

Chapitre V

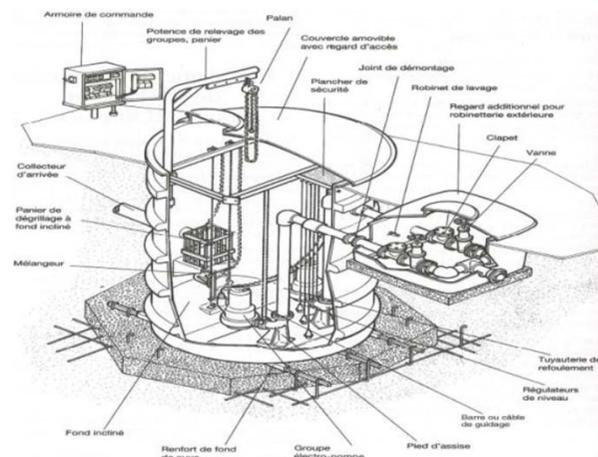
Éléments d'une station de pompage

I.1. Equipement en amont : Aspiration

L'aspiration des pompes d'une station peut se faire soit dans une bache d'aspiration, soit dans une conduite.

I.1.1. Aspiration en bache

L'eau a aspirer est stockée dans une bache ou réservoir d'aspiration, réservoir en communication avec l'atmosphère. Cette bache est reliée plus ou moins directement a la rivière ou a la retenue alimentant la station de pompage. L'aspiration des pompes se fait alors directement, soit par une courte conduite plongeant dans la bache, soit en immergeant la pompe elle-même ou le groupe électropompe submersible.



I.1.2. Grilles

Elles sont disposées a l'amont de la bache afin d'éviter l'entrée des corps flottants ou en suspension ainsi que des poissons. Il existe deux types principaux de grilles qui peuvent être placées en série Les grilles fixes a barreaux dont le nettoyage est assure soit manuellement par des râteaux mécaniques, soit hydrauliquement (lavage a contre-courant) Les filtres tournants a toiles métalliques disposes en bande (filtre a chaine) ou en tambour ; le nettoyage s'effectue par lavage des toiles par des rampes d'eau sous pression



Panier dégrilleur

1.3. Vannes

La bête d'aspiration doit pouvoir être isolée de la rivière (ou du réservoir) le long de laquelle est implantée la station de pompage par des vannes murales mises en place derrière les gilles. On utilise des vannes plates à glissement dont la commande est assurée par des vis ou crémaillère. Ces vannes sont généralement placées en amont des murs constituant le cuvelage de la bête. Un dispositif de signalisation de la position des vannes alimentant la bête d'aspiration doit être prévu dans la salle de commande des pompes pour interdire leur mise en route quand ces vannes sont fermées.

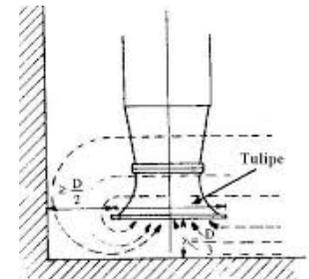
1.4. Tulipe

La nécessité de la tulipe dépend essentiellement de la vitesse d'entrée de l'eau dans la conduite d'aspiration. Pour des vitesses ne dépassant pas 0,8 m/s, il est possible de ne pas prévoir de tulipe. Cependant son utilisation permet de diminuer les pertes de charge. Aussi est-il recommandé d'en prévoir dès que la vitesse dépasse 0,5 m/s. L'utilisation des tulipes prend toute son importance pour l'installation des pompes hélices.

1.5. Crépine

Tout comme la grille, la crépine évite l'entrée accidentelle dans la pompe de corps solides qui peuvent s'introduire dans la bête d'aspiration. Elle est constituée par un cylindre perforé qui refuse le passage à des objets nettement plus petits que la grille. L'obturation de la crépine engendre une perte de charge additionnelle à l'aspiration de la pompe, ce qui peut engendrer une cavitation dangereuse de la pompe.

Une crépine doit toujours être largement immergée pour éviter les entrées d'air et éloignée d'environ 0,3m du fond du puisard.



1.6. Clapet d'aspiration, clapet à crépine

Lorsque la pompe n'est pas immergée, un clapet anti-retour placé sur la canalisation d'aspiration évite à l'arrêt de la pompe un retour d'eau si le clapet anti-retour normalement placé au refoulement ferme mal ; de cette façon, il n'y a pas de risque de dévirage de la pompe. Ce clapet placé à l'aspiration permet, d'autre part, de maintenir la colonne d'eau dans la conduite d'aspiration et le corps de pompe.

Ce clapet peut être combiné avec la crépine d'aspiration pour former un clapet à crépine.



1.7. Puisard pour pompe hélice

En raison des grandes vitesses d'entrée dans les pompes hélices placées en puisard, les caractéristiques de fonctionnement de ces machines sont sensibles aux conditions d'écoulement dans le puisard.

1.8. Aspiration sur conduite

L'eau à élever arrive à la station par une conduite que l'on relie directement au collecteur d'aspiration des pompes.

1.9. Conduite ou collecteur d'aspiration

Sur une conduite d'aspiration, on évitera toute formation de poches d'air. Les parties horizontales comportent une légère pente (2%) montant en direction de la pompe afin de permettre l'évacuation permanente des bulles d'air qui pourraient être libérées dans l'eau.

