



Faisabilité d'adduction d'eau potable à l'horizon 15 dans la Localité extra-urbaine de Batiakanga au Secteur de Lubuya-Bera de Kisangani

**Thierry Mumbere Matita¹, Gerlas Muhindo Nzala² Rose Mumbere Nzanzu³,
Remy Kitenge Sembele⁴**

Résumé

L'eau est non seulement un aliment, mais une nécessité d'urgence dans la vie humaine et des écosystèmes. En République Démocratique du Congo, coulent naturellement des eaux rivières et de grand fleuve en flux continuels, alors qu'avec scandale hydrographique. Cette étude a pour objectif d'établir la possibilité d'un projet de desserte en eau potable dans la localité de Batiakanga, site d'expérience à Lubuya-Bera, contigüe à la ville de Kisangani en province de la Tshopo. L'eau potable n'y est pas, et la population locale est contrainte de consommer de l'eau impropre à la santé s'exposant ainsi aux multiples maladies. Cette étude de projet de desserte en eau potable montre que l'on peut réduire le scandale hydrographique de surface et souterraine, par des techniques modernes, rapides et de régulation à la bonne volonté suscité aux décideurs ; et faire parvenir l'eau partout et à tous, à un coût raisonnable. Dans ce projet tous les calculs et dessins sont présentés pour permettre la mise en œuvre de la desserte en eau potable dans la localité de Batiakanga.

Mots clés : Desserte en eau potable, schéma hydrographique, projet d'eau potable, extra-urbaine

Abstract

Water is not only just food but an emergency necessity in human life and ecosystems. In the Democratic Republic of Congo, rivers and large rivers naturally flow continuously, while the country is presented with hydrographic scandal for drinking and water usage. This study aims to establish the possibility of a drinking water supply project in the locality of Batiakanga, an experimental site in Lubuya-Bera, Tshopo Province. There is no drinking water there, and the local population is forced to consume water that is unfit for health, thereby exposing themselves to multiple diseases. This project shows that the possibilities to reduce the surface and underground hydrographic scandal, by modern, rapid and regulation techniques with the goodwill generated among decision-makers; and get water to everywhere

¹Ir constructeur, Assistant d'enseignement en bâtiment et travaux publics de l'ISTA-Lukanga.

² Architecte Assistant d'enseignement à l'Institut du Bâtiment et Travaux Publics de Butembo.

³ Assistante d'enseignement en Santé Publique de l'ISTM Nyakunde à Bunia.

⁴ Assistant d'enseignement en soins infirmiers à l'Université Professeur Mutumbi à Kinshasa

and to everyone, at a reasonable cost. In this project all calculations and drawings are presented to allow the implementation of drinking water supply in the locality of Batiakanga.

Keywords: Drinking water supply, hydrographic plan, drinking water project, extra-urban

Introduction

Les ressources naturelles sont à divers usages tels que domestiques, industriels et agricoles. Parmi les ressources naturelles, l'eau est utile et indispensable à la vie. L'eau est vitale pour développer les activités humaines, animales et végétales. L'eau de qualité améliore la santé, rabat la mortalité à l'homme et l'animal inhibe significativement d'incalculables dégâts de son absence. L'eau valorise l'environnement physique à l'espèce humaine. La potable devrait être proprement produite et rationnellement gérée du captage à sa consommation, porter le meilleur bénéfice (Mokili, 2014). Elle nettoie des machines, utile au laboratoire, à la cuisine et au breuvage des bêtes, elle sert également au loisir de l'homme et former des belles piscines, irriguer les plantes (Kenmogne, 2006), à plus de l'électricité. Les grandes eaux de mer et océan sont une voie de transport et de communication plus courante, peu couteux.

Selon Scarwell et Roussel (2017), Baechler (2012), Diakité et Alban (2012), l'eau a des bienfaits aux écosystèmes et à l'homme ; et d'autres en ont montré les méfaits par des catastrophes (UNESCO, 2019), des accidents (Seung-Soo (2015) et de mauvais usage pour malpropreté (Aubry, 2023), ou par insuffisance ou par excès d'usage (Whiteley, 2019, Chebet, 2023).

Le rapport UNICEF-WHO (2015) montre que 663 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et 2,4 milliards sur la planète ne disposent pas d'un assainissement de base. Le drame de l'eau est plus important au Tiers Monde dont l'Afrique Sub-Saharienne, une grande partie de l'Asie et l'Amérique Latine, faute de politique budgétaire, de production, d'administration, de gestion distributive et d'assainissement de l'eau (François, 2003).

Plus l'eau se raréfie, plus le besoin accroît et s'amplifié aux agglomérations congolaises à qualité près. L'insuffisance de l'eau potable près des maisons ou au dedans fait perdre du temps et d'énergie aux ménagers, marchant des longues distances pour s'en approvisionner. Fournir permanemment de l'eau potable à Batiakanga, un projet pilote s'impose à la rivière Tinapeke, en amont le plus proche.

La faisabilité et degré d'effectivité, l'état de lieu hydrographique, les moyens locaux supplétifs aux finances du gouvernement sont nécessaires. La géographie de Batiakanga permettrait toujours l'accès de la population à l'eau potable. Cependant, l'inexistence et manque de politique de gestion et de distribution d'eau, aucune ligne budgétaire d'adduction d'eau à Batiakanga au gouvernement risquent de favoriser la consommation de l'eau brute, et impropre a la santé.

Ce qui serait a la base des maladies d'origine hydrique, affaiblissant leur santé physique et leur amener la mort a cause de leur économie affectée par des dépenses imprévues des soins de santé. Cette étude avait pour objectif d'analyser les facteurs de base pour la desserte en eau potable dans la localité de Batiakanga.

Méthodologie

Approche méthodologique

L'approche appliquée dans ce travail était basée sur les méthodes de Taylor, issues de trois phases de l'organisation scientifique du travail (OST): la parcellisation des tâches ou division horizontale du travail, l'optimisation des gestes et la standardisation ou division verticale des tâches. Interprétées par Isabelle Garcia et Bénédicte Darbin et Garcia (2021) elles sont prônées par Clément (Valente, 2021).

Les méthodes du bâtiment et des travaux publics comprennent : les méthodes en phase d'étude des prix. Pour cette phase, on négocie et fournit avec précision les coûts fiables de construction, dont d'intrants matériels et immatériels, les méthodes en phase de préparation du chantier ; qui rassemblent les intrants par ordre d'utilité pour efficacité record d'actes et efficacité optimale de production de l'ouvrage, les méthodes en phase d'exécution du projet ; qui posent des actions efficaces en sécurité des travailleurs et de l'environnement du chantier d'adduction d'eau, et les méthodes en phase après la fin des travaux ou phase d'évaluation du projet. Pour Batiakanga quatre étapes ont été prise en compte : la consultation et conception, la programmation et fixation, l'exécution et finition, enfin l'évaluation et contrôle.

