

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR DES INDUSTRIES PAPETIERES

**Analyse fonctionnelle et structurelle des Systèmes.**

**Sous épreuve U41:**

**Analyse du comportement d'un mécanisme.**

**Session 2003**

**Dossier sujet.**

DS1 à DS3: dossier sujet

DR1 à DR6/ : documents réponse

Temps conseillé	
Parties	Temps conseillé
Lecture du sujet	20 min
Partie 1	30 min
Partie 2	45 min
Partie 3	40 min
Partie 4	45 min

**On rendra impérativement avec la copie les documents réponse  
DR1 à DR6.**

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 16/25

## 1. Analyse des chaînes cinématiques de réglage de l'entrefer.

Répondre sur le document DR1

### 1-a Réglage de la position axiale du disque coulissant 25

En vous aidant des modèles donnés sur le document DT9, indiquer sur le schéma cinématique du document réponse DR1 le repère de la pièce principale de chaque classe d'équivalence cinématique.

Compléter sur le document réponse DR1 l'organigramme de progression de la chaîne cinématique.

### 1-b Réglage de la position axiale du disque tournant 27

En vous aidant des modèles donnés sur le document DT9, indiquer sur le schéma cinématique du document réponse DR1 le repère de la pièce principale de chaque classe d'équivalence cinématique.

Compléter sur le document réponse DR1 l'organigramme de progression de la chaîne cinématique.

## 2. Caractéristiques cinématiques du réglage de l'entrefer :

Répondre sur le document réponse DR2

### Rappel des données :

Moteur 4 : Vitesse rapide :  $N_r = 3000$  tr/min

Vitesse lente :  $N_l = 500$  tr/min

Rapport de réduction du réducteur associé à 4 :  $i = N_6/N_4 = 0.032$

Vis 6 : Nombre de filets :  $Z_6 = 1$

Roue 11 : Nombre de dents :  $Z_{11} = 150$

Vis 15 : pas du filetage :  $p_{15} = 8$  mm

Vis 9 : pas du filetage :  $p_9 = 4$  mm

2.1 : A partir des données ci dessus, déterminer les vitesses lente et rapide ( $V_l$  et  $V_r$ ) des poussoirs 18 (et donc du disque coulissant 25).

2.2 : En déduire le déplacement du disque coulissant 25 par minute en déplacement lent et en déplacement rapide.

2.3 : Justifier, sans calculs, que le déplacement du système S est la moitié du déplacement du disque mobile 25.

2.4 : En déduire la variation de l'entrefer par minute.

2.5 : Sur la représentation simplifiée du système S comportant le rotor, mettre en place (sous forme de vecteurs) :

- la poussée axiale de la pâte sur le rotor
- la réaction du bâti sur le système S

## 3. Étude morphologique de l'arbre 21 :

Répondre sur le document DR3

Le but de la question est de vérifier la résistance à la torsion de la zone épaulée de l'extrémité de l'arbre accouplé au moteur d'entraînement du raffineur.

3.1. Calculer le moment quadratique  $I_0$  de l'extrémité de l'arbre soumise à la torsion.

3.2. A l'aide de l'abaque donné au document DR3, déterminer le coefficient de concentration de contrainte  $k$ .

3.3. Calculer la contrainte maximale théorique de cisaillement  $\tau_{th}$  supportée par l'extrémité de l'arbre.

DS1

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 17/25

- 3.4. En déduire la contrainte maximale effective supportée par l'extrémité de l'arbre  $\tau_{\text{eff}}$ .
- 3.5. Le cahier des charges impose un coefficient de sécurité  $s = 3$ . Conclure sur les résultats obtenus.

**Données :**

- Le couple transmis par l'arbre est :  $M_t = 2840 \text{ Nm}$
- La limite élastique pratique de résistance au cisaillement est :  $R_{p0.2} = 250 \text{ MPa}$
- Moment quadratique pour un arbre plein cylindrique :  $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$
- Expression de la contrainte tangentielle :  $\tau = \frac{M_t}{\frac{I_0}{\rho}}$

**4. Etude de l'installation hydraulique.**

Le schéma de l'installation hydraulique étudiée est présenté DT2.

