

PARTIE E

ETUDE DU CIRCUIT HYDRAULIQUE DE LA RIVIERE CASCADE

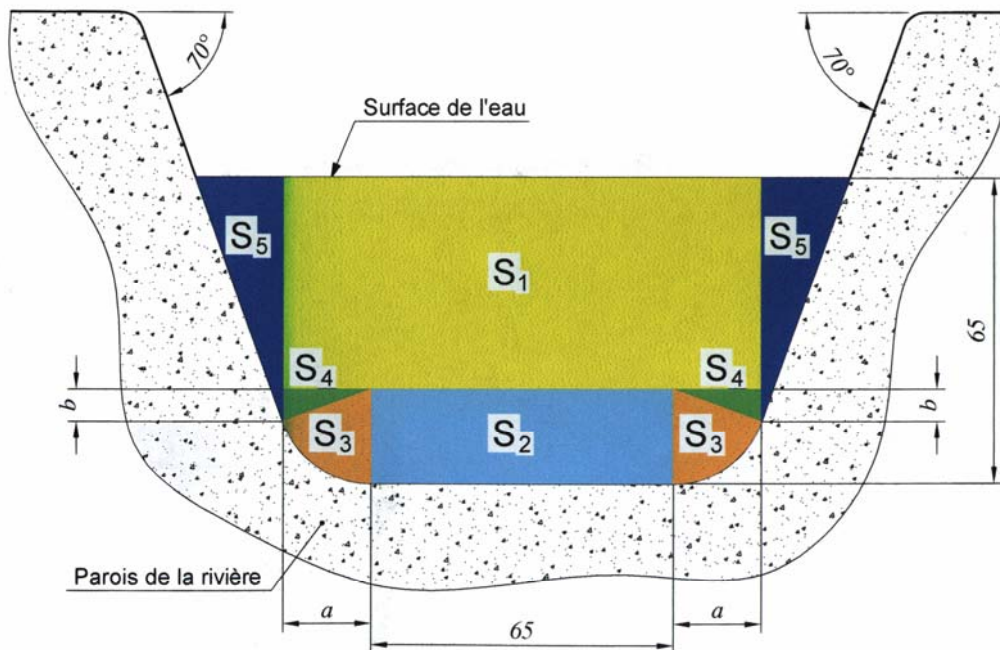
- Mise en situation
- Détermination du débit d'eau dans le lit de la rivière cascade
- Etude du circuit d'alimentation hydraulique de la rivière cascade
- Dimensionnement de la pompe d'un des quatre réseaux hydrauliques

Ce dossier est constitué :

- 10 pages numérotées de E1 correction à E10 correction [Correction]

E.1 Détermination du débit d'eau dans le lit de la rivière cascade :

E.1.1 On décompose la surface en surfaces élémentaires.



Coupe transversale de la section droite du lit de la

On décompose la section droite de la rivière cascade en surfaces élémentaires définies ci-avant et nous obtenons la relation suivante :

$$S = S_1 + S_2 + 2.S_3 + 2.S_4 + 2.S_5$$

Avec:

$$S_1 = (0,65 - 0,2) \times (0,65 + 2.a)$$

Où :

$$a = 0,2 \times \cos 20^\circ$$

Donc :

$$S_1 = 0,45 \times [0,65 + (0,4 \times \cos 20^\circ)]$$

Et :

$$S_2 = 0,2 \times 0,65 = 0,13$$

$$2.S_3 = (140/360) \times (\pi \times R^2) = 140 \times \pi \times 0,2^2 / 360$$

$$2.S_4 = a \times b$$

Où :

$$b = 0,2 \times \sin 20^\circ$$

Donc :

$$2.S_4 = (0,2 \times \cos 20^\circ) \times (0,2 \times \sin 20^\circ) = 0,04 \times \cos 20^\circ \times \sin 20^\circ$$

$$2.S_5 = [0,65 - 0,2 + b]^2 \times \tan 20^\circ = [0,45 + (0,2 \times \sin 20^\circ)]^2 \times \tan 20^\circ$$

