

Chapitre 1 : Introduction générale

1 INTRODUCTION :

L'eau est une ressource vitale pour l'homme. Ce bien précieux, également connu sous le nom d'or bleu ou d'or du futur, se distingue de toutes les autres richesses naturelles, car il ne connaît pas de frontières. Pas moins de 148 pays comptent au moins un bassin hydrographique transfrontalier. Voilà pourquoi la coopération dans le domaine de l'eau est cruciale pour la sécurité, la lutte contre la pauvreté et la justice sociale. Elle crée des bénéfices économiques, préserve les ressources vitales, protège l'environnement et construit la paix.

Avec l'augmentation des besoins alimentaires, l'urbanisation rapide et le changement climatique, l'eau occupe une place essentielle dans notre train de vie et l'obligation de garantir son futur doit être notre priorité.

Pour capter l'eau et surtout la stocker aux diverses étapes de son parcours correspond à différentes réalisations : les réservoirs. Ce stockage est destiné à l'alimentation en eau des agglomérations. Lorsque la topographie permet de disposer d'un point haut, on construit un réservoir au sol. Lorsque le terrain ne présente pas de point assez haut, on construit un réservoir surélevé : le château d'eau.

Le château d'eau tient une place importante dans le paysage. Il a été souvent décrié car il occasionne une « pollution visuelle », mais l'expérience montre qu'il demeure une solution économique fiable, qu'il peut-être esthétique.

1.2 LE CHATEAU D'EAU :

Le château d'eau, construction généralement impressionnante, a pour mission de stocker l'eau. Lien indispensable entre le débit demandé par les abonnés et le débit fourni par la station de pompage, il permet de diminuer l'utilisation des pompes électriques. Sans que l'on s'en rende compte, cette «réserve» fait partie intégrante du réseau de distribution d'eau.

L'eau stockée permet de couvrir une consommation moyenne d'une demi-journée.

C'est donc idéal pour ne pas couper l'eau courante lors d'une réparation de canalisation.



Figure 1.1 Château d'eau

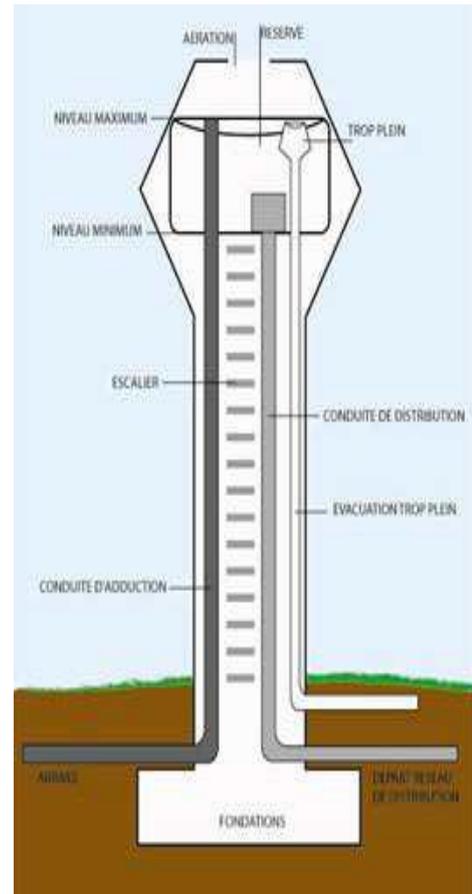


Figure 1.2 Schéma d'un château d'eau

Pour que l'eau soit envoyée dans les habitations avoisinantes, sans l'utilisation de Pompes électriques, il faut que le réseau soit gravitaire. Cela signifie que les habitations doivent être situées en contrebas du château d'eau. Si une habitation est située plus en hauteur que le réservoir, elle ne pourra pas être approvisionnée.

C'est le principe des vases communicants. Un premier tuyau achemine l'eau dans la cuve de stockage qui se trouve au sommet du château tandis qu'un second conduit permet à l'eau de redescendre.

1.2.1 Pourquoi les châteaux d'eau sont-ils construits sur une hauteur ?

Le château d'eau remplit une double fonction, constituer un réservoir tampon entre la production d'eau et la distribution aux consommateurs et livrer l'eau. La production d'eau doit se faire le plus régulièrement possible alors que la livraison est soumise à la demande des usagers. Quelle que soit le moment de la journée et la hauteur de la demande en eau.

Chapitre 1 : Introduction générale

Il faut que chaque utilisateur bénéficie d'un débit correct. Le stockage de l'eau permet également de faire face aux demandes exceptionnelles en cas d'incendie.