On se propose d'étudier le comportement hydraulique du circuit constitué des éléments suivants :

- cuvier C32,
- vanne automatique XV30, XV31,
- pompe P32,
- vannes manuelles VM30, VM31, VM32
- raffineur,
- vanne de régulation FCV30,

On admettra dans toute la suite que la vanne automatique XV32 est totalement fermée.

**Données et hypothèses :**

- Accélération de la pesanteur :  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- Pression atmosphérique :  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- Diamètre des canalisations de l'installation :  $DN = 150 \text{ mm}$
- Longueur totale de la tuyauterie :  $L_{\text{tot}} = 40 \text{ m}$
- Longueur de la tuyauterie d'aspiration :  $L_{\text{asp}} = 5 \text{ m}$
- Longueur de la tuyauterie de refoulement :  $L_{\text{ref}} = 35 \text{ m}$
- Le fluide transporté est une pâte chimique de concentration  $C = 4\%$
- Le débit de l'installation est de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$
- En première approximation, on considérera que le raffineur n'a **aucun effet de pompage** et ne crée **aucune perte de charge**
- L'aspiration de la pompe est située **2.5 m** sous le niveau de pâte du cuvier C32
- La masse volumique du liquide pompé est  $\rho = 1030 \text{ kg / m}^3$
- Les singularités de l'installation (autre que la vanne de régulation FCV30) sont constituées des éléments suivants

Admission	Refoulement
2 coudes à 90°	6 coudes à 90°
1 vanne automatique à boule	1 vanne automatique à boule
1 sortie de réservoir	3 vannes manuelles papillon
1 clapet de retenue + crépine	

**DS2**

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 18/25

Longueur équivalente des singularités	
$L_e$ : longueur équivalente (m) D : diamètre de la canalisation (m) K : coefficient de perte de charge	$L_e = K \times D$
Type de singularité	Coefficient K
Coude à 90°	30
Vanne manuelle papillon	40
Vanne automatique à boule	3
Clapet + crépine	100
Sortie de réservoir	25

**Travail demandé :**

Répondre sur feuille de copie et sur les documents réponse DR4 , DR5 et DR6

Le but de cette étude est de déterminer l'ouverture nécessaire de la vanne FCV30 afin d'obtenir un débit de 100 m<sup>3</sup>/h.

- 4.1. Calculer en m/s la vitesse v du fluide dans les tuyauteries.
- 4.2. Calculer la longueur équivalente  $L_{eq}$  des singularités à l'aide des données ci-dessus.
- 4.3. Déterminer les pertes de charge du liquide en mCL/100 m à l'aide du document DR4 que **l'on rendra impérativement avec la copie.** En déduire les pertes du circuit  $P_{circuit}$ . On les exprimera en mCE puis en Pascal.
- 4.4. Déterminer la hauteur manométrique  $H_m$  en mCE de la pompe à l'aide de la caractéristique de la pompe fournie au document DR5 que **l'on rendra impérativement avec la copie.**
- 4.5. Déterminer alors en Pascal les pertes de charge dans la vanne de régulation  $P_{vanne}$ . On négligera la pression dynamique dans les canalisations.
- 4.6. On rappelle la formule suivante :

$$Q_v = 0.865 \times F_p \times C_v \times \sqrt{\frac{P_{vanne}}{d}}$$

- $Q_v$  : Débit à travers la vanne (m<sup>3</sup>/h)  
 $F_p$  : Facteur géométrique. Ici,  $F_p = 1$   
 $C_v$  : Coefficient de débit de la vanne  
 $P_{vanne}$  : pertes de charge dans la vanne (bar)  
d : densité du fluide. On prendra  $d = 1$

Calculer alors le  $C_v$  de la vanne permettant de stabiliser le débit de l'installation au point de fonctionnement de 100 m<sup>3</sup>/h.

