



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

## DIRECTIVE TECHNIQUE

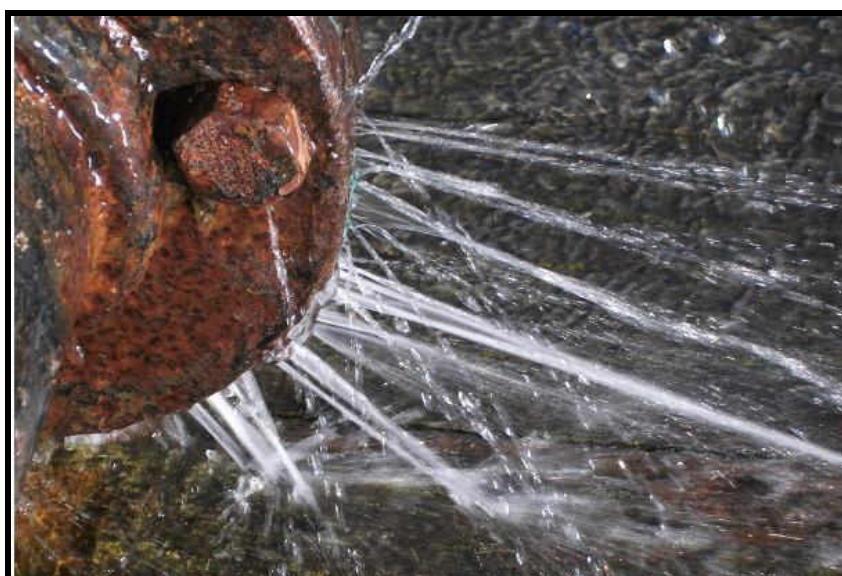
### Tests d'étanchéité sur éléments de réseau d'eau potable

Code : 5.1.3 DIT1

Date de rédaction : lundi 03 septembre 2012

Date version : mardi 16 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 13-11-534 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-93-6.

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

<b>1. Note préliminaire.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Test d'étanchéité de réservoir .....</b>	<b>3</b>
2.1. Principe du test et matériel nécessaire.....	3
2.1.1. Principe.....	3
2.1.2. Matériel nécessaire.....	3
2.2. Protocole simplifié .....	4
2.3. Calculs.....	4
2.4. Réservoir cylindrique .....	5
2.4.1. Surface d'eau.....	5
2.4.2. Surface mouillée .....	5
2.4.3. Perte d'eau par évaporation .....	5
2.4.4. Perte d'eau totale.....	6
2.4.5. Perte d'eau par fuites.....	6
2.5. Application concrète pour un réservoir cylindrique .....	6
2.6. Réservoir rectangulaire .....	7
2.6.1. Surface d'eau.....	7
2.6.2. Surface mouillée .....	7
2.6.3. Perte d'eau par évaporation .....	8
2.6.4. Perte d'eau totale.....	8
2.6.5. Perte d'eau par fuites.....	8
<b>3. Protocole de test d'étanchéité pour un réseau .....</b>	<b>9</b>
3.1. Protocole de test pour les autres canalisations .....	9
3.2. Protocole de test pour des canalisations polyéthylène.....	10
<b>4. Sources .....</b>	<b>10</b>

## 1. Note préliminaire

Les tests d'étanchéité permettent de décider si la réception des travaux peut être effectuée sur un réseau neuf ou réhabilité. Le présent document présente les éléments nécessaires aux tests.

## 2. Test d'étanchéité de réservoir

### 2.1. *Principe du test et matériel nécessaire*

#### 2.1.1. Principe

Dans le cas d'un réservoir, en fonction des conditions de température et de météorologie, l'évaporation peut fausser les résultats de la mesure d'un niveau d'eau « constant » dans la cuve. Aussi, on disposera, à coté de la cuve, un récipient étanche et gradué (en plastique par exemple) qui permettra de mesurer la disparition de volume d'eau liée spécifiquement à l'évaporation, indépendamment de l'étanchéité de la cuve.

Le test d'étanchéité se fait sur un ouvrage rempli à la moitié de sa capacité nominale, et pour les réservoirs béton. On mesure une hauteur d'eau dans le réservoir lors du remplissage, et on fait de même dans le récipient étanche posé à la surface de l'eau dans le réservoir. On attend 24 heures, puis on effectue à nouveau ces mesures.