Un château d'eau est une construction placée en général sur un sommet géographique permettant de stocker de l'eau et de fournir le réseau de distribution en eau sous pression, afin qu'ils se situent au-dessus du plus haut des robinets à desservir.

La distribution de l'eau va pouvoir utiliser le phénomène naturel des vases communicants pour alimenter le réseau de distribution.

Le remplissage du réservoir se fait par pompe d'alimentation de façon automatique pour maintenir un niveau constant dans le réservoir.

1.2.2 De quoi dépend la pression de l'eau de distribution ?

Comment se fait-il que l'eau monte d'elle-même jusqu'aux robinets des plus hauts étages de nos maisons ? C'est l'effet des vases communicants : Des vases sont dits communicants, lorsqu'un liquide passe librement de l'un à l'autre. Lorsque plusieurs vases communicants contiennent un même liquide, les surfaces libres sont, dans tous les vases, au même niveau.

L'eau est amenée dans un vaste réservoir (château d'eau) placé en un lieu élevé, afin que le niveau de la surface libre soit plus haut que les plus hautes maisons de la ville. Elle descend de là par des tuyaux qui courent sous les rues, remonte d'elle-même aux étages supérieurs de tous les bâtiments (parce qu'elle tend à remonter au même niveau que dans le réservoir).

La pression varie selon la situation de l'habitation par rapport au château d'eau qui l'alimente et qui doit se trouver sur un point élevé. La pression de l'eau qui est fournie au robinet des abonnés est proportionnelle au dénivelé qui existe entre le niveau d'eau dans le château d'eau et l'habitation :

- 10 mètres de dénivelé est équivalent à 1 bar de pression.
- 20 mètres à 2 bars de pression
- 30 mètres à 3 bars de pression

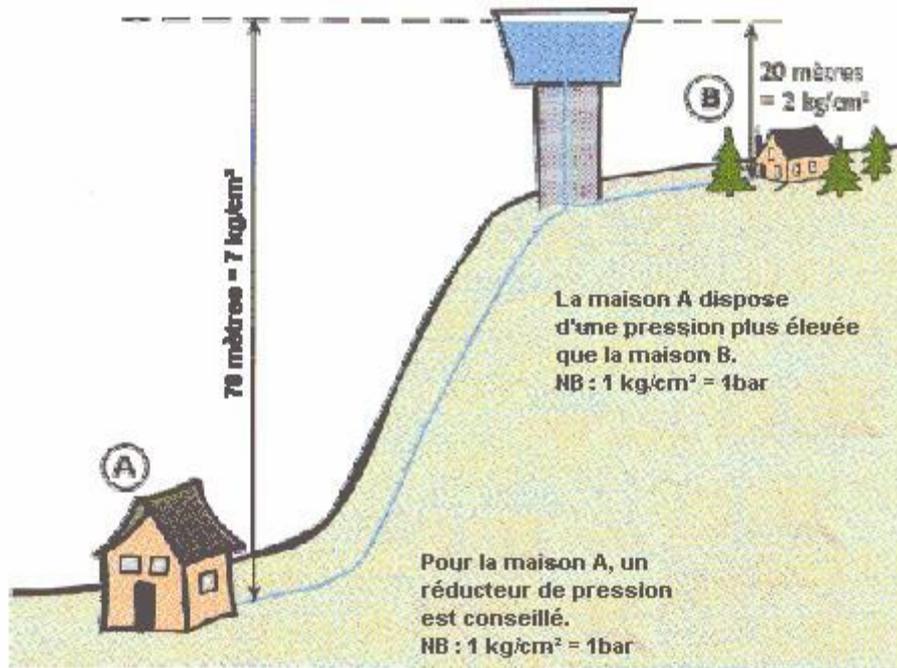


Figure 1.3 schéma d'un château d'eau placé dans un lieu élevé

Les habitations qui se trouvent dans le fond d'une vallée auront donc une pression plus élevée que celles qui se trouvent plus haut.

1.3 LES AVANTAGES D'UN CHATEAU D'EAU :

- Les pompes d'alimentation fonctionnent à pression et à débit constants, donc avec à un bon rendement. La consommation en énergie est donc faible.
- Au niveau de la fiabilité, en cas de panne EDF ou de panne mécanique du pompage, le fonctionnement du réseau continue par gravité. Le château apporte au réseau de distribution une grande sécurité, car il contient en général la consommation d'une journée moyenne.
- Il permet le maintien de la pression sur le réseau de distribution, tout en autorisant les interventions techniques sur la partie amont du réservoir.
- En cas de catastrophe (tempête, feux, ...) il facilite le maintien de la distribution en eau à moindre coût.