Soit alors :

$$S = 0,45 \times [0,65 + (0,4 \times \cos 20^\circ)] + 0,13 + [140 \times \pi \times 0,2^2 / 360] + (0,04 \times \cos 20^\circ \times \sin 20^\circ) + [(0,45 + (0,2 \times \sin 20^\circ))^2 \times \tan 20^\circ]$$

$$S = 0,751 \text{ m}^2$$

E.1.2

Nous avons :

$$Q_v = S \times v_{\text{moy}}$$

$$Q_v = 0,751 \times 0,75$$

$$Q_v = 0,563 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'où :

$$Q_v = 2028 \text{ m}^3/\text{h}$$

E.1.3

L'inclinaison (ou la pente) de la rivière cascade ne modifiera en rien le débit.

Plus l'inclinaison sera importante, plus la vitesse d'écoulement de l'eau augmentera et la section occupée par l'eau dans le lit de la rivière cascade (la hauteur du niveau de l'eau dans le lit de la rivière cascade) diminuera.

E.2 Etude du circuit d'alimentation hydraulique de la rivière cascade :

E.2.1

Nous avons :

$$Q_{vr} = S \times v_{\text{Tuyau}} ; \text{ avec : } Q_{vr} \text{ en m}^3/\text{s}, S \text{ en m}^2 \text{ et } v_{\text{Tuyau}} \text{ en m/s.}$$

$$\text{Si : } v_{\text{Tuyau}} < 3 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow Q_{vr} / S < 3 \text{ m/s} \Rightarrow Q_{vr} / (\pi \cdot D^2 / 4) < 3 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow D > [4 \times Q_{vr} / (3 \times \pi)]^{1/2}$$

$$D > 2 \times [Q_{vr} / (3 \times \pi)]^{1/2}$$

E.2.2

Nous savons que :

$$D > 2 \times [Q_{vr} / (3 \times \pi)]^{1/2} \text{ si toutes les grandeurs sont exprimées en MKSA.}$$

Or :

$$Q_{vr} = 500 \text{ m}^3/\text{h} = 500 / 3600 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donc :

$$D > 2 \times [(5/36) / (3 \times \pi)]^{1/2}$$

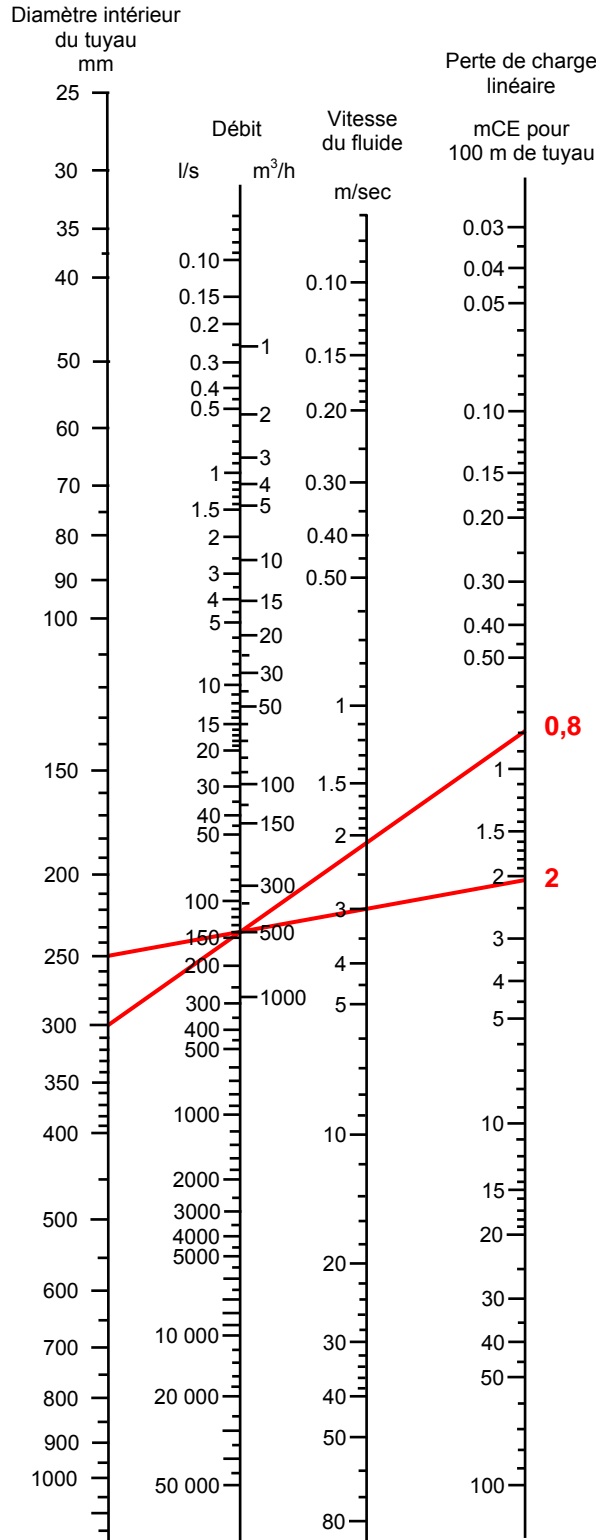
$$D > 242,7 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 243 \text{ mm}$$

