

COMMENT CHOISIR UNE POMPE CENTRIFUGE

Une pompe centrifuge doit être choisie selon les caractéristiques réelles de l'installation dans laquelle on doit l'installer.

Les données nécessaires pour un dimensionnement correct sont les suivantes:

Débit Q

Quantité de liquide débitée par la pompe dans l'unité de temps, normalement exprimée en m³/h

Hauteur manométrique totale Hmt

C'est la somme de la hauteur géométrique dans les niveaux du liquide et les pertes de charge causées par de frottements intérieurs qui se forment au passage du liquide dans les tuyaux, dans la pompe et les accessoires hydrauliques. L'expression à l'identifier est la suivante :

$$Hmt = Hg + \Delta pc \text{ m colonne de liquide}$$

Hg = hauteur géométrique à l'aspiration / Hga + hauteur géométrique au refoulement (Hgp)

Δpc = somme des pertes de charge dans l'installation calculée selon les éléments suivants :

- Diamètre, Longueur et matériel composant les tuyaux d'aspiration et de refoulement (voir table n. 1 page 170)
- Quantité et type des coudes dans la tuyauterie et accessoires hydrauliques comme clapet de pied avec crépine, vannes, clapet de non-retour, filtres éventuels (voir table n. 2 page 170)
- Nature du liquide (si différent de l'eau), température, viscosité et densité

Il faut faire attention à la hauteur manométrique en aspiration $Hga + \Delta pc asp$, qui doit être comparée avec la capacité d'aspiration de la pompe.

Cette capacité d'aspiration ou **NPSHr** est définie comme hauteur de charge net absolu demandé à l'aspiration, laquelle valeur est fournie par une courbe en fonction du débit.

A ce sujet, lorsque la pompe a été choisie selon le débit et la hauteur demandés, si possible au centre de la courbe, on doit vérifier la formule simplifiée:

$$10 \text{ mt} \pm Hga - \Delta pc asp. > \text{NPSH demandé} + 0.5 \text{ mt}$$

Hga est la hauteur entre la surface de l'eau et l'axe de la pompe, avec valeur négative si la pompe se trouve au-dessus de la surface de l'eau.
 $\Delta pc asp.$ est la somme des frottements restants en aspiration distribués (tuyauterie) et concentrés (vannes, coudes, etc.)

Si le résultat de la vérification est négatif, normalement il ne faut que limiter le débit avec une vanne au refoulement, afin de rentrer entre des conditions de fonctionnement de la pompe les plus optimales et sans cavitation.

Lorsque le liquide présente des températures supérieures à la moyenne optimale de 20°C environ, les pompes diminuent sa capacité d'aspiration.

Ces variations, référant à pompes avec capacité d'aspiration de 7 mètres à température normale, sont indiquées à la table n. 3 page 171.

DONNES CARACTERISTIQUES DES POMPES

Après avoir établi les valeurs de débit Q et de la hauteur manométrique totale Hmt de l'installation, pour déterminer la puissance absorbée N de la pompe il faut appliquer la formule suivante :

$$N = \frac{Q \times H \times \gamma}{367 \times \eta_p} \text{ in kW}$$

Où on a :

Q = Débit en m³/h

H = Hauteur en mètres

γ = Densité du liquide (pour l'eau = 1 kg/dm³)

η_p = Rendement de la pompe (Ex. Rendement pompe 68% = $\Rightarrow \eta_p 0.68$)

Les pompes, étant normalement couplées à moteurs électriques, fonctionnent à 2900 tpm avec moteur à 2 pôles 50Hz ou à vitesse de 1450 tpm avec moteur à 4 pôles 50Hz.

