



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI
DINEPA
Direction Nationale
de l'Eau Potable
et de l'Assainissement

FASCICULE TECHNIQUE

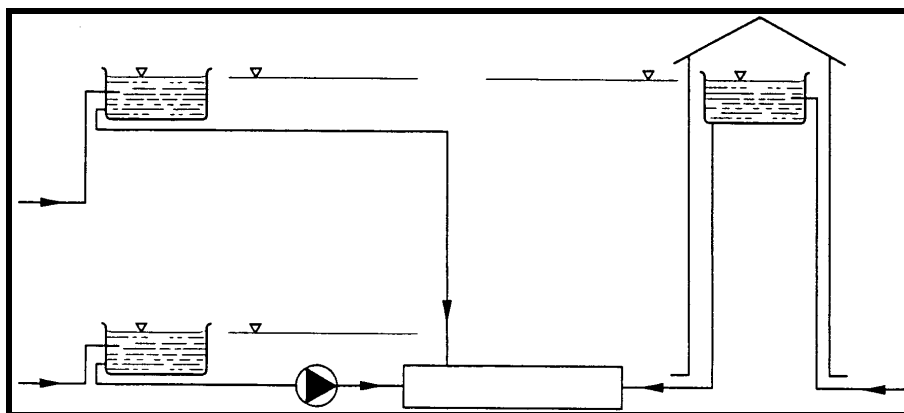
Conception des réservoirs d'eau potable

Code 4.1.2. FAT1

Date de rédaction : jeudi 4 Octobre 2012

Version : mercredi 21 novembre 2012

Version finale



Note aux lecteurs

Les prescriptions techniques générales s'appliquent aux opérations à réaliser en Haïti et relevant du champ de compétence de la Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DINEPA). Elles constituent un référentiel, certaines à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle, d'autres ayant un rôle d'information et de support complémentaire.

Les documents à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle sont :

- **Les Fascicules Techniques** indiquant les principes obligatoires et les prescriptions communes à une sous thématique technique ;
- **Les Directives Techniques** prescrivant les règles minimales imposées pour la conception et la réalisation ainsi que la gestion d'ouvrages spécifiques.

Tout propriétaire et/ou réalisateur est tenu de respecter au minimum les prescriptions qui y sont indiquées. Toute dérogation devra faire l'objet d'une autorisation au préalable et par écrit de la DINEPA.

Les documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire, sont :

- Les fiches techniques et Guides techniques présentant ou décrivant des ouvrages ou des actions dans les différentes thématiques ;
- Les modèles de règlements d'exploitation ou de gestion ;
- Les modèles de cahiers des clauses techniques particulières, utilisables comme « cadres - type » pour les maîtres d'ouvrages et concepteurs ;
- Divers types de modèles de documents tels que procès verbaux des phases de projet, modèles de contrat ou de règlement, contrôle de bonne exécution des ouvrages, etc.

Ces documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire sont compatibles avec la réglementation imposée et peuvent préciser la compréhension des techniques ou fournir des aides aux acteurs.

Le présent référentiel technique a été élaboré en 2012 et 2013 sous l'égide de la DINEPA, par l'Office International de l'Eau (OIEau), grâce à un financement de l'UNICEF.

Dépôt légal 13-11-505 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-64-6.

Toute reproduction, utilisation totale ou partielle d'un document doit être accompagnée des références de la source par la mention suivante : *par exemple* « extrait du référentiel technique national EPA, République d'Haïti : *Fascicule technique/directives techniques/etc. 2.5.1 DIT1* (projet DINEPA-OIEau-UNICEF 2012/2013) »

Sommaire

1	Introduction.....	5
2	Fonctions.....	6
3	Critères de décision et configurations du système.....	7
3.1	Réservoir sur tour : château d'eau.....	8
3.2	Réservoir enterré ou semi enterré.....	9
4	Dimensionnement des réservoirs.....	9
4.1	Alimentation du réservoir continue 24h/24 h.....	9
4.2	Alimentation du réservoir uniquement en période nocturne.....	10
4.3	Calcul du temps de séjour.....	10
4.4	Protection incendie.....	10
4.4.1	Cas d'une réserve incendie simple (à proscrire).....	10
4.4.2	Cas d'une réserve incendie avec siphon.....	10
4.5	Maintien de la qualité de l'eau dans les réservoirs.....	12
5	Prescriptions pour la conception.....	14
5.1	Étanchéité.....	15
5.2	Conception de l'ouvrage.....	15
5.2.1	États limites.....	15
5.2.2	Actions.....	15
5.3	Dispositions supplémentaires.....	16
5.3.1	Analyse des sollicitations.....	16
5.3.2	Analyse des sollicitations — Construction.....	17
5.3.3	Analyse des sollicitations — Châteaux d'eau.....	17
5.4	Protection contre les instruisons, accès.....	17
6	Contrôles, épreuves et mise en service.....	17
6.1	Considérations générales.....	17
6.1.1	Généralités.....	17
6.1.2	Hygiène.....	17
6.1.3	Sécurité des accès du réservoir.....	17
6.1.4	Sécurité du personnel.....	18
6.2	Épreuve d'étanchéité.....	18
6.2.1	Principes.....	18
6.2.2	Parois et radiers.....	18
6.2.3	Toiture.....	19
6.3	Nettoyage et désinfection.....	19
6.3.1	Nettoyage.....	19
6.3.2	Désinfection.....	20
6.3.3	Conformité de la qualité de l'eau.....	20
6.4	Mise en service.....	20
6.4.1	Qualité de l'eau.....	20
6.4.2	Bon fonctionnement des appareils.....	21
7	Exploitation.....	21
8	Conclusion.....	21
9	Sources.....	21
10	Lexique.....	22
	ANNEXE : PLAN GUIDE D'UN RESERVOIR.....	23

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de configuration hydraulique.....	8
Figure 2 : Fonctionnement d'une réserve incendie avec syphon	11
Figure 3 : Coupe schématique d'un réservoir de réseau	13
Figure 4: Aménagement schématique d'un réservoir de réseau.....	14

1 Introduction

La conception et la gestion d'un réservoir aujourd'hui doit prendre en compte ces comportements des consommateurs et la stratégie de la DINEPA.

La conception d'un réservoir d'eau potable doit néanmoins tenir compte des éléments suivants :

- ✚ Durant une période, l'eau distribuée était plutôt considérée comme une eau seulement domestique par la population. Aujourd'hui, l'eau distribuée dans le réseau public est mise en service pour tout usage, hors irrigation (boisson, et autres usages domestiques) et doit donc être traitée ;
- ✚ le comptage de l'eau doit toujours pouvoir être effectué en sortie de réservoir ;
- ✚ la facturation au forfait souvent appliquée, ainsi que la gratuité ponctuellement mise en œuvre lors de diverses situations (réponse à une urgence, programme humanitaire de court terme, enjeu de politique locale...) sont appelés à disparaître et remplacés par le paiement au volume ;
- ✚ Le mode de distribution auprès des usagers doit être pris en compte pour la conception du réservoir. Par exemple, les installations domiciliaires après branchement ne sont pas toujours équipées de robinets fonctionnels ou de compteurs, même si le comptage est clairement un objectif prioritaire pour la DINEPA. Lorsque l'eau est disponible, elle remplit autant de récipients que possible, puis coule à gueule bée. L'impact sur le réseau est que, lorsque le réseau est mis en eau, le stockage (réservoir) se vide rapidement. Ceci engendre un système de distribution usuel qui consiste à fermer le réservoir pour qu'il puisse se remplir puis distribuer le volume du réservoir pour une zone précise, un quartier. Chaque quartier reçoit alors l'eau à une heure et une date connue de la population.