E.2.3

Nous savons que le diamètre du tuyau de refoulement de chaque réseau hydraulique doit être supérieur à 243 mm donc nous pourrions choisir un tuyau de type DN 250. Ce qui vérifie le document DT E1.

E.3 Dimensionnement de la pompe de chacun des quatre réseaux hydrauliques :

E.3.1 Détermination de la hauteur manométrique totale dans un des quatre réseaux hydrauliques.



PARTIE E ELEMENTS DE REPONSES

E.3.1.1

Pour le tuyau d'aspiration :

D'après le diagramme, pour 100 m de tuyau les pertes de charges linéaires sont de 0,8 mCE.

Donc pour 3 m de tuyau nous aurons :

$$(\Delta p_{lin})_{Aspiration} = (3 \times 0,8) / 100 = 0,024 \text{ mCE}$$

Pour la Tuyau de refoulement :

D'après le diagramme, pour 100 m de tuyau les pertes de charges linéaires sont de 2 mCE.

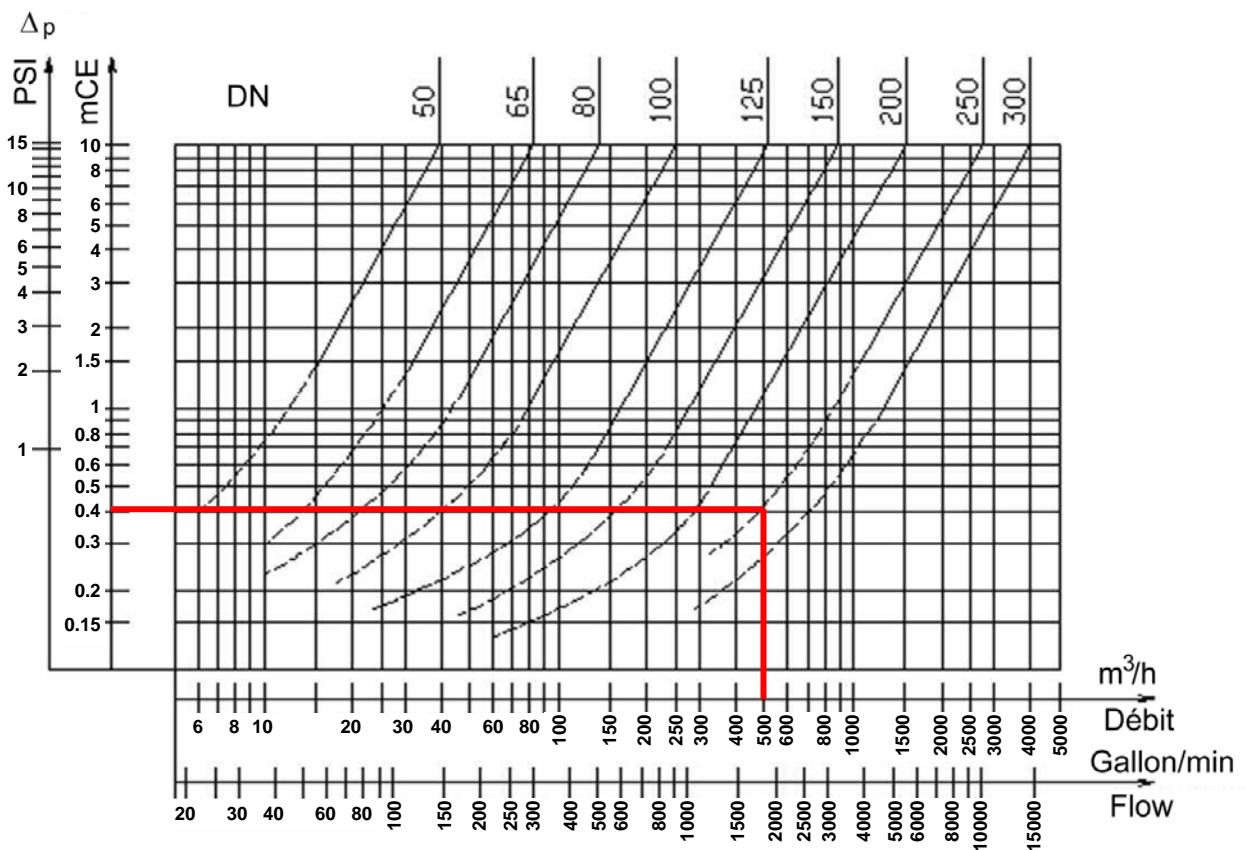
Donc pour 5,8 m de tuyau nous aurons :