1.4 LA CONSTRUCTION D'UN CHATEAU D'EAU :

- Les composantes.
- Les techniques de construction.
- Exemple de construction d'un château d'eau.

Chapitre 1 : Introduction générale

1.4.1 Les composantes :

Le château d'eau a un rôle de réserve et d'organe régulateur de la pression dans le réseau. Seul le défaut de relief dans la zone où doit être implanté le réservoir impose de construire ce dernier sur tour. Structurellement, le château d'eau est donc une cuve surélevée, placée sur un support. Il faut y ajouter la fondation sous ce dernier, importante en raison de la masse de l'ouvrage.

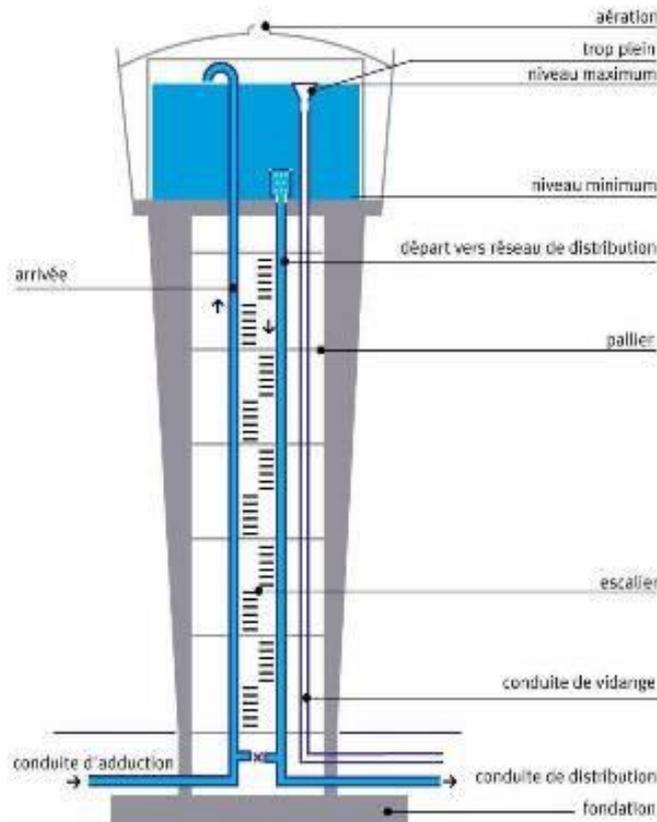


Figure 1.4 Les composantes d'un château d'eau.

La protection des tuyauteries impose de les loger dans une enceinte fermée, du sol à la cuve ; ce fût participe souvent au soutien du réservoir. Il comporte des planchers régulièrement espacés. L'obligation de couverture minimale de 1 m de terre des canalisations extérieures implique, pour leur pénétration dans l'ouvrage, l'existence d'une cave, pour que la fondation atteigne le sol résistant. Un escalier en colimaçon ou parfois des échelles, permet l'accès à tous les niveaux, de la cave en haut de la cuve.

Chapitre 1 : Introduction générale

1.4.2 Les techniques de construction :

Classiquement, le château d'eau en béton est construit à l'aide d'un échafaudage. En raison de la hauteur de l'ouvrage, de l'étendue de la cuve, l'échafaudage provisoire doit être robuste, volumineux, mais il représente un coût important.

Les efforts des entreprises spécialisées ont donc porté sur la suppression de tout ou partie de l'échafaudage et la rationalisation du coffrage.

Technique n°1 :

- Le coffrage grimpant permet la réalisation, par tranches verticales successives, du fût du château d'eau. Il comporte les passerelles de travail nécessaires et prend appui sur la structure même.
- Il en est de même du coffrage glissant, à cette différence que ce dernier monte de façon continue, jour et nuit, de la base au sommet du fût. Quelques jours suffisent pour atteindre une hauteur de plusieurs dizaines de mètres.
- Ces méthodes s'appliquent le plus facilement à des éléments prismatiques ou de section peu variable.

Technique n°2 :



Figure 1.5 Château d'eau avec un échafaudage

Chapitre 1 : Introduction générale

Pour éviter l'utilisation d'un échafaudage, les entreprises construisent au sol le coffrage d'ensemble de la cuve, autour du fût. Le fût est réalisé préalablement en coffrage glissant. La cuve est hissée le long du fût par des câbles et des vérins placés au sommet de celui-ci. La cuve mise en place est fixée au fût par des éléments précontraints.