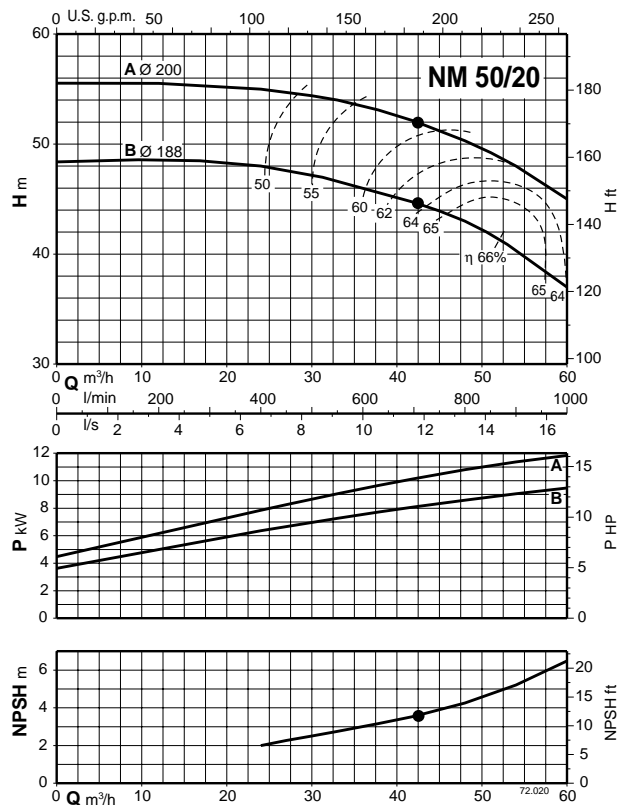
Elles peuvent fonctionner à n'importe quel autre régime, mais dans les limites de projet.

Donc, en variant le nombre de tours, les performances des pompes changent selon les règles suivantes :

$$\text{Le débit, proportionnellement au rapport du nombre de tours : } Q_2 = Q_1 \times \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{La hauteur, proportionnellement au carré du nombre de tours : } H_2 = H_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\text{La puissance absorbée, proportionnellement au cube du rapport du nombre de tours : } N_2 = N_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$



Calcul example for the selection of a centrifugal pump

Cas A Données de l'installation

- Q (débit) = 42 m³/h
- H_{ga} (hauteur géométrique à l'aspiration) = 3,5 m
- H_{gp} (hauteur géométrique au refoulement) = 39 m
- Tuyau d'aspiration 5 m de longueur diamètre DN 100 mm avec 1 coude et 1 clapet de pied
- Tuyau de refoulement 70 m de longueur diamètre DN 80 mm avec 1 clapet de non-retour, 1 vanne et 3 coudes

H_g = H_{gp} + H_{ga} = 39 + 3,5 = 42,5 m hauteur géométrique de l'installation

Δpc = somme des pertes de charge

Aspiration:

5 m de tuyau Ø100	pc = 0,12 m
1 coude	pc = 0,045 m
1 Clapet de pied	pc = 0,46 m

Refoulement:

70 m de tuyau Ø 80	pc = 5,25 m
1 clapet de non-retour	pc = 0,5 m
1 vanne	pc = 0,05 m
3 coudes	pc = 0,09 m

