

Sur le procédé

## Xerxes HydroChain Chamber S22

**Famille de produit/Procédé** : Procédé de stockage d'eau pluviale

**Titulaire(s)** : **Société Matr Infrastructure Technologies UK Limited**

### AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

**Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux**

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Première version de l'Avis Technique.	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

### Descripteur :

Le système d'assainissement pluvial Xerxes HydroChain Chamber S22 est réalisé à partir d'arches annelées, sans fond, emboîtées dans le sens de la longueur pour former des tunnels.

Les arches sont juxtaposées et leurs extrémités sont fermées par des bouchons, de façon à constituer un réservoir enterré destiné à recevoir les eaux pluviales.

Les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 sont fabriquées à partir de SMC (sheet moulding compound), un matériau composé de résine polyester insaturé, de charges minérales, de renforcement par fibres de verre, de polyéthylène et additifs.

Les principales caractéristiques des arches sont les suivantes :

- Volume utile par arche : 0,611 m<sup>3</sup>,
- Hauteur totale : 889 mm,
- Largeur totale : 1397 mm,
- Longueur totale : 762 mm,
- Couleur : vert.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication fournis à l'instruction et vérifiés par le GS 17.2.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.1.1.	Zone géographique.....	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	5
1.2.2.	Durabilité de l'ouvrage.....	5
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation.....	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Identification.....	7
2.1.3.	Mode de commercialisation.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.2.3.	Aspect, état de finition.....	8
2.2.4.	Dimensions.....	8
2.2.5.	Masse.....	8
2.2.6.	Volume utile.....	8
2.2.7.	Caractéristiques mécaniques des arches Xerxes HydroChain Chamber S22.....	9
2.3.	Dispositions de conception.....	9
2.3.1.	Dimensionnement des systèmes de stockage et d'évacuation par infiltration des eaux pluviales.....	9
2.3.2.	Comportement mécanique.....	10
2.3.3.	Hydraulique.....	11
2.4.	Conditionnement, manutention, stockage.....	11
2.4.1.	Conditionnement.....	11
2.4.2.	Manutention.....	11
2.4.3.	Stockage.....	11
2.5.	Dispositions de mise en œuvre.....	11
2.5.1.	Principes généraux.....	11
2.5.2.	Réalisation de la fouille, dimensions.....	11
2.5.3.	Vérification des caractéristiques du sol en place.....	11
2.5.4.	Pose et assemblage des arches et bouchons.....	13
2.5.5.	Remblayage.....	13
2.5.6.	Réception des caractéristiques du sol restitué par remblais.....	14
2.5.7.	Réception de l'ouvrage.....	14
2.5.8.	Rangée d'isolation.....	14
2.5.9.	Ventilation.....	14
2.5.10.	Modalités de perçage des bouchons sur site.....	15
2.6.	Maintien en service du produit.....	15
2.6.1.	Accès à l'ouvrage.....	15
2.6.2.	Entretien et maintenance.....	15
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	15
2.7.1.	Mode de fabrication.....	15
2.7.2.	Contrôles internes.....	15

2.7.3.	Contrôles externes .....	15
2.8.	Mention des justificatifs .....	16
2.8.1.	Résultats expérimentaux .....	16
2.8.2.	Références.....	16
2.9.	Annexes du Dossier Technique – Figures.....	17

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM).

### 1.1.2. Ouvrages visés

Les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 sont destinées à la réalisation de bassins enterrés, dans les conditions définies dans le Dossier Technique, afin de permettre :

- la rétention des eaux pluviales lorsque la structure est enveloppée dans une géomembrane étanche,
- ou l'infiltration dans le sol support lorsque l'ouvrage n'est pas conçu pour être étanche.

Il est rappelé que :

- les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 ne doivent jamais être situées en zone inondable,
- la présence d'un exutoire est obligatoire : trop-plein et raccordement à un réseau d'évacuation des eaux pluviales pour toute application collective.

---

## 1.2. Appréciation

---

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Les essais et études réalisés sur les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 par le CSTB et par le demandeur lors de l'instruction de l'Avis Technique ainsi que les références fournies montrent que ce produit donne satisfaction dans le domaine d'emploi envisagé au § 1.1.

Le respect des conditions de conception et de mise en œuvre définies dans le Dossier Technique est une condition indispensable au bon fonctionnement du système.