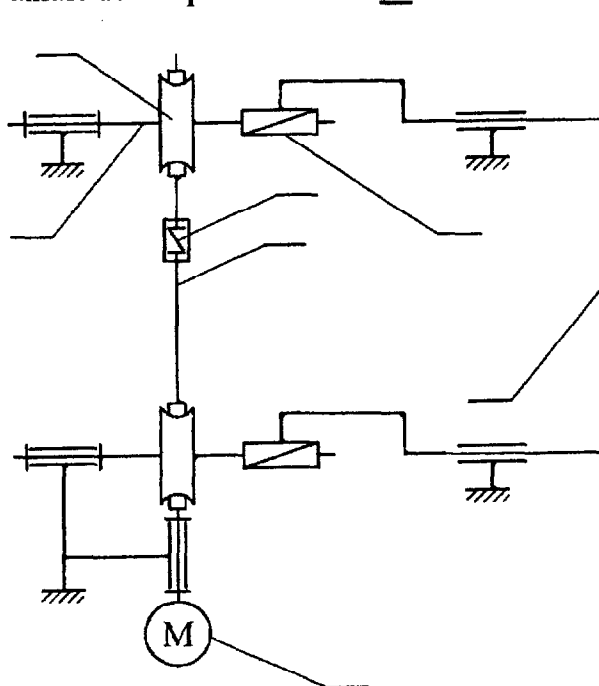
- 4.7. A l'aide du document DR6 que **l'on rendra impérativement avec la copie,** déterminer l'ouverture correspondante de la vanne.

DS3

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 19/25

# 1. Analyse des chaînes cinématiques de réglage de l'entrefer.

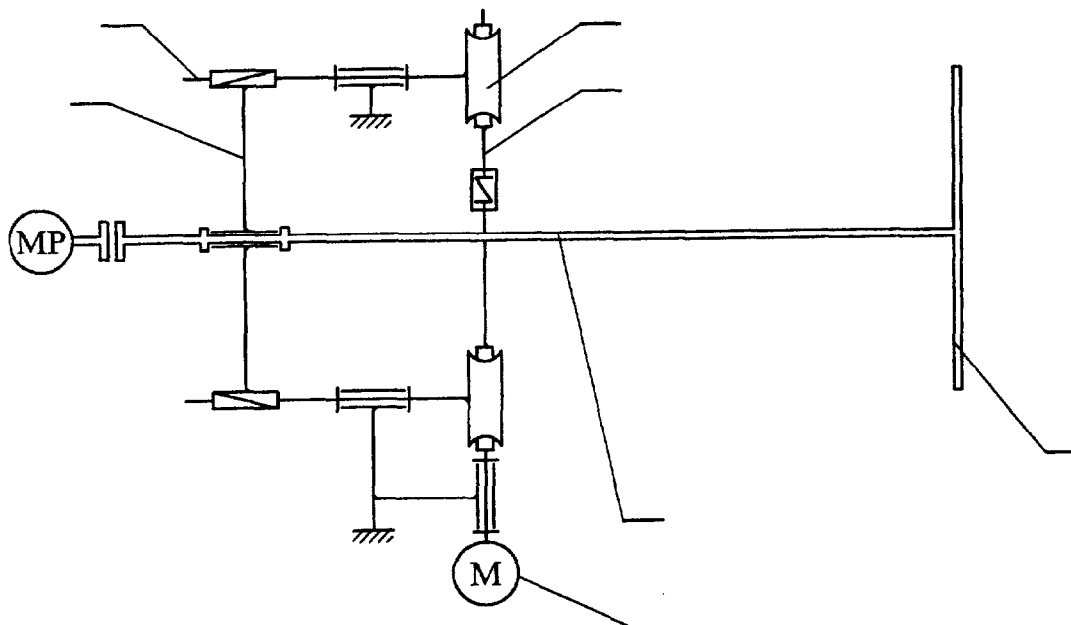
## 1-a Réglage de la position axiale du disque couissant 25



M

25

## 1-b Réglage de la position axiale du disque tournant 27



M

27

DR1

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 20/25

## 2. Caractéristiques cinématiques du réglage de l'entrefer :

2.1 : A partir des données ci dessus, déterminer les vitesses lente et rapide ( $V_l$  et  $V_r$ ) des poussoirs 18 (et donc du disque coulissant 25).

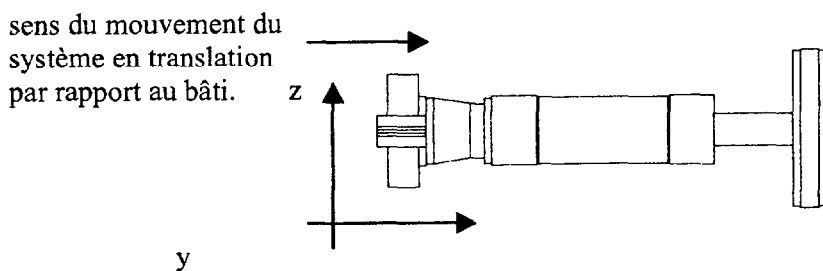
2.2 : En déduire le déplacement du disque coulissant 25 par minute en déplacement lent et en déplacement rapide.

