Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro PCEPC, veuillez visiter :
bacpropcepc.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

INDUSTRIES DE PROCÉDÉS

SESSION **2013**

ÉPREUVE **E2** : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

Sous épreuve A2 : ÉTUDE ET CONDUITE DES OPÉRATIONS UNITAIRES

DOSSIER RESSOURCES

*Le dossier se compose de **8** pages, numérotées de **1/8** à **8/8**.*
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

DOSSIER RESSOURCES		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL **INDUSTRIES DE PROCÉDÉS**	**E2** : Épreuve technologique **Sous-épreuve A2 : Étude et conduite des opérations unitaires**	
Session : **2013**	Coef : **3**	Durée : **4** heures
Repère : 1306-IP T 21	Ce dossier comporte **8** pages	Page **1**/8

PRODUCTION D'ALUMINE

La bauxite est la forme minérale de l'aluminium contenant environ 50 % d'alumine. C'est l'un de éléments les plus abondants de la croûte terrestre.
L'alumine est le nom donné à l'oxyde d'aluminium ($Al_2 O_3$) qui est extrait de la bauxite par un procédé d'affinage appelé le procédé Bayer.

DESCRIPTION DU PROCÉDÉ BAYER :

Le procédé de production industrielle de l'alumine, le procédé Bayer, fut mis en œuvre pour la première fois en 1893, par la société « L'alumine pure », à Gardanne (sud de la France).

Le procédé se déroule en 5 étapes :

1. Le broyage de la bauxite :

Le minerai de bauxite est dans un premier temps concassé à l'état de morceaux de diamètre inférieur à 30 mm dans des concasseurs à marteaux. Il est ensuite mis en présence de liqueur recyclée en aval du procédé puis broyé plus finement afin d'obtenir des grains de diamètre inférieur à 315 micromètres.
Ce broyage est nécessaire afin d'augmenter la surface de contact entre la liqueur et la bauxite et améliorer le rendement de la réaction d'attaque.
La liqueur recyclée provient de l'étape de filtration de l'hydrate après précipitation.
Le mélange bauxite-liqueur est une suspension rouge (ou pulpe) qui est envoyée dans les autoclaves d'attaque.

2. L'attaque de la bauxite :

La pulpe provenant du broyage est envoyée dans les autoclaves d'attaque pendant plusieurs heures sous une pression de 10 bars et une température de 250°C.

Voici la réaction principale du procédé Bayer :

$$Al(OH)_3 + NaOH \leftrightarrow AlO_2Na + 2H_2O$$

Cette réaction est réversible suivant les conditions de température. Les conditions d'attaque déplacent l'équilibre vers la droite et permettent la solubilisation de l'alumine sous forme d'aluminate de soude dans la liqueur.

3. La décantation et le lavage des boues :

La pulpe est diluée à la sortie de l'attaque afin d'en faciliter la décantation.
Cette étape a pour objectif de séparer les deux phases de la pulpe :

- la liqueur contenant l'aluminate de soude,
- les boues appauvries en alumine.

Les particules solides tombent au fond du bac de décantation (plusieurs dizaines de mètres de diamètre) et sont extraites par pompage vers le lavage des boues.
La liqueur surnageante est filtrée puis envoyée à la précipitation.

Le lavage des boues extraites du décanteur a 2 objectifs :

- récupérer l'aluminate de soude qui sera réutilisé dans le cycle Bayer,
- appauvrir les boues en soude afin de permettre leurs stockages en milieu naturel.

4. La cristallisation ou décomposition de l'hydrate :

La précipitation est obtenue par dilution et refroidissement de la liqueur. Ces conditions permettent de déplacer l'équilibre suivant vers la gauche