Etat donné le développement des usages, on peut retenir les chiffres suivants :

Besoins des usagers : (100 l/jour/pers pour la zone métropolitaine de Port Au Prince, 70 l/jour/pers pour les villes secondaires, et 20 l/jour/pers pour les zones rurales (source : *Etude sur l'approvisionnement en eau potable en Haïti*, 2005)

Le taux de couverture varie selon les villes et les estimations de 33,4 % en zone métropolitaine à 10 à 30 % dans les villes secondaires (source : *IHSI*, 2002).

Le rapport Étude de faisabilité des travaux d'urgence pour une remise à niveau de la production et de la desserte en eau dans la Région - Métropolitaine de Port-au-Prince (CAMEP) - Rapport Préliminaire de diagnostic et d'identification des Travaux d'urgence ; paru en avril 2010 précise que « La population de 2009 des 39 secteurs desservis par les quatre agences de la CAMEP est 2 370 000 personnes, couvrant une superficie d'environ 10 000 ha. La demande en eau moyenne pour le territoire de la CAMEP atteint plus de 140 000 m³/j en utilisant une consommation moyenne de 60 l/j/pers. Les données actuelles ne permettent pas d'évaluer quelle proportion des 600 000 personnes à l'extérieur des secteurs de la CAMEP s'approvisionnerait aux fontaines publiques de la CAMEP. Il s'agit principalement de développements anarchiques à flanc de montagnes et près de la mer. La plupart s'alimenteraient en eau à même les sources (adductions, trop-pleins, etc.), aux cours d'eau et à des vendeurs d'eau. Inversement, plusieurs familles sur le territoire de la CAMEP s'approvisionnent aussi par camion de vendeurs d'eau et achètent de l'eau potable embouteillée.

Tableau 1 Eau utilisée par les ménages pour boire (source : EMMUS-V Haïti 2012)

Répartition (en %) de la population de droit par la provenance de l'eau pour boire, le temps pour s'approvisionner en eau et par le moyen utilisé pour traiter l'eau, selon le département, EMMUS-V Haïti 2012

Caractéristique	Département												
	Aire métropolitaine (sans camps)	Reste-Ouest (sans camps)	Sud-Est	Nord	Nord-Est	Artibonite	Centre	Sud	Grande-Anse	Nord-Ouest	Nippes	Camps	Ensemble
Source d'approvisionnement en eau de boisson													
Source améliorée	88,7	61,3	53,3	69,1	66,1	49,0	45,8	62,8	35,4	61,2	65,3	80,1	64,5
Robinet dans logement/cours	17,9	5,3	5,6	3,7	4,0	5,9	10,1	17,3	4,8	4,6	10,4	4,2	9,2
Robinet public/fontaine	21,3	20,4	24,2	24,4	21,4	15,5	23,9	16,0	12,7	19,8	35,1	32,3	20,9
Puits creusé protégé	0,9	7,8	1,4	9,5	17,1	4,6	1,7	10,8	0,8	2,3	7,8	4,5	5,2
Source d'eau protégée	0,4	5,6	13,3	2,6	10,1	4,1	7,1	6,9	9,6	14,7	9,3	0,0	5,3
Eau de pluie	0,2	4,7	3,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	3,8	4,3	0,0	0,4	1,3
Eau en bouteille/ société de vente	48,1	17,5	5,2	28,9	13,3	18,8	2,9	11,8	3,7	15,7	2,7	38,6	22,6
Source non améliorée	10,4	38,4	45,5	30,6	33,7	50,7	52,8	37,2	64,4	38,6	34,6	18,0	34,9
Puits creusé non protégée	0,9	7,6	1,1	1,9	12,5	15,2	1,8	7,5	4,0	2,2	1,3	3,5	5,4
Source d'eau non protégée	0,4	27,3	41,1	26,8	19,6	30,8	47,3	29,0	54,6	32,9	30,8	0,2	24,7
Camion-citerne/charrette avec petite citerne	9,0	1,9	1,3	1,6	1,1	0,7	0,5	0,0	1,5	1,7	1,0	14,1	3,2
Eau de surface	0,0	1,6	2,0	0,2	0,5	4,0	3,2	0,6	4,3	1,8	1,5	0,1	1,6
Autre	0,8	0,2	1,1	0,1	0,2	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,4
Manquant	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Pourcentage utilisant pour boire l'eau d'une source améliorée	88,7	61,3	53,3	69,1	66,1	49,0	45,8	62,8	35,4	61,2	65,3	80,1	64,5
Temps de trajet pour s'approvisionner en eau de boisson													
Eau sur place	9,1	12,2	7,9	2,9	4,3	5,4	5,1	11,6	5,4	7,7	7,4	2,4	7,6
Moins de 30 minutes	73,8	46,2	33,1	62,4	58,6	54,4	49,7	49,6	34,4	43,8	50,7	83,4	55,9
30 minutes ou plus	16,2	41,6	58,9	34,6	36,3	39,6	45,2	38,4	59,9	48,0	41,7	13,4	36,1
NSP/manquant	1,0	0,0	0,2	0,1	0,7	0,7	0,1	0,4	0,2	0,5	0,1	0,7	0,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Moyen de traitement de l'eau¹													
Ébullition	2,7	0,6	1,5	3,3	2,5	1,1	1,7	2,7	4,1	1,4	2,0	0,7	2,0
Ajout d'eau de Javel/chlore	34,3	43,1	57,6	41,5	51,6	38,8	54,2	46,9	40,1	55,1	45,4	25,5	42,5
Ajouter sachet/tablette de purifiant/Aquatab	55,6	68,1	74,3	56,6	64,3	61,7	65,7	71,3	77,7	59,3	71,6	54,5	63,3
Passée à travers un linge	0,2	0,0	0,8	0,9	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3
Céramique, sable ou autre filtre	0,2	0,7	3,8	2,1	0,5	2,4	2,1	1,7	1,1	1,2	1,4	0,4	1,4
Désinfection solaire	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Autre	0,7	2,7	3,1	3,1	3,6	2,8	6,0	1,8	1,5	3,9	0,4	0,4	2,4
Aucun traitement	37,7	27,0	14,9	34,7	24,5	32,2	20,9	22,3	16,6	30,1	19,7	39,2	29,2
Pourcentage utilisant une méthode de traitement approprié ²	62,2	73,0	85,1	65,3	75,2	67,3	78,6	77,7	83,3	69,8	80,2	60,7	70,6
Effectif	12 242	8 605	2 993	5 858	2 212	8 840	3 988	4 462	2 379	2 831	1 994	1 944	58 349

¹ Les enquêtés pouvant déclarer plusieurs types de traitement, la somme des pourcentages peut excéder 100 %.² Les méthodes appropriées pour le traitement de l'eau comprennent l'ébullition, l'ajout de chlore, l'utilisation d'un linge pour passer l'eau, le filtrage la désinfection solaire et ajouter sachet/tablette de purifiant/Aquatab.

