

**CONCEPTION D'UN CHÂTEAU D'EAU POTABLE POUR  
ALIMENTATION D'UN HÔPITAL PUBLIC EN CAS  
D'INTERRUPTION DE FOURNITURE PAR LA REGIDESO.  
« CAS DE L'HÔPITAL GÉNÉRAL DE RÉFÉRENCE DE KINKANDA A  
MATADI »**

**Par**

**Jean René PHAMBU NGEMBO**

*Assistant à l'Institut du Bâtiment et des Travaux Publics de Matadi*

**RÉSUMÉ**

*Le présent article s'intéresse à la conception d'un château d'eau en béton armé pour alimentation en eau potable de l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda à Matadi, province du Kongo Central, dans la République Démocratique du Congo, en cas d'arrêt de fourniture d'eau potable par la RÉGIDESO, entreprise étatique ayant en charge le captage, le traitement et la distribution de l'eau, en vue de l'amélioration des conditions de vie des malades durant leurs périodes d'hospitalisation*

*Pour bien mener cette étude, nous avons débuté par des travaux préliminaires qui ont consisté à faire un recueil des données qui nous a permis d'estimer la population de service dudit hôpital en année de design du projet ainsi que de déterminer sa demande en eau journalière correspondante.*

*Après avoir déterminé par la méthode forfaitaire, la capacité utile du château d'eau en fonction de la demande en eau du projet, et fixé les termes de références de calcul, nous avons procédé au pré-dimensionnement de différents éléments de structure (dalle de couverture, voiles, dalle de fond, poutres, poteaux et semelles), puis conçu et établi le plan d'un château d'eau en béton armé de 103 m<sup>3</sup> de capacité, avec une Section intérieure carrée de 5,00 X 5,00 m et une hauteur de 4,75 m, la hauteur utile étant de 4,12 m .*

*Le coût total du projet est estimé à 27.958,52 \$US (Vingt Sept Mille Neuf Cent Cinquante-huit dollars Américains Cinquante- deux centimes).*

**Mots-clés :** *Hôpital, nombre de lit, demande en eau, château d'eau, béton armé, dimensions économiques, conception*

## ABSTRACT

*This article deals with the design of a reinforced concrete water tower to supply drinking water to the General Hospital of Reference of Kinkanda in Matadi, province of Central Kongo, in the Democratic Republic of Congo, in the event of the interruption of the supply of drinking water by the REGIDESO, a state company in charge of the collection, treatment and distribution of water, in order to improve the living conditions of patients during their periods of hospitalization*

*In order to carry out this study, we started with preliminary works which consisted in collecting data that allowed us to estimate the population of service of the said hospital in the year of design of the project as well as to determine its corresponding daily water demand.*

*After determining the useful capacity of the water tower according to the water demand of the project by the lump-sum method, and setting the calculation terms of reference, we proceeded to the pre-dimensioning of different structural elements (cover slab, walls, bottom slab, beams, posts and footings), and then designed and established the plan of a reinforced concrete water tower with a capacity of 103 m<sup>3</sup>, with a square interior section of 5.00 X 5.00 m and a height of 4.75 m, the useful height being 4.12 m.*

*The total cost of the project is estimated at US\$ 27,958.52 (Twenty Seven Thousand Nine Hundred and Fifty-eight US dollars Fifty-two cents).*

**Keywords:** *Hospital, number of beds, water demand, water tower, reinforced concrete, economic dimensions, design*

## INTRODUCTION

« L'eau c'est la vie dit-on », car elle est essentielle et indispensable pour la vie de l'homme si elle est potable :

Sur ce, elle doit être fournie d'une manière permanente à la population par le biais du réseau de distribution de sociétés ayant charge le captage, le traitement et la distribution des eaux.

Ce qui n'est pas le cas pour le réseau de distribution de la Regideso, car malgré les efforts louables que fournissent cette dernière, l'eau potable semble encore difficile à être mobiliser dans certains coins de notre pays par faute, soit de manque d'usines de traitement d'eau, de faible capacité de production des usines, de sous dimensionnement des ouvrages de distribution, de défaut

de non extension du réseau de distribution ou encore des interruptions fréquentes de fourniture.

Ainsi, dans le souci de faire face à la pénurie d'eau provoquée par des interruptions fréquentes de fournitures, la plupart d'abonnés Régideso tels que les maisons d'habitations, usines, universités, écoles, hôpitaux, églises ... se constitue toujours en titre préventive une réserve en eau potable souvent en volume insuffisant soit dans des bidons, des tonneaux, des citernes en plastiques ou métalliques ou encore dans des châteaux d'eau branchées dans une des conduites de distribution d'eau potable, sans laquelle, la vie devient désagréable et enfin des longs fils d'hommes et femmes se retrouvent dans les rues à la recherche de l'eau potable .

Aller à la quête de l'eau potable est une tâche faisable pour une personne en bonne santé mais par contre pas pour une personne malade, qui en principe est sans force, allongée sur le lit de l'hôpital ou encore un garde malade qui avec attention est de veiller à la santé d'un membre de sa famille.

Donc, en principe pour les malades hospitalisés, c'est à l'hôpital que revient la tâche de constituer une réserve en eau potable pouvant subvenir à leurs besoins en cas d'arrêt de fourniture Régideso.

Après enquête et observations, il a été remarqué que les malades internés dans les hôpitaux publics de la ville de Matadi sont exposés à des grandes difficultés en eau potable en cas d'interruption de fourniture sur le réseau de distribution de la Régideso. Ceci par manque d'ouvrage de stockage à capacité pouvant contenir la réserve nécessaire en eau potable.

Sur ce, nous nous sommes intéressé dans le cadre de nos recherches à mener des études devant permettre de doter l'hôpital General de Reference de Kinkanda d'un château d'eau pouvant contenir une réserve en eau potable capable de satisfaire à sa demande en eau.

### **0.1. Problématique**

La problématique de manque de réserve d'eau potable est une réalité vivante à l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda à Matadi en cas d'interruption de fourniture d'eau potable dans le réseau de distribution Régideso.

Cette situation qui rend la vie des malades désagréables perdure jusqu'à ce jour malgré les travaux d'amélioration de la desserte en eau potable de la ville de Matadi effectués dernièrement dans le cadre du Projet Multisectorielle

d'Urgence (PMU 2013) pour le compte de la Régideso sous financement de la Banque Mondiale ainsi que le projet de prolongement du réseau de distribution actuellement en cours d'exécution. Ces interruptions de fournitures d'eau y sont fréquentes, cela va régulièrement de 8H00 à 16H00 pendant la journée et de 24h00 à 5h00' du matin pendant la nuit, le plus long arrêt de fourniture pouvant durer 48 heures en cas de panne dans les installations de la Régideso.

Le château d'eau couvert de 20 m<sup>3</sup> de capacité, construit en béton armé, dans l'enceinte abritant les bureaux de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), inclus dans la parcelle dudit hôpital qui essaye de venir sans succès en rescouse des malades pendant les heures d'arrêt de fourniture d'eau potable Régideso, n'a pas résolu le problème suite à son sous dimensionnement, au non branchement de ce dernier au réseau de distribution de l'Hôpital.

Pour essayer de pallier à cette situation, l'administration de l'hôpital a installé une citerne en plastique d'environ 1000 litres qui dessert tant soit peu les malades pendant le temps d'interruption de fourniture, ce qui est une solution inadaptée à la réalité.

En bref, la réserve d'eau potable stockée est insuffisante et ne peut pas satisfaire aux besoins en eau de l'hôpital ;

En résolution à cette problématique, notre démarche consiste à faire l'étude relative à la : « la conception d'un château d'eau en béton armé pour alimentation en eau potable de l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda à Matadi, en cas d'interruption de fourniture par la Régideso ».

Pour ce faire, les questions posées ci-dessous vont nous aider à trouver les éléments de réponses :

- Quelle est la population actuelle de l'hôpital général de référence de Kinkanda et celle à considérer à l'horizon du projet ?
- Quelle est la demande en eau journalière maximale dudit hôpital ?
- Que doit être le type, la forme, le matériau et la capacité de l'ouvrage de stockage à utiliser pour la réserve et l'alimentation en eau potable de l'hôpital en cas d'interruption de fourniture Régideso ?
- Comment se présente le plan de l'ouvrage et que doit être le cout pour sa réalisation ?