La vitesse de circulation de l'eau dans la conduite d'aspiration sera de l'ordre de 0,8 à 1,2 m/s, afin de limiter les pertes de charge, notamment au droit des piquages vers les pompes. Ces piquages seront effectués de préférence en Y.

L'équipement du collecteur devra comporter tous les dispositifs nécessaires à son ventousage, à sa vidange et à sa visite (diamètre supérieur à 600 mm).

1.10. Joints

Si la conduite d'aspiration est en dépression, une attention particulière sera donnée à l'étanchéité des joints afin de supprimer toute possibilité d'entrée d'air.

Des joints à brides permettant la décomposition des caoutchoucs sont généralement utilisés en vue du démontage pour entretien ou réparation des appareils tels que vannes, pompes, clapets.

1.11. Organes communs aux deux types d'aspiration

De façon générale, on cherchera à limiter les pertes de charge d'une part et à éliminer tout dispositif risquant d'engendrer les entrées d'air d'autre part. Dans les types d'aspiration on utilise les organes suivants : coudes, dispositifs de guidage, vannes d'aspiration, convergent d'aspiration, et une petite centrale de vide comprenant un ballon de vide, des éjecteurs ou des pompes à vide, pour assurer l'amorçage de la pompe.

2. Equipements en aval : Refoulement

2.1. Joints de raccordement

La conduite de refoulement raccordée a la pompe ne doit pas lui transmettre d'effort parasite. Si des tassements différentiels entre le sol extérieur et la station sont a craindre, il est nécessaire de prévoir des joints donnant une certaine souplesse, du type joint Gibault, Perflex, Viking Johnson ou similaires.

Ces joints ne sont pas toujours du type auto butée ; il faudra donc, dans ce cas, prévoir des massifs de butée.



2.2. Clapet de refoulement

Le rôle de ce clapet place a la sortie de la pompe est d'empêcher l'inversion du débit d'eau lors de l'arrêt de la pompe. Il permet de ne pas soumettre la conduite d'aspiration a la pression de refoulement et de la protéger contre les surpressions en provenance du réseau aval. Les clapets les plus utilisés sont des clapets a battant ; ils sont montés sur les conduites horizontales ; la figure suivante montre les différents types de clapets.



2.3. Vanne de refoulement

Placée éventuellement après la pompe et le clapet anti-retour, la vanne de refoulement joue plusieurs rôles. Elle permet tout d'abord d'isoler la pompe lors des entretiens et démontages. Elle intervient aussi lors de la mise en marche dans le cas des pompes centrifuges.

Enfin, la vanne de refoulement peut avoir éventuellement un rôle de réglage.

Compte tenu de la perte d'Énergie qui en résulte, cette méthode de réglage du débit ne doit être appliquée qu'exceptionnellement.



2.4. Divergent et collecteur de refoulement

La vitesse de l'eau à la sortie du diffuseur de certaines pompes peut être de 3 à 7 m/s. Les vitesses couramment admises dans les conduites de refoulement sont comprises entre 1 et 1,5 m/s. D'où la nécessité de prévoir à la sortie de la pompe un divergent constitué d'un cône d'angle au sommet de 8 à 10°.