Localisation

Le Congo en général, la province de la Tshopo et la localité de Batiakanga en particulier regorgent plus des eaux naturelles de surface et souterraines jusqu'au scandale hydrographique. Les localités périphériques aux villes et les agglomérations non desservies en eau potable ont droit au projet pilote d'adduction d'eau. Des normes internationales en milieu urbain, la quantité d'eau utilisée par individu est de 100 à 150 litres par jour, par habitant (Nansi, et. al, 2013) ; et 15 à 20 litres par jour l'habitant en milieu rural (Smets, 2016).

Population et Échantillon

Des statistiques démographiques du recensement de septembre 2023, la population de Batiakanga était de 7199 habitants ($P_0= 7199\text{hab}$), répartie aux quartiers : Mandombe 2.282, Batiakanga 2.073, Mahole 1.922 et enfin Matiandele 922 habitants comme présentée au tableau.

Tableau 1. De la population par sexe et par statut

Les enfants		Les adultes		Total	
Filles	Garçons	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
2.240	1.573	1.333	2.053	2.906	4.293
TOTAL 3.813		3.386		7.199	

A la couverture du projet de 15 ans ($n=15$) de 2023–2038 au taux d'accroissement de 3% ($TDA=3\%$) ; la loi de $P_n = P_0(1 + TAD)^n$ dont $P_0=$ effectif de la population à l'année d'étude ; $P_n=$ effectif de population à l'année projetée ; $n=$ années de projection (15ans), et enfin $TAD=$ Taux d'accroissement (3%) fait apprécier la population aux 15 ans à venir. Elle

est ainsi projetée : $P_{2038} = 7.199 \times (1+0,03)^{15}$ donnant 11215,8 âmes, environs 11.216 habitants en 2038. De 7.199 habitants recensés, l'observation sensibilisante et participante dudit projet pilote a uniquement touché les adultes, à partir des couches sociales, reprises au tableau.

Tableau 2. Les couches sociales touchées par l'observation

N°	Couches sociales	Effectifs par sexe		Total	%
		Hommes	Femmes		
01	Administration publique	10	5	15	7,73
02	Enseignement	13	25	38	19,59
03	Santé publique (infirmiers)	8	17	25	12,89
04	Économie et commerce (FEC)	36	10	46	23,71
05	ONGD et de droits de l'homme	13	5	18	9,28
06	Société civile et jeunesse	23	12	35	18,04
07	Autres (religieux, artisans...)	13	4	17	8,76
Total		116	78	194	100

En milieu périurbain, la dotation de 20 litres/jr/hab fait voir que la quantité d'eau qui sera consommée journalièrement à 15 ans à Batiakanga sera le produit de la consommation individuelle rapporté au nombre d'habitants (11.216) projeté en 2038. Concrètement, c'est 20l par habitant par jour à une population estimée. $Q = 20 \times 11.216 = 224.320$ l/jour, faisant 224,32m³/jr, arrondis à 225m³.

Ainsi, le débit doit être de $Q_s = \frac{29280}{86400} = 0,338$ l/s. Il faut une mise en place d'une gestion durable des projets eau et assainissement en milieu rural (Paepar, 2005) de qualité technique répondant aux normes nationales et internationales avec des équipements durables avec impact sur la santé et le développement local.

Résultats

Attitude de la population sur le manque d'adduction d'eau et Conséquences de consommer l'eau sale

La dangerosité de l'eau sale est qu'elle est consommée par manque d'eau potable. L'accès à l'eau potable et services d'assainissement (Hunter, 2010) est un droit fondamental décisif pour la vie, la santé et le respect de la dignité humaine. Alors que la population est touchée, deux réalités sont exploitées : soit continuer à consommer l'eau impropre et subir sciemment des conséquences (maladies, épidémies), soit en chercher collectivement des solutions locales et durables au problème d'eau potable et ainsi éviter des maladies y relatives

En hygiène, les conséquences de consommation de l'eau impropre sont très fâcheuses. Une eau sale, un assainissement médiocre et de mauvaises habitudes d'hygiène constituent la principale voie de transmission des maladies féco-orales. Pour l'OMS (2023), les conséquences socioéconomiques, l'eau contaminée et le manque d'assainissement génèrent des maladies dont le choléra, la diarrhée, la dysenterie, l'hépatite A, la fièvre typhoïde et la poliomyélite (premières victimes étant les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées).

Tableau 3. Attitude de la population sur le manque d’adduction d’eau et Conséquences de consommer l’eau sale

N°	Conséquences de consommer l’eau sale	Avis de la population			Proportion		
		Pour	Contre	Indécis	Pour	Contre	Indécis
01	Bilharziose	191	1	2	98,45	0,52	1,03
02	Typhoïde	194	-	-	100	-	-
03	Amibiase	194	-	-	100	-	-
04	Choléra	190	1	3	97,93	0,52	1,55
05	Vers intestinaux	194	-	-	100	-	-
06	Autres maladies	190	2	-	97,93	1,03	-
07	Perdre temps par puiser	188	2	4	96,91	1,03	2,06
08	Perte d’économie-argent	192	-	2	98,97	-	1,03

Les résultats dans le tableau 3 montre les avis des répondants pour le haut risque des maladies d’origine hydrique. Avec d’amples explications des infirmiers, elle renforce le constat à plus de 90% que, plus elle ne consommera pas de l’eau traitée, longtemps elle s’attirera des maladies épidémiques et endémiques aux conséquences fâcheuses, jusqu’aux irréparables.

Aménagement d’une source d’eau et technologie

Une source est une émergence naturelle d’une nappe d’eau souterraine localisée ou diffuse à la surface du sol. L’ingénieur-technicien doit savoir la capter, la canaliser vers un traitement au réservoir, et la transporter vers la population pour un usage rationnel. Avant tout captage, une étude approfondie du terrain est faite, au besoin avec la communauté. Enfin, vient l’étape d’exécution, à trois phases (Letsbuild, 2023) : le préliminaire pour nettoyer (matériaux et alentours), et creuser (canal et galerie), la construction pour posage du mur d’argile et tuyauterie (de trop plein, de tuyau de ventilation de la chambre de captage) et les perrons, érection mur de retenu et de puisage, et enfin l’achèvement.