$$Al(OH)_3 + OH^- \leftrightarrow Al(OH)_4$$

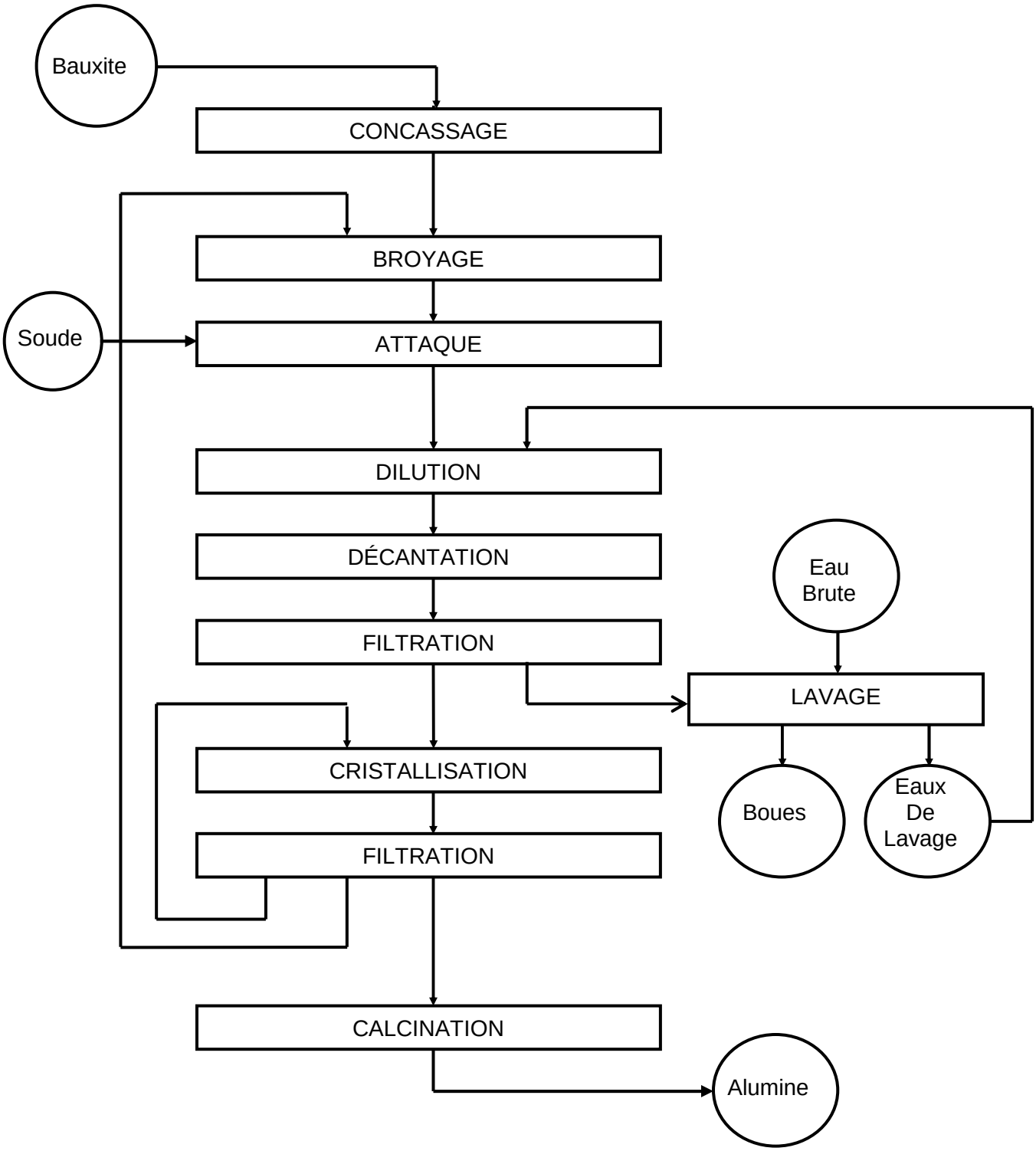
Plusieurs facteurs agissent sur l'équilibre et la vitesse de précipitation : la température, la concentration en soude, la concentration en alumine, l'amorce d'hydrate d'alumine.

5. La calcination de l'hydrate :

L'hydrate d'alumine produit est ensuite filtré, lavé, essoré avant stockage. Il peut être commercialisé tel quel ou bien calciné en alumine Al_2O_3

La calcination s'effectue dans des fours de cimentiers (longs fours rotatifs faiblement inclinés).
La réaction est la suivante : $2\ Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3\ H_2O$

SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA FABRICATION DE L'ALUMINE



ANNEXE 1 : Bilan thermique

Formulaire :

- Flux Φ échangé lors d'une variation de température :

$$\Phi = qm.\ Cp_{moyen}.\ \Delta T$$

Avec : Φ en watt,
qm : débit massique (kg/s).