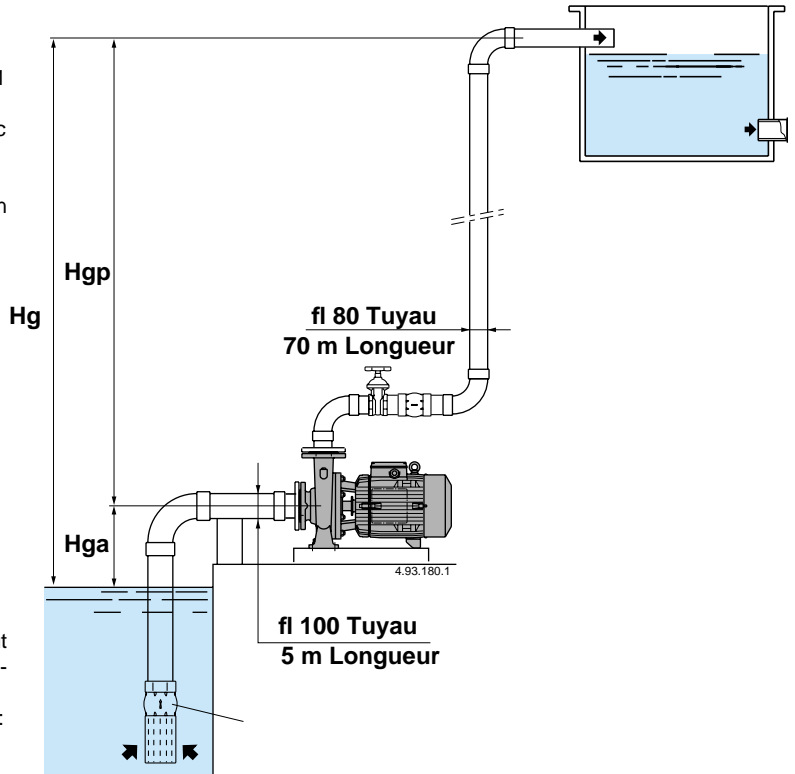
Totale **Δpc = 6,5 m.**

Compte tenu que le calcul a été fait avec de tuyaux neufs, il faut apporter une augmentation de 15/20% pour vieillissement et entartrages, donc les pertes totales Δp sont de 8 m environ.

La hauteur manométrique totale que la pompe doit atteindre est donc:

H_{mt} = H_g + Δp = H_{gp} + H_{ga} + Δpc = 39 + 3,5 + 8 = 50,5 m totaux
On peut choisir la pompe NM 50/20AE (voir diagramme de la pompe)

A) Fonctionnement en aspiration



Cas B Données de l'installation

- Q (débit) = 42 m³/h
- H_{ga} (hauteur géométrique à l'aspiration) = 3,5 m
- H_{gp} (hauteur géométrique au refoulement) = 39 m
- Tuyau d'aspiration 5 m de longueur diamètre DN 100 mm avec 1 coude et 1 clapet de pied
- Tuyau de refoulement 70 m de longueur diamètre DN 80 mm avec 1 clapet de non-retour, 1 vanne et 3 coudes

H_g = H_{gp} - H_{ga} = 39 - 3,5 = 35,5 m hauteur géométrique de l'installation

Δpc = somme des pertes de charge

Suction side:

5 m de tuyau Ø 100	pc = 0,12 m
1 Clapet de non-retour	pc = 0,5 m
1 Vanne	pc = 0,05 m

Refoulement:

70 m de tuyau Ø 80	pc = 5,25 m
1 clapet de non-retour	pc = 0,5 m
1 vanne	pc = 0,05 m
3 coudes	pc = 0,09 m