## 0.2. Hypothèses

Pour répondre aux questions ci-dessus, nous nous posons des hypothèses suivantes :

- La population actuelle de l'hôpital est fonction de l'effectif du personnel actif, de nombre de lits, et de l'effectif de son Institut technique Médical tandis que celle à l'horizon du projet sera égale à la population actuelle pondérée de 20 % ;
- La demande en eau journalière moyenne étant la somme de produits de l'effectif de chaque couche de la population hospitalière par la dotation correspondante à son besoin en eau, donc la demande en eau maximale sera proportionnelle à la demande en eau moyenne et aux coefficients de pointe ;
- La durée moyenne d'arrêt de fourniture Régideso est de 24 heures ;
- L'ouvrage de stockage projeté pour la réserve en eau et alimentation de l'hôpital sera un château d'eau en béton armé de section carrée dont la capacité sera déterminée en fonction du débit journalier de distribution de l'eau par la méthode forfaitaire.
- Le plan de réalisation du château d'eau sera établi à partir des logiciels Autocad et Sketchup sur base de la conception faite après pré-dimensionnement économiques de ses différents éléments suivant les règles BAEL 1991, et le cout des travaux sera évalué après établissement d'un devis estimatif

## I. DÉFINITIONS DES CONCEPTS DE LA THÉMATIQUE ET PRÉSENTATION DE L'HÔPITAL GENERAL DE REFERENCE DE KINKANDA

### 1.1. Définitions des concepts de la thématique

#### *a) Conception :*

- Selon le petit dictionnaire la rousse : action d'élaborer quelque chose dans son esprit, de le concevoir, résultat de cette action.
- Au point de vue technique : c'est le fait de rassembler les idées conduisant à la création d'un nouvel ouvrage suivant les règles de l'art et les matérialiser à travers un dessin pouvant faciliter sa réalisation.
- Processus dirigé vers un résultat qui n'existe pas encore, c'est une notion qui correspond à une création originale de quelque chose de nouveau (1).

**b) Château d'eau :**

Selon Reverso dictionnaire : réservoir d'eau sur haute tour pour fournir de l'eau sous pression. Selon Wikipédia, construction destinée à entreposer l'eau, et placée sur un sommet géographique pour permettre la distribution sous pression ou gravitairement. Elle constitue une réserve pour faire face aux demandes exceptionnelles en cas d'incendie et de manque d'eau.

**c) Eau potable :**

C'est une eau de consommation humaine, eau de robinet, eau buvable. Elle doit être propre, incolore, inodore, limpide

**d) Hôpital général de référence :**

Selon Reverso dictionnaire, établissement public des soins, aménagé pour accueillir et soigner les malades pendant une période limitée

**e) Hôpital public :**

C'est un établissement public de santé qui assure des services traditionnellement inclus sous l'expression de service public hospitalier qui peut être regroupé en quatre domaines suivants : les soins, la prévention, l'enseignement et la formation professionnelle et la recherche scientifique

**f) Interruption de fourniture :**

Rupture provisoire de distribution d'eau potable dans le réseau observé par les abonnés à partir de leurs robinets.

**g) Régideso :**

C'est la Régie de Distribution d'eau potable de la République Démocratique du Congo, entreprise publique créée en 1939, chargée de traitement des eaux ainsi que de la distribution d'eau potable sur l'ensemble du territoire national. Cette entreprise publique est sous la tutelle du Ministère des mines et énergie, ainsi que celui du portefeuille. Aujourd'hui, c'est un établissement public (dans le cadre de la réforme des entreprises publiques).

## **1.2. Présentation de l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda**

L'Hôpital Général de Référence de Kinkanda, le plus ancien de tous les hôpitaux publics de la ville de Matadi, est situé sur la route nationale N°14, tronçon Matadi - Ango Ango, avenue Ango Ango N° 1, quartier Kinkanda Hôpital, commune de Matadi, ville de Matadi, dans la province du Kongo Central, à environ 400 mètres du rond-point Kinkanda.

Il fait partie de deux hôpitaux généraux de référence que dispose la ville de Matadi dans ses deux zones de santé à savoir : l'hôpital général de référence de Kinkanda pour la zone de sante de Matadi et celui de Kiamvu pour la zone de santé de Nzanza.

Construit en 1945 par le pouvoir colonial Belge, il demeure jusqu'à ce jour le plus grand hôpital Général de Référence de la ville portuaire de Matadi, suite à sa superficie parcellaire, ses infrastructures, ses différents services organisés, sa capacité d'accueil, et son effectif du personnel tant du corps médical qu'administratif, et en plus, il dispose de l'unique morgue de la ville.

L'Hôpital Général de Référence de Kinkanda dispose en son sein plusieurs bâtiments parmi lesquels : deux(2) sont utilisés comme locaux et bureaux de l'Institut Technique Médical de Kinkanda qui assure la formatons des infirmiers A2 et un (1) est occupé par le service de l'organisation Mondiale de la Santé (OMS en sigle) conjointement avec le Programme National de Lutte contre les Maladies Sexuellement transmissibles (PNMLS en sigle), un autre fonctionne comme restaurant du cœur.

Avec une capacité d'accueil de 242 lits pour internement des malades et un effectif total du personnel de 263 personnes dont 64 administratifs, 31 médecins et 168 infirmiers, il organise les services ci-après : la pédiatrie, les soins intensifs, la médecine interne, la maternité, la gynécologie, la chirurgie, l'orthopédie, la réanimation, l'ophtalmologie, la kinésithérapie, la radiologie, le laboratoire.

Il est alimenté en eau potable par la Régideso et en électricité par la Société Nationale d'Electricité (SNEL en sigle).

## II. ESTIMATION DE LA POPULATION DE L'HOPTAL GENERAL DE REFERENCE KINKANDA

### 2.1. Population actuelle de l'Hôpital Général de Kinkanda<sup>1</sup>

Ici, il est toujours questions de connaitre par collecte des données auprès des différents services de l'administration publique, la population en année d'étude du projet dite population actuelle.

Selon l'administration de l'hôpital, la population actuelle se présente comme suit :

---

<sup>1</sup> Bureau de l'administration général HGR KINKANDA, statistique de l'hôpital, Matadi 2019.

**Tableau 1**

N°	Catégorie de la population	Nombre
1	Lits pour malades	242
2	Personnel soignants, techniques et administratifs	263
3	Élèves de l'Institut Technique Médical	91
4	Personnel de l'Institut Technique Médical	20

## 2.2. Population future à l'horizon du projet

Dans ce cas, il est toujours question d'estimer la population en année de durée de vie économique du projet dite « population en année de design » soit par la méthode d'accroissement géométrique, soit par la méthode d'accroissement arithmétique ou encore soit par la méthode de pondération simple.

En ce qui concerne notre étude, nous utilisons la méthode de pondération simple.

En hydraulique urbaine, la population de service en année de design du projet est estimée égale à la population de l'année d'étude du projet, majorée de 20% au cas où tous les paramètres de base des données restent fixes.

Etant donné que les malades internés, les personnels de l'hôpital et les élèves de l'institut Médical sont considérés comme population de service, les méthodes d'accroissement arithmétiques et géométriques ne pourront pas être appliquées pour déterminer la population future, sur ce, nous allons considérer comme population future, la population qui pourrait occuper l'hôpital dans le cas le plus défavorable. Ce surpeuplement est estimé à 20 % de la population actuelle.

Nous considérerons donc :

- **Pour la consommation liée aux besoins humains :**

**Tableau 2**

N°	Catégorie de la population	Population actuelle	Population du projet
1	Nombre de lits pour malades	242	$242 \times 1,2 = 290,4$
2	Personnel de l'hôpital	263	$263 \times 1,2 = 315,6$
3	Élèves de l'Institut Technique Médical	91	$91 \times 1,2 = 109,2$
4	Personnel de l'Institut Technique Médical	20	$20 \times 1,2 = 24$

- **Pour consommation forfaitaire de service**

1. Nettoyage des pavillons et bâtiments administratifs : 2000 m<sup>2</sup>
2. Lavage des véhicules de services : 10 véhiculés
3. Arrosage cours et jardins : 1000 m<sup>2</sup>

N.B : la morgue étant construit en dehors de l'hôpital, elle est alimentée par une autre conduite avec un branchement particulier, donc la quantité d'eau nécessaire pour son fonctionnement journalier ne sera pas pris en compte dans la réserve de l'hôpital.

### III. CALCUL DE LA DEMANDE EN EAU

Le besoin en eau d'un usager est ce qu'il consommerait en dehors de toute contrainte économique. Dans la conception des systèmes, c'est une simple allocation de quantité d'eau fixé par les pouvoirs publics ou le projecteur.<sup>2</sup>

Par contre, la demande en eau est considérée comme étant le débit journalier  $Q_{jmax}$  d'eau potable qu'il faut rendre disponible pour satisfaire à la consommation journalière d'une agglomération dont la population est  $P_n$  à l'horizon du projet tout en tenant compte de la dotation journalière de chaque type de consommation et des coefficients de pointe.

