

LIVRE BLANC STATIONS DE POMPAGE: CONÇUES POUR DES DÉBITS JUSQU'À 315 L/S PAR POMPE

Chapitre 4/4

Pour la conception d'une station de pompage, les informations nécessaires sont nombreuses et incluent notamment :

- le volume journalier ou le débit de pointe traversant,
- la taille et le nombre de pompes,
- le type d'installation,
- ou encore les caractéristiques de l'ouvrage (dimension, nature des tuyauteries, accessoires divers ...).

L'étude commence par la détermination des hauteurs d'entrées et sorties, des volumes et géométries de l'ouvrage en fonction du nombre et de la taille des pompes afin de garantir un fonctionnement optimal de celles-ci.

La réalisation réussie d'une station de pompage est une tâche complexe. Nous avons déjà passé en revue certaines recommandations dimensionnelles pour la conception de stations de pompage circulaires et carrées/rectangulaires jusqu'à 315 l/s par pompe, examinons cette fois-ci d'autres considérations pertinentes lors de la conception d'une station de pompage.



Figure 1 : Station de pompage vue en coupe

GRUNDFOS 

Possibility in every drop

SÉQUENCE DE CYCLES ET VOLUMES

Le cycle d'une pompe est caractérisé par un démarrage et un arrêt. La fréquence des cycles doit être limitée pour éviter les dommages et les éventuels dysfonctionnements. Le paramètre critique est le temps entre chaque arrêt et démarrage d'une pompe, et non à la durée pendant laquelle la pompe fonctionne après son démarrage.

La conception du poste de relevage doit fournir un volume suffisant pour un garantir un bon cycle à la pompe. Le volume requis pour satisfaire le temps de cycle minimum dépend du nombre de démarrages autorisés pour le moteur, du nombre et de la capacité des pompes, et de l'ordre séquentiel dans lequel les pompes fonctionnent.

Dans les stations de pompage avec trois pompes ou plus, les panneaux de commande peuvent être programmés pour un fonctionnement "première mise en marche/première arrêt" afin d'étendre le temps de cycle de chaque pompe individuelle. Cela réduira le volume effectif requis dans le puisard tant que l'écoulement est d'au moins 50% de la capacité nominale de la pompe.

Le temps de pompage pour le fonctionnement d'une seule pompe est déterminé comme indiqué ci-dessous. Notez que le temps de cycle le plus court est obtenu lorsque Q_{in} est égal à 50 % de la capacité de la pompe :

Q_{in} = Débit dans la station de pompage

Q_p = Capacité de la pompe

V_h = Volume effectif entre le démarrage et l'arrêt

Durée de fonctionnement de la pompe = $V_h / (Q_p - Q_{in})$

Temps d'arrêt de la pompe = V_h / Q_{in}

Durée du cycle = temps de fonctionnement de la pompe + temps d'arrêt de la pompe.

L'alternance de la première pompe à démarrer est suffisante pour les stations de pompage d'eaux pluviales où il est rare d'avoir plus d'une pompe en fonctionnement et où le temps de fonctionnement est court en dehors de la période des pluies.

Ce schéma d'alternance 3, associé à la séquence de démarrage et d'arrêt successifs de la pompe, nécessite le volume total de pompage le plus faible possible.

Le volume total du bassin est de 15,3 m³, selon la formule suivante :

$$V_t = \frac{Q_p \times t_c}{4n}$$

Avec :

V_t = Volume total du cycle

Q_p = Capacité totale de la pompe

t_c = Durée minimale admissible du cycle, en secondes (3.600 / nombre maximal de démarrages par heure)

n = Nombre total de pompes de taille égale

Dans le cas d'une alternance cyclique, le volume effectif requis pour une pompe est égal au volume requis sans alternance, divisé par le nombre total de pompes dans le cycle, n .