2 Fonctions

La conception et le dimensionnement du réservoir doit tenir compte des débits disponibles de la ressources, de l'alimentation continue (24h), d'un volume de réserve de 24h en cas de rupture d'alimentation du réservoir, de la mise en sécurité du réservoir par l'amont (dispositif de fermeture en cas de pollution) et éventuellement la réserve incendie

La capacité d'un réservoir de réseau d'eau potable et la durée de stockage de l'eau dans ce réservoir dépendent des fonctions que le réservoir doit remplir et de son régime d'exploitation dans le système de distribution de l'eau.

Les fonctions pouvant être assurées par un réservoir sont les suivantes:

➤ La régulation de débit

Le réservoir est un ouvrage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.

Les ouvrages de production sont généralement dimensionnés pour fournir le volume correspondant à la consommation journalière totale de pointe, avec un temps journalier de fonctionnement compris entre 16 et 20 heures.

Or, la consommation journalière présente des fluctuations importantes : il est donc judicieux, du point de vue technique et économique, de faire jouer aux réservoirs un rôle d'appoint pour la satisfaction des besoins horaires de pointe.

La présence des réservoirs permet donc de limiter le dimensionnement des équipements de pompage.

➤ **La régulation de la pression**

Le réservoir est un ouvrage régulateur de pression puisque son niveau conditionne, aux pertes de charges près, la cote piézométrique et donc la pression dans le réseau.

➤ **La sécurité d'approvisionnement**

Le réservoir permet de maintenir la distribution dans l'éventualité d'un accident sur les équipements d'alimentation du réseau : pollution de l'eau brute alimentant la station de traitement, pannes d'origines diverses de la station de pompage, rupture d'une canalisation d'adduction...

Les réserves de sécurité sont déterminées sur la base de l'évaluation du risque et de la durée probable de dysfonctionnement.

➤ **La simplification de l'exploitation**

Le réservoir facilite les opérations d'exploitation en permettant les arrêts pour entretien ou séparation de certains équipements : ouvrage de production, station de pompage, canalisation d'adduction...

➤ **Lutte incendie**

Le réservoir permet de mettre à disposition de l'eau pour la lutte contre l'incendie en accord avec les prescriptions locales.

Il convient d'augmenter les réserves de sécurité si le système de distribution sert à la lutte contre l'incendie. De telles réserves peuvent ne pas être nécessaires s'il y a déjà une grande capacité de stockage. Souvent, on peut effectuer des arrangements temporaires pour couvrir la demande d'urgence pour la lutte contre l'incendie.

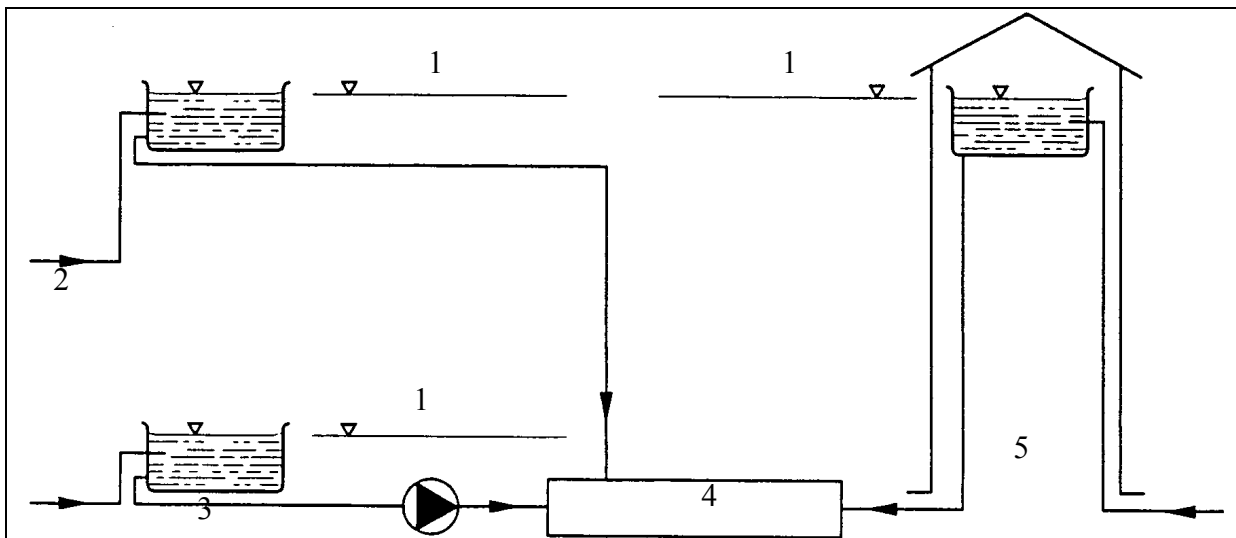
3 Critères de décision et configurations du système

Les critères de choix pour la configuration la plus adaptée sont :

- ✚ La sécurité de l'alimentation et la qualité de l'eau ;
- ✚ Le coût global de la construction, de l'exploitation et de la maintenance ;
- ✚ L'intégration dans le système de distribution d'eau ;
- ✚ L'aménagement du territoire ;
- ✚ La durabilité de l'ouvrage prenant en compte les comportements des riverains (vandalisme) et les aléas (risque sismique, météorologique).

Les critères définis ci-dessus peuvent être respectés pour des réservoirs de réseau au sol, des châteaux d'eau ou pour des réservoirs de réseau de bas service couplés avec des stations de pompage.

Les réservoirs de réseau peuvent être conçus comme des ouvrages enterrés, partiellement enterrés ou au sol.



- 1- Niveau d'eau
- 2- Réservoir de réseau au sol
- 3- Réservoir de réseau avec station de pompage
- 4- Zone de distribution
- 5- Château d'eau

Figure 1 : Schéma de configuration hydraulique

3.1 Réservoir sur tour : château d'eau



Il repose sur un principe de distribution gravitaire de l'eau, la différence de hauteur nécessaire entre l'eau stockée et les postes de distribution étant obtenue par élévation du réservoir sur une tour, sur piliers ou sur une construction existante.

L'édifice se situe après la production, en tête ou en relais sur les réseaux d'adduction et de distribution. Le volume du réservoir correspond au maximum des besoins de la consommation journalière et de la sécurité incendie (120 m³). Il comporte parfois deux cuves séparées, ce qui permet leur entretien sans interruption de service.

Le remplissage du réservoir s'effectue généralement par l'intermédiaire d'une station de pompage à partir du lieu de production ou d'une bache de reprise.

La plupart des châteaux d'eau sont réalisés en béton armé ou précontraint. Certains sont réalisés en acier soudé ou assemblé. Les plus anciens sont en maçonnerie traditionnelle.

Avantages :

- ✚ Création d'un point haut en terrain plat.

Inconvénients :

- ✚ Stockage limité
- ✚ Coût de construction élevé,
- ✚ Entretien (peinture...),
- ✚ Forte vulnérabilité au risque sismique,
- ✚ Variation de température journalière et saisonnière peut poser des problèmes de salubrité : l'eau stockée atteignant des températures élevées, accentuant le développement des bactéries.

3.2 Réservoir enterré ou semi enterré

Ce système repose également sur un principe de mise en pression gravitaire de l'eau stockée. La différence de hauteur est obtenue par l'exploitation d'un dénivelé naturel du terrain. Le réservoir est donc édifié à même le sol.