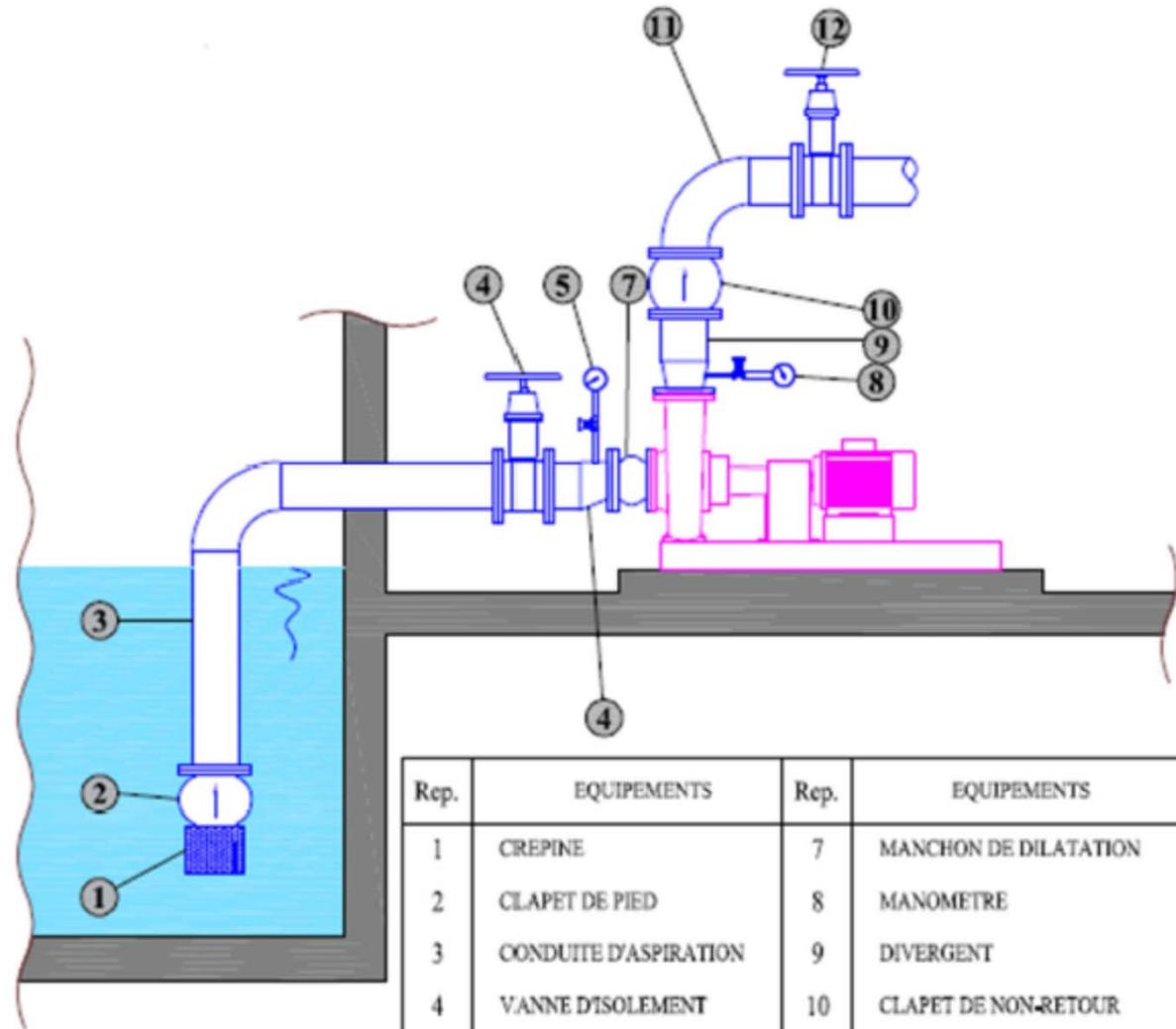
Si plusieurs pompes sont raccordées sur le même collecteur, les piquages se feront en oblique (en Y).

Le collecteur est équipé des dispositifs classiques pour le ventousage et la vidange.



La figure en face inventorie l'ensemble des équipements devant s'installer à l'aspiration et au refoulement des pompes centrifuges.

le cas d'une pompe fonctionnant en aspiration, est le cas qui nécessite le plus d'attention dans le choix des équipements et de leurs caractéristiques.



Rep.	EQUIPEMENTS	Rep.	EQUIPEMENTS
1	CREPINE	7	MANCHON DE DILATATION
2	CLAPET DE PIED	8	MANOMETRE
3	CONDUITE D'ASPIRATION	9	DIVERGENT
4	VANNE D'ISOLEMENT	10	CLAPET DE NON-RETOUR
5	VACUOMETRE	11	CONDUITE DE REFOULEMENT
6	CONVERGENT	12	VANNE D'ISOLEMENT

1. Disposition d'ensemble – conception architecturale de la station de pompage et ses annexes

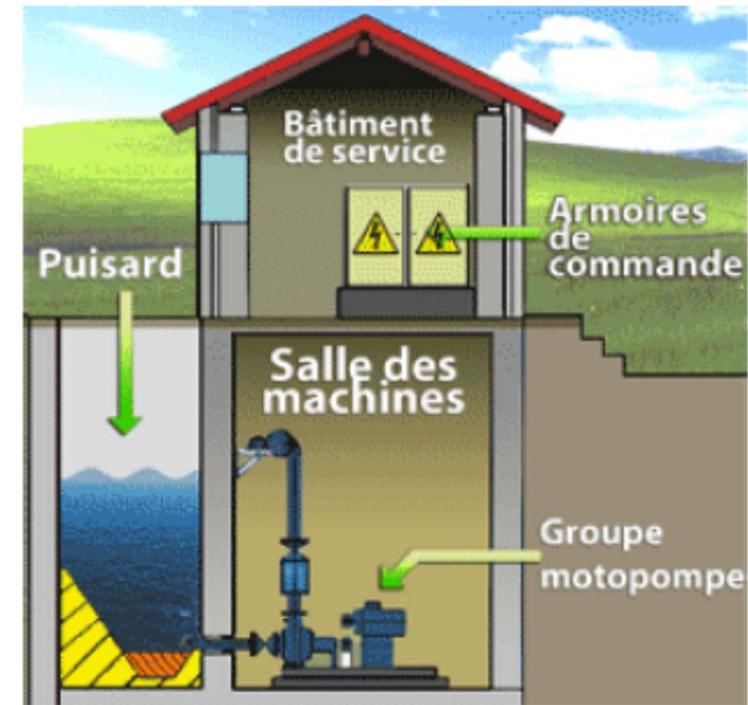
1.1. Le bâtiment

Pour les stations pompages fixes, quelle que soit leur importance, les groupes et les appareillages divers devront être protégés contre les intempéries ou contre les rigueurs du climat. Les parois latérales peuvent être des agglomérés, des briques, des tôles, des plaques d'amiante-ciment ; elles peuvent être ajourées ou complètement fermées afin de permettre une ventilation naturelle et l'évacuation des quantités de chaleur produites par les groupes.

