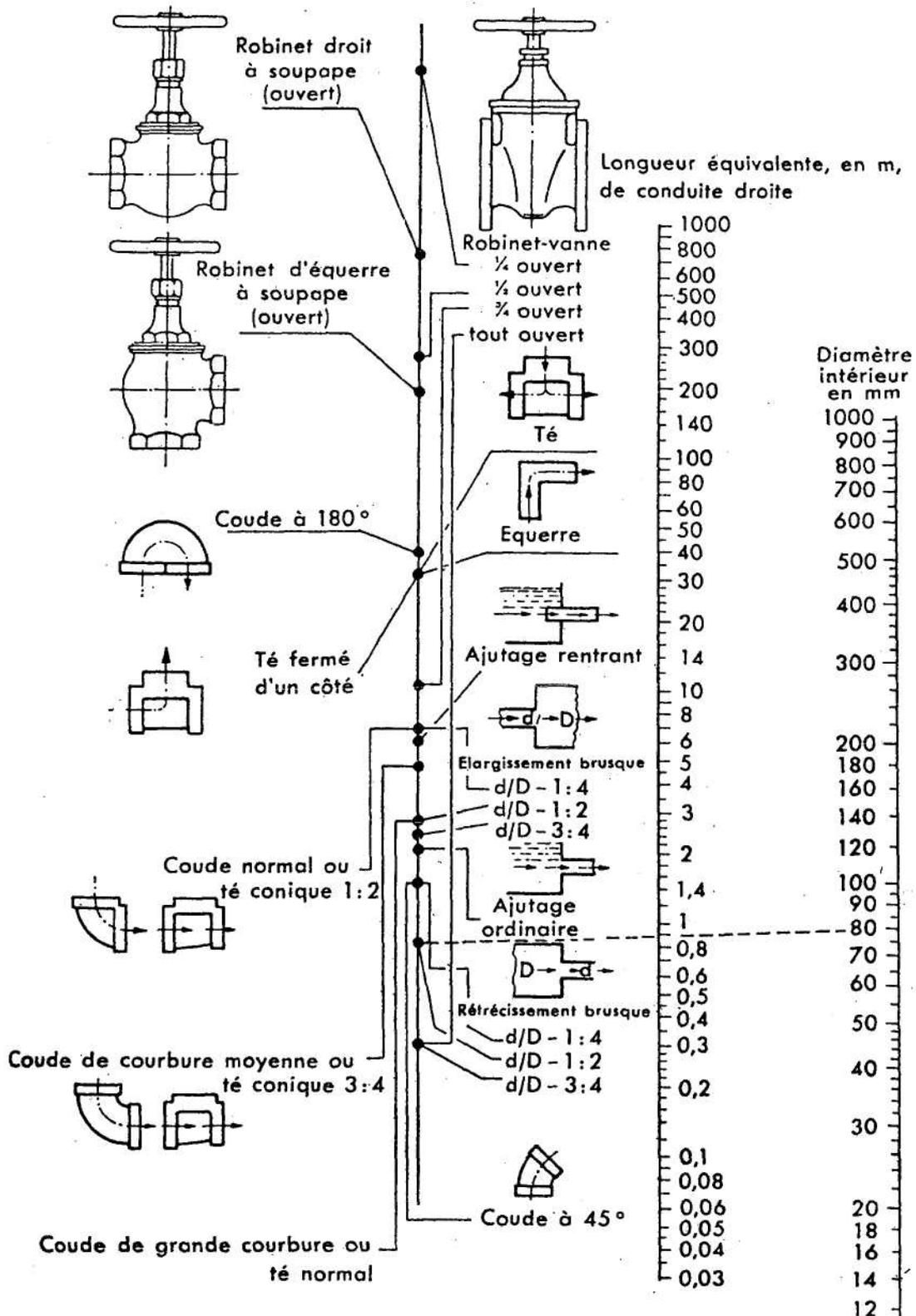
En utilisant toutes les indications ci-dessus, faire le schéma de cette fabrication en respectant les symboles de la schémathèque 2004. Le réaliser sur papier bristol quadrille format A3.

Indiquer les accessoires, appareils, stockages, vannes, contrôles et régulations nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

**Annexe 1**

Diagramme donnant les longueurs équivalentes de conduite droite pour divers accessoires de tuyauterie.