L'alimentation peut être gravitaire ou se faire à l'aide d'une station de pompage.

Avantages :

- ✚ Stockage moins limité que le château d'eau,
- ✚ Coût de la construction plus faible que pour un réservoir sur tour,
- ✚ Intégration plus facile dans le paysage,
- ✚ Maintien de la température de l'eau constante.
- ✚ Vulnérabilité plus faible au vandalisme

Inconvénients :

- ✚ L'assujettissement d'un tel système à la topographie du site peut conduire à des surcoûts au niveau de la mise en place et de l'exploitation des réseaux de distribution.

4 Dimensionnement des réservoirs

4.1 Alimentation du réservoir continue 24h/24 h

Il s'agit de déterminer le volume nécessaire pour assurer le fonctionnement de régulation entre :

- ✚ la demande (consommation du jour de pointe),
- ✚ la production.

Ce volume est calculé à partir de l'évolution au cours de la journée entre :

- ✚ la courbe de consommation du jour de pointe,

✚ la courbe de production.

Il dépend donc de la variation journalière de la demande.

Un ordre de grandeur :

Généralement, le volume utile calculé est compris entre un tiers et la moitié de la consommation journalière projeté sur un horizon de 20 ans. Dans le cas de l'impossibilité d'étudier la courbe réelle de variation journalière, cet ordre de grandeur peut être pris en compte pour les petites et moyennes installations en zone résidentielle sans consommateurs particuliers (industriels, centres commerciaux, hôtels...)

4.2 Alimentation du réservoir uniquement en période nocturne

On appliquera les ordres de grandeur ci-dessous pour le dimensionnement des réservoirs en cas d'une adduction de nuit 10h/24h :

- ✚ Une journée de consommation de pointe en milieu rural,
- ✚ Une demi-journée de consommation de pointe en milieu urbain.

Ces volumes permettent d'assurer une sécurité d'approvisionnement sans pour autant exagérer le temps de stagnation de l'eau dans la cuve.

4.3 Calcul du temps de séjour

Le surdimensionnement des réservoirs peut conduire à un temps de séjour excessif de l'eau dans la cuve entraînant des risques d'altération de la qualité de l'eau et d'inefficacité des désinfections.

On ne dépassera pas (sauf exception) un temps de séjour de l'ordre de 24 h.

4.4 Protection incendie

4.4.1 Cas d'une réserve incendie simple (à proscrire)

Certains réservoirs sont équipés de telle manière qu'une partie de leur capacité constitue une réserve incendie. Le volume pris en compte est généralement de 120 m³. Il est à noter que ce volume est fixé par les autorités locales selon le contexte de chaque ville et village.

Ce système est simple, mais il présente l'inconvénient majeur de comporter une tranche d'eau morte. Ce principe est à éviter pour privilégier le système suivant.

4.4.2 Cas d'une réserve incendie avec siphon

Le dispositif le plus courant est constitué d'un siphon qui se désamorce quand le niveau de la réserve est atteint. L'ouverture d'une vanne permet d'utiliser le volume de la réserve constamment renouvelé.

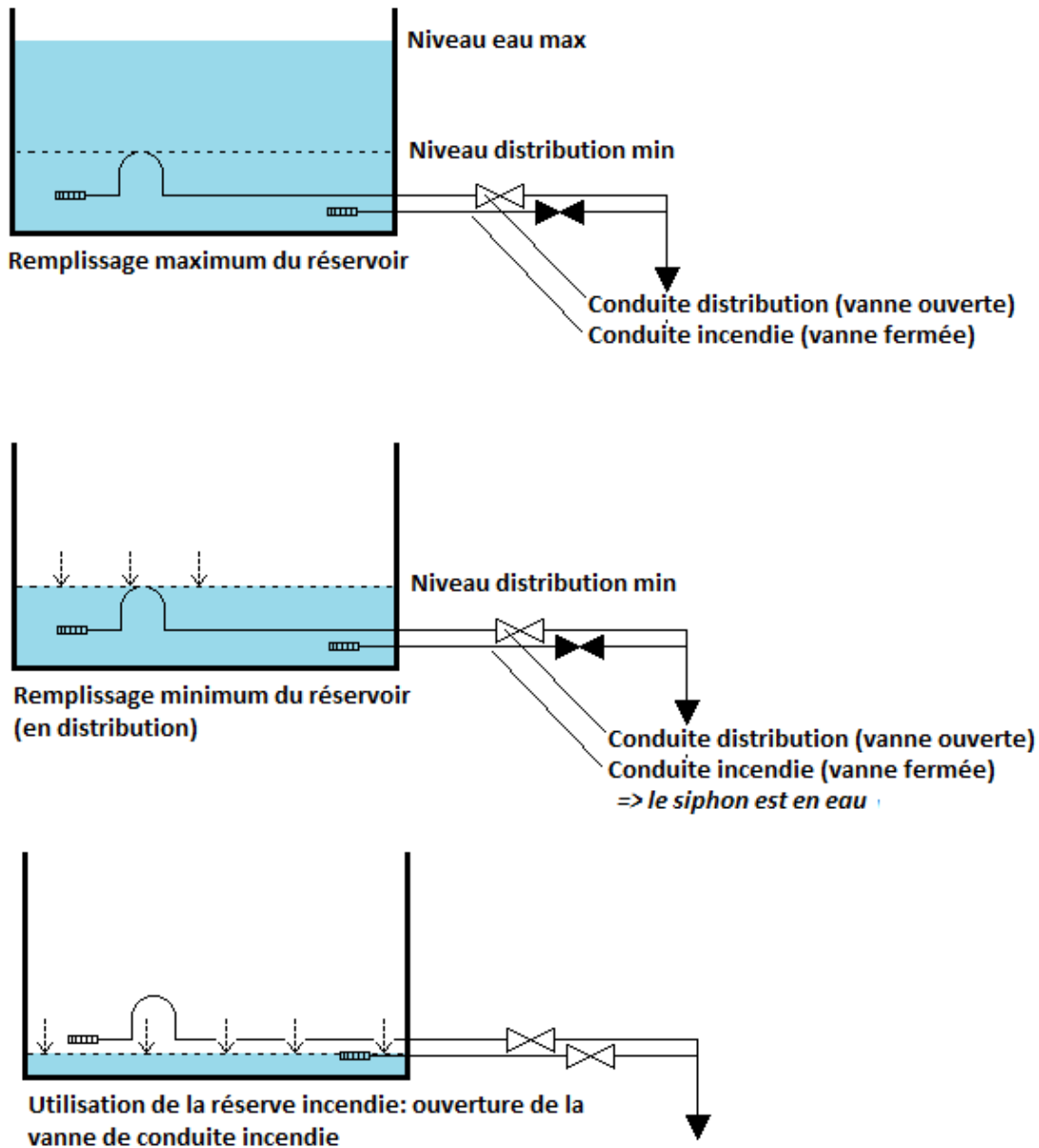


Figure 2 : Fonctionnement d'une réserve incendie avec siphon

Le schéma ci-dessus illustre le fonctionnement d'une réserve incendie avec siphon. Lors du fonctionnement « normal » en distribution le marnage va du niveau haut du réservoir à son niveau bas de distribution, limité à la hauteur du siphon. En cas d'incendie, on ouvre la vanne sur la conduite d'incendie pour utiliser ce volume supplémentaire. L'intérêt principal de ce dispositif est d'utiliser tout le volume du réservoir pour la circulation de l'eau, même en fonctionnement « normal ». La stagnation d'eau est réduite (meilleure protection contre les bactéries).