2.3 : Justifier, sans calculs, que le déplacement du système S est la moitié du déplacement du disque coulissant 25.

2.4 : En déduire la variation de l'entrefer par minute.

2.5 : Sur la représentation simplifiée du système S comportant le rotor, mettre en place (sous forme de vecteurs) :

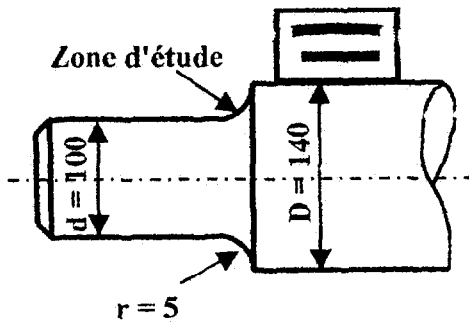
- la poussée axiale de la pâte sur le rotor
- la réaction du bâti sur le système S



**DR2**

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 21/25

### 3. Etude morphologique de l'arbre 21



Données :

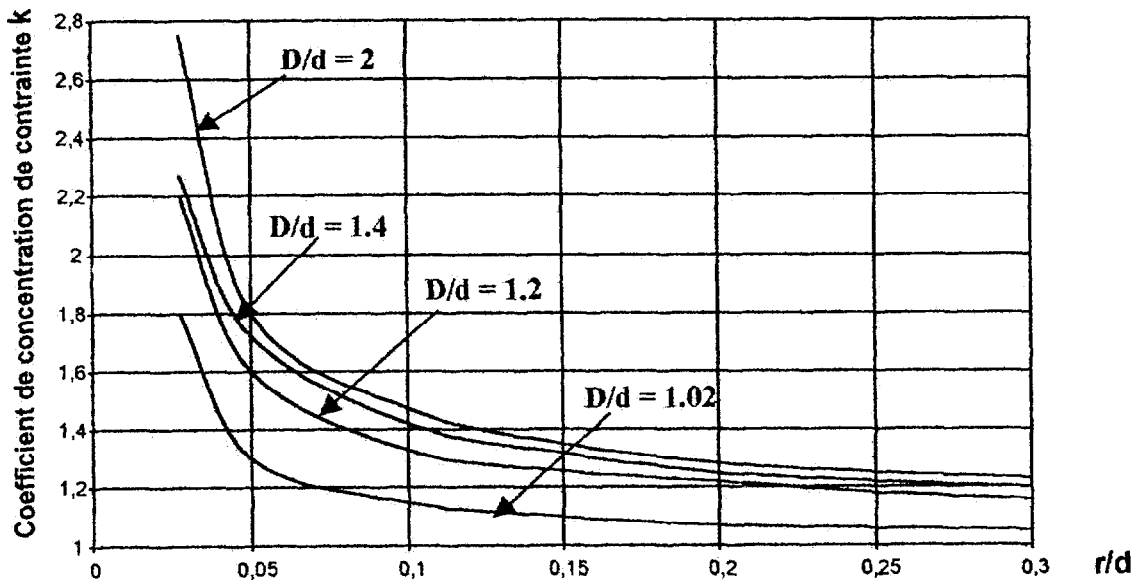
- Limite de résistance au cisaillement :

$$R_{pg} = 400 \text{ MPa}$$

- Coefficient de sécurité adopté :  $s = 3$

- Couple transmis :  $M_t = 2840 \text{ Nm}$

Coefficient de concentration de contrainte d'un arbre épaulé



(Tous les résultats doivent être accompagnés des détails de calcul)

Réponses :

1- Détermination du moment quadratique :

$I_0 =$

2- Détermination du coefficient de concentration de contraintes  $k$  :  
Faire apparaître la construction sur l'abaque ci-dessus.