La différence de hauteur d'eau dans le réservoir et dans le récipient étanche permet de déterminer la quantité d'eau perdue par le réservoir.

Un test de **réception de parfait achèvement** doit être réalisé : il reprend le même principe que le test d'étanchéité, mais le réservoir doit être rempli à la totalité de sa capacité nominale. Si le réservoir n'est pas en béton, il peut être réalisé dès l'achèvement de la construction.

S'il s'agit d'une structure béton en surface ou sur pieds, le test de parfait achèvement doit être réalisé au plus tôt **un an** après la dernière coulée de béton, afin que le réservoir ait atteint 100 % de sa résistance. Avant ce test, le réservoir peut être mis en service, mais au maximum à 50 % de sa capacité nominale, et ce uniquement si le test d'étanchéité préalable a bien été réalisé.

#### 2.1.2. Matériel nécessaire

Un récipient étanche non couvert, d'une surface connue (Idéalement 0,25 ; 0,5 ou 1 m<sup>2</sup>), et une montre ou un chronomètre. Le récipient doit soit pouvoir flotter, soit être posé sur un support, mais ne doit en aucun cas passer sous la surface de l'eau présente dans le réservoir.

Un mètre gradué ou une jauge seront également nécessaires pour les mesures de hauteur d'eau dans la cuve. Dans l'idéal, une règle collée ou fixée sur le côté du réservoir permettra à l'avenir de vérifier l'étanchéité du réservoir.

Si on doit utiliser un bokit pour ce test, voici comment déterminer sa surface :

$$S = \frac{\pi \times r^2}{10000}$$

Avec S la surface du bokit en mètres carrés,  $\pi = 3.14159$ , et r la moitié du diamètre intérieur du bokit, en centimètres. Si par exemple un bokit fait 35 cm de diamètre, r vaut 17.5,  $r^2$  vaut 306.25, et S vaut  $306.25 \times 3.14159 / 10\ 000$  soit 0.096 m<sup>2</sup>.

## 2.2. Protocole simplifié

- #1 : Calcul de la surface d'eau du réservoir en contact avec l'air
- #2 : Calcul de la surface « mouillée », à savoir surface où l'eau et le béton du réservoir sont en contact
- #3 : Calcul de la surface d'eau du récipient étanche  $S_t$  (inutile si connue)
- #4 : Remplissage du réservoir à la moitié de sa capacité nominale (ou totalement pour le test de parfait achèvement)
- #5 : Remplissage du récipient étanche (préalablement désinfecté pour éviter de contaminer le réservoir qui pourrait être mis par erreur en service)
- #6 : Mise en place du récipient étanche, ouvert sur le dessus, à la surface du réservoir
- #7 : Mesure de la hauteur d'eau dans le récipient étanche (cette valeur doit être soigneusement notée, ainsi que l'heure de la mesure)  $h'_{\text{initiale}}$
- #8 : Mesure de la hauteur d'eau dans le réservoir (cette valeur doit être soigneusement notée, ainsi que l'heure de la mesure)  $h'_{\text{initiale}}$
- #9 : Attente de 24 heures
- #10 : Nouvelle mesure de hauteur d'eau pour le réservoir  $h'_{\text{finale}}$  et le récipient étanche  $h'_{\text{finale}}$ .
- #11 : Calculs d'évaporation
- #12 : Calculs de fuites
- #13 : Si les fuites sont supérieures à 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jour, soit 0,25L/m<sup>2</sup>/jour, l'étanchéité n'est pas suffisamment bonne.

Le lieu de la mesure, la capacité du réservoir, la date, l'heure, et les calculs doivent être reportés dans un rapport.

## 2.3. Calculs

Le but des calculs est d'obtenir une quantité d'eau évaporée par la surface du réservoir, et une quantité d'eau totale ayant disparu du réservoir en 24 heures.

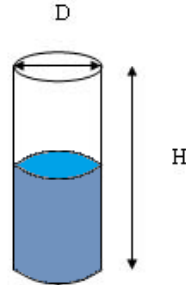
Le calcul d'évaporation est simple à réaliser : on connaît la surface d'eau et la hauteur d'eau dans le récipient étanche au temps initial, et 24 heures plus tard. La différence de hauteur d'eau permet de calculer le volume perdu par évaporation par mètre carré de surface d'eau.