4.5 Maintien de la qualité de l'eau dans les réservoirs

▪ Prévention des dégradations de la qualité de l'eau :

Afin de préserver la qualité de l'eau dans les réservoirs, un certain nombre de précautions sont à prendre en compte :

- ✚ Assurer l'étanchéité de l'ouvrage : terrasse, radier, murs, capots et accès divers.
- ✚ Protéger les entrées d'air de toute intrusion par des dispositifs d'aération qui comporteront une grille fine en acier inoxydable ou matière plastique.
- ✚ Limiter l'éclairage naturel de l'intérieur du réservoir (favorise la croissance des algues).
- ✚ Assurer un renouvellement permanent de l'eau.
- ✚ Nettoyer annuellement le réservoir.

On se basera sur la structure type des réservoirs des figures suivantes.

Dans tous les cas, les éléments constitutifs d'un réservoir de réseau incluront au projet :

- ✚ au moins deux cuves (voir figure 3).
- ✚ pour chaque cuve d'eau : une conduite d'entrée, une conduite de sortie, un trop-plein, des conduites de vidange et des vannes nécessaires,
- ✚ des débitmètres et des limnimètres,
- ✚ préciser les dispositifs anti intrusion / insectes...
- ✚ une aération fonctionnelle équipée d'un dispositif anti pluie et anti intrusion d'eau de ruissellement,
- ✚ dispositif d'entrée pour l'entretien (échelle...),
- ✚ des canalisations de by-pass pour raccorder les tuyauteries d'entrée et de sortie.

Le type des vannes ainsi que leur disposition dépendent de la configuration du système de distribution d'eau.

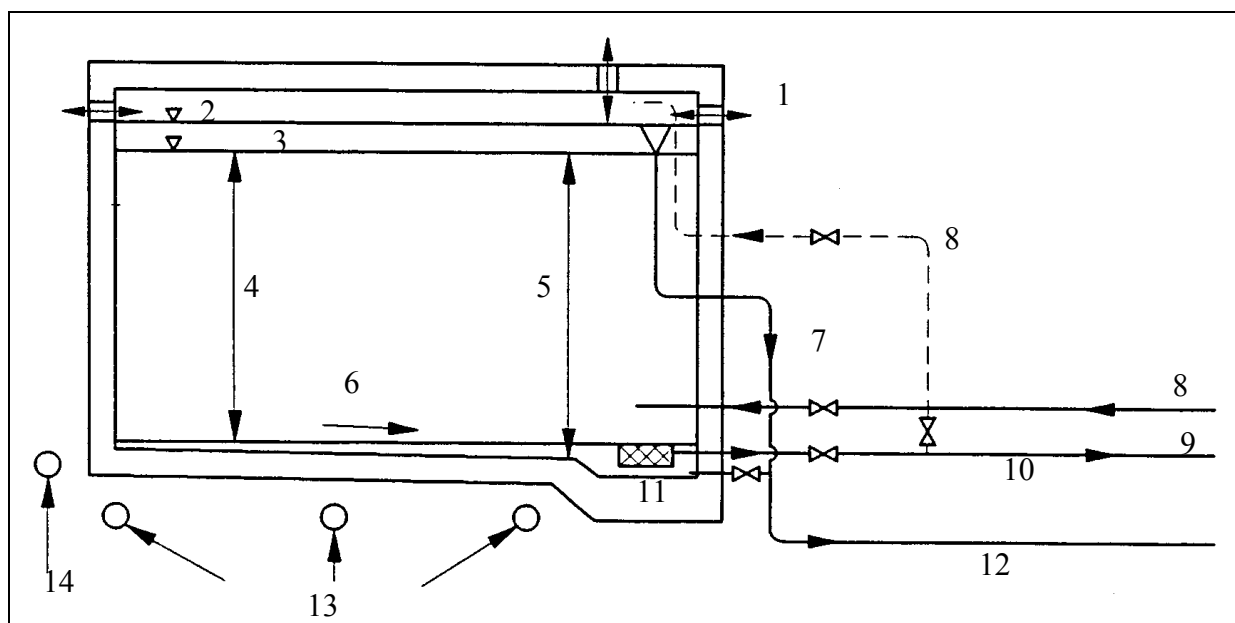
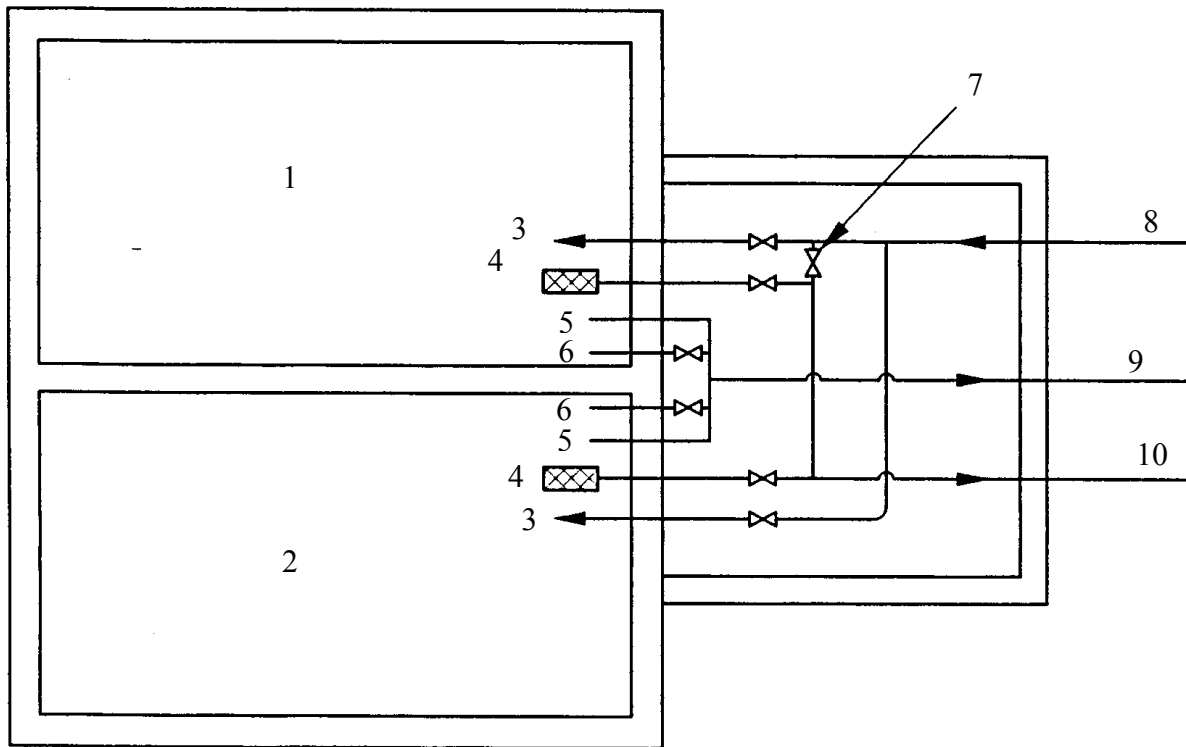