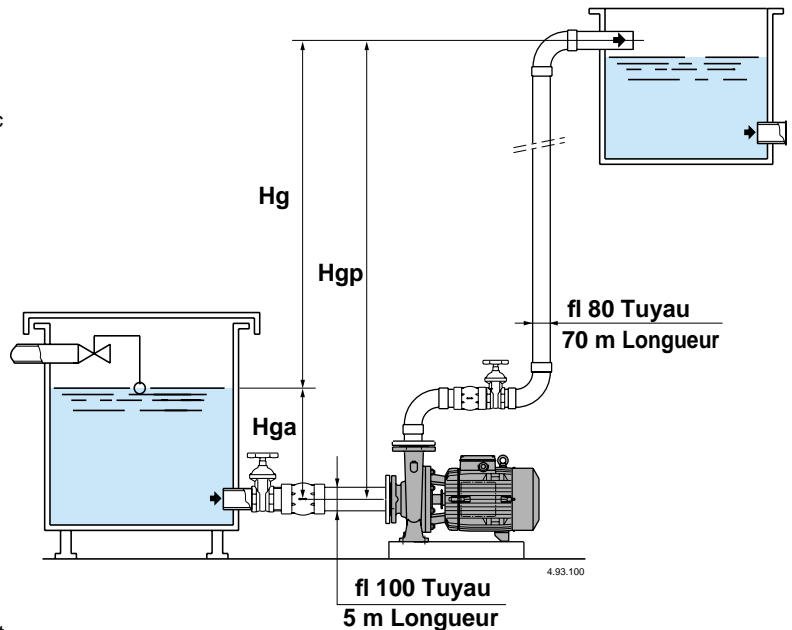
Totale **Δpc = 6,5 m**

Compte tenu que le calcul a été fait avec de tuyaux neufs, il faut apporter une augmentation de 15/20% pour vieillissement et entartrages, donc les pertes totales Δpc sont de 8 m environ.

La hauteur manométrique totale que la pompe doit atteindre est donc:

H_{mt} = H_g + Δp = H_{gp} - H_{ga} + Δpc = 39 - 3,5 + 8 = 43,5 m totaux
On peut choisir la pompe NM 50/20BE (voir diagramme de la pompe)

B) Fonctionnement en charge



ACCESSOIRES POUR INSTALLATION HYDRAULIQUE

Clapet de pied avec crépine - Organe d'étanchéité installé à l'extrémité inférieure de le tuyau d'aspiration. Empêche que l'eau sorte du tuyau et de la pompe à chaque arrêt de l'installation. Il faut qu'il soit immergé dans le liquide et à une profondeur d'installation qui garantisse un fonctionnement parfait en évitant tout phénomène de cavitation. Il est bon de prévoir l'installation aussi d'un flotteur pour l'arrêt automatique de la pompe lorsque l'eau descend au-dessous du niveau préétabli.

Clapet de non-retour - Il faut l'installer sur l'orifice de refoulement de la pompe pour éviter le reflux en cas d'arrêt soudain du groupe. Il est préférable de choisir des types avec ressort intérieur et avec obturateur à ogive, car ils aident à atténuer le phénomène du coup de bélier.

Vanne - Il faut prévoir l'installation d'une vanne. Non seulement elle permet le démontage de la pompe sans vider l'installation, mais elle sert pour le démarrage du groupe et pour le réglage du débit.

TUYAUX

Les tuyaux doivent être choisis selon la vitesse de l'eau (On conseille 1.5 mètres par second maxi. à l'aspiration et 3 mètres par second maxi au refoulement) Il faut faire attention au dimensionnement du tuyau d'aspiration, afin d'éviter au maximum les pertes de charge et garantir donc une capacité d'aspiration de la pompe la plus élevée. Ce tuyau doit être parfaitement étanche sans contre-pentes vers l'orifice de la pompe, afin d'éviter toute formation ou stagnation de bulles et poches d'air. Tous les tuyaux doivent être toujours fixés sur leurs appuis, de façon qu'ils ne chargent pas avec son poids les orifices de la pompe.

Problèmes dans les pompes

Inconvénients	Causes éventuelles
Pompe bloquée	Il peut arriver après certains périodes d'inactivité à cause de l'oxydation interne. Il faut donc procéder au déblocage ; pour les petites électropompes monobloc utiliser un tournevis sur la rainure qui se trouve sur l'extrémité de l'arbre coté ventilation. Pour les électropompes plus grandes, il faut agir sur l'arbre ou sur l'accouplement élastique
Pompe qui ne s'amorce pas	Pompe et tuyau d'aspiration avec de l'air Amorçage incomplet ou pompe totalement pas amorcée. Possible infiltration d'air à travers de robinets, bouchons de vidange ou de remplissage, joints toriques ou presse-étoupe. Clapet de pie pas complètement immergé dans le liquide ou clapet obturé par de boue ou de débris. Hauteur d'aspiration excessive par rapport à la capacité de la pompe. Sens de rotation incorrect. Nombre de tours incorrect.
Débit insuffisant	Tuyaux et accessoires avec diamètre trop petit qui causent de pertes de charges excessives. Roue obturée par de corps étrangers dans les canaux internes. Roue corrodée ou cassée Bagues d'usure de la roue et corps de pompe usés par abrasion. Présence de gaz dans l'eau ou viscosité excessive du liquide (pour liquides différents de l'eau)
Bruit et vibrations dans la pompe	Partie tournante déséquilibrée, coussinets usés. Pompe et tuyaux pas fixés fermement. Débit trop réduit pour le modèle de pompe choisi. Fonctionnement en cavitation
Moteur surchargé	Caractéristiques de la pompe excessives par rapport à celles de l'installation Parties fixes et parties tournantes qui frottent entre eux et tendent à gripper pour manque de lubrification. Vitesse de rotation trop élevée. Voltage d'alimentation incorrect. Alignement du groupe incorrect. Liquide avec densité trop élevée et supérieure à celle de projet.