#### 3.1. Dotation à considérer

La dotation journalière est considérée comme le volume d'eau destiné à satisfaire un besson en eau journalier d'une population. Elle peut varier suivant le milieu, le niveau de vie voire même les mentalités.

Selon l'organisation mondiale de la santé, la dotation journalière moyenne pour les besoins en eau domestique est de 55 litres /hab / jour dans les milieux urbains et de 45 litres /hab / jour dans des milieux ruraux.

Par contre plusieurs ouvrages d'hydrauliques urbaines, notes des cours et résultats d'enquêtes donnent des valeurs variées des dotations journalières des différents besoins en eau.

Certains considèrent que le besoin en eau domestique varie de 200 à 500 litres /jour/hab et voire même peut attendre 750litres /jour/hab.

---

<sup>2</sup> DENIS ZOUNGRAMA, *Cours d'approvisionnement en Eau Potable*, EIER, Burkina Fasso, 2003, p.15.

Quant aux besoins de consommations publiques en eau potable, les dotations peuvent être considérées de la manière suivante :

- Nettoyage des rues et arrosage des jardins : 3 à 5 l / m<sup>2</sup>.
- Hôpitaux : 300 à 600 l/J/ hab.
- Administration : 100 à 200 l/J/ hab.
- Ecoles primaires : 10 à 20 l/ J/ élève
- Lycée : 20 à 30 l/J/ élève
- Faculté et foyers universitaires : 100 à 200 l/j/hab

Certaines enquêtes montrent qu'en 1976, les hôpitaux en France utilisaient déjà 447 à 2037 l /j /hab<sup>2</sup> d'eau potable et en Russie 250 à 600 l/J/hab.

Quant à notre étude qui concerne l'Hôpital General de Référence de Kinkanda, les dotations suivantes sont considérées pour nous permettre d'estimer sa demande en eau

- Hôpital : 300 l/j / hab
- Administration : 50 l /J/ employé
- Ecole technique Médical : 20 l / J/ élève
- Nettoyage véhicule : 25 l/ J/ voiture
- Nettoyage des rues et arrosage des jardins : 3 l / m<sup>2</sup>

### 3.2. Coefficients de pointe considérés<sup>3</sup>

Les coefficients de pointe sont des coefficients qui permettent de majorer la demande en eau pour faire face au débordement de la consommation en eau suite à l'accès de la plupart de la population vers les robinets aux jours et aux heures de pointes.

En vue d'un bon dimensionnement des ouvrages hydrauliques, on tient compte des trois coefficients de pointes suivants :

- Le coefficient de pointe journalière  $K_1$  dont les valeurs varient entre 1,3 et 1,6 et peut être calculé soit par la relation  $K_1 = \frac{Q_{jmax}}{Q_{jmin}}$  ou soit par la formule de Grodrich

$p = 180 \times 10^{-0,10}$  formule dans les quelles :

$Q_{jmax}$  = consommation journalière maximale,

$Q_{jmin}$  = consommation journalière minimale,

<sup>3</sup> MORARECH MOAD, *Cours d'Hydrochimie, Eau Potable et Assainissement liquide*, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc 2014-2015, pp.36-39.

$p$  = coefficient de pointe journalière en pourcentage et  $t$  = temps en jours

- Le coefficient de pointe horaire  $K_2$  qui varie de 1,5 à 3,5, peut être calculé par la relation  $K_2 = \frac{Q_{hmax}}{Q_{hmin}}$  dans laquelle  $Q_{hmax}$  = consommation horaire maximale et  $Q_{hmin}$  = consommation horaire minimale.

- Le coefficient de pointe  $K_3$  due aux différentes pertes sur le réseau.

$K_3$  est égal à 1,2 pour un réseau neuf bien entretenu ; et varie de 1,2 à 1,5 pour un réseau mal entretenu ; puis enfin, il vaut 1,5 pour un réseau vétuste.

Pour le cas échéant, nous considérons les coefficients de pointe ci-dessous :

- Le coefficient de pointe journalière  $K_1$  calculé par la formule de Godrich pour une durée 7 jours de pointe par semaine parce qu'il s'agit d'un hôpital général où les malades et le personnel soignant et administratif sont quasi permanents.

$$p = 180 \times 10^{-0,10} \quad \text{d'où} \quad p = 180 \times 7^{-0,10} = 125\% = 1,25$$

- Le coefficient de Pointe horaire  $K_2$  sera égal à 1,5
- Le coefficient de pointe  $K_3$  due aux pertes d'eau sur le réseau sera négligé et pris égal à 1, car il s'agit d'un réseau de desserte interne d'un hôpital et non d'un réseau de distribution général d'une agglomération

### 3.3. Calcul de la Demande en eau

#### a) Demande en eau journalière moyenne actuelle $Q_{jmoy act}$

Elle est calculée par la relation suivante  $Q_j \text{ moy act} = P_1 \times \text{DotJ}$ .

Tableau N°3.

N°	Catégorie de Population	Population actuelle $P_1$	Dotation journalière DotJ	Demande en eau moyenne $Q_{jmoy} = P_1 \times \text{DotJ}$ En litres par jour
1	Nombre de lits de malades	242	300 l/J/lit	72.600
2	Personnel de l'hôpital	263	50 l/J/personnes	13150
3	Elèves de l'ITMK	91	20 l/J/élève	1820
4	Personnel de l'ITMK	20	50 l/J/personnes	1000
5	Nettoyage pavillons et salles	2000 m <sup>2</sup>	3 l / J/ m <sup>2</sup>	6000
6	Arrosage cours et jardins	1000 m <sup>2</sup>	3 l / J/ m <sup>2</sup>	3000
7	Nettoyage voitures	10 voitures	25 l / J/ voiture	250
				<b>97.820</b>

**b) Demande en eau journalière moyenne en année du Projet**

Elle est calculée par la relation suivante  $Q_{j\text{moy fut}} = P_n \times D_{j\text{c}}$

**Tableau de calcul N°4**

N°	Catégorie de Population	Population future $P_n$	Dotation journalière $D_{j\text{c}}$	Demande en eau moyenne $Q_{j\text{moyfut}} = P_n \times D_{j\text{c}}$
1	Nombre de lits de malades	291	300 l/J/lit	87.300
2	Personnel de l'hôpital	316	50 l/J/personnes	15800
3	Elèves de l'ITMK	110	20 l/J/élève	2200
4	Personnel de l'ITMK	24	50 l/J/personnes	1200 litres/ jour
5	Nettoyage pavillons et salles	2000 m <sup>2</sup>	3 l / J/ m <sup>2</sup>	6000
6	Arrosage cours et jardins	1000 m <sup>2</sup>	3 l / J/ m <sup>2</sup>	3000
7	Nettoyage voitures	12 voitures	25 l / J/ voiture	300
				<b>115.800</b>

**c) Demande en eau de la réserve incendie (R.I)<sup>4</sup>**

L'hôpital étant un endroit public à contenance permanente de plusieurs personnes et disposant de beaucoup d'appareils, doit avoir un minimum de quantité d'eau qui pourrait être utilisé pour la lutte contre l'incendie afin d'assurer la protection des vies humaines, appareils meubles et immeubles.

Nous considérons pour l'Hôpital General de Référence de Kinkanda, l'incendie à deux foyers de feu qui en principe peut être maîtrisée durant une heure avec un volume d'eau équivalent à 30 m<sup>3</sup>.

**d) Demande en eau journalière moyenne totale**

Elle sera égale à la somme de la demande en eau journalière moyenne avec celle de la réserve incendie

$$Q_{j\text{ moy tot}} = Q_{j\text{ moy}} + R.I$$

$$\text{Alors on aura } Q_{j\text{ moy tot}} = 115,8 \text{ m}^3 + 30 \text{ m}^3 = 145,18$$

<sup>4</sup> JACQUES BONVIN, *Hydraulique urbaine I*, Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud, 2005, p.43.