Figure 3 : Coupe schématique d'un réservoir de réseau

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. Ventilation | 8. Entrée |
| 2. Niveau d'eau maximal | 9. Sortie |
| 3. Niveau d'eau maximal opérationnel | 10. Vanne de by-pass |
| 4. Capacité | 11. Fosse |
| 5. Profondeur d'eau maximal | 12. Vidange/trop plein |
| 6. Radier en pente | 13. Drainage sous radier |
| 7. trop-plein | 14. Drainage périmétrique |



- | | |
|---------------|----------------------------------|
| 1. Cuve 1 | 6. Vidange |
| 2. Cuve 2 | 7. Vanne de by-pass |
| 3. Entrée | 8. Unité de traitement |
| 4. Sortie | 9. Vidange/trop plein |
| 5. Trop-plein | 10. Vers la zone de distribution |

Source : Norme Européenne EN1508

Figure 4: Aménagement schématique d'un réservoir de réseau

5 Prescriptions pour la conception

Les ouvrages en béton seront conçus conformément à des normes du LNBTP et à la *Directive Technique réalisation d'ouvrages de génie civil maçonné* (4.1.1 DIT1) précisant la méthode de calcul des éléments suivants :

- ✚ calcul des structures
- ✚ actions sur les structures
- ✚ calcul des structures en béton
- ✚ calcul des structures en acier
- ✚ calcul des structures mixtes acier béton
- ✚ calcul géotechnique
- ✚ calcul des structures pour leur résistance aux séismes

Pour assurer une durabilité satisfaisante des constructions, c'est aux maîtres d'ouvrage et à leurs maîtres d'œuvre de définir dès le stade de conception, outre la durée d'utilisation de projet, les classes d'exposition traduisant les attaques et risques de corrosion que subiront chaque partie d'ouvrage au cours de la durée d'utilisation de l'ouvrage.

On se référera aux Directives Techniques *Réalisation d'ouvrages de génie civil maçonnés* (4.1.1 DIT1) et *Conception et réalisation d'ouvrages hydrauliques en béton* (4.1.1 DIT2)

5.1 Étanchéité

Les réservoirs doivent être conçus pour être étanches. Ceci peut être réalisé à partir de diverses dispositions, utilisées seules ou en combinaison ; à savoir :

- ✚ ouvrages dont l'étanchéité est assurée par la structure seule, construite généralement en béton armé ou précontraint. Dans ce cas, il est possible d'améliorer l'étanchéité du béton par l'emploi d'adjuvants ou l'application de traitements d'imperméabilisation de surface ;
- ✚ ouvrages dont l'étanchéité est assurée par la structure complétée par un revêtement d'imperméabilisation ;
- ✚ ouvrages dont l'étanchéité est assurée par un revêtement ou un cuvelage d'étanchéité, adhérent ou indépendant de la structure résistante assurant le support.

Pour des ouvrages construits à l'aide d'éléments préfabriqués, l'étanchéité peut être obtenue en utilisant les techniques ci-dessus.

Une attention particulière doit être portée aux joints de construction et de dilatation, aux traversées de radiers et de parois et aux autres éléments soumis à la pression d'eau. L'utilisation de joints d'étanchéité et de joints de construction «waterstops» est imposée.

5.2 Conception de l'ouvrage

5.2.1 États limites

L'étude de conception devra comprendre les éléments de calcul aux états limites suivants :

- ✚ la perte d'équilibre de la structure ou de l'un de ses éléments, considérés comme un corps rigide ;
- ✚ la ruine consécutive à une déformation excessive, la rupture, ou la perte de stabilité de la structure ou de l'un de ses éléments, y compris ses appuis et ses fondations.
- ✚ les déformations ou flèches qui nuisent à l'aspect de l'ouvrage ou à son utilisation effective (y compris le mauvais fonctionnement d'appareils ou d'équipements) ou provoquant des dommages aux finitions ou aux éléments non structuraux (compatibilité de la résistance et des déformations avec les revêtements d'étanchéité) ;
- ✚ la fissuration
- ✚ la résistance aux vibrations affectant le confort des personnes, causant des dommages au réservoir de réseau ou à ses composants, ou limitant son efficacité fonctionnelle ;

5.2.2 Actions

La conception de l'ouvrage doit prendre en compte les effets d'actions permanentes, variables et accidentelles.

Le réservoir et ses cuves doivent être conçus pour les états vide ou plein. Le concepteur fournira les calculs aux états limites et les résultantes de contraintes dans les deux cas.

Les études géotechniques et structurelles comprendront les justifications de la prise en compte des actions suivantes :

a. Actions permanentes

Les actions permanentes sont :

- ✚ le poids propre de l'ouvrage ;
- ✚ le poids des équipements et installations d'exploitation (pompes et tuyauterie par exemple) ;
- ✚ le poids de toutes les adjonctions éventuelles,
- ✚ la précontrainte ;
- ✚ le poids et les poussées des terres ;
- ✚ le poids et la pression de l'eau de nappe phréatique à ses valeurs présumées les plus basses ;
- ✚ les déplacements imposés ;
- ✚ le retrait ;
- ✚ le fluage qui est le phénomène physique provoquant la déformation irréversible d'un matériau soumis à une contrainte constante

b. Actions variables

Les actions variables sont :

- ✚ le poids et la pression de l'eau contenue dans le réservoir ;
- ✚ les charges de vent ;
- ✚ les charges dues à l'exploitation du réservoir ;
- ✚ les charges dues à l'entretien des installations,
- ✚ le poids et la pression de l'eau de nappe phréatique à ses valeurs présumées les plus hautes ;
- ✚ les surcharges transitoires à proximité de l'ouvrage ;
- ✚ les charges au moment de la construction ;
- ✚ les variations de température tant intérieure qu'extérieure du réservoir tenant compte des extrêmes climatiques et des variations de la température de l'eau stockée dues aux saisons et à l'exploitation ;
- ✚ le gradient thermique entre parties de la construction exposées à des conditions climatiques différentes.

c. Actions accidentelles

Elles comprennent la sismicité, et d'autres actions accidentelles telles que l'inondation (submersion, érosion et dégâts liés au transport solide, particulièrement intense en Haïti), vandalisme volontaire ou involontaire (chocs par véhicule et par avion), déformation du sol (glissement de terrain notamment, qui sont fréquent en Haïti, une zone à la fois cyclonique et karstique) etc. Les éléments techniques à prendre en compte doivent être définis par le prescripteur.

NB : une carte de l'alea sismique est disponible auprès du Bureau des Mines et de l'Energie (www.bme.gouv.ht).

Une évaluation des aléas par zone est disponible sur :

<http://www.understandrisk.org/ur/files/MultipleHazardsAssessmentSergioMoraA.RoumagnacJ.AsteE.CalaisJ.HaaseJ.SaborioM.MarcelloJ.Milce.pdf>

On trouvera une évaluation des menaces naturelles pour les communes de Jacmel, Petit Goâve et Grand Goâve sur <http://www.crid.or.cr>

5.3 Dispositions supplémentaires

5.3.1 Analyse des sollicitations

Les sollicitations doivent être calculées à partir des combinaisons de charges applicables par les méthodes appropriées de conception de structures.