Dimensionnement du bac d’aspiration et de la pompe d’aspiration

Les résultats de la prospection de dimensionnement montrent que le débit de la Tinapeke est de 0,29l la seconde. Si Q_s vaut 0,29l/s et le temps de séjour étant d’une heure ; avec la loi $Q = \frac{V}{t} \Rightarrow V = Qxt$, alors V équivaldra au 0,29l/sx3600s, donnant 1044l soit 1,044m³ d’eau l’heure. En prenant une heure pour 1m, V équivaut à $h \times l \times L$; la L vaut 2l et V vaut $h \times l \times 2l$. Si $V = h \times l \times 2l^2$, alors $l = \sqrt{\frac{V}{2}} = \sqrt{\frac{1,044}{2}} = 0,7m$. Donc la $l = 0,7m$ et la $L = 2l$ entraînent que $\Rightarrow L = 2 \times 0,7 = 1,4m$, alors le dimensionnement sera représenté comme ci-après :

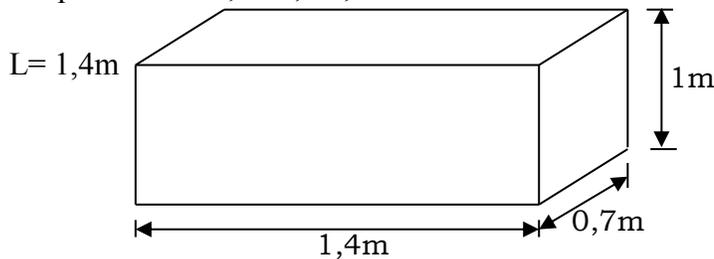


Figure 1. Dimensionnement du bac d’aspiration et de la pompe d’aspiration

Pour la pompe, l'Alt réservoir étant à 424m et l'Alt source à 419m, la formule prend la différence entre les deux Alts. Le résultat est de $Alt = 424m - 419m$; $Alt = 5m$. En prenant la pompe aspirante verrière VN6 dont l'altitude d'aspiration est inférieure à 6m, le débit à aspirer sera de $1,044m^3$ avec $Q = 1,5-1,8m^3/h$.

Dimensionnement du château d'eau

Pour le dimensionnement, les calculs sont que Q_B vaut $0,338l/s$, et il équivaudra à $29m^3/j$, Le temps de stockage étant de 20 heures et le temps de puisage de 4heures, étalonnées à 2 heures dont de 6h à 8h le matin et de 16h à 18h le soir ; en prenant 3m quand V équivaut à Qxt , équivaudra à $0,338 \times 20 \times 3600$ qui fait $24336l$, soit $V = 24m^3$. Or, la loi est que $V = hx \times L$, la L valant $2l$. Étant donné que V vaut $hx \times 2l$, la formule devient $V = hx \times 2l^2$, la $l = \sqrt{\frac{24}{6}} = 2m$, et la $L = 2l \times 2 = 2m \times 2 = 4m$; donc la $L = 4m$.

Pour Monney (2020), l'objectif des travaux sur le dimensionnement de l'ouvrage est d'assurer de façon durable l'approvisionnement en eau potable et en quantité suffisante aux populations en besoin. Selon Bassirou (2016), le dimensionnement du réservoir d'eau est un ouvrage de stockage d'eau pour la distribution. Il joue un rôle tampon entre la production d'eau et la distribution d'eau aux consommateurs, tout en assurant l'écoulement gravitaire dans le réseau de distribution. Il permet enfin d'avoir un temps de contact nécessaire pour les désinfectants comme le chlore.

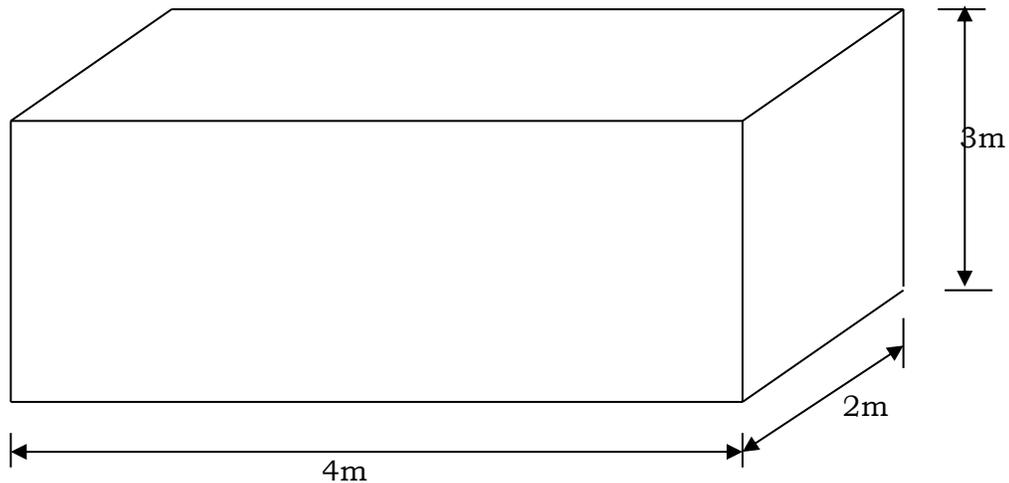


Figure 2. Dimensionnement du château d'eau

La hauteur de surélévation du réservoir permet à l'eau d'atteindre l'altitude la plus élevée du réseau. Pour y arriver, il faut calculer la différence entre l'altitude la plus basse et l'altitude la plus élevée. La H qui équivaut à l'Alt réservoir moins l'Alt la plus élevée, donne $430-424 = 6m$ pour atteindre l'altitude la plus élevée pour le réservoir. La $H_{réf}$ étant de $3m + (6m - 3m)$ qui fait $6m$ et la H_{asp} étant de $5m$, la H_m vaudra la somme de $H_{asp} + H_{réf}$, ce qui vaut $5m + 6m$ qui donne $H_m = 11m$. La H_f vaut le produit de 4% par la H_m . Donc $H_f =$

$\frac{4 \times 11}{100} = 0,44m$, la HmT vaut la somme de la Hasp, de la Hréf et de Hf. Pratiquement la HmT vaudra $0,11m+6m+5m$ qui donnera $HmT= 11,11m$ dont il faut structurer un réservoir.

Analyse des structures du réservoir (château d'eau) à béton armé

Selon Nzenza (2014), le but des structures est de s'assurer de la stabilité et de produire un ouvrage économique. Pour la capacité de stockage sûre au réseau de distribution comprise entre 25% et 50% avec une moyenne 33%, Maïga, et al, (2008) stipule qu'à la consommation journalière de pointe ; le volume se décompose en trois réserves : la réserve de distribution (RD) ; la réserve de sécurité (RS) et la réserve d'incendie (RI), toutes bien calculées.

