



FICHE TECHNIQUE

Réservoirs métalliques

Code : 4.1.2 FIT 1

Date de rédaction : lundi 08 octobre 2012

Version : mercredi 17 juillet 2013

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 13-11-506 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-65-3.

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. Note préliminaire..... | 4 |
| 1.1. Préambule | 4 |
| 1.2. Avantages et inconvénients..... | 4 |
| 1.2.1. Avantages..... | 4 |
| 1.2.2. Inconvénients..... | 4 |
| 2. Préliminaires à la construction..... | 4 |
| 2.1. Etats limites | 4 |
| 2.2. Ratio d'aspect du réservoir..... | 5 |
| 3. Les matériaux..... | 5 |
| 3.1. Le fer forgé | 5 |
| 3.2. La fonte..... | 5 |
| 3.3. Le bronze..... | 5 |
| 3.4. Aluminium et alliages d'aluminium..... | 5 |
| 3.5. Acier inoxydable | 5 |
| 3.6. Soudure | 6 |
| 3.7. Galvanisation..... | 6 |
| 3.8. Écrous, boulons, rivets et rondelles..... | 6 |
| 3.8.1. Pour les pièces en fer | 6 |
| 3.8.2. Pour les pièces en aluminium ou acier galvanisé..... | 6 |
| 3.8.3. Pour les pompes..... | 6 |
| 3.8.4. Parties extérieures ou au contact de l'eau..... | 7 |
| 3.8.5. Parties intérieures non au contact de l'eau..... | 7 |
| 3.9. Constructions métalliques..... | 7 |
| 3.9.1. Constructions en aluminium | 7 |
| 3.9.2. Construction en acier inoxydable..... | 7 |
| 4. Mise en œuvre de la protection du métal contre la corrosion..... | 8 |
| 4.1. Généralités | 8 |
| 4.2. Nettoyage | 8 |
| 4.3. Protection par céramique..... | 8 |
| 4.4. Galvanisation à chaud et zingage électrolytique | 9 |
| 4.5. Protection à base de polyuréthane..... | 9 |
| 4.5.1. Pièces en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc. | 9 |
| 4.5.2. Pièces n'étant pas en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc. | 9 |
| 4.6. Protection à base de coaltar époxy | 9 |
| 4.6.1. Pièces en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc. | 9 |
| 5. Eléments nécessaires à la construction..... | 10 |
| 5.1. Tolérances de dimension | 10 |

| | | |
|----------------|----------------------------------|-----------|
| 5.1.1. | Tolérance verticale | 10 |
| 5.1.2. | Tolérance de diamètre | 10 |
| 5.1.3. | Tolérance de circonférence | 10 |
| 5.2. | Fondations | 10 |
| 5.3. | Parois | 11 |
| 5.4. | Toit du réservoir..... | 11 |
| 5.5. | Protection contre la foudre..... | 11 |
| 5.6. | Aération | 11 |
| 6. | Sources | 12 |
| Annexe: | | 13 |

1. Note préliminaire

1.1. Préambule

Le présent document traite des réservoirs métalliques. Ce document n'est pas prescriptif mais doit plutôt être considéré comme un guide de bonnes pratiques. Toutefois, les réservoirs métalliques, comme tous les réservoirs d'eau potable doivent se conformer aux recommandations du Fascicule Technique sur la Conception des réservoirs d'eau potable (4.2.1 FAT1).

1.2. Avantages et inconvénients

1.2.1. Avantages

- ✚ Réservoir construit à partir de pièces préfabriquées, l'ensemble de la production du matériau et sa mise en œuvre sont donc faciles à identifier
- ✚ Lorsque le montage est effectué dans les règles de l'art, bonne étanchéité
- ✚ Besoin de peu de béton pour les fondations
- ✚ Temps de séchage du béton court, puisque utilisé uniquement au niveau des fondations
- ✚ Temps de montage court comparativement à un réservoir béton
- ✚ Relative malléabilité du réservoir qui pourrait lui apporter une résistance aux conditions sismiques s'il est disposé au sol. Dans le cas d'un réservoir métallique surélevé, ce sont les fondations et les soutènements qui représentent le point essentiel de résistance aux conditions sismiques, comme pour un réservoir en béton.