Table n. 1
Pertes de charge dans les tuyaux d'acier

Tuyau		Q m³/h	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420	
G	fl mm	Q l/min	16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	
G 1	DN 25	HL v m/100m m/s	2,7 0,6	21 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G 1 1/4	DN 32		0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2	DN 40		-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2	DN 50		-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 1/2	DN 65		-	-	0,6 0,5	1,2 0,75	2,1 1	4,2 1,4	8 2	12 2,5	17 3	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 80		-	-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2	7,5 2,1	10,5 2,6	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 100		-	-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-	-
	DN 125		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-	-
	DN 150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 1,7	5 2,7	8 3,5	14 4,8	-	-	-
	DN 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3	6,5 3,5	-
	DN 250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	1,6 2	2 2,3	-
	DN 300		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,6	-

Q Débit. HL Pertes de charge en m pour 100 m. v = Vitesse de passage max 1,5 m/s pour l'aspiration et 3 m/s pour le refoulement.

Table n. 2
Pertes de charge en cm pour les courbes, vannes, clapet de pied et clapet de non-retour

Vitesse de l'eau m/sec.	Courbes à angle vif α					$\alpha = 90^\circ$ Courbes à angle arrondi					Vannes standard	Clapet de pie	Clapet de non-retour
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\frac{d}{R} = 0,4$	$\frac{d}{R} = 0,6$	$\frac{d}{R} = 0,8$	$\frac{d}{R} = 1$	$\frac{d}{R} = 1,5$			
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2	0,11	0,13	0,16	0,23	0,43	0,23	32	31
0,5	0,67	0,81	1,1	1,6	1,9	0,18	0,21	0,26	0,37	0,67	0,37	33	32
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8	0,25	0,29	0,36	0,52	0,97	0,52	34	32
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9	0,34	0,40	0,48	0,70	1,35	0,70	35	32
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8	0,45	0,53	0,64	0,93	1,7	0,95	36	33
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2	0,57	0,67	0,82	1,18	2,2	1,20	37	34
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6	0,7	0,82	1,0	1,45	2,7	1,45	38	35
1,5	6,0	7,3	10	14	17	1,6	1,9	2,3	3,3	6	3,3	47	40
2,0	11	14	18	26	31	2,8	3,3	4,0	5,8	11	5,8	61	48
2,5	17	21	28	40	48	4,4	5,2	6,3	9,1	17	9,1	78	58
3,0	25	30	41	60	70	6,3	7,4	9	13	25	13	100	71
3,5	33	40	55	78	93	8,5	10	12	18	33	18	123	85
4,0	43	52	70	100	120	11	13	16	23	42	23	150	100
4,5	55	67	90	130	160	14	21	26	37	55	37	190	120
5,0	67	82	110	160	190	18	29	36	52	67	52	220	140