Si nous reprenons l'exemple précédent avec cinq pompes submersibles identiques, où une pompe est en attente et où chaque pompe a une capacité de 340 l/s, le volume effectif minimum par pompe fonctionnant en séquence cyclique sera de 3,8 m³ (15,3 m³ / 4).

Calculons maintenant la hauteur du volume effectif pour une seule pompe : $3,8 \text{ m}^3 / 32,64 \text{ m}^2 = 0,12 \text{ m}$

La hauteur du volume entre le niveau d'arrêt et le fond plat de la station était de 0,6 m.

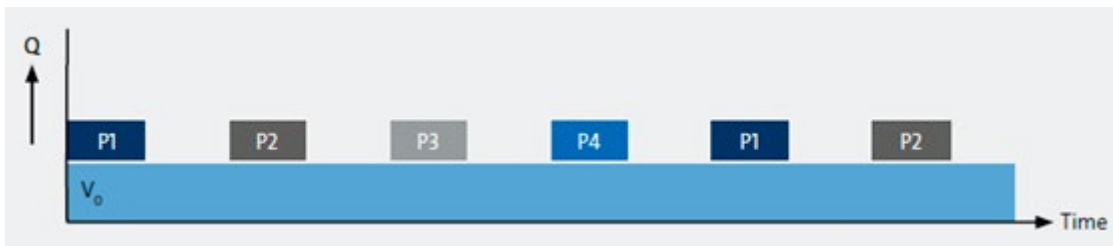
Le volume total du bassin est de $35,3 \text{ m}^3$, utilisant la formule suivante :

$$V_{\text{tot},n} = V_0 + ((n-1) \times H) \times S$$

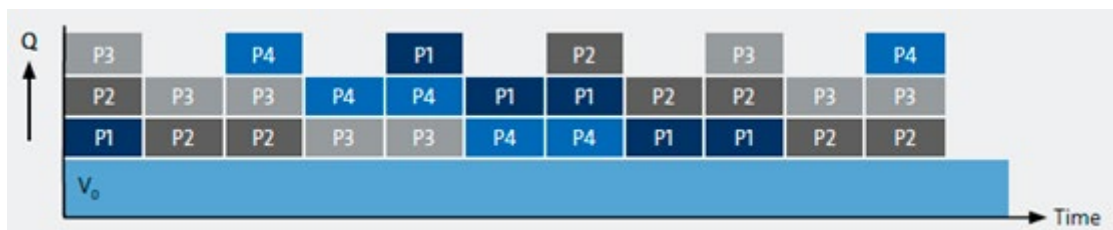
Volume effectif de la fosse : $35,3 \text{ m}^3 - 19,6 \text{ m}^3 = 15,7 \text{ m}^3$

Hauteur totale : $0,6 \text{ m} + 0,48 \text{ m} = 1,08 \text{ m}$

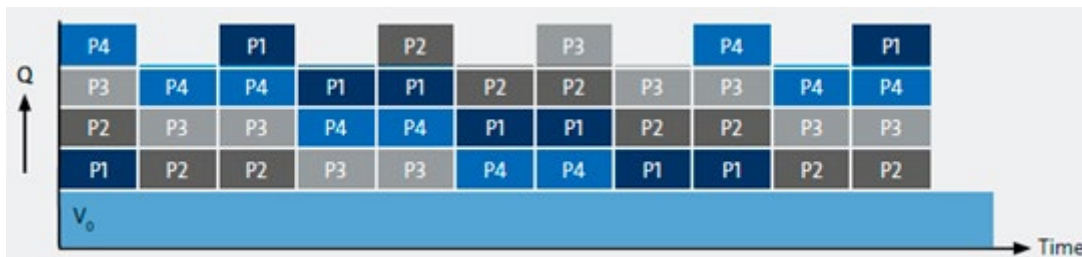
Hauteur effective totale : $0,12 \text{ m} \times 4 = 0,48 \text{ m}$



Les pompes fonctionneront à 1/8 de leur temps de cycle lorsque $Q_p = 2 \times Q_{in}$



Si Q_{in} est supérieur à la capacité de deux pompes, mais inférieur à trois pompes, les pompes fonctionnent aux 5/8 de leur temps de cycle.