Le calcul de perte d'eau est tout aussi simple, il est basé sur le volume d'eau perdu par le réservoir. On retire ensuite de cette quantité la quantité d'eau évaporée pour savoir quel volume d'eau a effectivement fui.

Les calculs présentés plus bas sont valables pour des réservoirs cylindriques et rectangulaires. La détermination des quantités d'eau évaporée et perdue par fuite se fera de la même façon avec n'importe quelle autre forme de réservoir, mais les calculs ne seront pas développés ici.

## 2.4. Réservoir cylindrique

Le réservoir cylindrique est de la forme présentée dans la figure ci-dessous, et les dimensions qui sont nécessaires aux calculs qui suivent sont représentées sur le schéma. D est le diamètre, et H est la hauteur du cylindre.



### 2.4.1. Surface d'eau

Dans le cas d'un réservoir cylindrique d'un diamètre D, elle est de  $S_{\text{eau}} = \pi \times (D/2)^2$ , avec  $\pi = 3.14159$ .

La surface est exprimée en  $\text{m}^2$  ; le diamètre est exprimé en m.

### 2.4.2. Surface mouillée

Il s'agit de la surface de l'ouvrage au contact de l'eau. Elle est noté  $S_m$ .

Le fond du réservoir a pour surface  $\pi \times (D/2)^2$ , où D est le diamètre extérieur de l'ouvrage.

Le côté du réservoir a pour surface  $\pi \times D \times H$ , où D est le diamètre extérieur du cylindre et H la hauteur d'eau.

La surface mouillée du réservoir est donc de  $S_m = \pi \times (D/2)^2 + \pi \times D \times H$ .

La  $S_m$  est exprimée en  $\text{m}^2$  ; le diamètre et la hauteur sont exprimés en m.

### 2.4.3. Perte d'eau par évaporation

Le récipient étanche permet de définir combien de litres d'eau sont évaporés par jour et par mètre carré de surface d'eau. On la nommera  $E_{\text{témoin}}$ .

La perte d'eau du récipient étanche par évaporation est égale à  $(h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}) \times S_t$

Pour obtenir une évaporation par mètre carré, on divise cette valeur par la surface du récipient témoin.

$$E_{\text{témoin}} = \frac{(h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}) \times S_t}{S_t} = h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}$$

Exemple : Pour un récipient d'une surface de 1 m<sup>2</sup>, une baisse de niveau d'eau de 1 cm (0,01 m) en 24 h correspond à 0,01 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jour = 10 L/m<sup>2</sup>/jour.

Pour calculer la perte par évaporation du réservoir (ou P<sub>évap</sub>), on prend la valeur de surface du récipient témoin (S<sub>t</sub>), la valeur de surface d'évaporation du réservoir S<sub>eau</sub>, et la valeur de l'évaporation sur le récipient étanche, E<sub>témoin</sub>.

$$P_{\text{évap}} = (S_{\text{eau}} - S_t) \times E_{\text{témoin}}$$

On veillera à ce que les unités soient homogènes pour le calcul, par défaut on préférera les unités du système international (m<sup>3</sup> pour le volume, m<sup>2</sup> pour la surface...).

#### 2.4.4. Perte d'eau totale

La perte de hauteur d'eau (h<sub>initiale</sub> - h<sub>finale</sub>, en m) multipliée par la surface (S<sub>eau</sub> en m<sup>2</sup>) indique le nombre de mètres cube d'eau perdue par le réservoir.

$$P_{\text{totale}} = (h_{\text{initiale}} - h_{\text{finale}}) \times S_{\text{eau}}$$

#### 2.4.5. Perte d'eau par fuites

C'est la différence entre la perte d'eau totale et la perte d'eau par évaporation.

$$P_{\text{fuite}} = P_{\text{totale}} - P_{\text{évap}}$$

La perte d'eau par fuite par mètre carré de surface mouillée, ou fuite par unité de surface (F<sub>surf</sub>-que) est donc égale à :

$$F_{\text{surf}} = P_{\text{fuite}} / S_m$$

Elle ne doit pas être supérieure à 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jour

### 2.5. Application concrète pour un réservoir cylindrique

On considère un réservoir de 6 m de diamètre et 4 m de hauteur à l'intérieur (113 m<sup>3</sup>) rempli à moitié, dans lequel on met un récipient étanche par ses parois, ouvert sur le dessus, de 1 m<sup>2</sup> de surface à l'air et d'un volume de 1 m<sup>3</sup>. La hauteur d'eau mesurée après ajout du récipient étanche est de 2,04 m.