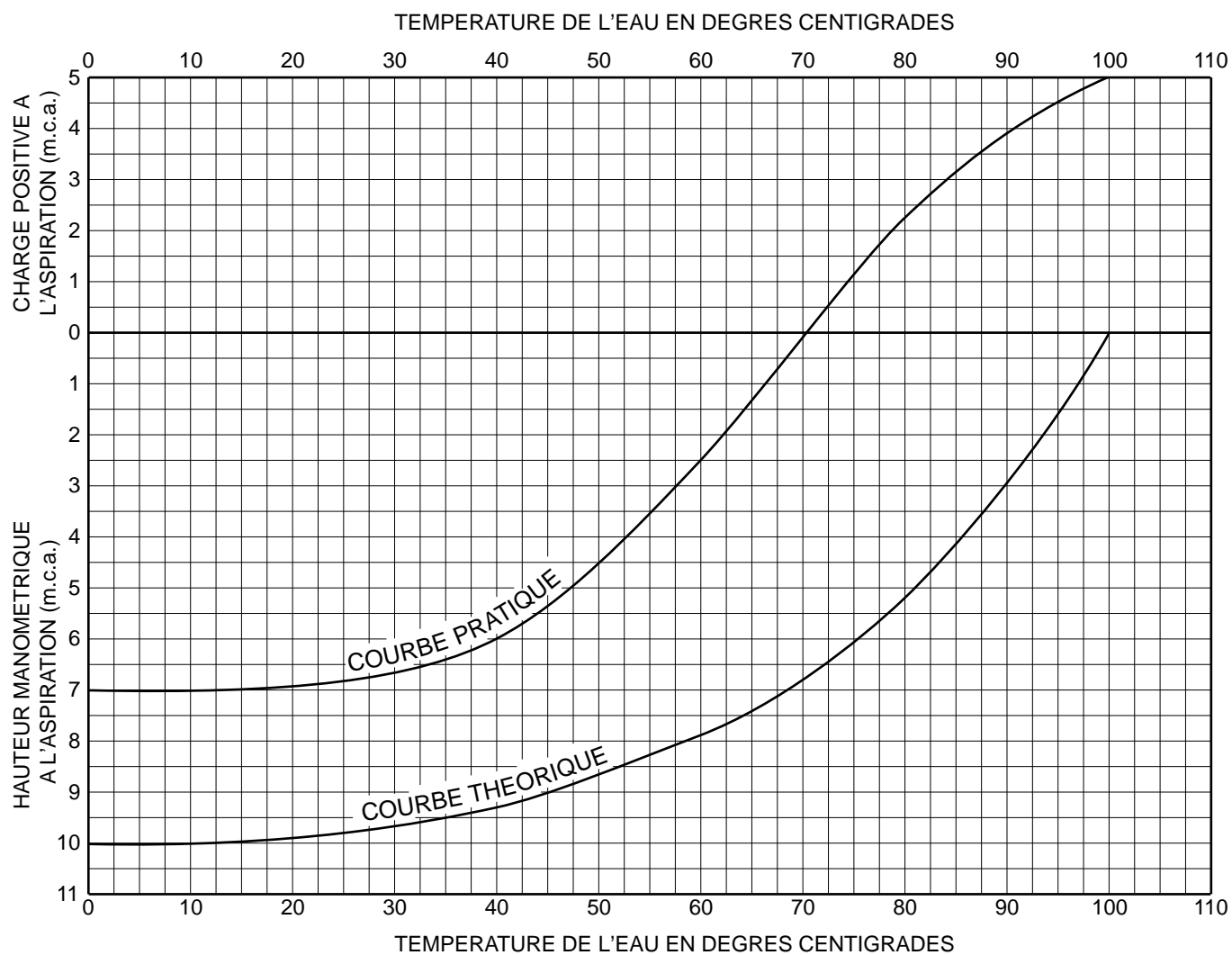
Table n. 3
Diagramme des hauteur manométriques à l'aspiration avec de l'eau jusqu'à 100° C


Diagramme pompes avec hauteur manométriques a l'aspiration avec de 7 m.c.a. a 20° C