Si Q_{in} est supérieur à la capacité de trois pompes, mais inférieur à quatre pompes, les pompes fonctionnent aux 7/8 de leur temps de cycle.

MODÈLE DE FONCTIONNEMENT EN FONCTION DU DÉBIT - MODÈLE DE FONCTIONNEMENT 3

Comme dans les modèles de fonctionnement 1 et 2, vus précédemment, le volume requis pour chaque pompe dans le modèle de fonctionnement 3 variera en fonction des caractéristiques du système de décharge. Avec ces volumes, le temps de pompage minimum autorisé ne serait expérimenté que lorsque l'écoulement vers chaque pompe est comparable exactement de 50 % de la capacité de cette pompe. Tous les autres écoulements produiront un temps de cycle plus long que le minimum. La figure ci-dessus pour les pompes avec alternance de fonctionnement cyclique illustre la séquence de pompes avec alternance de fonctionnement cyclique.

NIVEAU D'ARRÊT DE LA POMPE LE PLUS BAS

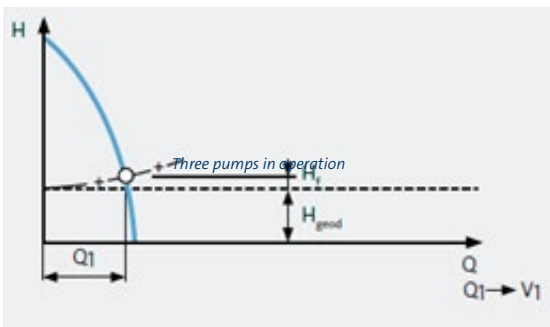
Il est recommandé que le fond du tuyau d'admission soit aligné avec le sommet du volume total de cyclage pour minimiser la profondeur de la structure de la station de pompage et ainsi limiter les coûts de génie civil. Si des contraintes de dimension de plan existent, le niveau d'arrêt peut être abaissé pour tenir compte des limitations du site. Cette élévation représente la hauteur de pompage statique maximale.

STATIONS DE POMPAGE AVEC TUYAUX DE DÉCHARGE COMMUNS

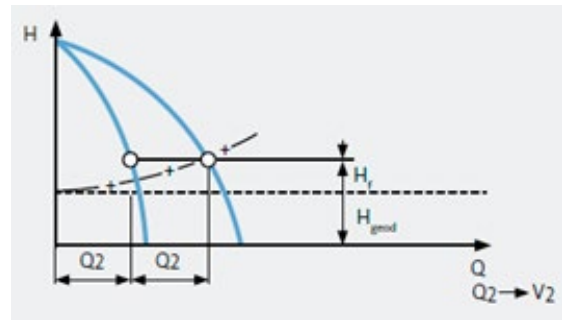
Pour le modèle de fonctionnement 1, le volume effectif total du puisard pour quatre pompes identiques dans une station de pompage avec collecteur et un tuyau de décharge commun peut être facilement calculé lorsque nous connaissons la capacité de la pompe et les dimensions de la station de pompage.

Il suffit d'accumuler le volume que chaque pompe peut pomper à travers le tuyau de décharge commun, en gardant à l'esprit que les pertes de charge dans le système de tuyaux augmenteront avec le nombre de pompes en fonctionnement.