## IV. CALCUL DES DÉBITS DE DIMENSIONNEMENT ET DE LA CAPACITÉ DU CHÂTEAU D'EAU

### 4.1. Calcul des débits de dimensionnement de l'ouvrage de distribution

#### a) Calcul du débit horaire $Q_{hmax}$ <sup>5</sup>

Le débit horaire de dimensionnement des ouvrages de distribution est calculé à partir de la relation suivante :

$$Q_{hmax} = \frac{K_1 K_2 K_3 Q_{jmoy}}{24}$$

Relation dans laquelle :

$Q_{hmax}$  = débit horaire maximal

$Q_{jmoy}$  = demande en eau journalière moyenne

$K_1$  = coefficient de pointe journalier

$K_2$  = coefficient de pointe horaire

$K_3$  = coefficient de pointe dû aux pertes sur les réseaux

Pour ce projet, le débit horaire maximal sera de :  $Q_{hmax} = \frac{1,25 \times 1,5 \times 1 \times 115,8}{24}$

D'où  $Q_{hmax} = 9,04 \text{ m}^3/\text{h}$

#### b) Calcul du débit journalier $Q_{jmax}$

$Q_{jmax} = Q_{hmax} \times 24 = 9,04 \times 24 = 217,126 \text{ m}^3/\text{Jour}$  hors mis la réserve incendie

### 4.2. Calcul de la capacité du château d'eau

Lorsqu'il s'agit d'alimentation des agglomérations urbaines, la méthode forfaitaire de dimensionnement de capacité de réservoir de distribution prévoit que la capacité du réservoir soit prise égale à 50 % du débit journalier maximal de dimensionnement des ouvrages de distribution additionné de la réserve incendie.

C'est à dire  $V_{\text{réservoir}} = 0,50 Q_{jmax} + R_i$

Par contre pour le cas du présent château d'eau, nous considérons ce qui suit :

- Deux phases de 8 Heures de distribution d'eau potable par jour, dont de 5H00' à 13H00 et de 16H00 à 24 H00 ' du matin ;
- Quatre heures restantes vont servir pour l'alimentation en eau potable du château à partir de la conduite de branchement Régideso en raison de 2 heures par phases.

---

<sup>5</sup> MOHAMED MOUSSA, *Poly-alimentation en eau potable*, Ecole Nationale D'Ingénieurs de Tunis, 2002, p.21.

La règle de trois simples nous conduit à déterminer la relation pour calculer la capacité du château.

Pour une alimentation de 24 heures, le volume du château est  $V_{\text{réservoir}} = 0,50 Q_{\text{jmax}} + R_i$

Pour une alimentation d' 1 heure, le volume du château est  $V_{\text{réservoir}} = \frac{0,50}{24} Q_{\text{jmax}} + R_i$

Pour une alimentation de 16 heures, le volume du château est  $V_{\text{réservoir}} = \frac{8}{24} Q_{\text{jmax}} + R_i$

$$V_{\text{réservoir}} = 0,333 Q_{\text{jmax}} + R_i \quad \text{ou encore} \quad V_{\text{réservoir}} = \frac{Q_{\text{jmax}}}{3} + R_i$$

Nous aurons alors :  $V_{\text{réservoir}} = 0,333 \times 217,126 + 30 = 102,326 \text{ m}^3$

Nous adoptons donc un château d'eau de **103 m<sup>3</sup>**

## V. CONCEPTION DU CHÂTEAU D'EAU<sup>6</sup>

La conception du château d'eau consiste à établir son plan avec des dimensions provisoires déterminées après pré-dimensionnement des sections et volumes de ses éléments composants.

Ce pré-dimensionnement doit se faire suivant les règles tout en tenant compte de la vérification de la stabilité externe de l'ouvrage, sans pourtant définir les sections des aciers pour béton, car ces dernières seront définies qu'après le dimensionnement proprement dit qui sera fait après étude de la stabilité interne de l'ouvrage.

Sur ce, la conception de notre château a été faite en deux étapes suivantes :

- Le pré-dimensionnement des éléments du château
- L'établissement de la vue en plan et en élévation du château

### 5.1. Pré-dimensionnement des éléments du château d'eau

Il s'agit pour nous de choisir la forme du château d'eau, de définir les caractéristiques des matériaux de construction à utiliser et de donner des dimensions aux différents éléments composant du château sur base des règles de l'art et du béton armé.

---

<sup>6</sup> BALAH BELKACEM, polycopie du cours d'alimentation en eau potable, université de LARBI BEN M'HIDI O.E.B, 2019-2020, pp. 13-14.

### 5.1.1. Choix de la forme du château

Le château d'eau sera de section carrée et de forme parallélépipédique

### 5.1.2. Caractéristiques des matériaux

L'ensemble du château sera construit en béton armé ayant des caractéristiques suivantes :

- **Béton du réservoir**
  - Dosé à 400 Kg de ciment par m<sup>3</sup>
  - Ciment type CPAN de classe 42,5 R
  - Résistance en compression du béton à 28 jours : 30 MPa
- **Béton des poteaux, poutres raidisseurs, semelles isolées sous poteaux et tirants**
  - Dosé à 350 Kg de ciment par m<sup>3</sup>
  - Ciment type CPAN de classe 42,5 R
  - Résistance en compression du béton à 28 jours : 25 MPa
- **Acier pour béton**
  - Acier HA 400
  - Résistance d'élasticité nominale  $f_{ed} = 400$  MPa
  - Résistance de calcul  $f_s = \frac{f_{ed}}{\gamma} = \frac{400}{1,15} = 347,82$  MPa

### 5.1.3. Pré-dimensionnement de la cuve

La cuve étant de section carrée, nous la supposons au préalable circulaire pour en déterminer le diamètre et la hauteur suivant la formule de Fonladossa<sup>7</sup> puis ensuite nous trouverons par déduction le coté de la cuve de section carrée.

#### 1) Pré-dimensionnement de la cuve supposée circulaire

Tableau de calcul N°5

N°	Nom de l'élément	Formule	Calcul	Dimension
1	Diamètre intérieur	Fonladossa $D_i = 1,401 \sqrt[3]{V}$	$D_i = 1,401 \sqrt[3]{103}$	6,59 m
2	Surface intérieure	$S_i = 0,785 D_i^2$	$S_i = 0,785 (6,59)^2$	34,09 m <sup>2</sup>
3	Hauteur utile	$H_u = 0,46 D_i$	$H_u = 0,46 (6,59)$	3,03 m
4	Hauteur libre	$H_L = 0,20 H_u$	$H_L = 0,2 (3,03)$	0,606 m
5	Hauteur Totale	$H_t = H_u + H_L$	$H_t = 3,03 + 0,606$	3,65 m

<sup>7</sup> BALAH BELKACEM, *op. cit.*, p.15.

## 2) Pré-dimensionnement de la cuve proprement dite de section carrée

Tableau de calcul N°6

N°	Nom de l'élément	Formule	Calcul	Dimension
1	Coté intérieur	$C_i = \sqrt{S_i}$	$C = \sqrt{34,09} = 5,84\text{m}$	5,84 m mais adoptons 5,00 m pour raison de bonne pratique
2	Surface intérieure	$S_i = (C_i)^2$	$S_i = (5,00)^2$	25,00 m <sup>2</sup>
3	Hauteur utile	Identique à $H_u = V_u/S_u$	$H_u = 103/25$	4,12 m
4	Hauteur libre	Identique à $H_L = 0,15 H_u$	$H_L = 0,15 (4,02)$	0,618 m
5	Hauteur Totale	Identique à $H_t = H_u + H_L$	$H_t = 4,12 + 0,618$	On adopte 4,75 m
6	Epaisseur des voiles	$\frac{H_t}{25} \leq E \leq \frac{H_t}{20}$	$\frac{4,75}{25} \leq E \leq \frac{4,75}{20}$	Adoptons 20 cm
7	Epaisseur dalle de couverture			12 cm
8	Epaisseur dalle de fond	$\frac{L_x}{35} \leq e \leq \frac{L_x}{25}$	$\frac{500}{35} \leq e \leq \frac{500}{25}$	20 cm

### 5.1.4. Pré-dimensionnement des poutres<sup>8</sup>

Tableau de calcul N°7

N°	Nom de l'élément	Formule	Calcul	Dimension
1	Hauteur poutres sous dalle de fond	$\frac{L_x}{20} \leq H_p \leq \frac{L_x}{10}$	$\frac{500}{20} \leq H_p \leq \frac{500}{10}$	40 cm
2	Base poutre dalle de fond	$B = \frac{H_p}{2}$	$B = \frac{40}{2}$	20 cm
3	Hauteur Poutres raidisseurs	Identique avec poutres sous dalle	$\frac{500}{20} \leq H_p \leq \frac{500}{10}$	40 cm
4	Base Poutres raidisseurs	Identique avec poutres sous dalle	$B = \frac{40}{2}$	20 cm

### 5.1.5. Pré-dimensionnement des poteaux

Le pré-dimensionnement des poteaux sera fonction de :

- La charge ultime de compression totale à reprendre  $N_u$
- De la contrainte admissible du béton en compression ultime  $f_{bu}$
- De nombre de poteau.