1.4.3 Exemple de construction d'un château d'eau :



Figure 1.6 château d'eau de Saint Quentin

Localisation : Saint Quentin en Yvelines (78) Année de construction : 1982 – 1983

Le château d'eau est constitué de différents éléments :

- * le radier circulaire
- * le fût circulaire
- * quatre poteaux symétriquement disposés en partie dans l'épaisseur du fût
- * une dalle intermédiaire en partie haute du fût
- * le réservoir constitué d'une dalle, d'un cône et d'un couvercle.

Procédés d'exécution :

-Fondations sur barrettes.

Chapitre 1 : Introduction générale

- Fût béton armé réalisé par levées successives.
- Cuve en béton précontraint coulée sur échafaudage au sol.
- Accrochage de la cuve sur le fût par clouage vertical au moyen de câbles de précontrainte.
- La cuve est levée par vérinage sur 40 m de hauteur le long du fût. _ Poids levé : 1600 tonnes.

1.5 CE QUI PERMET DE REMETTRE EN CAUSE L'EXISTENCE DES CHATEAUX D'EAU:

Les améliorations techniques de mise sous pression des canalisations d'eau.

L'esthétique : Les défenseurs de l'environnement et du paysage ne peuvent plus «voir» les tours et autres colonnes d'eau.

Le budget : Au niveau financier et construction, ces ouvrages demandent un certain investissement.

1.6 CE QUI REND LES CHATEAUX D'EAU INDISPENSABLES :

La réserve : C'est une sécurité d'approvisionnement. En cas de problème de réseau ou d'incendie, le stock peut être utilisé immédiatement.

La pression : Ils maintiennent une pression constante sur le réseau.

1.7 DIFFERENTS ELEMENTS PRINCIPAUX CONSTITUANT UN CHATEAU D'EAU :

Il existe deux éléments principaux constituant un château d'eau, nous étudierons successivement la cuve, puis le pylône.

1.7.1 La cuve :

C'est un grand récipient destiné à recevoir du liquide elle se compose en trois parties :

- Parois.
- La cuve.
- Le fond.

1.7.2 Parois

La cuve peut adapter plusieurs aspects, selon la forme méridienne :

- Cylindrique.

Chapitre 1 : Introduction générale

- Conique.
- Cylindro-conique.
- Tronconique.
- En tulipe.
- Hyperbolique.

1.7.3 Couverture :

Elle peut être sous la forme :

- Une dalle plate.
- Une coupole sphérique ou parabolique.
- Un cône.
- Un tronc de cône.
- Une dalle plate arrondis.
- Une demi-sphère.
- Un cône et une coupole.

Remarque :

A la jonction couverture parois, on dispose une ceinture circulaire.

1.7.4 Le fond :

Le fond se fait en :

- Dalle épaisseur plane.
- Coupole comprimée.
- Coupole tendue.
- Tronc de cône.

Remarque :

Des ceintures sont aménagées au fond de la cuve à l'intersection avec des parois d'une part et des pylônes d'autre part.

Chapitre 1 : Introduction générale

1.7.5 Pylônes :

Le pylône est un support de la cuve, on peut trouver deux aspects :

-pylône sur poteau.

-pylône sur tour.

1.8 ROLE DES CHATEAUX D'EAU :

On peut regrouper les fonctions des réservoirs en trois points :

-Régulation.

-Pression.

-Sécurité.

Le château d'eau a pour fonction de régler la pression dans le réseau de distribution des eaux.

L'élément principal d'un château d'eau est le réservoir (cuve) sa contenance et hauteur d'implémentation sont choisies en fonction de l'intensité de la consommation d'eau et de la pression à assurer au réseau.

1.9 EXIGENCES TECHNIQUES A SATISFAIRE DANS LA CONSTRUCTION D'UN RESERVOIRE :

-Un bon réservoir doit satisfaire à différents impératifs.

1.9.1 La Résistance :

-Un réservoir doit équilibrer les efforts auxquels il est soumis à savoir :

-Son propre poids.

-Le poids du liquide contenu.

-Les surcharges d'exploitation.

-Variation de température.

-Influence du retrait.

-Intervention du fluage.

-Effet climatiques (neige et vent).

-Influence du séisme.