En 24 heures, la hauteur d'eau a diminué de 1 cm dans le récipient étanche, et de 1.1 cm dans le réservoir.

Différence de hauteur d'eau en m dans le réservoir : 0.011 m.

Le réservoir fait S<sub>eau</sub> = π × (D/2)<sup>2</sup> = π × (6/2)<sup>2</sup> = 28,27 m<sup>2</sup> de surface d'eau.

Le fond du réservoir fait 6 m de diamètre. La hauteur d'eau est de 2.04 m. La surface mouillée est donc de :

$$S_m = \pi \times (D/2)^2 + \pi \times D \times H = \pi \times (6/2)^2 + \pi \times 6 \times 2.04$$

$$S_m = 66.72 \text{ m}^2.$$

La perte d'eau par évaporation pour le récipient témoin, E<sub>témoin</sub> est égale à 0.01 = 0.01 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

La perte d'eau par évaporation pour le réservoir sera donc de  $P_{\text{évap}} = E_{\text{témoin}} \times (S_{\text{eau}} - S_t)$   
 $P_{\text{évap}} = 0.01 \times (28.27 - 1) = 0.273 \text{ m}^3$ .

La perte d'eau totale du réservoir est de  $P = 0.011 \times 28.27 = 0.311 \text{ m}^3$

La perte pour cause de fuites est donc  $P_{\text{fuite}} = P - P_{\text{évap}} = 0.311 - 0.273 = 0.038 \text{ m}^3$ .

Le montant des fuites par mètre carré de surface mouillée est de :

$$F_{\text{surfacique}} = P_{\text{fuite}} / S_m = 0.038 / 66.72 = 0.00057 \text{ m}^3/\text{m}^2.$$

Cela correspond à une perte d'environ  $570 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{jour}$ , l'étanchéité de ce réservoir n'est donc pas suffisante.

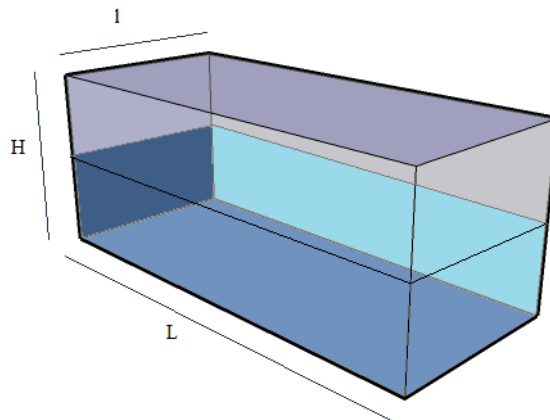
## 2.6. Réservoir rectangulaire

On définit les dimensions du rectangle comme suit :

L est la longueur en m, l la largeur en m, H la profondeur totale en m et  $H_m$  la profondeur d'eau en m (ou profondeur « mouillée »).

### 2.6.1. Surface d'eau

La surface d'eau est la surface de l'eau à l'intérieur du réservoir. Dans le cas d'un réservoir rectangulaire de dimensions intérieures l et L, elle est égale à  $S_{\text{eau}} = l \times L$   
 $S_{\text{eau}}$  est exprimé en  $\text{m}^2$



### 2.6.2. Surface mouillée

Il s'agit de la surface de béton en contact avec l'eau. On part du principe que l'eau ne touche pas le couvercle du réservoir.

Le fond du réservoir a pour surface  $l \times L$  (où L et l sont les dimensions extérieures du réservoir).



Le petit côté du réservoir en eau a pour surface  $l \times H_m$ . On a deux petits côtés, leur surface est donc de  $2 \times l \times H_m$ .