- Écart moyen logarithmique de température ΔT_{ml} :

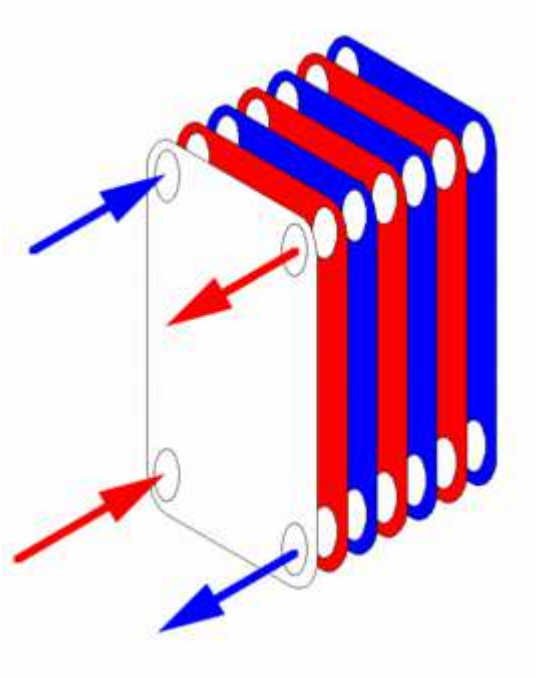
$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_A - \Delta T_B}{\ln\left(\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}\right)}$$

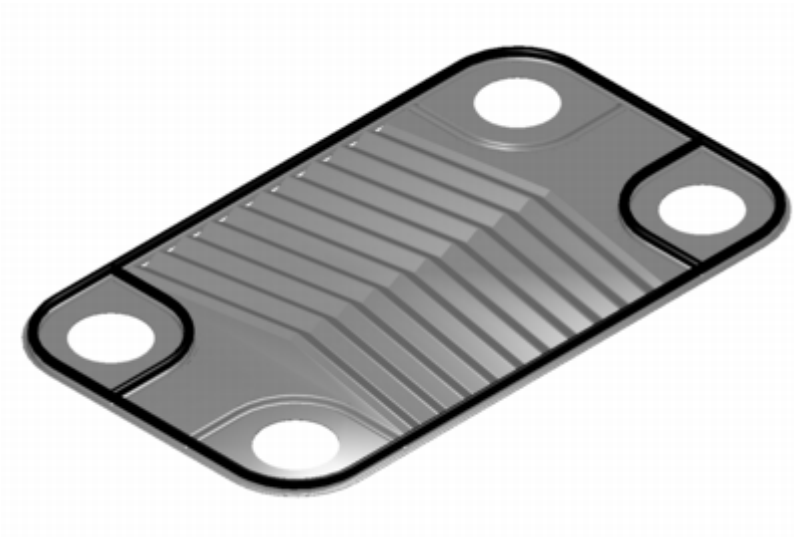
- Puissance de l'échangeur :