Le toit est souvent construit en tôle ondulée, en plaques d'amiante-ciment, ou, pour des grosses stations, est composé d'une dalle en béton armé classique.

Il convient de noter que certains groupes électropompes spécialement protégés contre les intempéries, comme les groupes "out-door" et les groupes immergés à moteur submersible peuvent être utilisés à ciel ouvert ; dans ce cas, le bâtiment

de la station, construit à l'écart des groupes, a pour seul but de protéger l'équipement électrique et les divers appareillages.



Dans le cas général, le bâtiment abrite l'ensemble des installations : pont roulant, groupes, appareillage électrique.

1.2. Eclairage

La superficie des fenêtres ou ouvertures doit avoir au-moins les $1/7$ de la superficie couverte.

1.3. Ventilation

La salle des pompes est protégée de manière à ce que toute la chaleur produite par les moteurs soit évacuée à l'extérieur. La différence de température admissible entre l'air intérieur et extérieur ne doit pas dépasser :

5° (présence permanente du personnel) ;

10° (présence accidentelle du personnel).

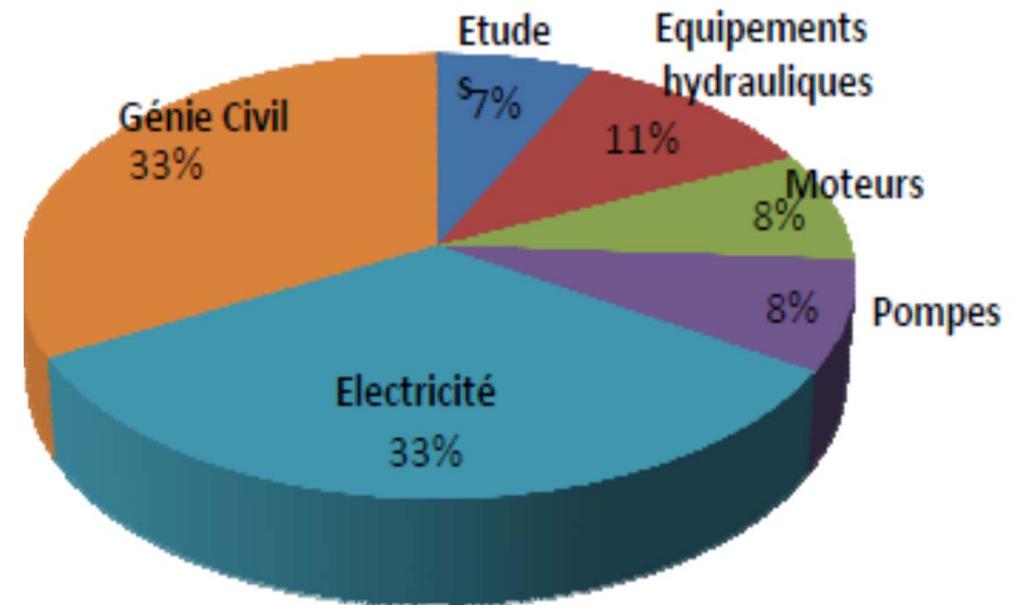
La température prise en compte est la température moyenne mensuelle à 13h pour le mois le plus chaud. Pour les stations importantes, la ventilation naturelle n'est généralement pas suffisante pour empêcher l'échauffement d'un bâtiment ou sont réunis les groupes de pompage et le poste de transformation.

Aussi, si l'on admet que la ventilation naturelle est suffisante pour refroidir le poste de transformation et les appareillages, on prévoit par contre pour la ventilation des moteurs des groupes, une ventilation forcée.

Coûts des divers postes de dépenses de construction

Lors de la conception d'une station de pompage, il est utile de se référer aux données de la figure en face, qui donne des ordres de grandeur pour divers postes de dépenses de construction entrant dans la construction d'une station de pompage.

Elle est plutôt valable pour les grosses stations de pompage d'eau potable (puissance supérieure à 1000kW) met en particulier en évidence que le coût des pompes et moteurs (parties essentielles d'une station de pompage) ne représente, en ordre de grandeur, qu'environ 15% du coût total de la station alors qu'elles concourent de façon importante à la fiabilité et au coût d'exploitation de l'installation.



Le tableau montre que la conception d'une station de pompage fait intervenir de multiples éléments dans de nombreux domaines.

Le processus de conception d'une station de pompage doit conduire à l'établissement des documents suivant :

- ✓ études hydrauliques d'ensemble et architecture hydraulique ;
- ✓ études d'ensemble de la station (installation des matériels, bâtiment et génie civil) et dessins de détail ;
- ✓ spécifications techniques des divers matériels, y compris le suivi de la fabrication, la vérification des performances et la réception des équipements ;
- ✓ manuels d'opération et de maintenance.

Une partie de ces études, dessins de détail et documents doit être fournie par les constructeurs, fournisseurs et entrepreneurs selon les spécialisations de leurs contrats.