Le grand côté du réservoir en eau a pour surface  $L \times H_m$ . On a deux grands côtés, leur surface est donc de  $2 \times L \times H_m$ .

La surface mouillée est donc de  $S_m = l \times L + 2 \times (l \times H_m + L \times H_m)$ .

### 2.6.3. Perte d'eau par évaporation

Le récipient étanche permet de définir combien de litres d'eau sont évaporés par jour et par mètre carré de surface d'eau. On la nommera  $E_{\text{témoin}}$ .

La perte d'eau du récipient étanche par évaporation est égale à  $(h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}) \times S_t$   
Pour obtenir une évaporation par mètre carré, on divise cette valeur par la surface du récipient témoin.

$$E_{\text{témoin}} = \frac{(h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}) \times S_t}{S_t} = h'_{\text{initiale}} - h'_{\text{finale}}$$

Exemple : Pour un récipient d'une surface de  $1 \text{ m}^2$ , une baisse de niveau d'eau de  $1 \text{ cm}$  ( $0,01 \text{ m}$ ) en  $24 \text{ h}$  correspond à  $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jour} = 10 \text{ L}/\text{m}^2/\text{jour}$ .

Pour calculer la perte par évaporation du réservoir (ou  $P_{\text{évap}}$ ), on prend la valeur de surface du récipient témoin ( $S_t$ ), la valeur de surface d'évaporation du réservoir  $S_{\text{eau}}$ , et la valeur de l'évaporation sur le récipient étanche,  $E_{\text{témoin}}$ .

$$P_{\text{évap}} = (S_{\text{eau}} - S_t) \times E_{\text{témoin}}$$

On veillera à ce que les unités soient homogènes pour le calcul, par défaut on préférera les unités du système international ( $\text{m}^3$  pour le volume,  $\text{m}^2$  pour la surface...).

### 2.6.4. Perte d'eau totale

La perte d'hauteur d'eau ( $h_{\text{initiale}} - h_{\text{finale}}$ , en m) multipliée par la surface d'eau ( $S_{\text{eau}}$  en  $\text{m}^2$ ) indique le nombre de mètres cube d'eau perdue par le réservoir.

$$P = (h_{\text{initiale}} - h_{\text{finale}}) \times S_{\text{eau}}$$

### 2.6.5. Perte d'eau par fuites

C'est la différence entre la perte d'eau totale et la perte d'eau par évaporation.

$$P_{\text{fuite}} = P_{\text{totale}} - P_{\text{évap}}$$

La perte d'eau par fuite par mètre carré de surface mouillée, ou fuite par unité de surface ( $F_{\text{surfai-que}}$ ) est donc égale à :

$$F_{\text{surfai-que}} = P_{\text{fuite}} / S_m$$

Elle ne doit pas être supérieure à  $250 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{jour}$ .

### 3. Protocole de test d'étanchéité pour un réseau

Les tests d'étanchéité de réseau doivent être faits en présence du maître d'œuvre, et doivent systématiquement donner lieu à un rapport explicatif, mentionnant le lieu, les personnes présentes, les éléments testés, et les résultats obtenus.

Le principe est similaire pour toutes les canalisations sous pression : on isole un tronçon de canalisation, dans lequel on applique une pression d'eau pendant une durée donnée. Si la pression diminue plus qu'une valeur fixée, le tronçon de canalisation testé a un problème d'étanchéité. Si la perte de pression est très rapide, il est probable qu'une canalisation n'ait pas supporté le test de pression, et ait éclaté, ou qu'un élément du tronçon soit ouvert.

Ce type de test doit être réalisé pour tout nouveau tronçon mis en place, et sur une longueur de 2000 m maximum. Des tests sur des tronçons de 200 m permettent d'identifier plus facilement les points de fuite posant problème, c'est donc ce qui est recommandé pour l'entrepreneur qui réalise un réseau.

Il doit être réalisé dans les conditions prévues dans le cahier des charges et aménagé pour tenir compte des caractéristiques spécifiques de certains matériaux.