5.3.2 Analyse des sollicitations — Construction

Lorsque les méthodes d'exécution font intervenir des phases de construction au cours desquelles les conditions de stabilité et de résistance peuvent être différentes de celles de l'ouvrage terminé, les vérifications correspondantes doivent être effectuées par rapport aux états limites appropriés.

5.3.3 Analyse des sollicitations — Châteaux d'eau

Pour les châteaux d'eau, les effets de la déformation de la structure du support doivent être pris en compte. Dans le cas de réservoirs sur tours élevées et élancées, et pour le calcul des efforts dynamiques dus au vent ou aux séismes, l'inertie massique de translation et de rotation en tête est à examiner. Les effets du mouvement de l'eau stockée sur la structure sont également à examiner s'ils sont significatifs.

5.4 Protection contre les intrusions, accès

La trappe d'accès dans le réservoir doit être verrouillée par un dispositif à clef et résistant aux conditions météo (inox, lubrification régulière). La trappe d'accès sera protégée contre la corrosion due à la présence de chlore. Elle sera à minima revêtue d'une peinture anti corrosion. De préférence l'aluminium peut être un bon matériau pour une trappe d'accès au réservoir car il résistante très bien à la corrosion.

6 Contrôles, épreuves et mise en service

6.1 Considérations générales

6.1.1 Généralités

Les étapes à suivre pour la mise en service d'un nouveau réservoir de réseau passent par la réalisation des actions suivantes :

- ✚ contrôle des mouvements ;
- ✚ épreuves d'étanchéité ;
- ✚ nettoyage et désinfection ;
- ✚ mise en service.

6.1.2 Hygiène

L'ensemble du personnel concerné par des travaux doit respecter la réglementation sanitaire, en particulier en ce qui concerne les maladies hydriques. On imposera lors de l'exécution des travaux une démarche qualité ou des procédures validées sur l'hygiène des chantiers.

6.1.3 Sécurité des accès du réservoir

La conception du réservoir inclut obligatoirement une protection de la zone du réservoir : protection contre le vandalisme et les pollutions (détritus, lavage de linge...). Les personnes ne peuvent pas habiter au pied du réservoir. Cette zone doit ainsi interdire tous les accès au réservoir aux personnes non autorisées.

La clôture sera surtout dépendante de la zone d'implantation du réservoir pour des raisons d'acceptation. Cette clôture a vocation à limiter risques de vandalisme / pollution liée à l'activité, mais ne doit pas être confondue avec le périmètre de protection des sources. On se réfèrera à la Directive Technique protection des captages et des forages (1.2.1 DIT2)

Un point d'eau public peut être proposé à proximité immédiate du réservoir pour acceptation par le quartier. Ce kiosque ne doit pas être collé au bâti du réservoir, il est recommandé de pratiquer une tarification attractive.

6.1.4 Sécurité du personnel

Avant le début des travaux, un contrôle doit être effectué pour vérifier que les équipements de sécurité adaptés sont disponibles et que tout le personnel porte les vêtements de protection corrects.

La possibilité d'un système d'autorisation de travail approprié et de procédures de travail en toute sécurité doit être envisagée.

Un moyen sûr d'accès et de sortie doit être prévu.

6.2 Épreuve d'étanchéité

6.2.1 Principes

Avant la mise en service d'un réservoir de réseau, des épreuves doivent être réalisées pour vérifier l'étanchéité de chaque cuve conformément aux prescriptions de 4.1.

Les modalités de l'épreuve des parois et radiers et la baisse du niveau de l'eau permise doivent être spécifiées par le prescripteur. La toiture du réservoir de réseau doit être étanche à l'eau.

Le prescripteur peut spécifier l'épreuve de la toiture par un arrosage continu ou une mise sous eau. Dans tous les cas, l'épreuve doit être jugée satisfaisante si aucune fuite n'apparaît à la sous-face (coté « plafond » de la dalle) de la toiture. On se réfèrera aux Directives Techniques *Réalisation d'ouvrages de génie civil maçonnés* (4.1.1 DIT1) et *Conception et réalisation d'ouvrages hydrauliques en béton* (4.1.1 DIT2)

Toute humidité mise en évidence au niveau de joints ou ailleurs dans l'ouvrage doit être examinée pour déterminer s'il y a un risque de fuite à long terme. Si l'épreuve n'est pas satisfaisante, des travaux doivent être effectués avant de renouveler l'épreuve.

6.2.2 Parois et radiers

La procédure d'épreuve doit comprendre au moins les opérations suivantes :

a. Préparation

Après l'achèvement de la construction :

- ✚ s'assurer que les dispositifs d'évacuation d'eau adéquate sont disponibles ;
- ✚ nettoyer soigneusement toutes les surfaces internes ;
- ✚ isoler et sécuriser toute la tuyauterie d'arrivée et de sortie ;
- ✚ remplir la cuve d'eau lentement jusqu'au niveau du trop-plein, ce qui peut rendre nécessaire des dispositions temporaires de remplissage ; pour les réservoirs de réseau, il convient d'utiliser de l'eau potable ;

- ✚ laisser un délai d'absorption, le cas échéant, pour permettre aux surfaces mouillées d'atteindre la saturation et rétablir si nécessaire le niveau d'eau à la fin de cette période.

b. Procédure d'épreuve

- ✚ Mesurer le niveau d'eau au début de l'épreuve par rapport à un repère fixé et l'enregistrer ;
- ✚ observer et si nécessaire mesurer le débit d'eau des drains sous le radier ;
- ✚ -surveiller le niveau d'eau par intervalles pendant le temps de l'épreuve ;
- ✚ surveiller l'état des surfaces extérieures, y compris des parois de séparation entre cuves, pour détecter les signes de fuites ;
- ✚ mesurer à la fin de l'épreuve le niveau d'eau final ;
- ✚ calculer la perte d'eau ;
- ✚ prendre en compte l'évaporation sur un contenant témoin
- ✚ établir le rapport d'épreuve.

On se basera sur la préconisation suivante :

Les pertes de l'eau ne doivent pas dépasser, pour des réservoirs avec revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité, 250 cm³ par mètre carré et par jour sous la pression maximale prévue, l'évaporation en laboratoire étant considérée comme la moitié de l'évaporation in situ.

6.2.3 Toiture

La procédure d'épreuve doit comprendre au moins les opérations suivantes :

a. Préparation

- ✚ vérifier que la cuve est vide d'eau ;
- ✚ dans le cas d'une toiture en terrasse, prendre des mesures temporaires pour obturer toutes les évacuations de l'eau de toiture ;
- ✚ lorsque nécessaire, prendre toutes les dispositions temporaires pour mettre la toiture en eau sous la hauteur d'eau spécifiée par le concepteur.

b. Procédure d'épreuve

- ✚ mettre la toiture en eau ou l'arroser comme spécifié par le prescripteur ;
- ✚ effectuer l'arrosage éventuellement spécifié sur toute la surface de la toiture de façon continue avec de l'eau ;
- ✚ surveiller la sous-face de la toiture pour détecter des fuites ;
- ✚ établir le rapport d'épreuve.

6.3 Nettoyage et désinfection

Avant la mise en service, le réservoir vide doit dans tous les cas être nettoyé et être désinfecté, sauf prescription contraire.