Domaines	Eléments de conception
Nature, Qualité et Prétraitement de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - nature et utilisation de l'eau - prétraitement éventuel de l'eau avant pompage : dégrillage, dessablage, débouillage, etc.
Hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> - conditions d'aspiration (dimensionnement et niveaux des bassins d'aspiration) ; - réseau aspiration/refoulement ; - débit et hauteur de refoulement minimum et maximum ; - Plage de fonctionnement ; - coup de bélier. Protection et contrôle ;
Mécanique	<ul style="list-style-type: none"> - types de pompes. Types d'installation (axe horizontal ou vertical) ; - choix des types de vannes, clapets, etc. ; - schéma d'installation et d'implantation des tuyauteries et équipements - choix des matériaux, etc.
Electricité	<ul style="list-style-type: none"> - puissance nécessaire et puissance instantanée appelée ; - équipement d'alimentation en secours.
Génie civil et Bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> - implantation, accès, facilité de construction ; - architecture extérieure du bâtiment, superstructures ; - pompage en fosse sèche ou humide, groupes immergés ; - locaux annexes, atelier de maintenance, stockage.
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> - impact sur les zones adjacentes, cours d'eau et écologie ; - esthétique, odeur, bruit, etc.
Exploitation et Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - sûreté d'exploitation ; - besoins en personnel d'exploitation, degré d'automatisation ; - contrôle locale ou à distance.

Pompage eau traitée (potable)

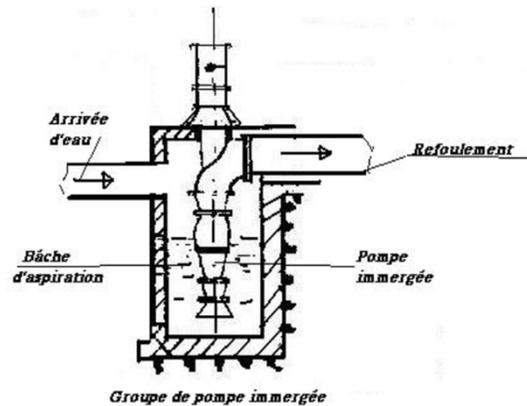
Pour une nouvelle station de pompage ou pour le renforcement d'une station existante, l'objectif premier est de définir les caractéristiques hydrauliques et de fonctionnement des groupes de pompage.

Il convient pour cela de déterminer :

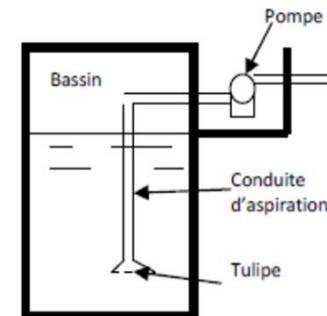
- les débits à assurer par la station ;
- les hauteurs totales de refoulement (de charge) correspondantes ;
- le nombre de pompes et les conditions de régulation des pompes de la station ;
- les vitesses de rotation des groupes « électropompes » ;
- et, enfin, les types de pompes envisageables.

1. Installation des pompes avec aspiration dans un bassin d'aspiration

Ce cas se présente lorsque la station de pompage comporte une conduite verticale d'aspiration ou bien une pompe noyée (immergée)



Pompe immergée



Conduite verticale d'aspiration

2 Installation des pompes en fosse sèche

Selon la gamme de débit et de hauteur pour ce type de station, trois types de pompes à axe vertical ou horizontal peuvent être envisagés :

- monocellulaire jusqu'à une hauteur de charge d'environ 80 mce ;
- multicellulaire pour les hauteurs totales de charge supérieures à 80 mce ;
- double entrée et plan de joint, pour les débits élevés et pour des hauteurs de charge de 40 à 150 mce.

Le montage des pompes à axe vertical présente l'avantage de réduire l'encombrement au détriment de la faculté de maintenance, avec un risque plus important de vibration.

Le montage à axe horizontal est plus encombrant, mais les paliers sont hors d'eau et les vibrations sont réduites. Ce montage présente donc le maximum possible de fiabilité et de facilité de conduite et de maintenance.