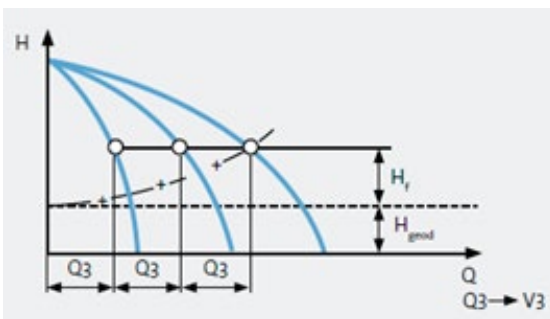
L'augmentation des frottements dans la conduite de refoulement entraîne une diminution du débit des pompes et une augmentation de la hauteur de refoulement. Le volume total effectif du bassin sera ci-après la somme des volumes suivants des volumes partiels plus le volume entre le niveau d'arrêt le plus bas et le fond du plan (V_0).



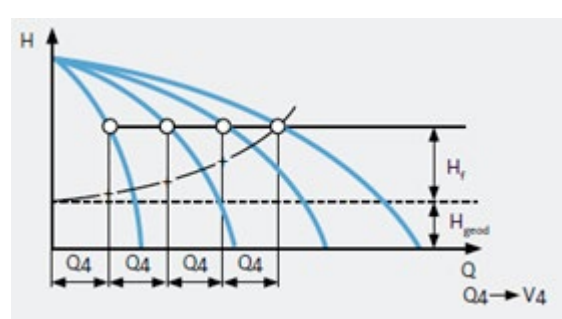
Une pompe en opération



Deux pompes en opération



Trois pompes en opération



Quatre pompes en opération

Prenons un exemple pour mieux comprendre :

La capacité d'une pompe en fonctionnement est de 340 l/s et le nombre maximum de démarrages autorisés par heure pour la pompe est de 20. Le volume effectif de la pompe numéro un est de 15,3 m³ si l'on utilise la formule ci-dessous :

$$V_h = \frac{340 \times 3.6}{4 \times 20} = 15.3 \text{ m}^3$$

$$Q_1 = 340 \text{ l/s} ; V_1 = 15.3 \text{ m}^3$$

$$Q_2 = 317 \text{ l/s} ; V_2 = 14.3 \text{ m}^3$$

$$Q_3 = 283 \text{ l/s} ; V_3 = 12.7 \text{ m}^3$$

$$Q_4 = 226 \text{ l/s} ; V_4 = 10.2 \text{ m}^3$$

Le volume V_0 a été calculé à 15.8 m^3

Le volume total du puisard est de $68,3 \text{ m}^3$, en utilisant la formule :

$$V_{\text{tot}} = V_0 + V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$\text{Volume effectif de la fosse : } 68.3 \text{ m}^3 - 15.8 \text{ m}^3 = 53 \text{ m}^3$$

La surface rectangulaire du fond de la station de pompage a été calculée comme étant de $5.5 \text{ m} \times 4.8 \text{ m}$. (26.4 m^2)

La hauteur entre les différents niveaux de départ est calculée en divisant les volumes individuels par la surface du fond.

$$H_{\text{eff1}} = 0.58 \text{ m}$$

$$H_{\text{eff2}} = 0.54 \text{ m}$$

$$H_{\text{eff3}} = 0.48 \text{ m}$$

$$H_{\text{eff4}} = 0.39 \text{ m}$$

Le niveau d'arrêt le plus bas se situe à $0,6 \text{ m}$ au-dessus du fond de la station de pompage et la hauteur totale du volume du puisard est de $2,6 \text{ m}$.

Comme mentionné dans les articles précédents, une conception appropriée du poste de relevage est cruciale pour obtenir un environnement optimal pour les pompes et pour prévenir les by-pass, l'accumulation de sédiments et la formation de couches superficielles. Une conception inappropriée du poste de pompage peut avoir un impact négatif sur l'environnement hydraulique et peut affecter le fonctionnement de la pompe, entraînant une réduction des performances et de la durée de vie de la pompe.

Avec ces articles et la documentation technique des pompes Grundfos pour les eaux usées, nous visons à aider les consultants et les ingénieurs chargés de la conception de stations de pompage dans la définition des principales dimensions de la station de pompage.