$$(\Delta p_{lin})_{Refoulement} = (5,8 \times 2) / 100 = 0,116 \text{ mCE}$$

Donc les pertes de charge linéaires totales sont égales à :

$$(\Delta p_{lin})_{Totales} = (\Delta p_{lin})_{Aspiration} + (\Delta p_{lin})_{Refoulement} = 0,024 + 0,116 = 0,14 \text{ mCE}$$

E.3.1.2



On trouve d'après l'abaque ci-dessous : $(\Delta p_{sin})_{Clapet} = 0,42 \text{ mCE}$

E.3.1.3

Pour le circuit d'aspiration nous avons :

$$(\Delta p_{sin})_{Aspiration} = (\Delta p_{sin})_{Vanne\ 1a} + (\Delta p_{sin})_{Préfiltre} + (\Delta p_{sin})_{Manchon\ 3a} = 0,52 + 4,7 + 0,34$$

$$\boxed{(\Delta p_{sin})_{Aspiration} = 5,56\ mCE}$$

Pour le circuit de refoulement nous avons :

$$(\Delta p_{sin})_{Refoulement} = (\Delta p_{sin})_{Manchon\ 3b} + (\Delta p_{sin})_{Clapet} + (\Delta p_{sin})_{Piquage} + (\Delta p_{sin})_{Vanne\ 1b} \\ = 0,44 + 0,42 + 0,07 + 0,65$$

$$\boxed{(\Delta p_{sin})_{Refoulement} = 1,58\ mCE}$$

E.3.1.4

Pour les pertes de charge singulières totales nous avons :

$$(\Delta p_{sin})_{Totales} = (\Delta p_{sin})_{Aspiration} + (\Delta p_{sin})_{Refoulement}$$

$$(\Delta p_{sin})_{Totales} = 5,56 + 1,58$$

$$\boxed{(\Delta p_{sin})_{Totales} = 7,14\ mCE}$$

E.3.1.5

Nous avons :

$$(H_m)_{Totale} = H_G + (\Delta p_{lin})_{Totales} + (\Delta p_{sin})_{Totales} + (p_2 - p_1)$$

Avec :

$$H_G = H_2 - H_1 = 6,9 - 0,5 = 6,4\ mCE$$

$$(\Delta p_{lin})_{Totales} = 0,14\ mCE$$

$$(\Delta p_{sin})_{Totales} = 7,14\ mCE$$

$$p_2 - p_1 = 0$$

D'où :