Chapitre 1 : Introduction générale

1.9.2 Etanchéité :

Il doit constituer pour le liquide qu'il contient un volume clos sans fuite, il doit donc être étanche c'est-à-dire non fissuré, ou fissuré dans les conditions acceptable.

1.9.3 Durabilité :

Le réservoir doit durer dans le temps c'est-à-dire que les matériaux, béton, dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales après un contact prolongé avec le liquide qu'il est destiné à contenir ceci posé dans certain cas, vin, hydrocarbure ... etc.

Le problème du revêtement intérieur de protection.

En fin le contact avec le béton du parement intérieure du réservoir ne doit pas altérer les qualités du liquide emmagasine, le revêtement interne, s'il protégé le béton sous jasant doit aussi protégé le liquide de l'influence du béton.

1.9.4 Effets à prendre en compte :

a) Charge permanentes G :

- Le poids propre du béton armé de poids spécifique.
- Surcharge de l'eau.
- Surcharge d'entretien.
- Surcharge de service.

b) Les efforts de la température et de retrait :

Il est évident que la température agisse sur le château d'eau comme toutes les constructions, habituellement on ne tien pas compte des effets de température car l'expérience à montré qu'ils n'ont pas donné de désordre, Notons par ailleurs que le retrait n'agit sur une cuve que lorsque celle-ci est vide ce qui est rare.

Le phénomène de gonflement a un effet favorable en réduisant l'ouverture des fissures.

c) Le fluage :

Il s'exerce surtout sur la partie comprimée par des charges permanentes

Les contraintes correspondantes au fluage ne présentent pas pratiquement en danger, c'est pour cette raison que nous avons négligé le phénomène de fluage.

Chapitre 1 : Introduction générale

d) Revêtement- Isolation- Etanchéité :

Les conditions climatiques extérieure, la nature du fluide emmagasiné la nécessité de le conserver sans fuite et aussi l'aspect recherché peuvent exposer certaine disposition concernant : les revêtements interne et extérieur de la cuve, de la tour ou du pylône – support.

e) Fonction assurer :

Certaines intéressent les revêtements extérieures, d'autre les revêtements intérieure, en ce qui concerne les revêtements extérieures il faut s'occuper tout d'abord de l'esthétique recherche et ensuite de la nécessité de prévoir pour certaines fluide, une protection thermique appropriée.

Les revêtements intérieurs des réservoirs doivent assurer une étanchéité parfaite et protéger le béton du contact du fluide emmagasine qui peut être nocif.

Chapitre 1 : Introduction générale

DESCRIPTION DE NOTRE OUVRAGE :

Notre ouvrage est un château d'eau d'une capacité de 5000 m³, il est classé parmi les grands réservoirs avec une hauteur de **29,28 m**.

-Le château d'eau en question est implanté dans la Wilaya de **CHLEF**.

-Il est situé dans la **zone III** dite grande séismicité.

-Ce château d'eau représente un ouvrage contenant un réservoir surélevé reposant sur un support (tour).

-Il est constitué essentiellement par une cuve cylindrique d'épaisseur constante de **22 cm**, de hauteur **7,25 m** et de diamètre **13,62 m**.

-La couverture de notre cuve est une coupole centrée sphérique surbaissée de 8 cm d'épaisseur, son rayon de courbure est de **15,34 m** et possède une flèche de **1,75 m**.

-La coupole centrée est surmontée au niveau centrale d'un lanterneau d'éclairage et d'aération et un moyen d'accéder à la coupole.

-Elle posée sur une ceinture circulaire de dimensions **(50x34) cm²** appelée ceinture supérieure.

-Une ceinture inférieure de **(64x44) cm²** et une ceinture d'appui de **(63x100) cm²**.

-Une coupole de fond d'épaisseur **20 cm**, son rayon de courbure est de **7,72 m** et possède une flèche de **0,86 m**.

-Une cheminée de hauteur **8,7 m** et d'épaisseur **10 cm**.

-Une dalle de manœuvre d'épaisseur **7 cm**.

-**Les supports** : le pylône support de la cuve se présente sous l'aspect d'une tour.

-**Fondation** : la fondation doit être en radier générale ou une semelle circulaire.

-Le taux de travail du sol est de $\sigma_s = 3$ bars.