<sup>8</sup> J. PERCHAT et J. ROUX, *Pratique du BAEL 1991*, deuxième édition, Edition Eyrolles Paris, 1997, p.150.

### 1) Évaluation des charges à reprendre par les poteaux

Tableau de calcul N°8

N°	Nom de l'élément	Volume en m <sup>3</sup>	Poids propre G= Vx γ en Tonnes	Surcharge d'exploitation en Tonnes	Charge totale en ELS G + Q en Tonnes	Charge totale en ELU 1,35 G + 1,5 Q en Tonnes
1	Étanchéité dalle de couverture	5,4*5,4*0,04 = 1,16	1,16 *2,2 =2,55		2,55	3,442
2	Dalle de couverture	5,4x 5,4 x 0,12= 3,5	3,5 x 2,5 =8,75	5,4x 5,4 x 0,1 =2,91	11,66	16,175
3	2 Voiles	2(5,40 *0,2)*4,75=10,26	10,26 x 2,5 = 25,65		25,65	34,62
4	2 Voiles	2(5,00 x 0,2) x 4,75= 9,5	9,5 x 2,5 = 23,75		23,75	32,062
5	Dalle de fond	5,4 x 5,4 x 0,2 = 5,83	5,83 x 2,5 = 14,575		14,575	19,676
6	Enduit intérieure de la cuve	4(5,4 *4,75*0,02) + (5,4*5,4*0,02) = 2,9	2,9 *1,8 = 5,22		5,22	7,047
7	4 Poutres sous dalle	4 (0,2 x 0,2 x 5,4)=0,864	0,864 x 2,5 = 2,16		2,16	2,916
8	4 poutres raidisseurs	4 (0,4 x0,2 x 5,0)= 1,6	1,6 x 2,5 = 4		4	5,4
9	Enduit extérieur	3,5	3,5 *1,8 =6,3		6,3	8,505
7	Eau potable	103		103 x1= 103	103	154,5
	TOTAL		<b>92,955</b>	<b>105,81</b>	<b>198,765</b>	<b>284,204</b>

Il est à noter que dans ce tableau :

- V= Volume
- G= charge permanente ou poids propre de l'élément
- Q = surcharge d'exploitation
- γ = poids spécifique du matériau, nous avons considéré 2,5 T/m<sup>3</sup> pour le béton armé et 1 T/m<sup>3</sup> pour l'eau potable ;
- ELS : Etat Limite de Service
- ELU : Etat Ultime de Service

Comme, nous avons quatre poteaux, la charge reprise par chacun d'eux en ELU est :

$$N_u = \frac{284,204}{4} = 71,051 \text{ T}$$

## 2) Détermination de dimensions des poteaux<sup>9</sup>

Nous considérons que :

- Tous les quatre poteaux sont identiques et reprennent chacun  $N_u = 71,051$  T
- Les poteaux sont sollicités en compression simple axiale
- La hauteur des poteaux est de 3,90 m
- La résistance en compression de calcul du béton est de  $f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{\gamma_c} =$

$$D'où f_{bu} = \frac{0,85 (25)}{1 (1,5)} = 14,5 \text{ MPa}$$

### a) Vérifications de risque de flambement des poteaux

#### ➤ Calcul de la longueur de flambement

$L_f = K.L_0$  avec  $K = 1/2$  parce que nos poteaux sont bi- encastés

$$L_0 = 3,90 \text{ m, hauteur du poteau}$$

$$L_f = 1/2 (3,90) = 1,95 \text{ m}$$

#### ➤ Calcul de l'élanement $\lambda$

$\lambda = \frac{L_f \sqrt{12}}{a}$  avec  $a =$  la plus grande dimension de la section du poteau supposée rectangulaire

En posant  $a = 40 \text{ cm}$ , nous avons  $\lambda = \frac{195\sqrt{12}}{40} = 16,66 < 35$  OK, il n'y a pas risque de flambement des poteaux.

### b) Calcul de la section du béton des poteaux

#### ➤ Calcul de la section réduite du béton comprimé

La section réelle du béton  $B_r$  doit toujours être supérieure à celle réduite du béton  $B_{red}$

$$B_r > \frac{k \beta N_u}{\theta \frac{f_{bu}}{0,9} + 0,85 \frac{f_e}{100}} \quad (1)$$

$$\text{Avec } \beta = 1 + 0,2 \left( \frac{\lambda}{35} \right) \text{ alors } \beta = 1 + 0,2 \left( \frac{16,66}{35} \right) = 1,095$$

$K = 1,00$  car la moitié de la charge sera appliqué avant 90 jours

$$\theta = 1,00$$

<sup>9</sup> J. PERCHAT et J. ROUX, *op. cit.*, pp. 89-94.

$$Br > \frac{1,00(1,095)71051}{1 \frac{142}{0,9} + 0,85 \frac{3478}{100}} \quad \text{donc } Br > 415,277 \text{ cm}^2$$

➤ **Calcul de la section équilibré du béton**

$$Br = \frac{0,9 Nu}{\theta f_{bu}} \quad \text{d'où} \quad Br = \frac{0,9(71051)}{1(142)} = 450,32 \text{ cm}^2$$

➤ **Section de béton retenue**

La section équilibrée étant de 450,32 cm<sup>2</sup>, et que les poutres étant de 20 cm de base, il sera impérieux de donner aux poteaux une largeur égale ou supérieure à celles de poutres pour faciliter leurs conditions d'appui, par conséquent, nous adoptons pour les poteaux la section de 40X20 cm soit 800 cm

**5.1.6. Pré-dimensionnement des semelles sous poteaux et vérification de la stabilité externe du château**

**A. Considérations**

Nous considérons que :

- Les semelles travaillent en compression simple
- Le bon sol est situé à une profondeur de 1,50 m suivant les résultats des essais au pénétromètre dynamique effectué par le laboratoire National de Travaux Publics de Matadi sur la route Ango Ango très périphérique avec le site de l'Hôpital
- Le sol en place est du sable argileux ayant des caractéristiques suivantes : poids spécifique 1,45 t/m<sup>3</sup>, cohésion 0,5 t/m<sup>2</sup>, ancrage D = 1,50 m, angle de frottement interne 30°
- La section des poteaux a x b = 40 x 20 cm
- Chacun des poteaux transmet sur la semelle la charge ultime Nu = Nu poteau + G p

Gp étant le poids propre de la semelle.

$$Nu \text{ poteau} = 71,051 \text{ T}$$

$$Gp = (0,40 \times 0,2 \times 3,90) \text{ m}^3 \times 2,5 \text{ T} / \text{m}^3 = 0,78 \text{ T}$$

$$Nu = 71,051 + 0,78 = \mathbf{71,831 \text{ T}}$$

**B. Pré-dimensionnement de la semelle**

Il s'agit ici de déterminer par calcul la section rapprochée de la semelle par la relation  $S_1 = \frac{Nu}{q}$ , relation à partir de laquelle sera déduite la section réelle de la semelle après vérification des contraintes transmises au sol.

Dans cette relation  $N_u$  = charge ultime sollicitant la semelle et  $q$  = contrainte admissible du sol en compression

### 1) Calcul de la contrainte admissible du sol

La valeur de la contrainte admissible du sol vaut  $q = \frac{q_u}{2}$

$q_u$  étant la contrainte ultime du sol qui est déterminé par la relation ci-dessous :

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma_{sol} N_y S_y B + \gamma_{sol} N_q S_q D + C N_c S_c \quad [10]$$

Relation dans laquelle :

$\gamma_{sol}$  = poids spécifique du sol en T/m<sup>3</sup>

$N_y, N_q$  et  $N_c$  coefficient dont les valeurs sont fonction de l'angle de frottement interne du sol.