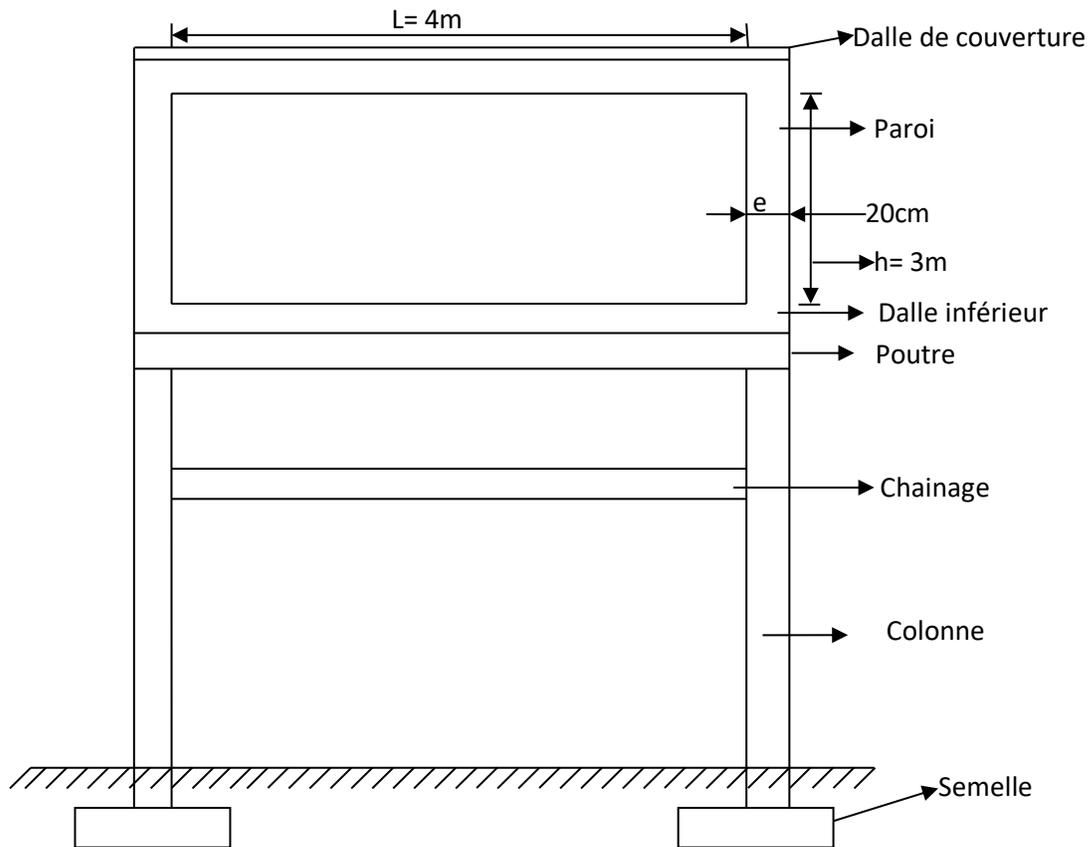


Figure 3. Structures du réservoir (château d'eau) à béton armé

Les résultats du graphique 3 montrent qu'il faut une dalle comme élément de la structure travaillant en flexion sur deux directions pour couvrir le niveau de bâtisse armé et constituer une autre parcelle à construction au-dessus de la structure. Elle est coulée par mesures et par objectifs (utilisations ultérieures).

Au pré dimensionnement de la dalle du figure 4, $e = \frac{l_x}{35} = \frac{2,4}{35} = 0,06m \approx 6cm$; on considère 12cm à de l'épaisseur de la dalle qui varie entre 12cm et 18cm pour le réservoir et a

structure. Ainsi si $\frac{l_x}{l_y} = \frac{2,4}{4,4} = 0,54 > 0,4$, la dalle porte en deux sens c'est-à-dire que les armatures porteuses se calculeront en longueur et en largeur.

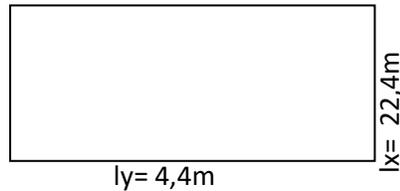


Figure 4. Pré dimensionnement de la dalle

Pour l'évaluation des charges graphique 5 (ELU), les poids propres sont de $Q=1,35 \times 1 \times 2500 \times 0,12$ qui donnent 405Kg/m ; et la surcharge de la dalle de 100kg/m^2 vaudra $G= 1 \times 100 \times 1,5$ qui donne 150Kg/m . Enfin Q_t de $150 \text{Kg/m} + 405 \text{kg/m}$ donnera 555 .

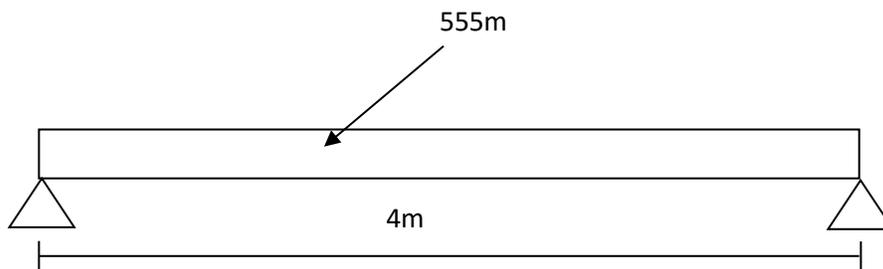


Figure 5. Évaluation des charges

$$\text{Que donc, si : } M = \frac{pl^2}{8} = \frac{555 \times 16}{8} = 1110 \text{kgm}$$

$$\mu = \frac{M}{b x h^2 x f_c} \text{ or } f_c = \frac{0,85 f_c 28}{1,5} = \frac{0,85 \times 20}{1,5} = 11,33 \Rightarrow \mu = \frac{111000}{100 \times 10^2 \times 113,3} = \frac{111}{1133} = 0,097$$

$\varepsilon = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$ Donnera $1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,097})$ équivalent de $1,25(1 - \sqrt{0,806})$ et qui donne $1,25(1 - 0,89)$ qui est égale à $0,12$. Le produit de la somme des charges fait : $\varepsilon x d = 0,12 \times 10 = 1,2$. Sur ce, Z étant le facteur des charges $Z = d(1 - 0,4\varepsilon)$, il donne $10(1 - 0,4 \times 0,12)$, donc $Z = 9$.

$$A_s = \frac{M}{Z x f_s} \text{ or } f_s = \frac{f_s}{1,5} = \frac{400}{1,5} = 348 \text{MPa} \Rightarrow A_s = \frac{111000}{9 \times 3480} = 3,54 \text{cm}^2$$

En prenant le $\Phi_{10} \Rightarrow \frac{\pi x D^2}{4} = \frac{3,14 \times 100}{4} = 78,5 \text{mm}^2 = 0,785 \text{cm}^2$ et le nombre = $\frac{3,54}{0,785} = 4,5 \approx 5 \Phi_{10} / m$; l'espacement (e) sera alors de : $\frac{1}{5} = 0,2 = 20 \text{cm}$. La pratique converge vers les parois et la dalle.

Calcul des parois et de la dalle inférieure

Les éléments ci-après étaient pris en compte pour le calcul des parois et de la dalle inférieure du réservoir :

- La paroi dans ses charges évolutives, son poids propre $P_1 = 3 \times 0,20 \times 1 \times 2500$ qui donne 1500Kg et la Z_1 de 0,10m, donneront M_1 de $1500 \times 0,10$ Kg qui fait 150Kg.
- Le poids propre de la dalle inférieure, $P_2 = 0,12 \times 4 \times 1 \times 2500 = 1200$ kg, et Z_2 à 2m, le M_2 équivaudra à -2×1200 qui donne -2400kg
- Poids de la dalle de couverture sera de $Z_3 = 0,10$ et M_3 donne $0,10 \times 1110 = 111$ kgm.