1.2.2. Inconvénients

- ✚ Réservoir souvent monté par le vendeur, ne faisant souvent pas intervenir la main d'œuvre locale si ce n'est pour les fondations
- ✚ Coûts élevés (import uniquement)
- ✚ Sensibilité à la corrosion de certains matériaux
- ✚ Le métal transmet bien la chaleur si exposé au soleil : la température de l'eau peut augmenter fortement (50 °C et plus), diminuant la qualité de l'eau distribuée
- ✚ La malléabilité de ce matériau ne doit pas réduire l'importance des études de génie civil et de sol.

2. Préliminaires à la construction

Tout réservoir construit doit l'être en prenant en compte la résistance à des vitesses de vent au minimum égales à 110 m/s et à une zone sismique IV. Il est rappelé qu'une structure qui ne satisferait pas à ces conditions serait probablement détruite lors d'un cyclone ou d'un séisme.

2.1. Etats limites

On pourra simplifier les calculs nécessaires aux contraintes spécifiques des états limites (remplissage/vidange du réservoir), en considérant la densité du liquide qui remplira le réservoir égale à 1,2.

2.2. Ratio d'aspect du réservoir

La hauteur d'un réservoir métallique ne doit pas dépasser 20 m, du radier du réservoir au sommet. L'augmentation de la hauteur du réservoir implique une augmentation de la pression statique à la base du réservoir, et demande donc une augmentation de l'épaisseur des parois. Cela amène souvent à des coûts supplémentaires.

Le volume étant proportionnel au carré du diamètre, c'est en augmentant ce diamètre que l'on peut avoir un réservoir à moindre coût, plus qu'en augmentant la hauteur.

3. Les matériaux

Les matériaux doivent être de la meilleure qualité disponible en Haïti, quelle que soit leur nature.

3.1. Le fer forgé

Les pièces pour fer forgé ne peuvent avoir ni taches, ni traces de grenaille, ni traces de marteau.

3.2. La fonte

Aucune pièce en fonte ne doit comporter de soufflures, de pailles ou de fissures. Aucune perforation, soudure ou "brûlure" n'est admise.

3.3. Le bronze

Le bronze doit être créé à partir d'un mélange solide, durable, et ne contenant pas de zinc.

3.4. Aluminium et alliages d'aluminium

Les alliages d'aluminium doivent être du type utilisé dans les applications maritimes. Le magnésium doit en être l'additif principal, et les alliages doivent être manufacturés conformément aux normes internationalement reconnues.

3.5. Acier inoxydable

L'acier inoxydable doit être un alliage de fer et de carbone auquel s'ajoute du chrome ou du nickel.

3.6. Soudure

La soudure à la main de l'acier au carbone peut se faire par les méthodes de soudure à l'arc avec écran, de soudure à l'arc immergé, de soudure au chalumeau, de soudure à l'arc par fondant, de soudure au gaz avec filaments de tungstène ou toute autre méthode utilisée dans la construction et la fabrication par soudure d'équipement en acier au carbone. Les cordons de soudure doivent être continus et sans interruption.

Pour le soudage de l'acier inoxydable, la méthode à utiliser est celle du tungstène au gaz inerte ou la méthode de métal au gaz inerte, aussi bien pour la soudure en atelier que pour la soudure sur chantier. La surface intérieure doit toujours être recouverte de gaz inerte (azote par exemple).

3.7. Galvanisation

Le fer et l'acier galvanisés doivent être de la meilleure qualité existante en Haïti. L'épaisseur de galvanisation doit atteindre au moins 70 µm.

3.8. Écrous, boulons, rivets et rondelles

Les têtes de boulon et les écrous exposés doivent avoir une forme hexagonale ou octogonale et la longueur du boulon doit être suffisante pour qu'une fois vissée et serrée, la partie filetée remplisse l'écrou et n'affleure pas plus de la moitié du diamètre du boulon.

Les rivets à tête tronconique peuvent être utilisés. Dans ce cas, le rivet devra remplir complètement le trou effectué.

3.8.1. Pour les pièces en fer

Tous les écrous et boulons doivent être taraudés. Tous les boulons, écrous, rondelles et plaques d'ancrage (sauf ceux ayant une haute résistance) des pièces en fer, doivent être en acier galvanisé, traités à l'antirouille et peints après assemblage et serrage.