$k =$

3- Calcul de la contrainte théorique maximale de torsion  $\tau_{th}$

$\tau_{th} =$

4- Calcul de la contrainte maximale effective  $\tau_{eff}$

$\tau_{eff} =$

5- Conclusion :

Résistance ? oui / non

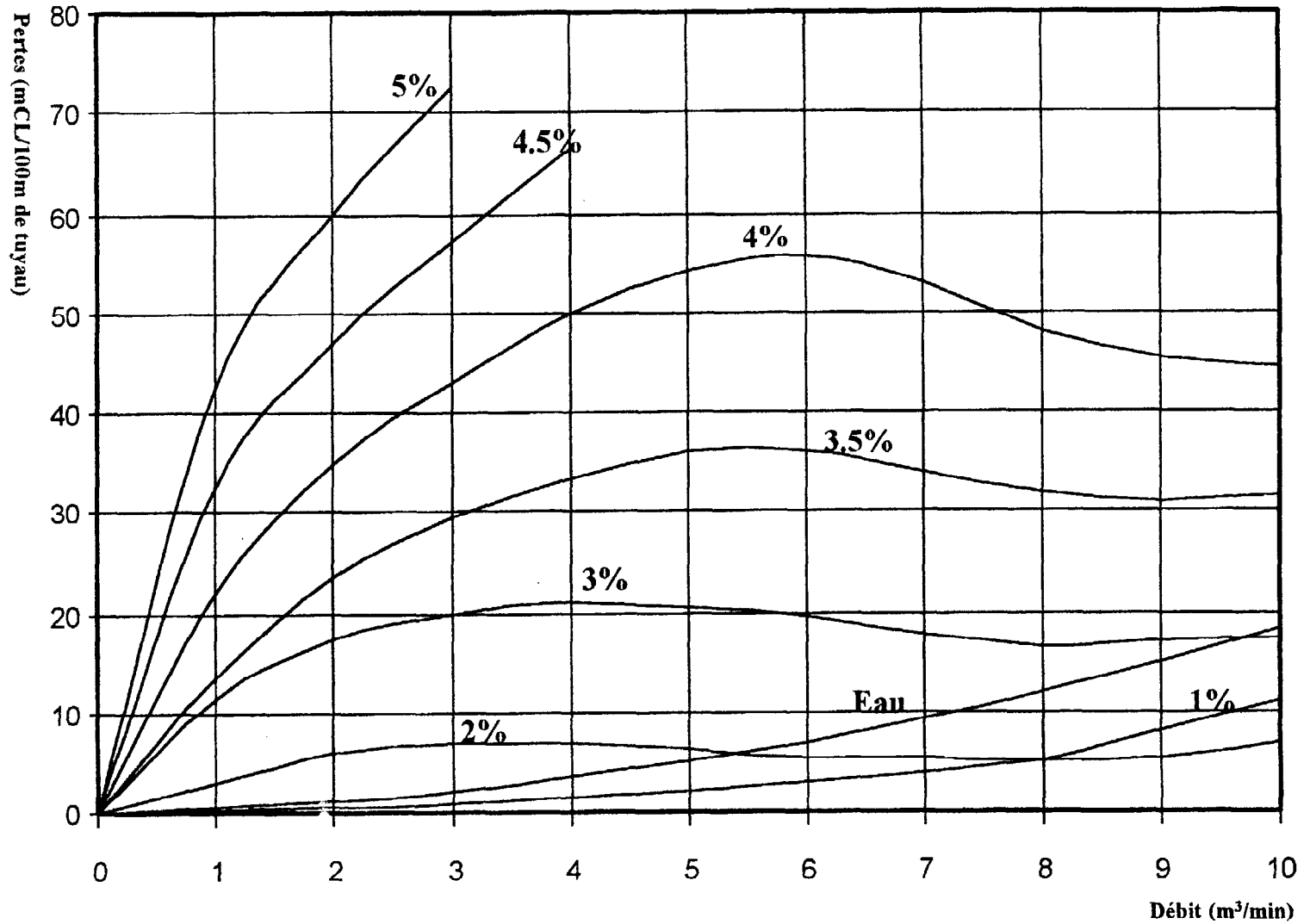
DR3

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 22/25

BTS INDUSTRIES PAPETIERES		SUJET		Session 2003	
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme		Durée : 3 heures		Coefficient : 2,5	
CODE : ITANA				Page 23/25	