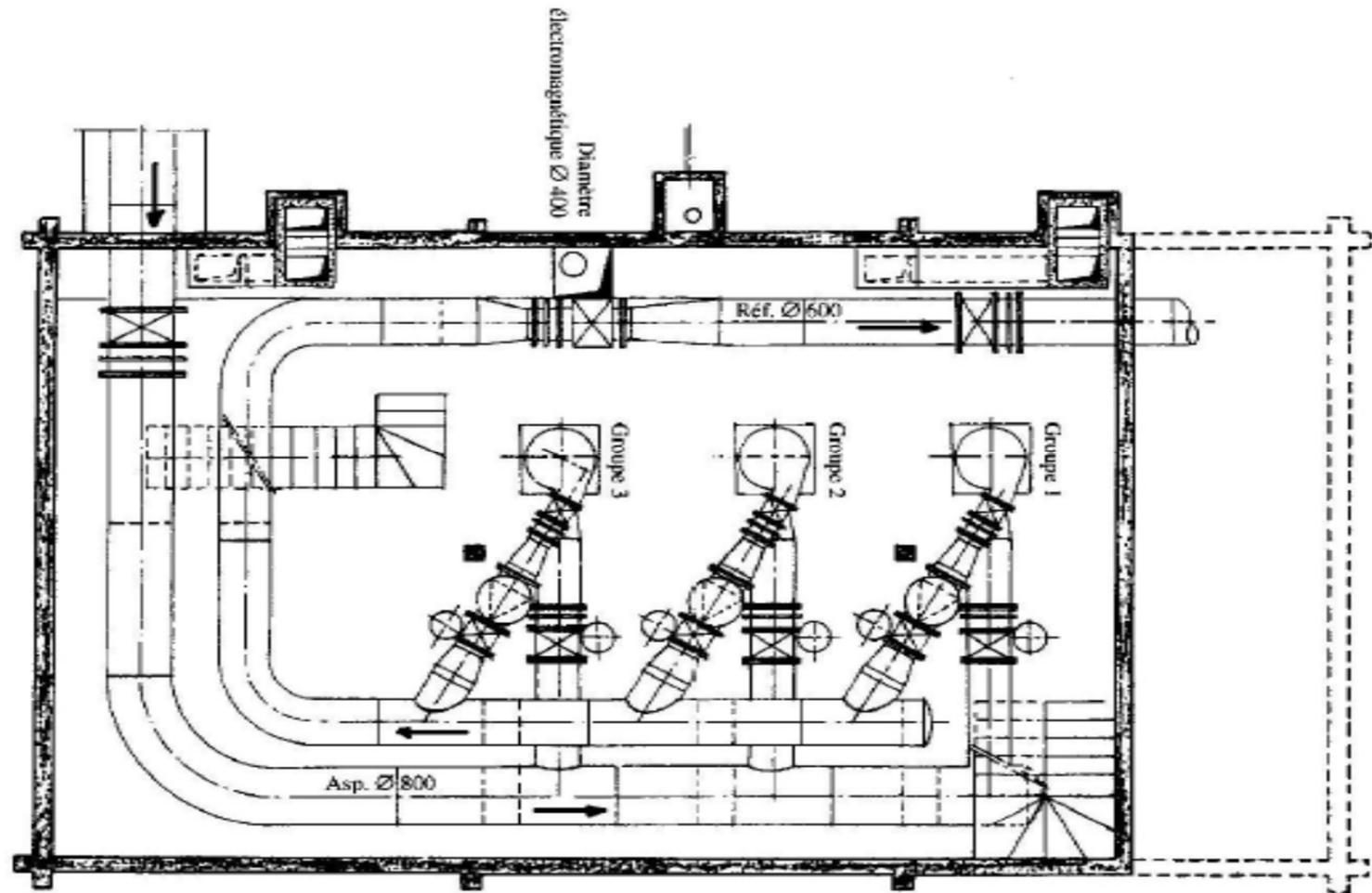


Pompes à axe vertical installées en fosse sèche



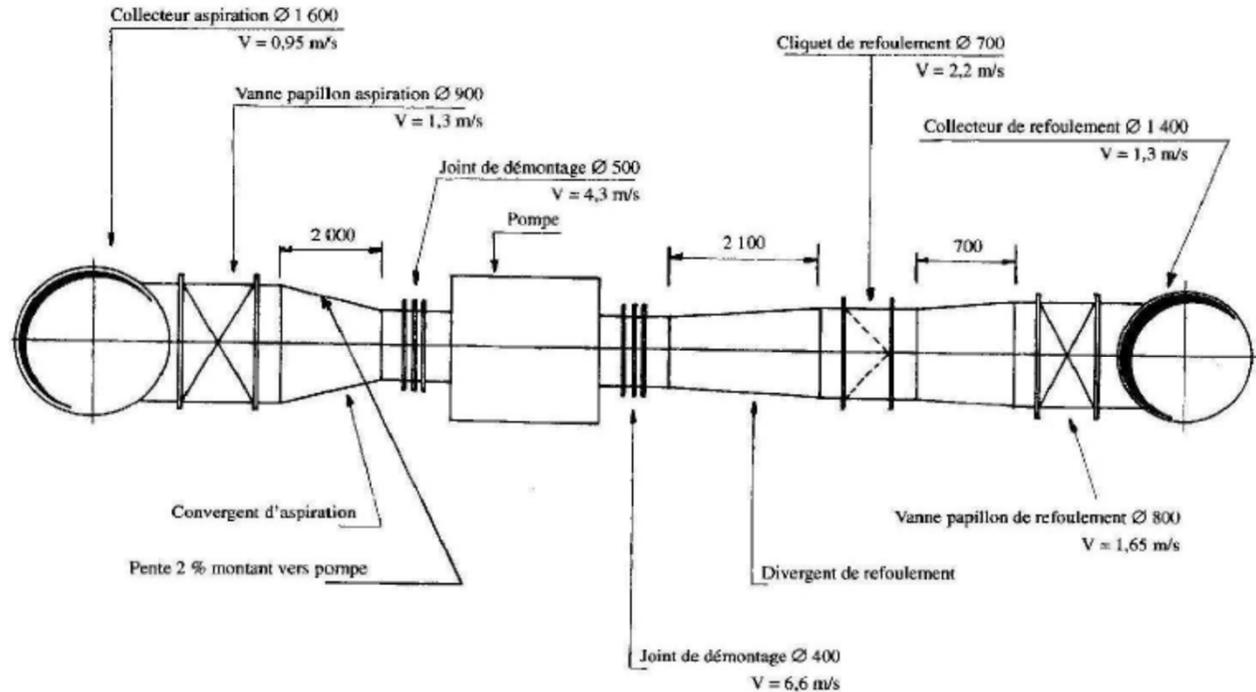
Pompes à axe horizontal installées en fosse sèche

Dans une station de pompage, les pompes en fosse sèche peuvent être alimentées par une canalisation individuelle ou collectivement à partir d'une canalisation commune alimentant les différentes pompes. Sur la **figure** est présenté le schéma d'une station de surpression où les pompes sont alimentées à partir d'une conduite commune.