3.8.2. Pour les pièces en aluminium ou acier galvanisé

Tous les boulons, écrous, rondelles et plaques d'ancrage pour l'assemblage des pièces galvanisées ou en alliage d'aluminium, doivent être en acier inoxydable. Dans le cas d'un risque élevé de corrosion, ils seront, de préférence, protégés par un capuchon anti corrosion plutôt que par une couche de peinture. Des rondelles en acier inoxydable doivent être placées aussi bien à la tête du boulon qu'à celle de l'écrou.

3.8.3. Pour les pompes

Tous les boulons, écrous, tiges et rondelles utilisés pour la construction des pompes doivent être en acier inoxydable.

3.8.4. Parties extérieures ou au contact de l'eau

Tous les boulons de fixation, écrous, rondelles et plaques d'ancrage pour utilisation extérieure ou dans les parties intérieures soumises au contact de l'eau ou dans les aires humides, mais au-dessus du niveau de l'eau, doivent être en acier inoxydable à haute résistance.

3.8.5. Parties intérieures non au contact de l'eau

Tous les boulons de fixation et d'ancrage, tous les écrous, rondelles et plaques d'ancrage pour utilisation intérieure dans les zones non soumises au contact de l'eau ou des effluents, doivent être en acier galvanisé, et toutes les surfaces exposées doivent être peintes après assemblage et serrage.

3.9. Constructions métalliques.

Toute construction métallique devant être peinte recevra au préalable une couche d'antirouille. Les plaques en tôle striée et les grilles en acier seront galvanisées par immersion à chaud. Les constructions métalliques revêtues de céramique n'auront pas besoin de peinture sur les parties protégées par la céramique.

3.9.1. Constructions en aluminium

Les constructions en aluminium ne peuvent être usinées qu'avec des machines et des outils dont les traces de métaux différents ont été enlevées.

Les constructions en aluminium ne peuvent pas être rattachées à d'autres métaux sans isolation intermédiaire.

Pour l'assemblage des constructions en aluminium, uniquement des boulons en aluminium ou en acier inoxydable peuvent être utilisés. En cas de soudage, l'aluminium de même composition que le matériel à souder sera seul admis.

3.9.2. Construction en acier inoxydable

Le rayon de cintrage intérieur des pièces à plier doit être au minimum de deux fois l'épaisseur ou supérieure à 3 mm.

Si l'épaisseur est inférieure à 3 mm, un rayon intérieur minimal d'une fois l'épaisseur de la tôle sera acceptable.

Les constructions en acier inoxydable ne peuvent être usinées qu'avec des machines outils réservées uniquement à cet usage.

Pour l'assemblage des constructions en acier inoxydable, seuls des boulons en acier inoxydable peuvent être utilisés. Les constructions en acier inoxydable ne seront en aucun cas rattachées à d'autres métaux sans isolation intermédiaire. En cas de soudage, uniquement l'acier inoxydable

de la même composition que le matériel à souder sera utilisé. Les soudures seront brossées et traitées chimiquement (passivation).

4. Mise en œuvre de la protection du métal contre la corrosion

4.1. Généralités

Les éléments en acier zingués ou non zingués, ou bien encore en fonte, qui sont en contact avec l'air doivent être peints. Le traitement doit prévoir la préparation adéquate et une peinture de protection antirouille, exécutées en usine ou éventuellement sur site. Deux couches au minimum de finition, exécutées en usine ou sur place, sont obligatoires.

Les travaux de peinture sont à exécuter à l'intérieur à la température et l'humidité relative indiquées par le fournisseur de peinture.

Au cas où il est nécessaire d'exécuter les travaux à l'extérieur, des mesures suffisantes doivent être prises, afin d'appliquer les couches de protection dans une atmosphère sèche et à l'abri de la poussière.

L'application au pistolet est permise à condition qu'elle s'effectue avec une installation à haute pression.

Les différentes couches de peinture doivent être appliquées avec des couleurs différentes.

Au cas où des couches de protection des pièces auraient été endommagées, il faut dérouiller ces endroits à l'aide de grattoirs et de brosses et ensuite appliquer les systèmes de peinture comme utilisés pour le matériel courant.

Les pièces peintes ne peuvent être déplacées ou transportées qu'après expiration du délai nécessaire au séchage indiqué par le fournisseur de la peinture.