DR4

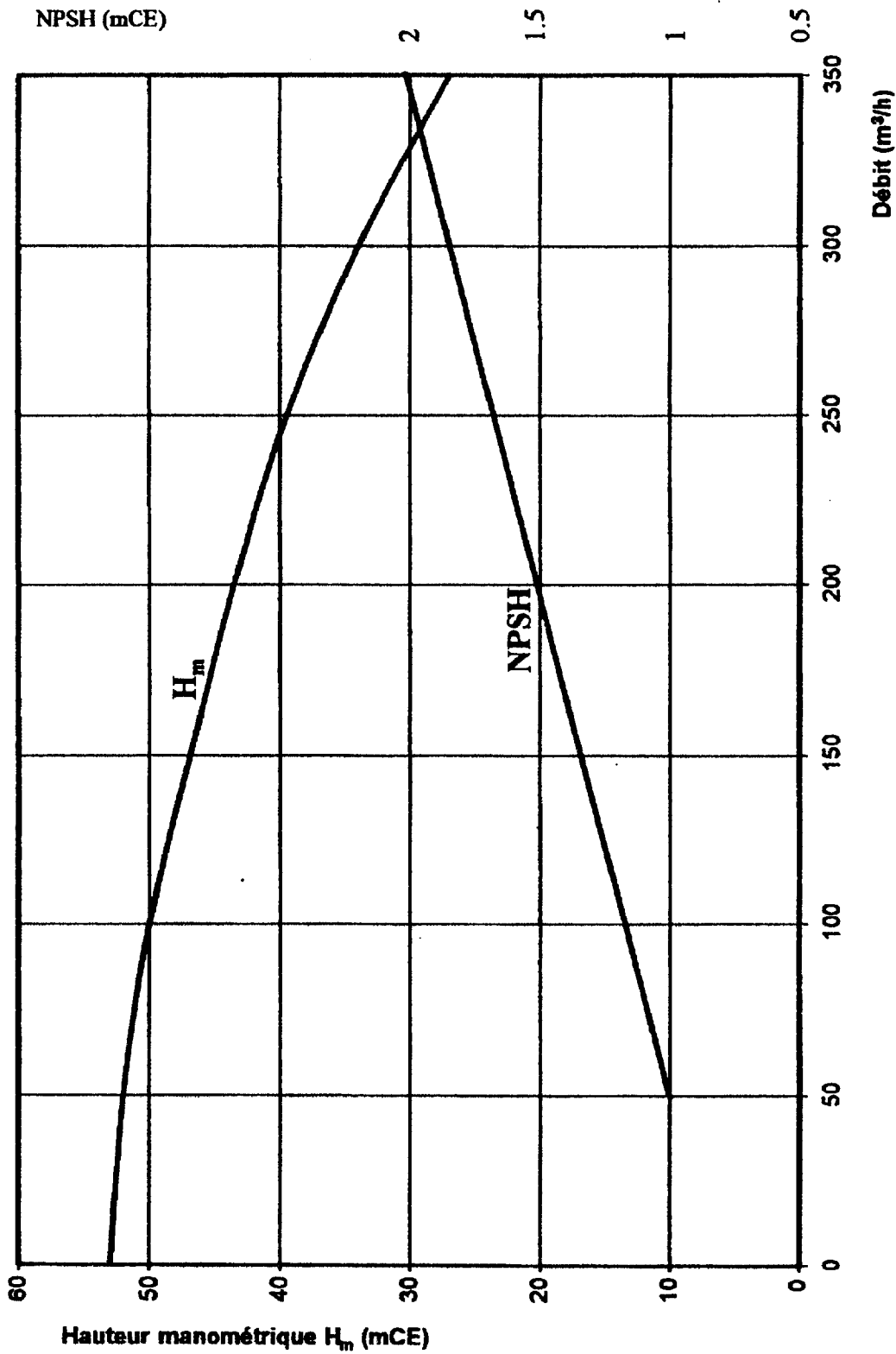
### Pertes de charge dans une canalisation DN150 avec une pâte chimique



Relevé des pertes de charges de la pâte au point de fonctionnement : Pertes = mCL/100m