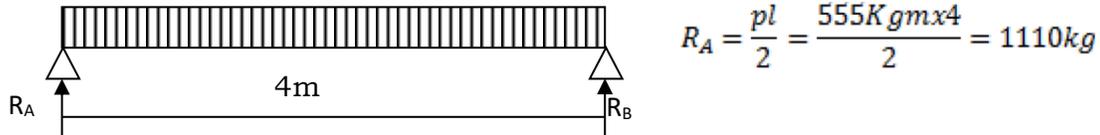


Figure 6. Calcul des parois

- La poussée verticale de l'eau sur la dalle inférieure se fera comme suit :

$$P_4 = 4 \times 3 \times 1 \times 1000 = 12000 \text{kg}$$

$$Z_4 = 2 \text{m et } M_4 = 2 \times 12000 = 24000 \text{kg}$$

$$M_4 = 24000 \text{Kg}$$

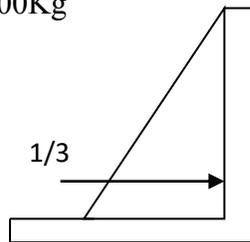


Figure 7. Calcul de la dalle inférieure

- La poussée de l'eau sur la paroi : $H = \frac{\delta x h^2 \times k}{2}$ avec $K = 0,33$
 $H = \frac{1000 \times 9 \times 0,33}{2} = 1485 \text{kg}$. Si $Z_1 = \frac{1}{3} x h = \frac{1 \times 3}{3} = 1 \text{m}$, $M_1 = 1485 \times 1 = 1485 \text{Kg}$ m.
 Le Tableau 4 montre les résultats des différents calculs des structures.

Tableau 4. Évaluation de la stabilité du réservoir

N°	Activité obligatoirement recommandée	V	H	Z	Mst	Mr
1	Poids propre de la paroi	1500		0,10	-1500	
2	Poids propre de la dalle inférieure	1200		2	-2400	
3	Poids de la dalle couverture	1110		0,10	-1100	
4	Poussée sur la dalle inférieure	1200		2	-24000	
5	Poussée de l'eau sur la paroi		1485	1		1485
Total		5010	1485	5,2	-29000	1485

Certaines charges sont prises en charge, telles que :

1. La stabilité du renversement : $S_R = \frac{\Sigma M_{st}}{\Sigma M_R} \geq 2$ qui donne $S_R = \frac{29000}{1485} = 19,5 > 2$
2. La sécurité contre le glissement : $S_g = \frac{\frac{\Sigma V_x f}{\Sigma H}}{f} \geq 1,5$ $f = \text{coefficient de glissement}, f = 0,5$
 $S_g = \frac{5010 \times 0,05}{1485} = 1,6 > 1,5$
3. La représentation des contraintes est illustrée en orientation schématique ci-dessous :

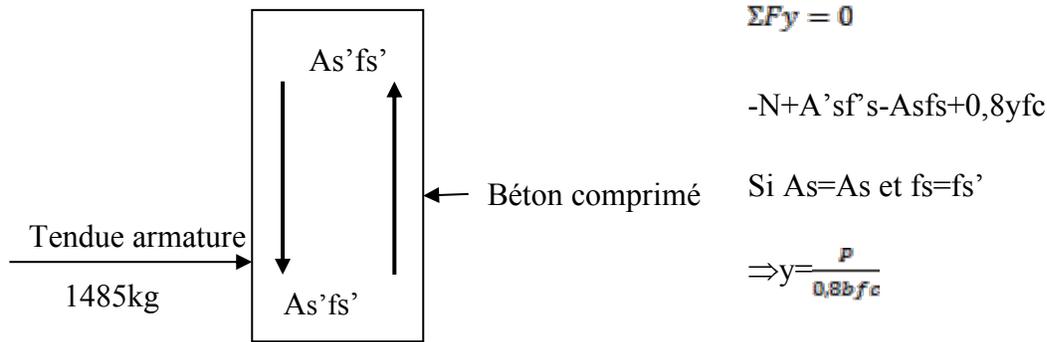


Figure 8. Représentation des contraintes

Avec $a = a' = 0,05$;

$$N_x \left(\frac{b}{2} - a' \right) - A_s f_s (b - 2a) + 0,8 y b f_c x (0,4y - a') - 1485 (1 - a') = 0$$

$$(10 - 55) - A_s \times 3480 (20 - 2 \times 0,5) + \left(0,8 x \frac{610}{0,8 \times 20 \times 113,3} \right) \left(0,4 x \frac{1600}{0,8 \times 20 \times 113,3} - 55 \right) - 1485 (10 - 5) = 0$$

$$8050 - 34800 A_s + (0,71 \times 0,35) - 141075 = 0 \quad 34800 A_s = 133024,75, \text{ donc } A_s = \frac{133024,75}{34800} = 3,8 \text{ cm}^2 \approx 5 \phi 10$$

Pour calcul la dalle inférieure, il faut d'abord noter qu'elle est soumise :

- a) Au poids de l'eau contenue dans le réservoir et à son poids propre. D'où les calculs ci-après : $P = \frac{1200 \text{ kg}}{4} = 300 \text{ kg/m}$ $P_{\text{eau}} = \frac{12000}{4} = 3000 \text{ kg/m}$ $P_t = 3000 + 300 = 3300 \text{ Kg/m}$
- b) Au moment dont les calculs sont : $M = \frac{p \times l^2}{8} = \frac{3300 \times 16}{8} = 6600 \text{ Kg m}$

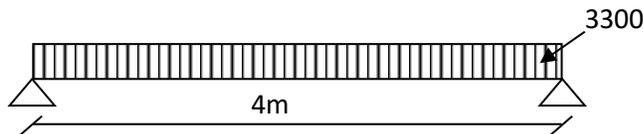


Figure 9. Calcul la dalle inférieure

- c) Le calcul de l'armature se calcule aussi comme suit : $\mu = \frac{M}{b x h^2 x f_c} = \frac{660000}{100(10)} = 0,582$
 $\mu \geq 0,34$; et la dalle sera armé doublement (double nappe). En prenant $\mu = 0,3$
 $\xi_1 = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,34}) = 1,25(1 - \sqrt{0,32}) = 0,54$

$$y = \xi x d = 0,54 \times 13 = 7,02, Z = d(1 - 0,4\xi) = 13(1 - 0,4 \times 0,54) ; Z = 10,192$$

$$A_s = \frac{M}{Z x f_s} = \frac{675000}{10 \times 92 \times 3480} = 10,5 \text{ cm}^2 \approx 7 \phi 14 / \text{m} \text{ et l'espacement sera d'environ } \approx 15 \text{ cm.}$$

D'où les dimensions échelonnées au graphique ci-dessous :