Les surfaces des pièces d'acier ou de fonte qui seront scellées n'a pas besoin d'une protection. Elles doivent toutefois être exemptes de graisse, de saleté et de rouille. Les surfaces peuvent être galvanisées ou shéardisées.

4.2. Nettoyage

Les pièces d'acier en forme définitive doivent être dégraissées à fond, bien séchées, déroulées et décapées. Les pièces fonte sont aussi à dérouiller et à décaper soigneusement.

4.3. Protection par céramique

Les métaux peuvent dans certains cas être revêtus de céramique pour les protéger contre la corrosion. Si cette méthode ne demande qu'un entretien très limité et est donc avantageuse de ce point de vue, il faut cependant noter que la céramique est très sensible au vandalisme et en particulier aux jets de pierres.

4.4. Galvanisation à chaud et zingage électrolytique

Si une galvanisation ne peut pas être réalisée, les pièces peuvent être zinguées. La couche de zinc à appliquer doit être homogène et uniforme, son épaisseur doit être de 80 microns au moins en cas de galvanisation et 40 microns au moins en cas de zingage.

Les retouches sur site des pièces galvanisées telles que la coupe ou le meulage sont interdites.

4.5. Protection à base de polyuréthane

Ce système de peinture peut être utilisé pour toutes les pièces. Les paragraphes suivants indiquent les épaisseurs minimales à respecter suivant les conditions considérées.

4.5.1. Pièces en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc.

| Désignation | Epaisseur (microns) |
|--|----------------------------|
| Acier et fonte non métallisée, fonction ordinaire | 280 |
| Acier et fonte non métallisée, résistant à l'usure | 380 |
| Intérieur des pompes, tuyaux, etc. | 380 |

4.5.2. Pièces n'étant pas en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc.

Toutes les pièces soumises à usure, provenant notamment du transport des liquides et/ou de sable, doivent être pourvues d'une épaisseur protectrice résistant à l'usure indiquée plus haut (cf. 3.4.1).

| Désignation | Epaisseur (microns) |
|--|----------------------------|
| Acier et fonte non métallisée, fonction ordinaire | 165 |
| Acier et fonte non métallisée, résistant à l'usure | 200 |
| Intérieur des pompes, tuyaux, etc. | 200 |

Les épaisseurs de peinture présentées ici sont valables, par exemple, pour toutes les parties de type tuyauterie.

4.6. Protection à base de coaltar époxy

Ce système de peinture peut être utilisé pour toutes les pièces. En appliquant ce système de peinture, les épaisseurs de couches mentionnées ci-après, doivent être observées.

4.6.1. Pièces en contact avec la terre, l'eau, la boue, etc.

| Désignation | Epaisseur (microns) |
|---|----------------------------|
| Acier et fonte non métallisée, fonction ordinaire | 345 |

| | |
|--|-----|
| Acier et fonte non métallisée, résistant à l'usure | 440 |
| Intérieur des pompes, tuyaux, etc. | 350 |

Toutes les pièces soumises à usure provenant notamment du transport des liquides et du sable, doivent être pourvues d'une épaisseur de couche résistant à l'usure.

| Désignation | Epaisseur (microns) |
|--|---------------------|
| Acier et fonte non métallisée, fonction ordinaire | 265 |
| Acier et fonte non métallisée, résistant à l'usure | 265 |
| Intérieur des pompes, tuyaux, etc. | 280 |

5. Eléments nécessaires à la construction

5.1. Tolérances de dimension

5.1.1. Tolérance verticale

De façon à avoir un réservoir aussi résistant que possible, la déviation maximale (en cm) admise par rapport à la verticale est de $TV = (2,5 \times \text{hauteur du réservoir}) / 1000$, sans jamais excéder 4 cm.

5.1.2. Tolérance de diamètre

Le diamètre doit être celui calculé, plus ou moins la valeur suivante :

$$A = 1,5 \times D / 1000 + 20$$

A est exprimée en mm.

5.1.3. Tolérance de circonférence

La circonférence du réservoir doit être celle calculée plus ou moins la valeur B :

$$B = 1.5 \times D / 1000 + 30$$

B est exprimée en mm.

5.2. Fondations

Les fondations doivent être adaptées aux conditions géotechniques et climatiques citées dans le préambule. Elles devront être conçues avec un drain de périmètre en polyéthylène de type perforé, raccordé à un regard.