Valeurs qui sont respectivement égales à 15 ; 30 et 18 pour l'angle  $\rho = 30^\circ$

Quant aux valeurs  $S_y, S_q$ , et  $S_c$  on considère pour les cas de semelles de forme rectangulaire ce qui suit :  $S_y = 1 - \frac{B}{L}$  ;  $S_q = 1$  et  $S_c = 1 + \frac{B}{L}$

Sachant que le rapport des dimensions de la section de nos poteaux  $\frac{a}{b} = \frac{20}{40} = 0,5$  il est tout évident que les dimensions de notre semelle soit dans les mêmes rapports suivant l'application du principe de l'homothétie des sections poteaux - semelles (1)

$$\text{Alors } S_y = 1 - \frac{B}{L} = 1 - 0,5 = 0,5 \quad \text{et} \quad S_c = 1 + \frac{B}{L} = 1 + 0,5 = 1,5$$

D'où  $q_u = \frac{1}{2} \gamma_{sol} N_y S_y B + \gamma_{sol} N_q S_q D + C N_c S_c$  sera égale à :

En posant pour notre semelle une largeur  $B$  égale à 0,85 m,

$$q_u = \frac{1}{2} (1,45 * 15 * 0,5 * 0,85) + (1,45 * 30 * 1 * 1,50) + (0,5 * 18 * 1,5)$$

$$q_u = 4,621 + 65,25 + 13,5 = 92,5 \text{ T/ m}^2 \quad \text{équivalent à } 9,2 \text{ Kg/cm}^2$$

La contrainte admissible de compression de calcul à considérer pour notre sol sera de :

$$q = \frac{q_u}{2} = 4,6 \text{ Kg / cm}^2$$

<sup>10</sup> A. MEILHAC et A. BURON, Fondations superficielles [http:// www.cours-genie-civil.com](http://www.cours-genie-civil.com) , 2008, pp. 3-4.

## 2) Calcul de la section approché de la semelle $S_1$

$$S_1 = \frac{Nu}{q} \quad \text{alors } S_1 = \frac{71831}{4,6} = 15615,43 \text{ cm}$$

## 3) Calcul de la largeur et longueur de la section rapprochée

Les dimensions de la semelle devant être homothétique avec celle du poteau c.à.d.

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$$

(a,b) étant longueur et largeur du poteau et (a',b') longueur et largeur semelle  
Sachant que  $S_1 = a' * b'$  et que  $a' = \frac{ab'}{b}$   $b' = \frac{ba'}{a}$

Par substitution, nous obtenons les relations suivantes :  $a' = \sqrt{\frac{S_1 * a}{b}}$  et  $b' = \sqrt{\frac{S_1 * b}{a}}$

$$\text{Nous aurons alors : } a' = \sqrt{\frac{15616,43 * 40}{20}} = 176,72 \text{ cm}$$

$$b' = \sqrt{\frac{15616,43 * 20}{40}} = 88,36 \text{ cm}$$

D'où la condition de l'homothétie  $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$  est vérifiée car  $\frac{40}{176,72} = \frac{20}{88,36}$   
 $0,2266 = 0,2266$

## 4) Calcul de la hauteur de la semelle

La hauteur de la semelle se calcule en respectant la condition de rigidité suivante :

$$\frac{b' - b}{4} \leq h \leq b' - b$$

En appliquant cette relation, nous obtenons  $\frac{88,36 - 20}{4} \leq h \leq 88,36 - 20$

Nous aurons donc  $17,09 \leq h \leq 66,36$  et nous adoptons  $h = 35 \text{ cm}$

La hauteur totale de la semelle sera égale à  $h_t = h + d$  avec  $d =$  enrobage prise égale à  $5 \text{ cm}$

Nous considérons alors pour hauteur totale de la semelle  $40 \text{ cm}$

### C. Vérification de la stabilité externe du château d'eau

La stabilité externe du château est vérifiée à partir de la relation suivante :

$$\frac{Nu + (G_{sem} + G_{bp})}{S_1} \leq q$$

Avec  $Nu =$  charge au-dessus de la semelle

$G_{sem} =$  poids propre de la semelle

$G_{bp}$  = poids propre du béton de propreté

Connaissant  $N_u = 71,831$  T = 71831 kg

$G_{sem} = (1,7672 * 0,8836 * 0,40) m^3 * 2500 kg / m^3 = 1561,497 kg$

$G_{bp} = (1,9672 * 1,0836 * 0,10) m^3 * 2200 kg / m^3 = 468,964 kg$

$$\frac{N_u + (G_{sem} + G_{bp})}{S_1} \leq q \quad \text{on aura : } \frac{71831 + (1561,497 + 468,964)}{15616,43} = 4,72 > 4,6 \text{ kg/cm}^2$$

Nous constatons que les dimensions de la section  $S_1$  ne permettent pas la stabilité du château d'eau car la contrainte de compression exercée sur le sol est supérieure à la contrainte admissible du sol en compression

Ainsi pour réduire la contrainte transmise au sol par la fondation, procédons à la correction de la section de la semelle et vérification de la stabilité externe

Pour réduire la contrainte de compression sur le sol, augmentons la section de la semelle ;

Posons cette section égale à  $180 * 90 \text{ cm}^2$

Alors  $G_{sem} = (1,8 * 0,9 * 0,4) * 2500 = 1620 \text{ Kg}$

$G_{bp} = (2,0 * 1,1 * 0,1) * 2200 = 484 \text{ kg}$

La vérification de la stabilité donne ce qui suit :

$$\frac{N_u + (G_{sem} + G_{bp})}{S_1} \leq q \quad \text{on aura : } \frac{71831 + (1620 + 484)}{180 * 90} = 4,56 < 4,6 \text{ kg/cm}^2$$

**Conclusion** : la semelle sous poteau de section  $180 \times 90 \text{ cm}$  et hauteur  $40 \text{ cm}$  vérifie la stabilité externe du château d'eau.

## 5.2 Établissement du plan du château d'eau

Le plan du château d'eau représenté en annexe du présent travail a été établi de manière suivante :

- La vue en plan coté en logiciel Autocad 2010
- Les différentes vues en élévation et perspectives en logiciel Sketchup

## 5.3 Évaluation du coût du château d'eau

Le cout du château est évalué dans le devis quantitatif et estimatif ci-dessous établi sur base des quantités des bétons obtenus après pré-dimensionnement et de prix unitaires utilisés par les entreprises de constructions les moins disant. (Cfr devis tableau N°9).

Tableau N°9

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	P.U en \$Us	P.T EN \$Us
1.	<b>Installation et Repli en chantier</b>				<b>980</b>
2.	<b>Terrassement</b>				
2.1	Fouille en déblai	m <sup>3</sup>	14,52	15	217,8
2.2	Remblai compacté	m <sup>3</sup>	11,616	10	116,16
	<b>Sous total 2</b>				<b>1313,96</b>
3	<b>Béton de propreté</b>	M3	0,88	185	<b>162,8</b>
3.	<b>Béton armé 350 kg/m3</b>				
3.1.	Semelles sous poteaux	m <sup>3</sup>	2,59	450	1165,5
3.2	Poteaux	m <sup>3</sup>	1,248	450	561,6
3.3.	Poutres raidisseurs	m <sup>3</sup>	2,46	450	1107
3.4	Poutres sous dalle de fond	m <sup>3</sup>	1,23	450	554,7
	<b>Sous total 3.</b>				<b>3388,8</b>
4.	<b>Béton armé 400 Kg/m3</b>				
	Voiles	m <sup>3</sup>	19,76	515	10176,4
	Dalle de couverture	m <sup>3</sup>	3,5	515	1802,5
	Dalle de fond du réservoir	m <sup>3</sup>	5.23	515	2703,75
	<b>Sous total 4</b>				<b>14682,65</b>
5	<b>Travaux d'étanchéité</b>				
5.1	Enduit intérieur au mortier de ciment	m <sup>2</sup>	95	3	285
5.2	roofing sur la dalle de couverture	m <sup>2</sup>	29.16	8	255,28
5.3	Enduit extérieur au mortier de ciment	m <sup>2</sup>	134,89	2,5	337 ,225
	<b>Sous total 5</b>				<b>875,505</b>
6	<b>Travaux de peinture</b>				
6.1	Peinture alimentaire intérieure	m <sup>2</sup>	120	8	960
6.2.	Peinture latex extérieure	m <sup>2</sup>	134,52	2.5	336,3
	<b>Sous total 6</b>				<b>1296,3</b>
7	<b>Plomberie et accessoires</b>				
	fourniture et installation plomberie	FF	FF	500	500
	Fourniture et installation échelle d'accès pour entretien	FF	FF	300	300
	<b>Sous total 7</b>				<b>800</b>
	<b>Total des sous totaux</b>				<b>22520,015</b>
	<b>Imprévu à 3 %</b>				<b>675,600</b>
	<b>Total des travaux</b>				<b>23195,615</b>
	<b>Frais d'études à 5%</b>				<b>1159,78</b>
	<b>Frais de contrôle et surveillance % à 6</b>				<b>1391,736</b>
	<b>Tva 16%</b>				<b>3711,29</b>
	<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>29 458,39</b>

Nous disons en toutes lettres Vingt Neuf Mill quatre Cent Cinquante-huit dollars Américains Trente-neuf centimes.