$$(H_m)_{Totale} = 6,4 + 0,14 + 7,14$$

$$\boxed{(H_m)_{Totale} \approx 13,7\ mCE}$$

PARTIE E ELEMENTS DE REPONSES

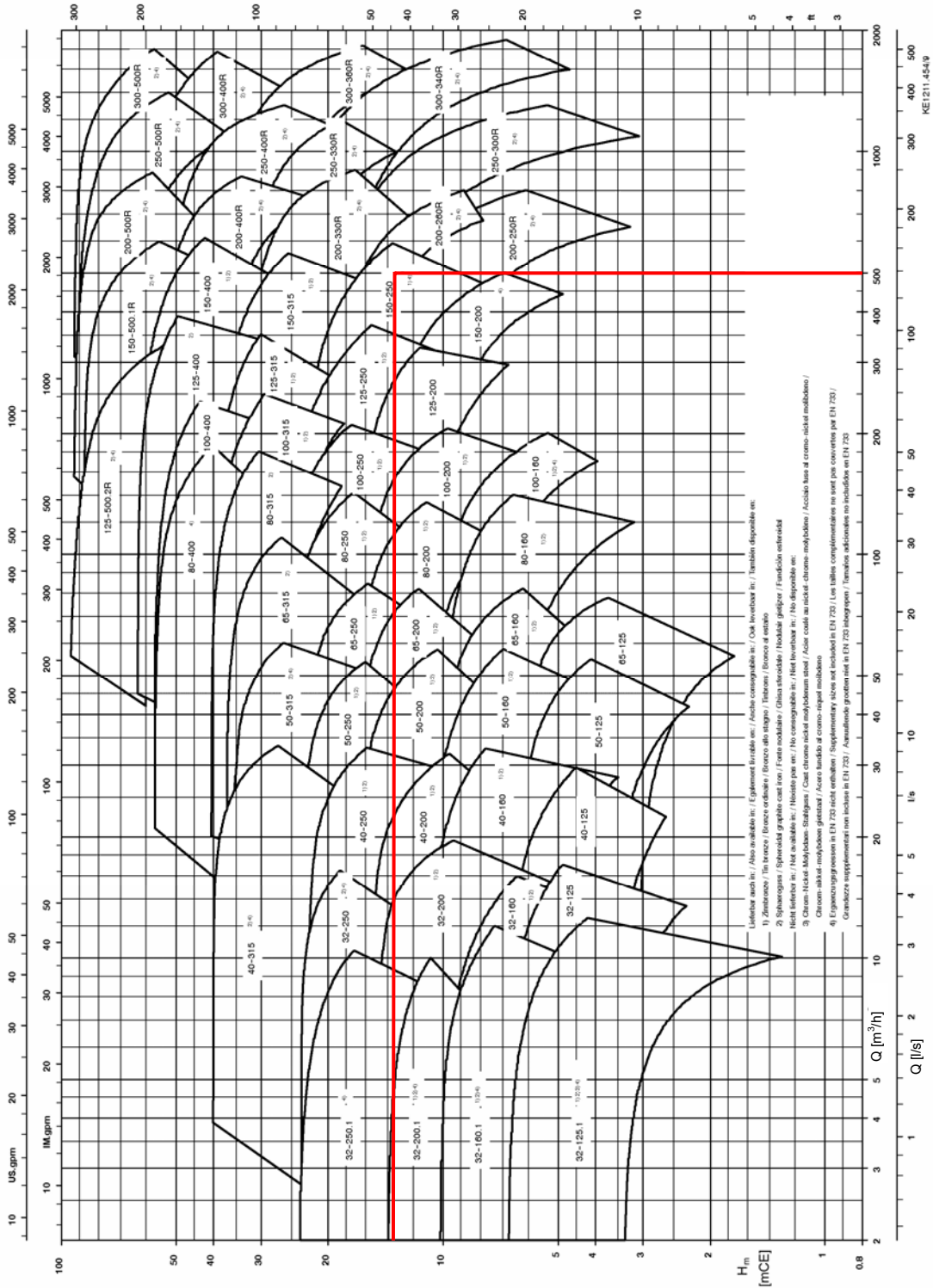
E.3.2 Choix du modèle de pompe.