Exemple d'utilisation en pointillé : un rétrécissement brusque tel que  $d/D = 1/2$ , si  $D = 80$  mm la longueur équivalente de conduite droite est de 0,9



**Annexe 2**

**Tableau à compléter en effectuant le bilan matière sur C1**

mas = massique

vol = volumique

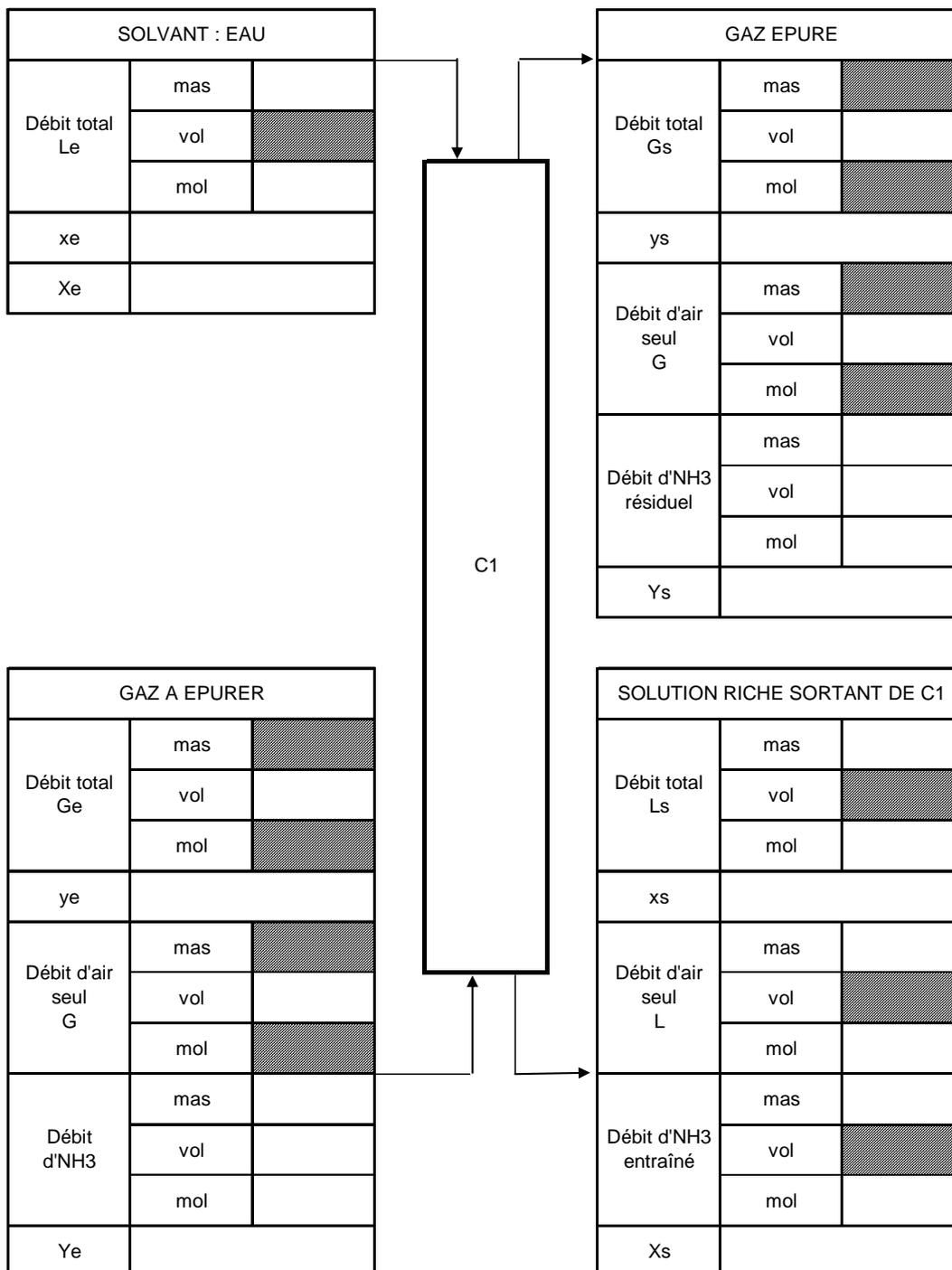
mol = molaire

x, X se rapportent à la phase liquide

y, Y se rapportent à la phase gazeuse

xe, ye, xs, ys sont les titres molaires en ammoniac des phases liquide et gazeuses en têtes et en pied de colonne

Xe, Ye, Xs, Ys sont les rapports molaires ammoniac/eau ou ammoniac/air en têtes et en pied de colonne.



**Annexe 3**

Courbe de solubilité du gaz ammoniac dans l'eau dans les conditions suivantes : 20 °C Patm

X : rapport molaire ammoniac/eau dans la phase liquide

Y : rapport molaire ammoniac/air dans la phase gazeuse