$$P = K.\ S.\ \Delta T_{LM} \text{ avec } K = 150\ W / (m^2.°C)$$

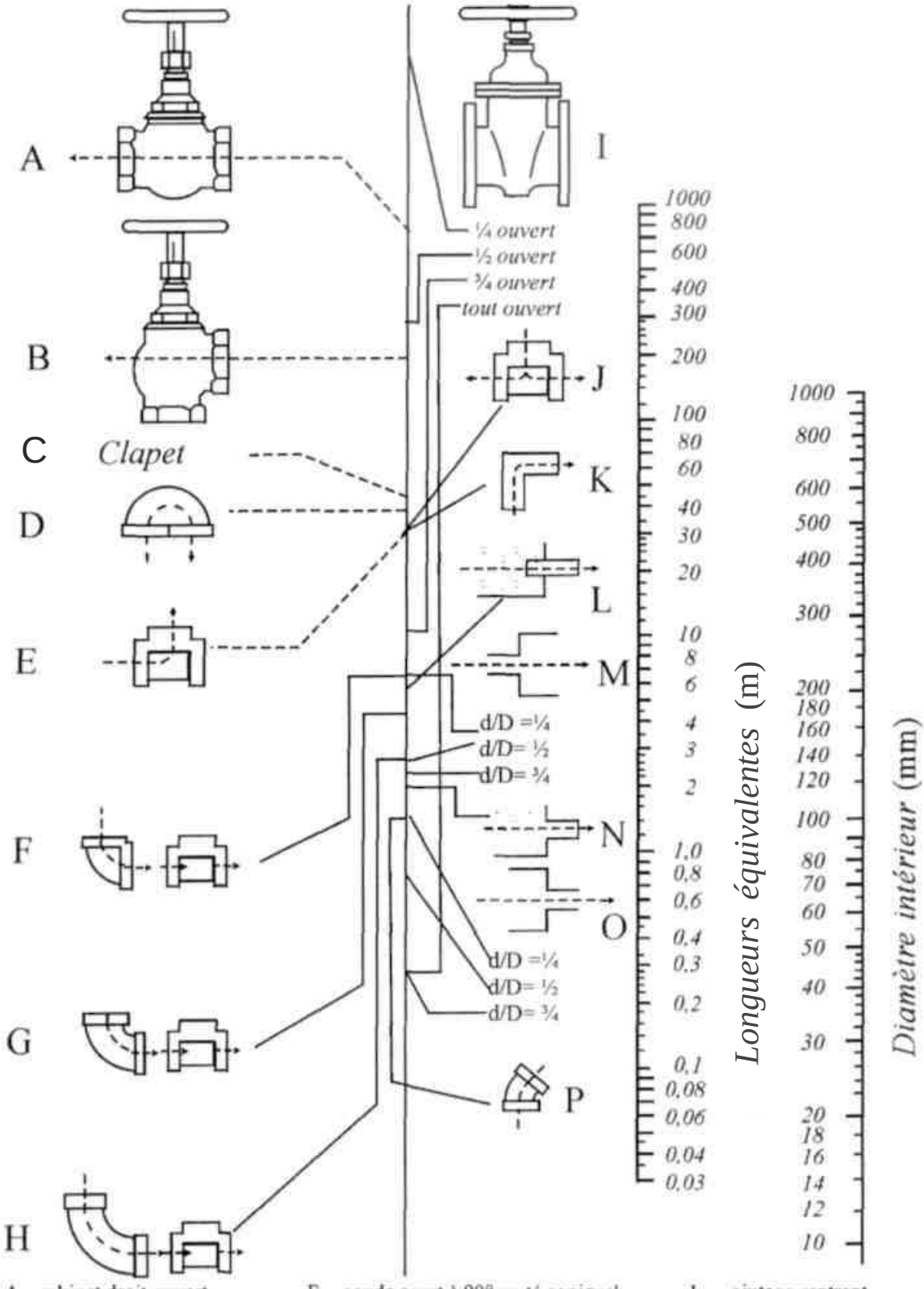
Avec : P = (watt),
S = surface d'échange (m²).

- Schéma d'un échangeur à plaques et d'une plaque :