E.3.2.1



Etanorm/Etabloc/Etanorm-R


N = 1450 tr/min

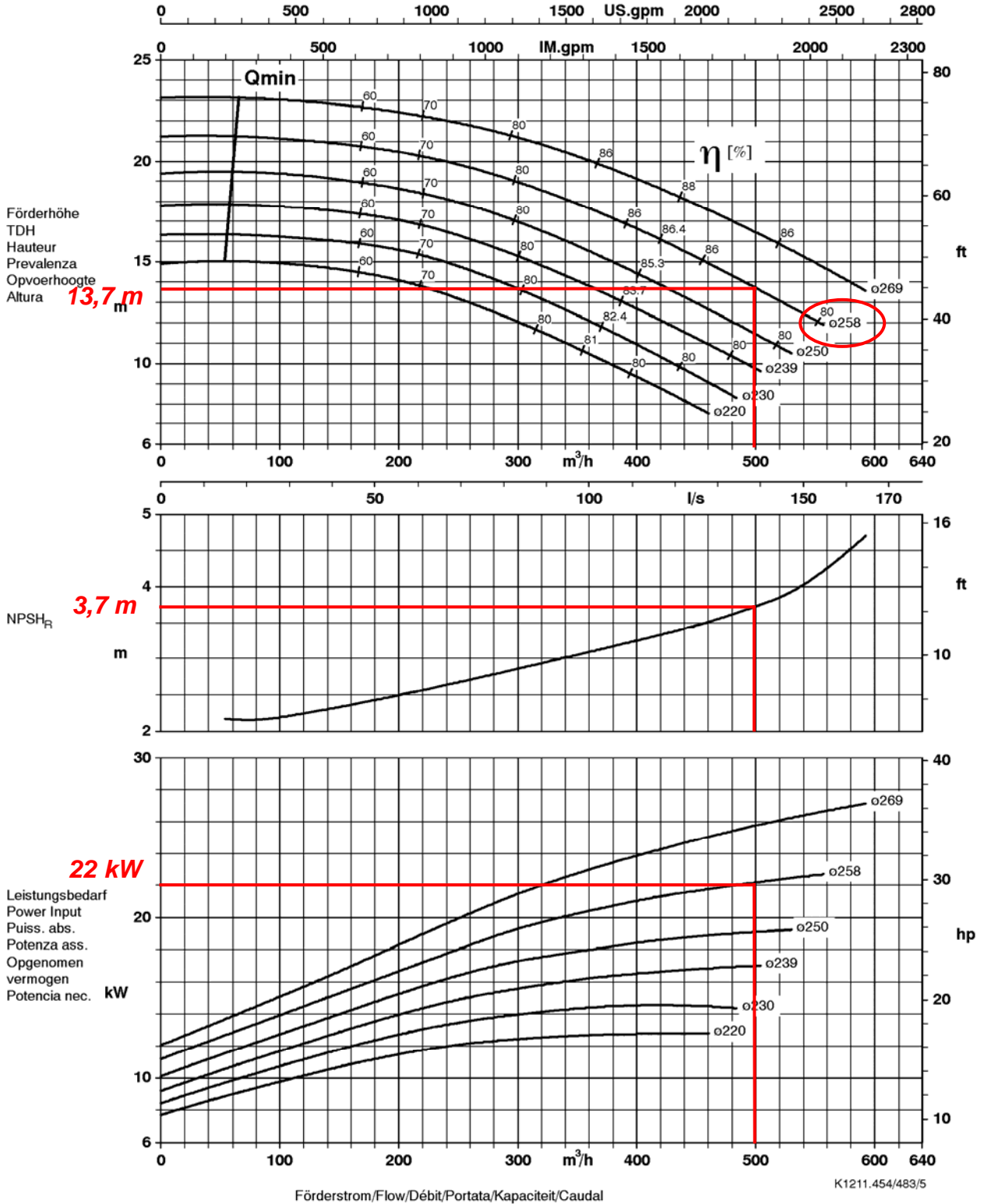


On choisi d'après l'abaque ci-dessus une pompe modèle : **Etabloc 150-250**

PARTIE E ELEMENTS DE REPONSES

E.3.2.2 courbiers proposées sur le documents techniques DT E3 :

Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Typo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaijer ø Rodete	 KSB KSB Aktiengesellschaft Unternehmensbereich Pumpen Industrie- und Wassertechnik Postfach 1725, 67225 Frankenthal Joh.-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal
Etanorm 150-250 Etabloc		1450 tr/min				
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiernr. Pos.-Nr.	