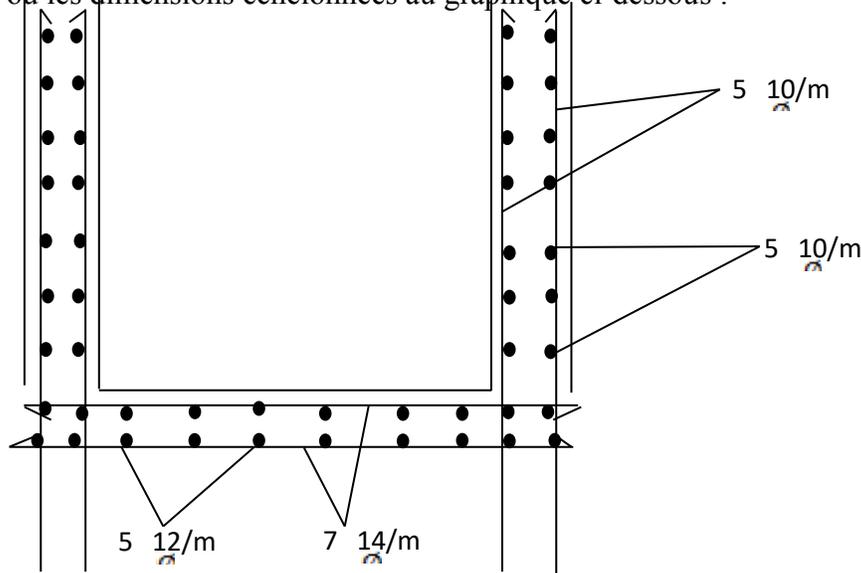


Figure 10. Armature

4. Pour la poutre principale, le pré dimensionnement $l = 4\text{m}$ et $b = \frac{4}{20} = 0,2 = 20\text{cm}$ pendant que $h = 2b = 40\text{cm}$ cela entraîne qu'on \Rightarrow considèrera $h = 35\text{cm}$. Ainsi, pour l'évaluation des charges, le poids propre P donnera $0,35 \times 0,2 \times 2500$ qui fera 175Kg/m . et les retombées des charges de la dalle sur la poutre seront les suivant, vues à la figure.

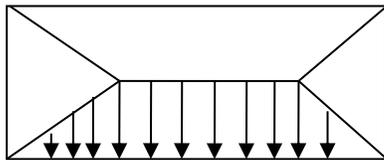


Figure 11. La poutre principale

$$S = \frac{(b+B)}{2} \times h; S = \frac{(4+2)}{2} \times 1 = \frac{6}{2} = 3\text{m}^2$$

$$P = 0,15 \times 2500 \times 3; P = 1125\text{Kg}; P_{\text{eau}} = 3 \times 1000 \times 3; P = 9000\text{kg}; P_t = 1125 + 9000; P_t = 10125\text{kg}$$

$$P_t = \frac{10125}{4} \text{kg} = 2531,25\text{kg/m}; P_t = 2531,25 + 175; P_t = 2706,25\text{kg/m}. \text{ Ainsi sera}$$

$$M = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{2706,25 \times 16}{8} = 5412,5$$

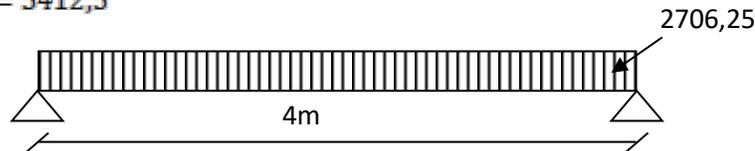


Figure 12. Armature

Le calcul des armatures se fait en examen principal de la loi suivante, armatures en observation:

$$\mu = \frac{M}{b x h^2 x f_c} = \frac{541250}{20 x 1025 x 113,3} = 0,23$$

$$\xi = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 0,46}) = 1,25(1 - 0,72) \text{ soit } = 0,339 ;$$

$$y = \xi x d = 0,339 x 33 = 11,21 \text{ et } Z = d(1 - 0,4\xi) = 33(1 - 0,4 x 0,339) \text{ soit } Z = 28,52$$

$$A_s = \frac{M}{Z x f_s} = \frac{541250}{28,52 x 3480} = 5,45; A_s = 5,45 \text{cm}^2 \text{ et donc } A_s \text{ donne environ } \approx 4\emptyset 14$$

Pour les des colonnes comme structures en position verticale, à béton armée ou non ; elles sont un support cylindrique qui soutient les parties d'une structure ; travaillant en compression.

a. En pré dimensionnement, il se montre que $h = 3\text{m}$

$$\text{Si } a = \frac{l_f \sqrt{12}}{\lambda} \Rightarrow l_f = 0,7l, \lambda = 35 \text{ et } a = \frac{0,7 x 3 x \sqrt{12}}{35} = \frac{2,1 x 3,46}{35} = \frac{5,56}{35} = 0,2076 \text{ donc } a \text{ c'est } \approx 0,20$$

b. la descente des charges, la dalle supérieure

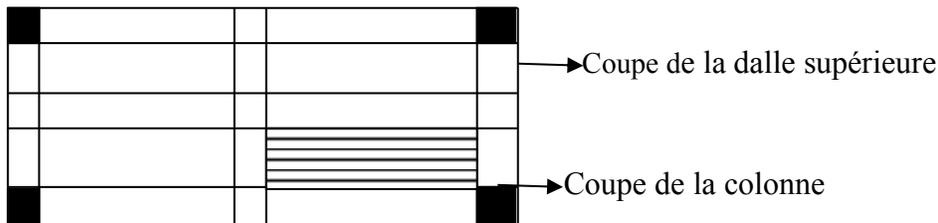


Figure 12. Colonnes

Si la Surface fait $l \times L$ quand $L = 2$ et $l = 1$; donc $S = 1 \times 2 = 2$. Ainsi, le $P_t = 0,12 \times 2500 \times 2 = 360 \text{Kg}$

- Le poids du mur de paroi se calculera en $P_t = 0,20 \times (1+2) \times 3 \times 2500 = 4500 \text{Kg}$
- La dalle inférieure se calculera aussi en $P_t = 0,35 \times 0,20 \times (2+1) \times 2500 = 525 \text{Kg}$
- Le poids de l'eau devra alors être de $P_t = 3 \times 2 \text{m}^2 \times 1000 = 6000 \text{Kg}$
- Le poids propre de la colonne doit alors être de $P_t = 0,25 \times 20 \times 2500 \times 3 = 375 \text{Kg}$

Calcul des armatures de la colonne

$$\text{Si } N = 12510 \text{ et que } A_s = \left(\frac{N_t}{\alpha} - \frac{B_r f_{c28}}{1,35} \right) \frac{y_s}{f_s} \text{ cela donnera } = \left(\frac{12510}{1,0625} - \frac{18 \times 23 \times 250}{1,35} \right) \frac{1,15}{400}$$

$$= \left(\frac{12510}{1,0625} - \frac{103500}{1,35} \right) \frac{1,15}{400} \text{ ce qui entraîne } (11801 - 76666,6) \times 0,002875 \text{ qui donne } -186,4 \text{cm}^2$$

donc, le béton seul peut supporter cette charge. A cet effet, on va promptement calculer les armatures minimales de constricton. Si $A_s = 2\% B_r = \frac{2}{100} \times 25 \times 20 = 10 \text{cm}^2$ qui donne $\approx 8 \emptyset 12$

Calcul de la semelle

Pour la descente des charges, il faut déterminer : le poids de la dalle supérieur= 360Kg, le poids du mur paroi= 4500Kg, le poids de la dalle inférieure= 750Kg, le poids des poutres= 525Kg, le poids de l'eau= 6000Kg, le poids de la colonne= 375Kg et le poids total= 12510Kg

Pour le dimensionnement de la semelle, avec un sol à capacité portante de 3Kg/cm², les calculs de la surface d'impact de la semelle se fait parla loi : $S = \frac{Pt}{\delta_{sol}} = \frac{12510}{3} = 4170cm^2$ et $C = \sqrt{4170} = 64,57 \approx 65cm$. Il faut alors calculer la hauteur (épaisseur) : $e \geq \frac{B-b}{4} + 5$ qui donne $e \geq \frac{65-20}{4} + 5 = 16,25 \approx 16cm$. Le poids de la semelle vaudra $0,16 \times 0,65 \times 0,65 \times 2500 = 169Kg$

Si $Pt = 12510 + 169 = 12679Kg$, il faut considérer la base de 70cm pour bien répartir la charge.