## CONCLUSION

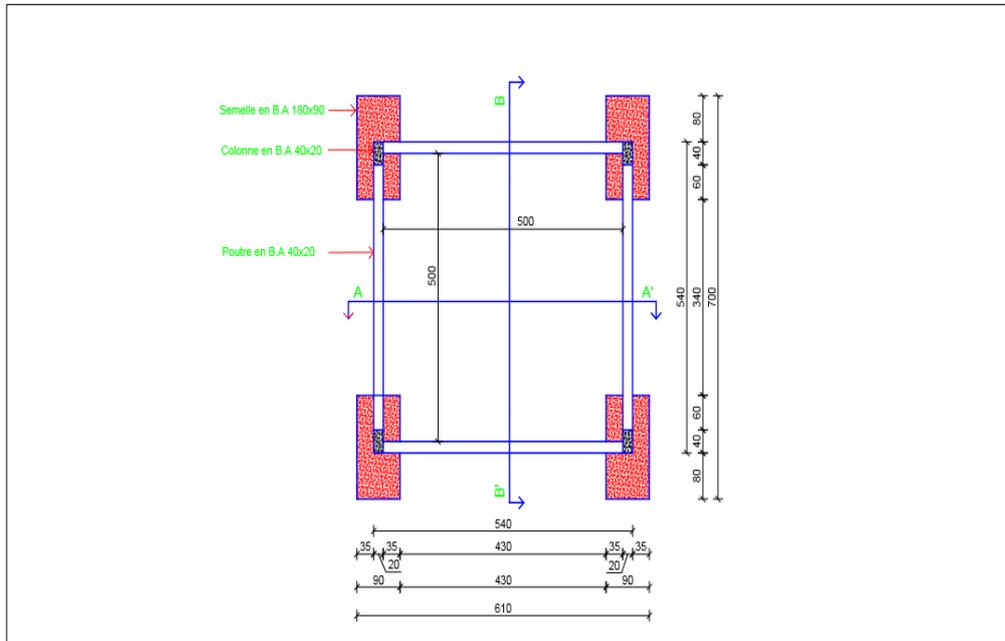
A l'issue de ce travail de recherches sur l'alimentation en eau potable d'un hôpital public en cas d'arrêt de fourniture d'eau par la Régideso, cas de l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda à Matadi, il ressort ce qui suit :

- La problématique de la pénurie en eau potable pendant les arrêts de fourniture d'eau par la Régideso et les difficultés auxquelles sont contraintes les malades à l'Hôpital Général de Référence de Kinkanda à Matadi sont des réalités vivantes.
- Suivant le respect des normes d'hydraulique urbaine et les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé, avec 242 lits, un Institut Médical, les services administratifs, jardins et parking, la demande en eau journalière moyenne de l'Hôpital Général de Kinkanda est de 97,8m<sup>3</sup>.
- Après avoir tenu compte des différents coefficients des pointes ; de majoration de la population hospitalière en cas de sursaturation et de la réserve incendie, la demande en eau journalière maximale est estimée à 217m<sup>3</sup>.
- Pour la desserte de l'hôpital en cas d'arrêt de fourniture d'eau potable par la Régideso, une réserve en eau potable doit être constituée dans un château d'eau couvert en Béton armé de 103 m<sup>3</sup>, volume dans lequel 73 m<sup>3</sup> servira pour la desserte de l'hôpital et 30 m<sup>3</sup> comme réserve incendie. En cas d'usage total de l'eau, le château pourra être rempli de nouveau.
- Le cout total de la construction du château d'eau s'élevé à **27.958,52 \$US (Vingt Sept Mille Neuf Cent Cinquante-huit dollars Américains Cinquante-deux centimes)**, déterminé à l'issue de ce travail, et qui doit être construit sur le plateau d'altitude la plus élevée de l'hôpital suffira.
- Ledit château sera alimenté par la conduite Régideso et desservira l'Hôpital par gravitation par son réseau de distribution moyennant ouverture d'une vanne by pass.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BALAH BELKACEM, *Polycopie du cours alimentaire en eau portable*, Université de LARBI BEN M'HIDI O.E.B, 2019-2020, 25 pages.
2. BONNIN, J., *Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance*, collection de la Direction des Etudes et de Recherche d'Electricité de France, Paris, Edition Eyrolles, 1986.
3. BONVIN J., *Hydraulique urbaine I*, Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud, 2005. 110 pages.
4. BRIERE, F.G., *Distribution et Collecte des eaux*, Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1994, 365 pages.
5. CARLIER M., *Hydraulique générale et appliquée*, Edition Eyrolles, Paris, 1980.
6. COTEREHOS, *L'eau dans les établissements de Santé*, France, 1995.
7. DROUAT, E., VOUILLAMOZ, J.M., *Alimentation en eau des populations menacées (Action contre la faim)*, Hartmann, Editions des Sciences et des Arts.
8. DUPONT A., *Hydraulique urbaine Tome 2*, ouvrage de transport, élévation et de distribution des eaux, Paris, Edition EYROLLES, 1977, 484 pages.
9. DUPONT A., *Hydraulique urbaine*, tome 1, Editions Eyrolles Paris, 1974.
10. FRESENIUS, *Technologie de l'eau potable*, Edition G.T.Z (R.F.A), 1980.
11. GOMELLA, C., *La distribution d'eau dans les agglomérations*, Paris, Edition Eyrolles, 1974.
12. KADABENFODDA ROUMANISSA, KADABENFODDA IMENE, *Dimensionnement et études d'un château d'eau en béton armé*, Mémoire de fin d'étude de Master, Centre universitaire Belhadji, Algérie 2019-2020, 113 pages.
13. LMR, *Capacité portante des fondations superficielles*, Ecole polytechnique de Lausanne.
14. MEILHAC A. et BURON A., *Fondations superficielles*, <http://www.cours-genie-civil.com>, 2008, 11 pages.
15. MOHAMED MOUSSA, *poly-alimentation en eau potable*, Ecole Nationale D'Ingénieurs de Tunis, 2002.123 pages.
16. MORARECH MOAD, *Cours d'Hydrochimie, Eau Potable et Assainissement liquide*, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc 2014-2015.45 pages.
17. PERCHAT J. et ROUX J., *Pratique du BAEL 1991*, Deuxième Edition, Ed. Eyrolles Paris, 1997, 407 pages.
18. ZOUNGRAMA D., *Cours d'approvisionnement en Eau Potable*, EIER, Burkina Faso, 2003, 142 pages.

= ANNEXES =

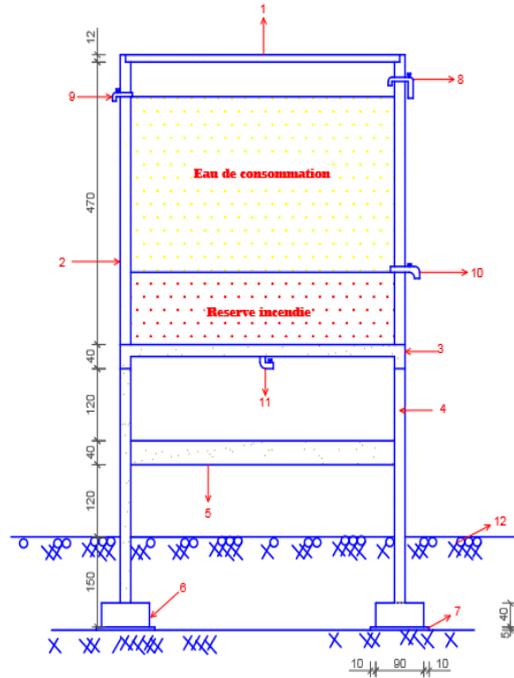


Vue en plan du château d'eau



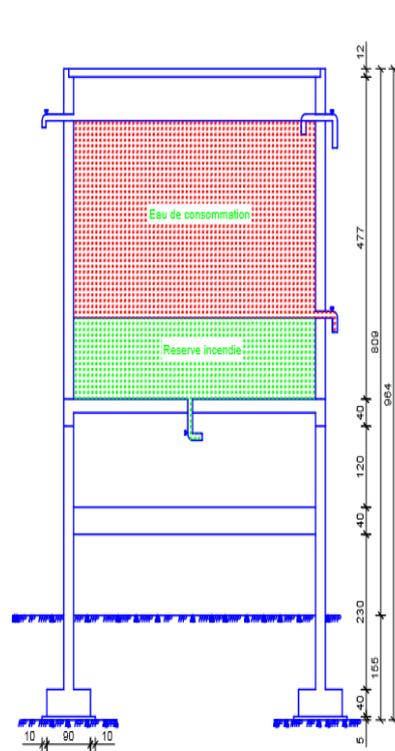
**Legende**

1. Dalle de couverture épais. 12 cm.
2. Voile en B.A épais. 20cm.
3. Dalle en B.A du fond du reservoir épais. 20 cm.
4. Poteau en B.A 40x20 cm.
5. Poutre raidisseur 40x20 cm.
6. Semelle sous poteau en B.A 180X90X40 cm.
7. Béton de propreté 200x110x5 cm.
8. Tuyau d'alimentation.
9. Tuyau trop plein.
10. Tuyau de distribution.
11. Tuyau de vidange.
12. Terrain naturel.