Laufradaustrittsbreite/Impeller outlet width/Largeur à la sortie de la roue 48,8 mm
 Luce della girante/Waaijer uittredbreedte/Anchura de salida rodete 48,8 mm

E8 correction

Pour un débit volumique $Q_{vr} = 500\text{m}^3/\text{h}$ et une hauteur manométrique totale $(H_m)_{\text{Totale}} \approx 13,7\text{ mCE}$ nous trouvons sur le courbier de la pompe « Etabloc 150-250 » du document technique TD E3 une roue de diamètre :

$$\boxed{\varnothing = 258\text{ mm}}$$

E.3.3 Etude énergétique des pompes.

E.3.3.1

$$p_2 - p_1 = 0$$

$$v_1 = v_2 = 0$$

$$W_{\text{pompe}} = \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (H_2 - H_1) + \Delta p_T$$

$$\Delta p_T = \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot [(\Delta p_{\text{lin}})_{\text{Totales}} + (\Delta p_{\text{sin}})_{\text{Totales}}] \quad \text{avec } \Delta p_T \text{ en Pa et } (\Delta p_{\text{lin}})_{\text{Totales}} \text{ ainsi que } (\Delta p_{\text{sin}})_{\text{Totales}} \text{ en mCE}$$

$$H_2 - H_1 = H_G$$

$$\begin{aligned} W_{\text{pompe}} &= \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot H_G + \rho g \cdot [(\Delta p_{\text{lin}})_{\text{Totales}} + (\Delta p_{\text{sin}})_{\text{Totales}}] \\ &= \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot [H_G + (\Delta p_{\text{lin}})_{\text{Totales}} + (\Delta p_{\text{sin}})_{\text{Totales}}] \\ &= \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (H_m)_{\text{Totale}} \end{aligned}$$

$$P_{\text{hyd}} = W_{\text{pompe}} \cdot Q_{vr}$$

$$P_{\text{hyd}} = \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (H_m)_{\text{Totale}} \cdot Q_{vr}$$

E.3.3.2

$$P_{\text{hyd}} = \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (H_m)_{\text{Totale}} \cdot Q_{vr} = 1000 \times 9,81 \times 13,7 \times (500/3600) = 18\,666\text{ W}$$

E.3.3.3

D'après la courbe constructeur (DT E4), pour un débit de $500\text{ m}^3/\text{h}$ la puissance absorbée par la pompe est $P_{\text{abs}} = 22\text{ kW}$.

E.3.3.4

$$\eta_{\text{pompe}} = P_{\text{hyd}} / P_{\text{abs}} = 18,7 / 22 = 84,9\%$$

E.3.3.5

$$P_{abs} = C \cdot \omega$$
$$\omega = 1450 \times (\pi/30) = 151,8 \text{ rad/s}$$
$$C = P_{abs}/\omega = 22000/151,8 = 145 \text{ N.m}$$

E.3.4 Etude de la non cavitation des pompes.

E.3.4.1

Il est préférable que l'axe de la pompe soit en dessous de la surface libre du liquide à pomper (pompe en charge).

E.3.4.2

$$NPSH_{dispo} = H_p + H_z - H_f - H_{pv}$$
$$H_p = p_{atm}/(\rho_{eau} \cdot g) = 101300/(1000 \times 9,81) = 10,33 \text{ m}$$
$$H_z = 0,5 \text{ m}$$
$$H_f = \Delta p_{linA} + \Delta p_{sinA} = 0,024 + 5,56 = 5,584 \text{ m}$$
$$H_{pv} = p_v/(\rho_{eau} \cdot g) = 2930/(1000 \times 9,81) = 0,293 \text{ m}$$
$$NPSH_{dispo} = 10,33 + 0,5 - 5,584 - 0,293 = 4,953 \text{ m}$$

E.3.4.3

D'après la courbe constructeur, pour un débit de 500 m³/h le NPSH_{requis} = 3,7 m

E.3.4.4

*Oui, car NPSH_{dispo} > NPSH_{requis} + 0,5.
4,953 > 4,2
La relation de non-cavitation est vérifiée.*