$\sigma = \frac{12679}{70 \times 70} = \frac{12679}{4900} = 2,58Kg/cm^2$ que donc $\sigma = 2,58Kg/cm^2$. Mais, en calculant les armatures de la semelle tout en sachant que $As = \frac{N(B-b)}{8f_s(d-d')} = \frac{12510(65-20)}{8 \times 3480(16-2)} = 1,44cm^2$, celle-ci donnera

$As \approx 3 \text{ } \varnothing \text{ } 8$

Étude du réseau de distribution d'eau

Pour les mesures de prélèvement des points importants, les altitudes avec leurs distances ont été répertoriées, puis ordonnées au tableau 6, illustré au graphique d'arbre abattu, en bas :

Tableau 6. Prélèvement des points importants

Altitudes	Distances partielle	Altitudes	Distances partielle
Alt A= 419m	AB= 150m	Alt F=429	EH= 120m
Alt B= 423m	BC= 120m	Alt H=423	HI= 130m
Alt C= 424m	BD= 100m	Alt I= 422	HJ= 350m
Alt D= 424m	DE= 100m	Alt K= 423m	KL= 200m
Alt G= 425m	DH= 150m	Alt L= 430	KM= 421m
Alt J= 418m	DK= 450m	Alt M= 421m	
Alt E= 428	EF= 120m		

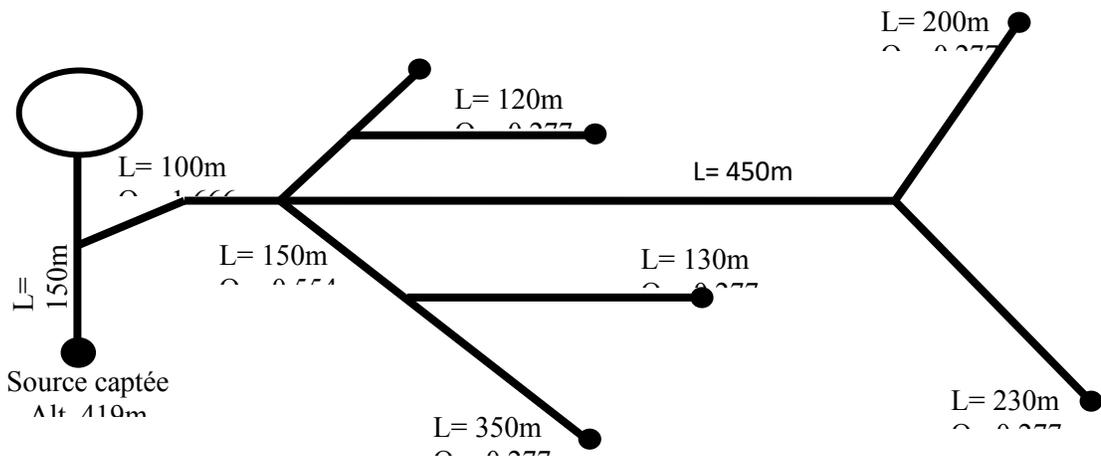


Figure 13. Prélèvement des points importants

Pour le choix de la tuyauterie, celle-ci est un équipement utilisé en conduite dans un réseau de distribution d'eau ou dans le transport d'un fluide. Pour déterminer son diamètre, il est considéré l'altitude de surélévation du réservoir et l'altitude la plus basse du réseau. Que donc, $\Delta Alt = 424 - 419 + 3$ et $Alt = 9m$. c.e puis on choisit PN10 (PN= pression nominal).

Pour calculer les diamètres des tuyauteries, les tronçons sont pris en considération.

Du tronçons AC, Si $\Phi = 1,5\sqrt{Q}$ avec $Q = 0,29l/s$ en m^3 on a $\frac{0,29}{1000} = 0,00029m^3$; le diamètre aura été de $\Phi = 1,5\sqrt{0,00029}$ qui donne $\Phi = 0,025m$, soit $\Phi = 25mm$

Discussion et Conclusion

D'après les résultats de l'étude sur la vérification de la vitesse, Engees (2019), montre que le débit (Q) vaut $V \times S$. Or la vitesse (V) est le rapport entre le débit à la seconde. $V = \frac{Q}{S}$ or $S = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times (0,025)^2}{4} \Rightarrow S = 0,00049$; $V = \frac{0,00029}{0,00049} = 0,59m/s$. Si la vitesse est inférieure à 0,5, à ce moment-là, on élargi le diamètre de la tuyauterie. Si la vitesse dans la tuyauterie est supérieure à 1,5, on diminue le diamètre du tuyau pour trouver l'efficacité de pression, et avoir rapidement l'eau en quantité suffisante.

De la manière dont sont calculés le diamètre de tuyauterie, le débit du captage et la vitesse de l'eau dans la conduite au tronçon AC, les mêmes calculs reviennent à tous les autres tronçons AB, CB, BD, KM avec les données leur répertoriées au tableau 4. On ajoute le débit dans chaque borne fontaine qui est calculé par le débit de distribution d'eau du réservoir, divisé par le nombre de bornes $Q_{borne} = \frac{1,666}{6} = \frac{0,2771}{s} = 0,000277m^3/s$, puis déterminer le nombre des robinets par borne qui se calcule en prenant le débit par borne divisé par le nombre de robinets à placer. Il est connu que le nombre des robinets est calculé par rapport au débit offert et à la population à servir; ce qui donne x débit par robinet Talbot = $0,2l/s \Rightarrow$ le nombre de robinets = $\frac{0,277}{0,2} = 1,38 \approx 1$ robinet par borne.

Avec les techniques modernes de production, de traitement et de distribution d'eau potable (Zéo, 2020), aucun endroit où que l'homme habite et qu'il n'y parviendra pas de l'eau. Après une analyse de la solvabilité de la ressource, les ménages seront favorables à l'idée de payer l'eau au volume prélevé, au prix du mètre cube fixé en fonction de leur pouvoir d'achat. Il permet à l'exploitant de tenir le fonctionnement et un retour sur investissement à l'horizon.