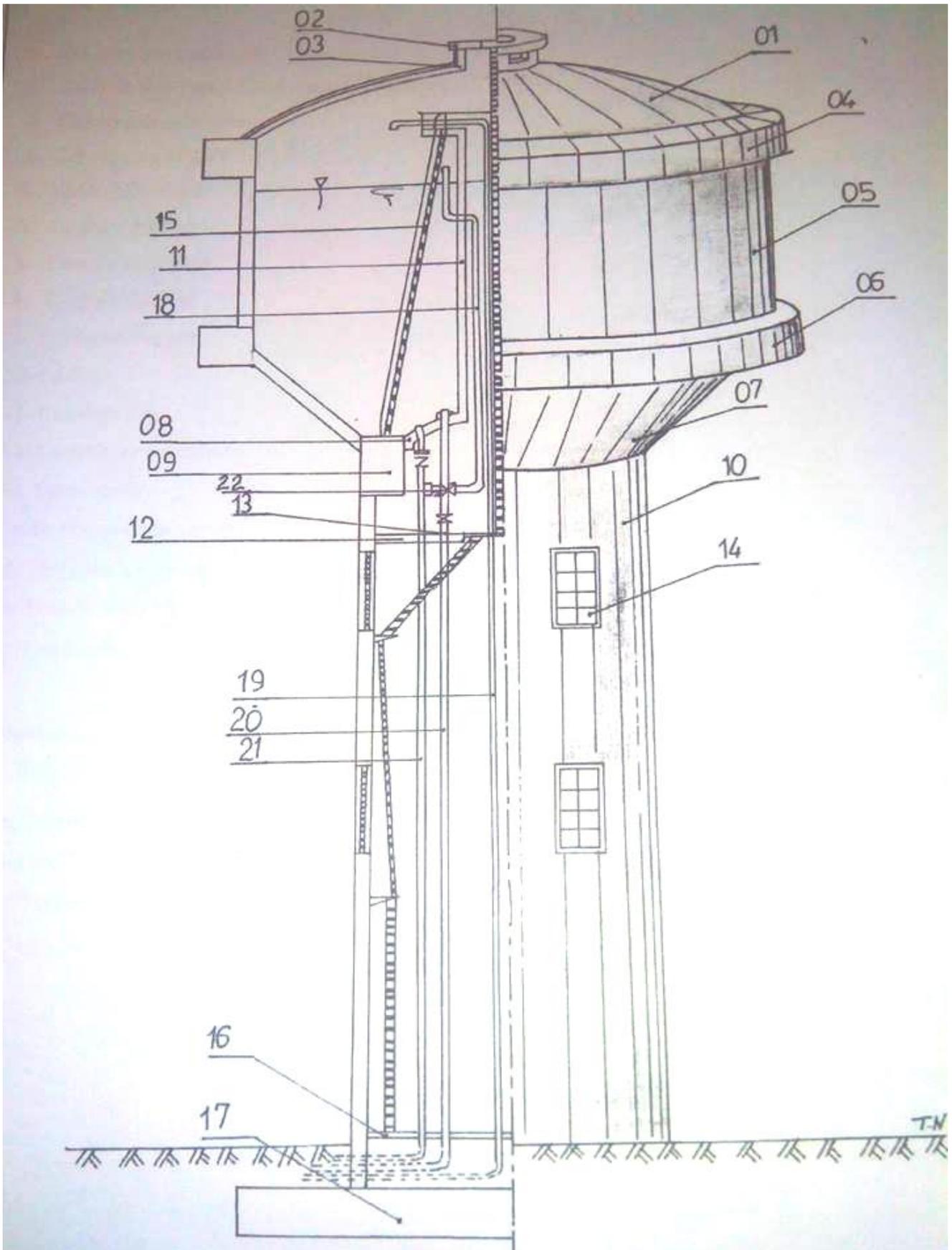


Figure 1.7 schéma d'un château d'eau

Chapitre 1 : Introduction générale

- 1 Coupole de couverture.
 - 2 Dalle de lanterneau+ une trappe métallique.
 - 3 Cylindre de lanterneau.
 - 4 Ceinture supérieure.
 - 5 Paroi cylindrique.
 - 6 Ceinture inférieure.
 - 7 Partie tronconique.
 - 8 Coupole de fond.
 - 9 Ceinture d'appui.
 - 10 La tour.
 - 11 La cheminée.
 - 12 La dalle de manœuvre.
 - 13 Taule striée.
 - 14 Des briques de verres.
 - 15 Des échelles métalliques.
 - 16 Une dalle en béton.
 - 17 Les fondations.
- Structure hydraulique :**
- 18 Trap-plein.
 - 19 Amenée.
 - 20 Distribution.
 - 21 Vidange.
 - 22 Vannes.