**PLAN DE COUPE B B'**

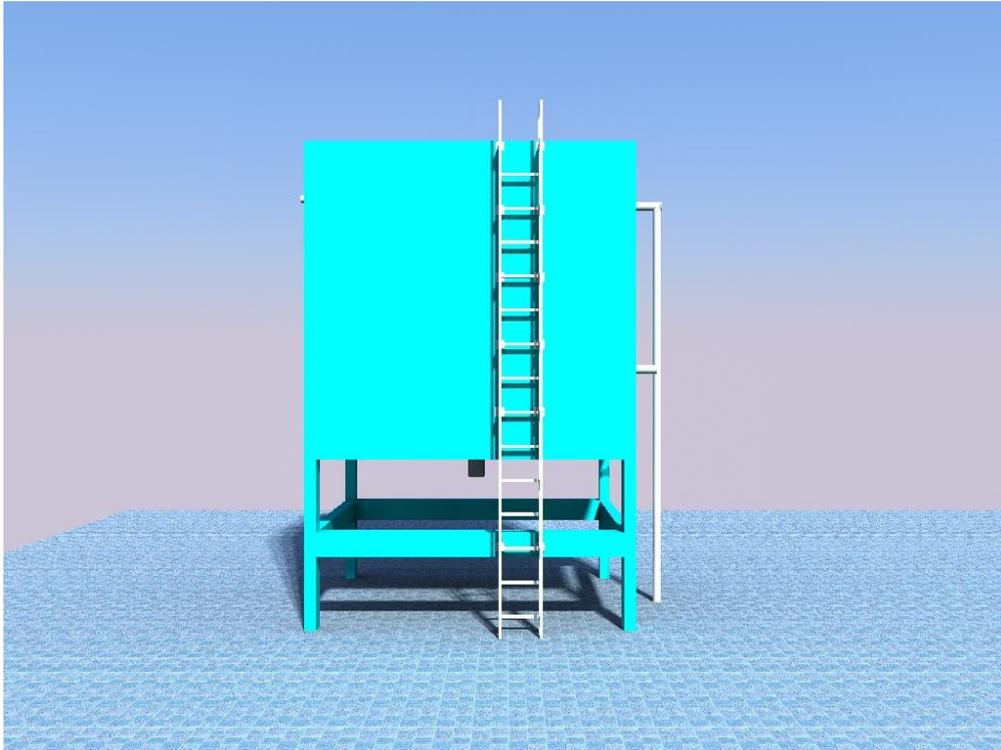
**COUPE BB**



PLAN DE COUPE A A'

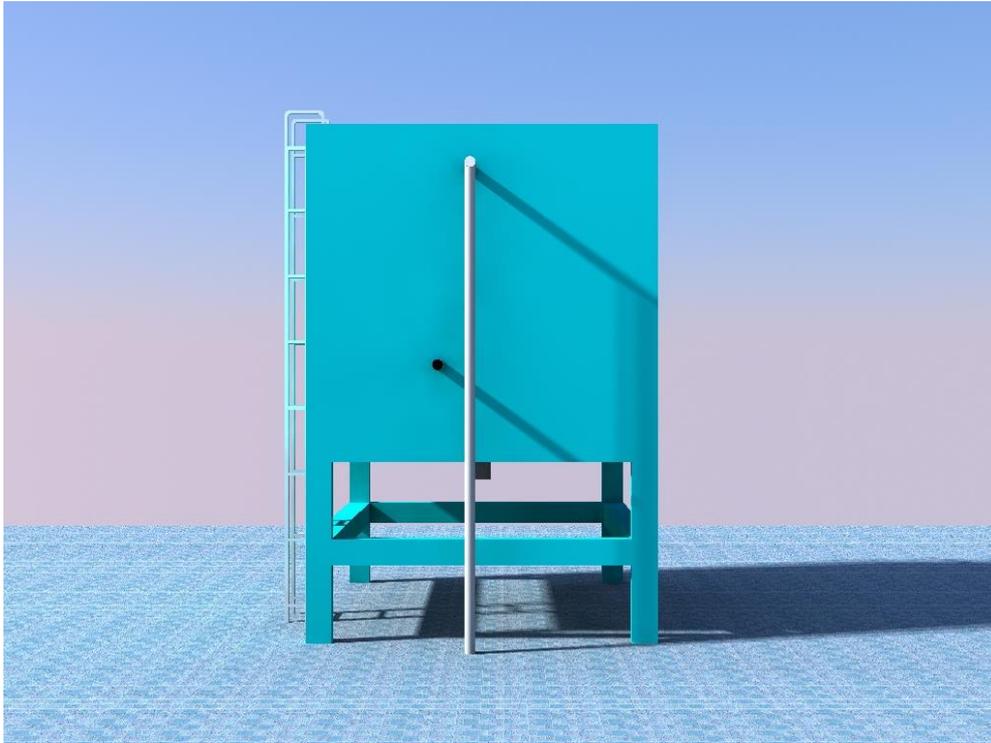
Echelle/1:100

COUPE A -A

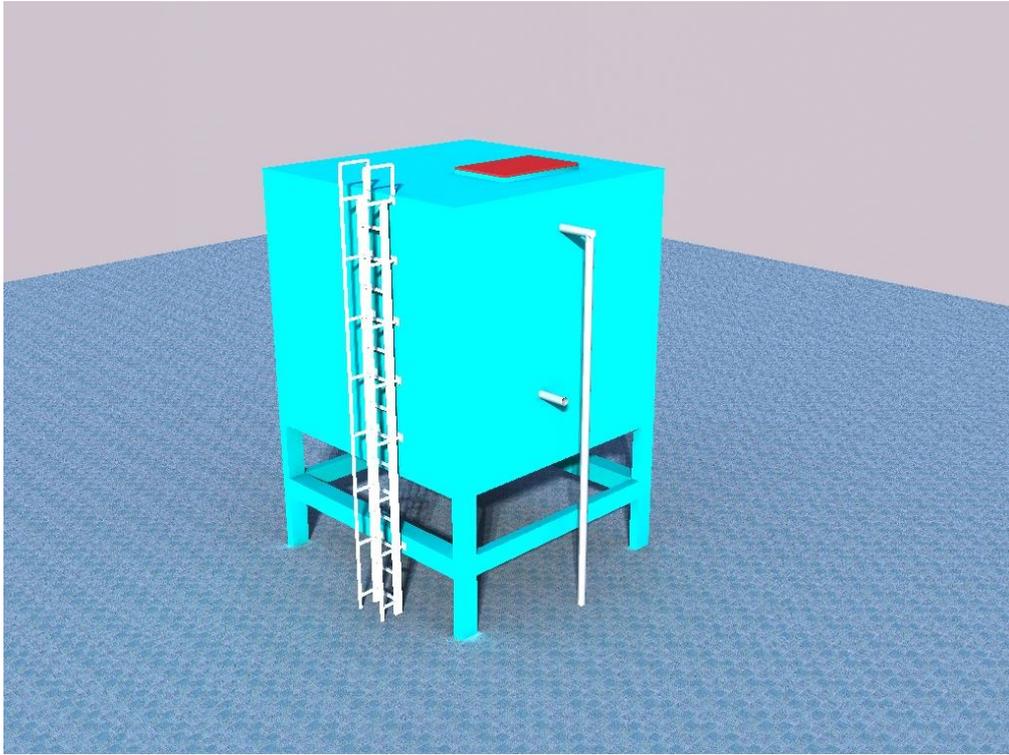


Echelle d'accès pour entretien

Vue en élévation du château



Tuyau d'alimentation du château d'eau



Vue en élévation du château d'eau