Les raccordements doivent suivre l'homme où qu'il se trouve. En évitant les problèmes de parcours liés à la distance, et des projets d'adduction d'eau potable doivent être initiés pour le besoin de la cause. De l'adduction gravitaire où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques: l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se fait par la force de gravitation.

En fin, les facteurs de défaillance peuvent survenir sur les canalisations et les branchements, en particulier au niveau des joints et des raccords entre les différents éléments du réseau. Elles ont plusieurs causes: le vieillissement des matériaux des canalisations et des branchements, les contraintes mécaniques exercées sur le réseau par la pression de l'eau, les mouvements du sol liés, les phénomènes climatiques tels que le gel/dégel ou une sécheresse

durable, les dégradations dues à une utilisation non autorisée des vannes, bouches d'incendie, etc. la corrosion interne d'anciennes canalisations métalliques, la corrosion externe des canalisations, branchements, raccords, etc., due à la présence de nappes phréatiques ponctuelles ou des bactéries, la dégradation chimique de certaines canalisations plastiques aux caractéristiques mécaniques évoluant au temps, la dégradation de canalisations béton par l'absorption dans le sol de sels de déneigement.

Selon Mutuza (2018), les défaillances provoquent des fuites du réseau dont le taux est non négligeable. Si le rapport entre le volume d'eau potable introduit dans le réseau et le volume d'eau consommé est de l'ordre de 20 %, la fuite est moins non négligeable. Il faut donc un contrôle régulier des techniciens.

Conclusion

La desserte en eau potable d'une population complètement dépourvue est une réalité dans certaines contrées des pays en voies de développement ; un drame en RDC. Il est pourtant un droit inaliénable des citoyens consacré à l'article 48 de la Constitution congolaise de 2006, avec le droit à l'énergie électrique et le droit à un logement décent (Smets, 2011, ONU 2011, Goudreau et Rancourt, 2004). Il n'a pas d'excuses qu'au XXI^{ème} siècle, beaucoup de contrées, de bourgs et même des citées entières, des quartiers en villes ne soient pas desservis en eau potable dont Batiakanga, contigüe à Kisangani-ville. L'eau potable n'y est pas, et la population locale est contrainte de consommer de l'eau impropre à la santé s'exposant ainsi aux multiples maladies.

Cette étude de projet de desserte en eau potable montre que l'on peut réduire le scandale hydrographique de surface et souterraine, par des techniques modernes, rapides et de régulation à la bonne volonté suscité aux décideurs ; et faire parvenir l'eau partout et à tous, à un coût raisonnable. Dans ce projet tous les calculs et dessins sont présentés pour permettre la mise en œuvre de la desserte en eau potable dans la localité de Batiakanga.

Le gouvernement doit se pencher à la question dont les vies humaines dépendent, du fait que l'étude et bien d'autres, ont démontré que rien d'impossible en matière d'adduction d'eau.

Références

- Aubry, P. (2023). Les maladies liées à l'eau, Actualités 2023, *C René La busquière, Paris, pp2-8*
- Baechler, L. (2012). La bonne gestion de l'eau : un enjeu majeur du développement durable, *In Europe en Formation, 2012/3, n°365, pp3-21*
- Bassirou, I. N. (2016). *Étude de la structure d'un château d'eau de 2000 m³ en vue de contribuer à l'extension du réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Niamey*, Mémoire de Master, inédit,
- Chebet, S. (2023). Surhydratation : quand la consommation excessive d'eau devient mortelle, *in Société, vol3, n°4, pp244-257*
- Darbin, B. et Garcia, I. (2021). *L'organisation scientifique du travail*, PUF, Paris.
- Diakite, D et Alban, T. (2012). La demande domestique d'eau potable : une étude sur un panel de communes ivoiriennes, *In L'Actualité économique, Vol 87, n°3, pp. 269–299*
- Engées. (2019). *Hydraulique générale*, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, p.29.

- Goudreau, F. et Rancourt, M-E. (2004). *Le droit à l'eau potable face à la pratique des États*, PUQ, Montréal
- Hunter. PR. (2010). Water supply and health. *PLoS Medecine* ; n°7(11), p9.
- François, JPM. (2003). Les nouvelles stratégies internationales de lutte contre la pauvreté, 2^{ème} éd, Economica, Paris, 474p.
- Kenmogne, K. G.R. (2006). Gestion intégrée des ressources en eau et objectifs du millénaire pour le développement en Afrique : Cas du Cameroun, In *l'Afrique face au développement durable*, Vol.7 n°2, <https://doi.org/10.4000/vertigo.2319>
- Letsbuild. (2023). Les 6 étapes d'un projet de construction, PUF, Paris
- Mutuza, L. P. (2018). Projet d'adduction d'eau potable et aménagement des sources d'eau dans la commune d'Alunguli, Tfe, inédit, Unikindu
- Mokili, (2013-2014). *Assainissement*, cours, inédit, syllabus, G3 BTP, p.8.
- Monney, D. J-F. (2020). *Conception et dimensionnement d'un château d'eau en béton armé de 5000 m³. Cas du projet de renforcement de l'alimentation en eau potable à Abidjan par la rivière « ME »*, Mémoire Master, inédit, Yamoussoukro.
- Moustaine R. El, et al. (2013). *Larhyss Journal n°13*, p.48
- Nansi, J. et al. (2013). Accès aux ouvrages vs accès aux services d'eau potable. Étude de cas de 24 villages dans la région du sahel, IRC Wash, Paris.
- Nzenza. (2014). *Calcul des structures*, Cours, inédit, G3 BTP, IBTP-Kisangani,
- OMS. (2023). Eau potable, éd. Multi-professionnelle, Genève, p6
- ONU. (2011). Le droit à l'eau, Genève, Suisse.
- Paepar. (2005). *Projet pilote d'alimentation en eau potable et assainissement en milieu rural : manuel de procédure pour la mise en place des projets eau et assainissement*, Rapport final, Ministère Energie et Mines, Antananarivo
- Scarwell, H-J, et Roussel, I. (2017). Les démarches locales de développement durable à travers les territoires de l'eau et de l'air, Pus, Villeneuve d'Ascq.
- Seung-Soo, H. (2015). L'eau, l'assainissement et les catastrophes dans le contexte des objectifs de développement durable, ONU, 222p
- Smets, H. (2016). *Le droit a l'eau : quelle quantité minimum ?* Académie de l'Eau, in Aqua Publica Europea, Bruxelles
- Smets, H. (2011). Le droit de l'homme à l'eau et à l'assainissement est finalement reconnu, *Revue juridique de l'environnement 2011/1, Vol 36, pp.79-89.*
- UNESCO. (2019). *Les catastrophes liées à l'eau*, Un rapport de l'Unesco, Paris
- UNICEF-WHO. (2015). 25 years Progress on Sanitation and Drinking Water. Update and MDG Assainissement, Joint Monitoring Programme (JMP), 90 p.
- Valente, C. (2021). *Les rôles des méthodes dans les BTP : Les méthodes en BTP*, PUF, Paris.
- Whiteley, M. (2019). Surconsommation d'eau : quels sont les risques ?