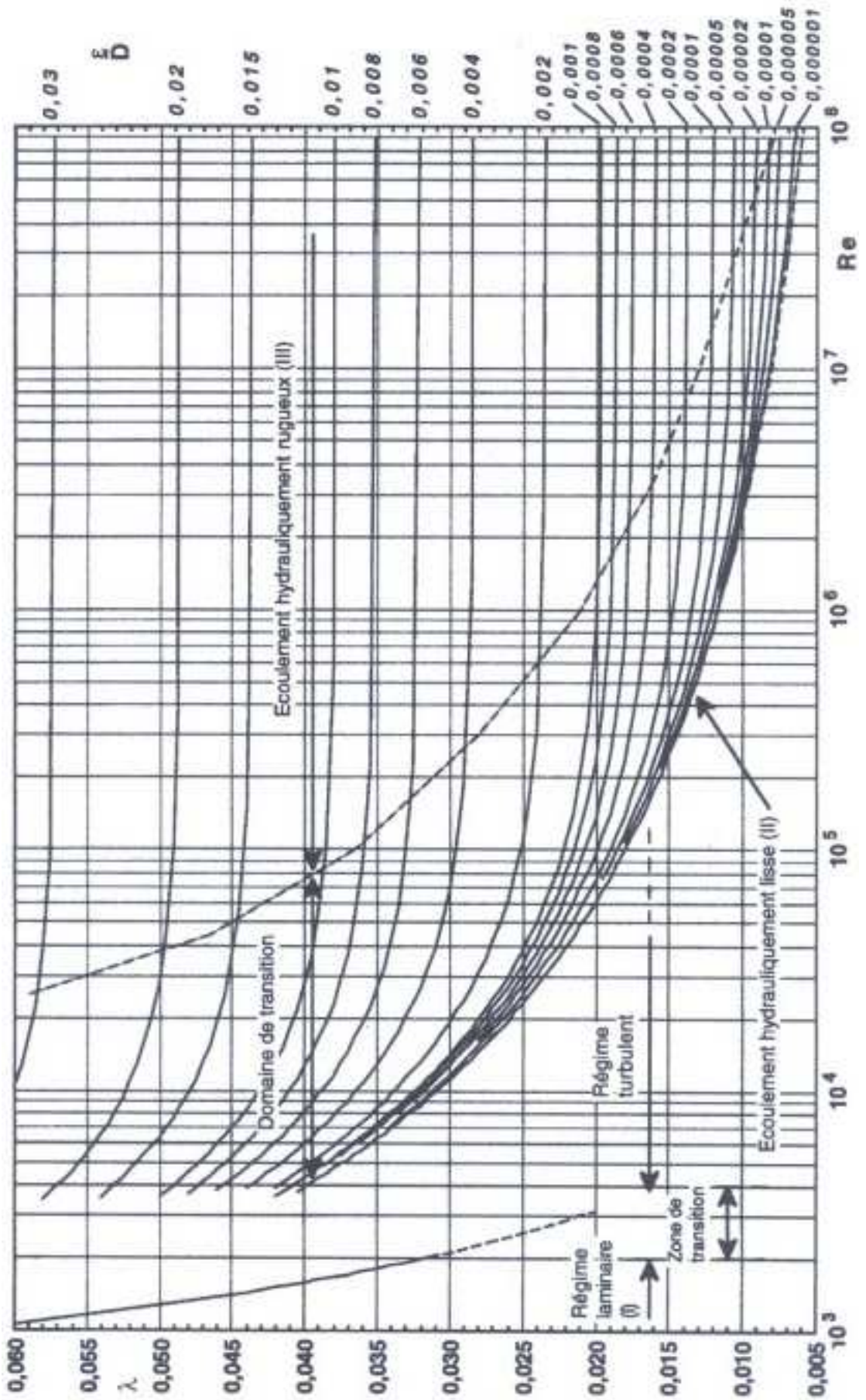


ANNEXE 2 : Longueurs équivalentes aux accidents de tuyauterie



A	robinet droit ouvert	F	coude court à 90° ou té conique'	L	ajutage rentrant
B	robinet d'équerre ouvert	G	coude de courbure moyenne à 90°	M	élargissement
C	clapet de retenue à battant	H	coude de grande courbure à 90° ou té	N	ajutage ordinaire
D	coude à 180°	J	té	O	rétrécissement
E	té fermé d'un côté	K	équerre	P	coude court à 45°
		I	vanne à passage direct (ouvertures variables indiquées dessous)		

ANNEXE 3 : Diagramme de Moody



ANNEXE 4 : Rugosité absolue en fonction des matériaux de tuyauterie

Valeurs usuelles indices de rugosité (ε) en mm		
	Nature de la surface intérieure	**Indice rugosité**
1	Cuivre, plomb, laiton	0,001 à 0,002
2	Tube PVC	0,0015
3	Acier inox	0,015
4	Tube acier du commerce	0,045 à 0,09
5	Acier étiré	0,015
6	Acier soudé	0,045
7	Acier galvanisé	0,15
8	Acier rouillé	0,1 à 1
9	Fonte neuve	0,25 à 0,8
10	Fonte usagée	0,8 à 1,5

FORMULAIRE

Nombre de Reynolds :

$$\mathrm{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu}$$

D : diamètre de la tuyauterie en m
v : vitesse en m/s
Q_v=v x S avec Q_v en m^3/s, S surface en m^2
ρ : masse volumique en kg/m^3
μ: viscosité en Pa.s

Théorème de Bernoulli entre A et B :

$$\frac{v_A{}^2}{2.g} + z_A + \frac{P_A}{\rho.g} + HMT = \frac{v_B{}^2}{2.g} + z_B + \frac{P_B}{\rho.g} + J_{Totale}$$

g = 9,81 m/s^2
P_A et P_B pressions en Pa
HMT et J_{Totale} en m

Pertes de charges totales du circuit :

$J_{Totale} = \lambda \times \frac{v^2}{2.g} \times \frac{(L + Leq)}{D}$ avec λ facteur de friction, Leq : Longueur équivalente totale en m

Rugosité relative = $\frac{\text{Rugosité absolue}}{\text{Diamètre de la conduite}} = \frac{\varepsilon}{D}$

Puissance hydraulique de la pompe :

$P = Q_V \times \rho \times g \times HMT$

P en watt

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.