Pour un réservoir disposé à même le sol, il n'est pas nécessaire de construire une fondation sur la totalité de la superficie occupée. Une fondation en béton armé, circulaire, faisant tout le pourtour du réservoir, est suffisante. En complément, la partie annulaire interne de ce cercle de fondation doit être creusée sur au moins 30 cm, puis remplie de sable et tassée à 95 % jusqu'au niveau de la fondation. Attention, une fondation annulaire demande de vérifier avec une attention particulière tous les calculs liés à la résistance au vent.

Les fondations doivent dépasser du sol d'au moins 5 cm, et être horizontales.

5.3. Parois

Les parois d'un réservoir métallique doivent avoir au minimum l'épaisseur prescrite par le tableau suivant :

| Diamètre | Epaisseur minimale |
|-----------------|---------------------------|
| ≤ 15 m | 5 mm |
| 15m < D ≤36m | 6 mm |
| 36m < D ≤60m | 8 mm |
| > 60m | 10 mm |

Leur épaisseur peut être calculée en se servant des méthodes de la norme API 650, mais uniquement dans leur version métrique utilisant les unités du système international.

5.4. Toit du réservoir

Les feuilles métalliques composant le toit du réservoir doivent faire au minimum 5 mm d'épaisseur. Si elles ne sont pas montées sur des poutrelles, et sont donc autoportantes, un minimum de 7 mm est requis.

Pour un toit en forme de dôme, une épaisseur maximale de 125 mm est admise, compte non tenu d'une surépaisseur de corrosion.

Pour un toit en forme de parapluie, le diamètre minimal est de 0,8 fois le diamètre extérieur du réservoir, et le diamètre maximal de 1,2 fois ce même diamètre.

5.5. Protection contre la foudre

Une étude électrique doit être effectuée afin de déterminer les équipements nécessaires pour protéger le réservoir métallique contre la foudre.

5.6. Aération

L'atmosphère à l'intérieur d'un réservoir étant saturée d'eau et/ou de vapeurs de chlore elle doit être aérée. Les aérations à mettre en place doivent être conçues de façon à empêcher l'entrée d'eau ou de lumière dans le réservoir (par exemple coude, ou tuyau recourbé).

Elles doivent être équipées d'un grillage de maille de 0.5 cm à 1 cm, résistant à la corrosion. A une distance maximale de 2 cm de ce grillage, et à l'intérieur du dispositif d'aération, une moustiquaire résistant à la corrosion doit être installée.

Les ventilations doivent toujours être au minimum au nombre de 4, aussi éloignées que possible les unes des autres. Elles doivent être dimensionnées de façon à permettre en permanence, chacune, le passage de 2 fois le débit maximal de remplissage ou de vidange du réservoir, et

doivent dans tous les cas avoir une surface de passage de l'air au minimum égale à 0,2 m². Elles doivent être espacées au maximum de 10 m.

6. Sources

CODRES (2009), *Syndicat de la chaudronnerie, tuyauterie et maintenance, France*

American Petroleum Institute (2007), *API Standard 650 : Welded tanks for Oil Storage*

National Institute for Storage Management, Texas (2009), *The Basics of API 650*

Fuel Tank & Pipe Pty Ltd, Australie (2009), *API 650 Tanks : Installation and commissioning*

Annexe: Réhabilitation des réservoirs métalliques, les points à aborder.

Les points qui doivent être abordés lors d'une étude précédant une réhabilitation de réservoir métallique sont les suivants :

- # Démontage du trou d'homme et des canalisations
- # Phase de nettoyage du réservoir
- # Préparation des surfaces internes et externes et colmatage des perforations
- # Séchage du réservoir
- # Application d'une couche d'accrochage sur les surfaces internes et externes
- # Peinture anticorrosion des surfaces externe du réservoir
- # Application de la résine (époxy en général) ou d'un matériau équivalent sur la paroi interne du réservoir
- # Caractéristique du matériau agréments pour le contact alimentaire
 - o Résine utilisée et possibilité de relargage de Bisphénol A (BPA) dans l'eau
- # Inspection visuelle du revêtement interne et externe
- # Remontage du trou d'homme avec boulonnerie et joint neufs