**Caractéristique de la pompe P32  
et NPSH**

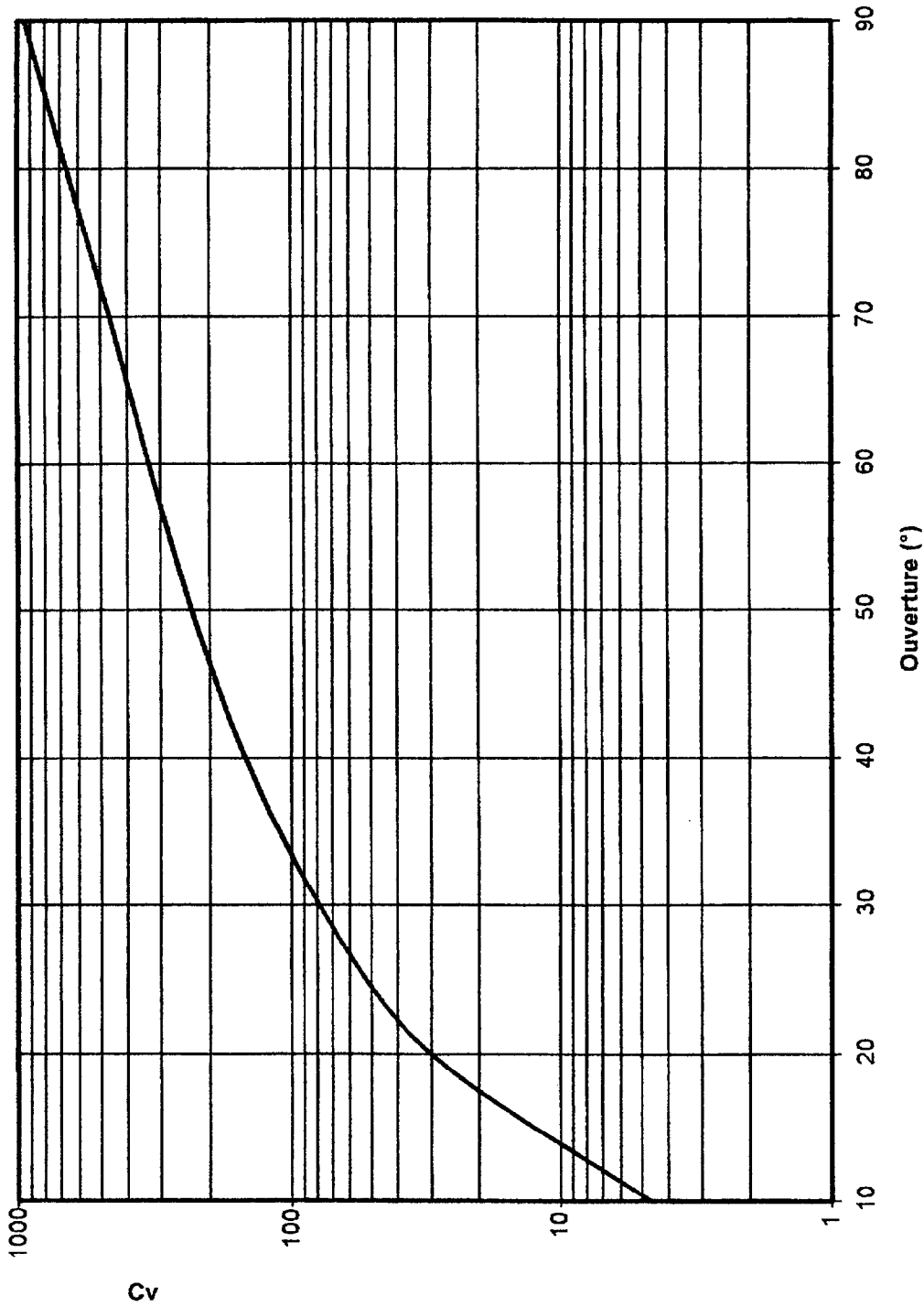


Relevé de la hauteur manométrique  $H_m$  au point de fonctionnement :  $H_m =$  mCE

DR5

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 24/25

Cv de la vanne en fonction de son ouverture



Relevé du Cv de la vanne au point de fonctionnement : Cv =

**DR6**

BTS INDUSTRIES PAPETIERES	SUJET	Session 2003
Épreuve U41 – Analyse du Comportement d'un mécanisme	Durée : 3 heures	Coefficient : 2,5
CODE : ITANA		Page 25/25