6.3.1 Nettoyage

Avant la mise en service, le réservoir vide doit être nettoyé. Pendant le nettoyage principal, toutes les surfaces intérieures du réservoir doivent être abondamment rincées généralement à l'eau potable sous pression adéquate pour les réservoirs de réseau. Toutes les tuyauteries doivent être rincées.

L'emploi de produits chimiques de nettoyage doit être réduit au minimum. Mais, s'ils sont utilisés, le prescripteur doit spécifier l'emploi de produits adéquats.

6.3.2 Désinfection

a. Choix du désinfectant

Le choix des désinfectants doit tenir compte du temps de contact nécessaire et des propriétés de l'eau, comme par exemple le pH et, dans le cas d'utilisation d'hypochlorite de calcium, la dureté de l'eau à traiter. D'autres facteurs comme la durée de vie, la facilité d'utilisation et la probabilité d'accidents pour le personnel ou l'environnement sont également à prendre en compte.

Le choix du protocole de désinfection pour un nouvel ouvrage sera soumis au maître d'ouvrage.

b. Procédure de désinfection

Toutes les surfaces internes du réservoir ainsi que les tuyauteries associées doivent être nettoyées (généralement par aspersion) avec un produit désinfectant et ensuite rincées avec de l'eau potable. Le prescripteur ou l'exploitant doit spécifier la concentration du produit de la solution désinfectante ainsi que le temps de contact minimal et maximal. Le produit désinfectant doit être évacué de la cuve et éliminé avec prudence, en utilisant un produit neutralisant lorsque nécessaire afin d'éviter des effets indésirables pour le personnel ou l'environnement.

Aucun dommage aux surfaces du réservoir ne doit être causé par la méthode de désinfection.

Ensuite, le réservoir doit être rempli jusqu'au niveau spécifié avec une eau potable dont la teneur résiduelle en produit désinfectant est inférieure ou égale à la valeur normalement rencontrée dans l'eau potable alimentant le réservoir.

6.3.3 Conformité de la qualité de l'eau

Après le remplissage ou un délai spécifié par le prescripteur, et supérieur à cinq jours, des prélèvements doivent être faits aux fins d'analyse bactériologique.

La conformité microbiologique est obtenue si les résultats des prélèvements sont conformes aux exigences nationales.

Si un échantillon se révèle non conforme, le prescripteur ou l'exploitant doit spécifier des actions pour y remédier afin que la conformité microbiologique soit obtenue.

Les prélèvements doivent également être conformes aux exigences nationales sous tous les autres aspects de la qualité de l'eau.

6.4 Mise en service

Le réservoir ne doit pas être mis en service tant que les conditions présentées dans les paragraphes suivants ne sont pas remplies :

6.4.1 Qualité de l'eau

Juste avant la mise en service du réservoir, il doit être confirmé que la qualité de l'eau dans le réservoir comme dans les tuyauteries et composants associés respecte les prescriptions de 5.3.3.

6.4.2 Bon fonctionnement des appareils

Le fonctionnement correct de tous les appareils et de tout l'équipement du réservoir doit être vérifié et les instructions pour l'exploitation doivent être notées dans un manuel de l'exploitation.

7 Exploitation

Afin d'assurer une distribution régulière et pour éviter des effets indésirables pour l'environnement et la santé publique, les réservoirs doivent être systématiquement :

- ✚ surveillés : La surveillance de réseau doit porter sur l'analyse de prélèvements d'eau selon toutes les prescriptions d'hygiène et de santé en vigueur.
- ✚ inspectés : L'inspection doit comprendre au moins le contrôle périodique pour confirmer le bon fonctionnement du réservoir, aussi bien que des mises hors service périodiques et programmées pour contrôler l'état intérieur des cuves, des composants et des équipements.

On se basera sur une inspection périodique de deux fois par an (début et fin de saison cyclonique).

Par ailleurs, un manuel d'exploitation doit être fourni avec chaque réservoir de réseau qui doit comporter toutes les instructions et procédures à suivre.

Exemple de prescriptions obligatoires dans un manuel d'exploitation :

- ✚ plans généraux du site et des structures et charges maximales applicables à celles-ci ;
- ✚ mesures particulières à prendre en cas d'urgence et/ou d'incendies importants dans la zone de distribution ;
- ✚ procédures pour la mise hors service du réservoir
- ✚ instructions pour le nettoyage et la désinfection avant la mise en service
- ✚ instructions pour la maintenance de tous les autres composants du réservoir, y compris les équipements électriques et hydraulique et les dispositifs de télétransmission
- ✚ rapports des contrôles, opérations d'entretien et incidents inhabituels

8 Conclusion

Le dimensionnement d'un réservoir reste une affaire de bureaux d'études spécialisés. Nous avons émis dans ce Fascicule des obligations techniques que ces professionnels doivent respecter. En revanche il ne s'agit en aucun cas d'un document livrant une procédure applicable par tout le monde y compris des non-spécialistes pour réaliser des calculs de dimensionnement d'un réservoir. Ce calcul doit être fait par un bureau d'étude spécialisé qui doit se baser notamment sur ce fascicule pour respecter les prescriptions de la DINEPA. Ce fascicule doit être aussi utilisé par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvres pour vérifier que les prescriptions de la DINEPA sont bien respectées lors de la conception des réservoirs d'eau potable.

9 Sources

Le présent fascicule technique a été élaboré en partie à partir des documents suivants :

- ✚ Etude sur l'approvisionnement en eau potable en Haïti, 2005.
- ✚ La norme Européenne EN 1508 : Prescriptions pour les systèmes et les composants pour le stockage d'eau.
- ✚ IHSI, 2002

10 Lexique

Bâtiment de contrôle : Local fermé du réservoir utilisé pour abriter les principales vannes, pompes, équipements de contrôle et de surveillance et qui peut constituer le moyen d'accès aux cuves.

Cuve : Partie fermée d'un réservoir munie de dispositifs d'entrée, sortie, trop-plein et vidange séparés et qui peut être exploitée de façon indépendante d'autres cuves du même réservoir.

Étanchéité : Qualité caractéristique d'un ouvrage contenant de l'eau ou un liquide à s'opposer au passage de ce fluide, dans les limites de débits de fuite qui ont été définies pour son exploitation.

Fluage : le phénomène physique provoquant la déformation irréversible d'un matériau soumis à une contrainte constante

Revêtement d'imperméabilisation :

Ecran intérieur adhérent à son support pouvant assurer l'étanchéité, mais ne résistant pas à une fissuration (donnée, quantifiée) appréciable du support.

Ce revêtement est constitué d'enduits au mortier de ciment hydrofugés ou d'enduits pelliculaires à base de résines

Revêtement d'étanchéité

Revêtement plastique, élastoplastique ou élastique appliqué à l'intérieur de la structure. Ce revêtement n'est pas nécessairement adhérent à la structure et c'est la pression de l'eau qui l'applique sur celle-ci. Le revêtement doit pouvoir s'adapter aux légères déformations ou fissurations des ouvrages.

Réservoir de réseau :

Réservoir d'eau potable couvert, éventuellement compartimenté assurant la stabilité de la fourniture et de la pression, amortissant les fluctuations des besoins et comprenant un bâtiment de contrôle, des équipements d'exploitation et des dispositifs d'accès.

ANNEXE : PLAN GUIDE D'UN RESERVOIR