**NB :** Il n'existe pas de test capable d'éprouver l'étanchéité d'un réseau dans son ensemble ! Pour le cas où l'on devrait vérifier l'achèvement des travaux et le fait qu'un entrepreneur a réalisé un réseau étanche, ou le cas où l'on voudrait vérifier l'étanchéité d'un réseau existant, il est recommandé d'utiliser des tests d'étanchéité et de pression sur des tronçons de 1500 à 2000 mètres maximum, en suivant exactement le même protocole. Il faut savoir qu'un réseau déjà existant est rarement suffisamment étanche pour passer ce test.

#### 3.1. Protocole de test pour les autres canalisations

Trois phases d'épreuves peuvent être appliquées. Le choix d'une ou plusieurs phases est laissé à l'appréciation du prescripteur :

- Epreuve préliminaire
- Essai de purge de la conduite
- Epreuve principale en pression.

Les **modalités** de l'essai de pression seront les suivantes :

- Remplissage de la canalisation à l'eau, de préférence au point bas afin de chasser progressivement l'air, le remplissage doit s'effectuer au moins 24h avant l'essai pour assurer une imbibition complète des matériaux à base de liants hydrauliques.
- Montée en pression progressive à l'aide d'une pompe, jusqu'à l'atteinte de la pression d'essai.

Le tronçon à tester doit subir une pression équivalente à 1,5 fois la pression prévue pour le réseau, sans être en dessous de 8,2 bars. Attention, un réseau qui doit subir une pression en service de 8 bars et est constitué de canalisations résistant à 10 bars ne supportera pas ce test, et a été mal conçu dès le départ.

- Durée du cycle de l'essai à définir dans le cahier des charges (**30 minutes minimum**).
- Vérification si éventuellement, une chute de la pression est observée. La chute de pression admissible varie entre 20 kPa et 40 kPa en fonction de la nature des tuyaux).
- Signature du procès-verbal de l'essai en cas d'absence ou peu de chute de pression.

Les phénomènes physiques susceptibles de perturber l'exploitation des résultats de l'essai de pression se présentent comme suit :

- Les contraintes générées par la mise en pression peuvent occasionner des déplacements de certains éléments de canalisation.
- Les phénomènes de dilatation de certains matériaux, notamment le polyéthylène.
- La phase d'imbibition incomplète pour certains matériaux.
- L'imprécision du manomètre.
- La présence d'air dans la conduite, l'air se dilate et/ou se dissout.

On applique cette pression au tronçon à tester, puis on découple l'appareil qui a servi à mettre le tronçon sous pression.

Le tronçon est maintenu en pression pendant 30 minutes minimum au cours desquelles la diminution de pression, mesurée avec un appareil de précision adaptée, ne doit pas être supérieure à 20 kPa (équivalent à 2 mètres de colonne d'eau).

Dans le cas contraire, le réseau n'est pas étanche, il faut rechercher l'origine de la fuite et la colmater, ou remplacer la portion de canalisation affectée.

### **3.2.           *Protocole de test pour des canalisations polyéthylène***

Pour les canalisations en polyéthylène à haute densité (PEHD), on réalise le test suivant le protocole qui suit :

- appliquer une pression d'épreuve égale à la pression maximale de service de la conduite, et au moins égale à 600 kPa (6 Bar), et la maintenir 30 minutes en pompant pour l'ajuster
- ramener la pression à 300 kPa (3 Bar) à l'aide de la vanne de purge. Fermer la vanne pour isoler le tronçon à essayer
- enregistrer ou noter les valeurs de la pression aux temps suivants :
  - entre 0 et 10 minutes 1 lecture toutes les 2 minutes (5 mesures) ;
  - entre 10 et 30 minutes 1 lecture toutes les 5 minutes (4 mesures) ;
  - entre 30 et 90 minutes 1 lecture toutes les 10 minutes (6 mesures).

Les valeurs successives doivent être croissantes puis éventuellement stables, par suite de la réponse viscoélastique du polyéthylène. Une diminution des valeurs indique un défaut d'étanchéité.

## **4.       Sources**

*Examens préalables à la réception des réseaux d'assainissement* – 2008 – Agence de l'eau Rhin Meuse

*Maîtrise de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution* – 2010 – Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement

*Eau, Assainissement, Hygiène pour les populations à risque* – 2006 – Action Contre la Faim

*Procedures for pressure and leakage testing of water mains* – 2008 – Kansas Department of Health and Environment