Sur l'aspiration et le refoulement à l'entrée et à la sortie de la pompe, on trouve les équipements suivants :

- des joints de montage. Ils sont destinés à faciliter ou permettre le démontage de la pompe et des équipements hydrauliques de la station ;
- un convergent d'aspiration, qui est destiné à augmenter la vitesse de l'eau à l'entrée de la pompe ;
- un divergent, qui est destiné à diminuer la vitesse de l'eau à la sortie de la pompe (en sortie de pompe, la vitesse dépasse souvent 5 à 6 m/s) pour la ramener entre 1.5-3.0 m/s.
- un dispositif anti-retour sur le refoulement ;
- des vannes



Stations de pompage d'eau brute

Les stations de pompage d'eau brute présentent des particularités en liaison avec :

la nécessité d'assurer le captage de l'eau dans le milieu naturel (source, fleuve, torrent, lac ou retenue) au moyen d'un ouvrage de prise d'eau ; la qualité particulière de l'eau à pompée qui peut requérir des prétraitements avant pompage et/ou des précautions et choix particuliers en matière d'équipements (types de pompes, choix de matériau résistant à l'abrasion ou corrosion...).

Prise d'eau

Les principaux paramètres à prendre en compte au niveau de la conception de la prise d'eau sont :

- l'alimentation de la station de pompage en eau quel que soit le niveau dans la ressource (crue ou étiage) ;
- la limitation au maximum du pompage des matières solides, en suspension ou charriage ;
- la protection de la prise d'eau et les installations contre les risques dus aux crues ;
- la nécessité de ne pas créer de survitesses importantes au droit de la prise.

Lorsqu'il y a prise dans une retenue de grande profondeur (plus de 5 m), il est recommandé de prévoir plusieurs niveau de prise de l'eau pour pouvoir choisir le niveau de prise optimal au point de vue qualité d'eau brute.

L'ouvrage de prise alimente une bêche ou directement une canalisation d'aspiration des groupes de pompage d'eau brute :

Entre la prise d'eau et la station de pompage, on peut avoir trois types d'alimentation :

- ✓ en charge avec une tuyauterie ou une galerie ;
- ✓ en siphon avec tuyauterie au-dessus des plus hautes eaux et dispositif d'amorçage ; surface libre, en canal.

Le choix s'effectue en fonction de la taille des installations, des conditions de sol, de la topographie, de l'environnement, de la réglementation, des coûts... .

Les vitesses dans les conduites ou galeries doivent être supérieures à 0.8 à 1 m/s pour limiter les décantations.

Choix et installation des pompes d'eau brute

Les pompes noyées sont souvent utilisées pour les pompages d'eau brute mais les pompes en fosse sèche (décrites en § 2) peuvent également être utilisées.

Trois types de pompes noyées sont principalement utilisés dans le pompage d'eau brute :

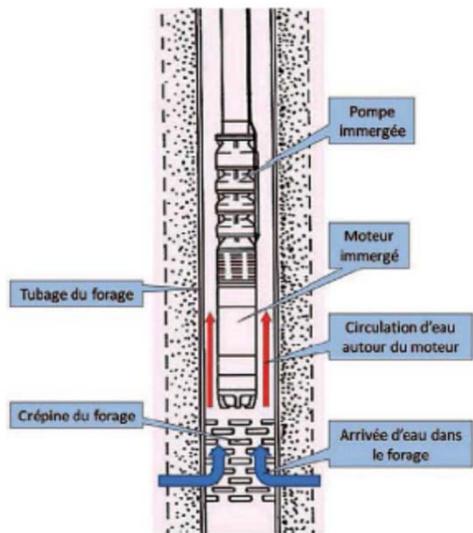
- les pompes verticales à refoulement concentrique ;
- les groupes immergés ;
- les groupes immergés pour puits profonds et forages.



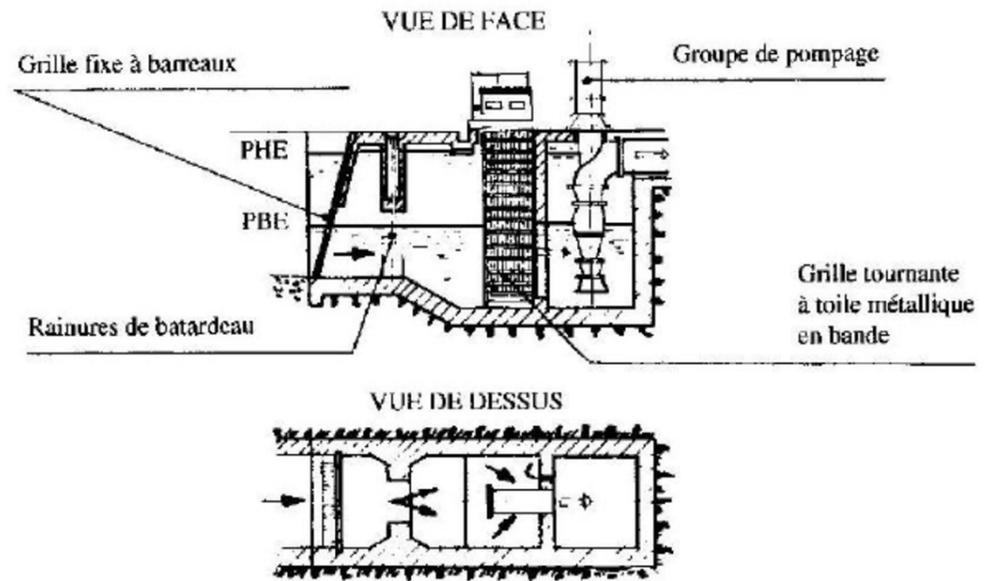
Pompes submersibles en fosse noyée



Station de pompage pour l'irrigation équipée de 9 groupes multicellulaires horizontaux, puissance unitaire 400 kW



Groupe immergé pour forage



Aspiration d'une station de pompage d'eau brute

Stations de pompage eaux usées et pluviales

Les stations de pompage assainissement présentent les principales particularités suivantes :

- ✓ les stations sont très souvent implantées en milieu urbanisé ;
- ✓ le niveau d'aspiration des pompes se situe en général à quelques mètres au-dessous du niveau du sol ;
- ✓ les hauteurs de refoulement sont assez faibles ;
- ✓ les possibilités de stockage des eaux à pomper sont relativement réduites ;
- ✓ les eaux pompées contiennent des déchets de toutes natures, des matières flottantes, en suspension ou en charriage....).

Rôle des stations de pompage en assainissement :

En général, dans un réseau d'assainissement on essaie de faire véhiculer les eaux usées gravitairement, si éventuellement la topographie et la nature du terrain le permettent.

Parfois cette solution devient difficile à cause de certaines contraintes topographiques et géotechniques (exemples : terrains accidentés ou trop plats, terrains très rocheux, etc...).

Donc pour éviter de caler le réseau à des profondeurs excessives, on fait recours à des stations de pompage (refoulement ou relèvement, selon le cas).

Donc, on distingue dans les stations de pompage assainissement :

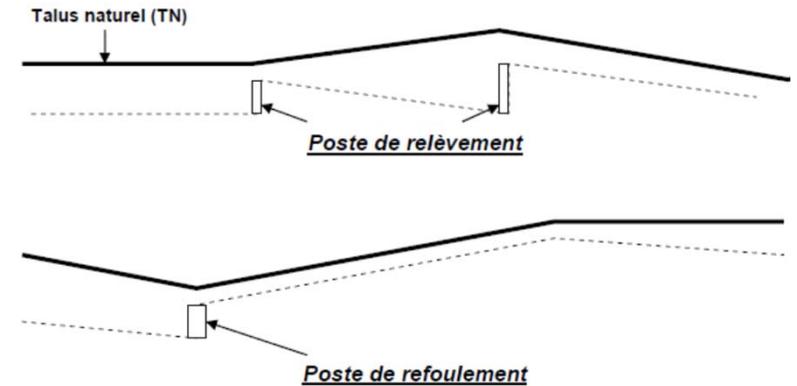
les stations de relèvement (ou relevage). qui ne comportent pas de canalisation de refoulement en sortie de station.

les stations de refoulement qui comportent une canalisation de refoulement en sortie de station.

Différence entre un poste de refoulement et un poste de relèvement :

Un poste de refoulement est un poste qui consiste à relever l'eau et la refouler jusqu'à une certaine distance pour être déversée dans un ouvrage. La distance de refoulement peut être importante et peut atteindre quelques kilomètres.

Tandis qu'un poste de relèvement (ou relevage) est un poste qui consiste à relever l'eau jusqu'à un certain point pour être déversée gravitairement après.



Groupes électropompes

Les groupes électropompes utilisés actuellement en assainissement sont pour l'essentiel de deux types :

- les groupes électropompes assainissement type submersibles, immergés dans la bache d'aspiration
- les groupes électropompes disposés dans une fosse sèche accolée à la bache d'aspiration. Ces types de groupes électropompes ne sont plus utilisés actuellement pour des nouveaux projets.

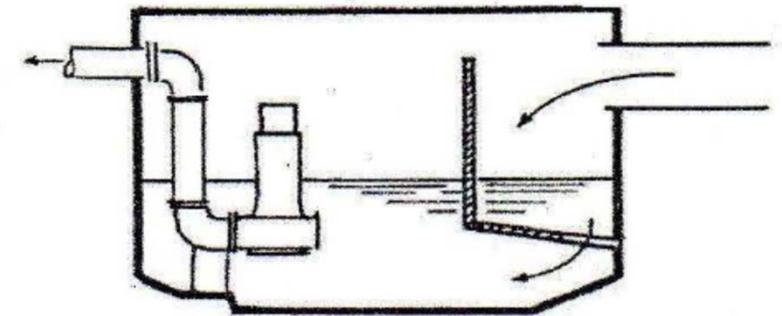


Figure 1
Puisard avec cloison

type submersibles, immergés dans la
bâche d'aspiration



disposés dans une fosse sèche accolée à la bache d'aspiration