Les volumes utiles des structures mises en œuvre limitent les volumes de terrassement nécessaires.

La conception des arches permet de s'adapter aux contraintes topographiques de l'ouvrage.

### 1.2.2. Durabilité de l'ouvrage

#### 1.2.2.1. Matériau

Les essais réalisés sur le matériau utilisé permettent d'envisager une durabilité satisfaisante.

#### 1.2.2.2. Conditions d'accès

Les conditions d'accès telles que définies dans le Dossier technique, sont satisfaisantes.

L'accessibilité aux outils de curage est limitée à la rangée d'isolation.

#### 1.2.2.3. Pérennité des fonctions

Les bassins constitués d'arches Xerxes HydroChain Chamber S22 ne peuvent pas faire l'objet d'un curage total. Le nettoyage de l'ouvrage est limité à la rangée d'isolation.

La mise en œuvre d'un dispositif de traitement en amont limite la fréquence des opérations d'entretien et pérennise le fonctionnement de l'ouvrage de stockage.

Il convient de tenir compte des caractéristiques des eaux pluviales (présence de macrodéchets, feuilles mortes...) pour définir les conditions d'accès et la nature du traitement préalable.

La pérennité de la fonction hydraulique de l'ouvrage repose essentiellement sur les performances du dispositif de prétraitement et de la rangée d'isolation.

La capacité des arches à diffuser les eaux pluviales dans l'ouvrage est conditionnée au respect des conditions d'entretien.

Les regards (ou boîtes d'inspection) et la rangée d'isolation doivent être inspectés et, si nécessaire, curés après de fortes pluies ou accidents et à une fréquence propre aux conditions du site. Les opérations de maintenance sont à adapter en fonction du résultat de ces visites.

Dans le cas des ouvrages d'infiltration, le respect de la démarche d'étude du projet tel que défini dans le § 3 du guide SAUL (nature des effluents, caractéristiques du sol...) et des conditions d'entretien sont impératifs pour assurer le maintien de la capacité d'infiltration dans le temps.

### **1.2.3. Impacts environnementaux**

Il n'existe pas de Déclaration Environnementale (DE) pour ce produit.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

#### *Appréciation globale*

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.1) est appréciée favorablement.

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

Le Groupe Spécialisé n°17 attire l'attention du concepteur sur l'importance de la protection de ces ouvrages vis-à-vis de l'introduction de matières décantables et sur les contraintes associées aux opérations de curage.

Bien que les produits Xerxes HydroChain Chamber S22 ne relèvent pas du guide SAUL, les chapitres qui s'appliquent à ce guide figurent dans le Dossier Technique.

Le Groupe Spécialisé n°17 attire l'attention du maître d'ouvrage sur :

- les opérations de perçage sur chantier qui doivent faire l'objet d'une attention particulière.
- le traitement en fin de vie des produits : le matériau ne peut pas être traité dans la filière de recyclage des plastiques.
- l'intérêt d'une validation de la conception de l'ouvrage à travers une mission géotechnique G2.

## 2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire :  
 Matr Infrastructure Technologies UK Limited  
 280 Bishopsgate  
 EC2M 4RB LONDRES  
 Email : hydrochain.int@matr.com  
 Internet : xerxes.com

Usine : 28700 – Bentong, Pahang, Malaisie

#### 2.1.2. Identification

Chaque arche et bouchon Xerxes HydroChain Chamber S22 comporte, conformément au référentiel de la marque QB, les mentions indélébiles suivantes :

- L'appellation Xerxes HydroChain Chamber S22,
- L'identification de l'usine,
- Le matériau : SMC,
- La date de fabrication (année, mois),
- Le logo QB suivi de la référence du certificat.

#### 2.1.3. Mode de commercialisation

La commercialisation des arches Xerxes HydroChain Chamber S22 en France est faite par Groupe FP.

MATTR fournit, pour chaque projet, un guide de mise en œuvre, un manuel d'entretien et des plans d'installation du bassin.

Chaque projet doit faire l'objet d'une étude technique prenant en compte les conditions du site, et contenant en particulier une étude de sol.

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 sont destinées à la gestion et la rétention des eaux pluviales de ruissellement, dans le domaine des travaux publics ou privés et du génie civil.

Elles sont utilisées pour la réalisation de bassins enterrés, sur une seule couche.

Ce système est composé d'arches et de bouchons à structure annelée, fabriquées à partir de SMC (sheet moulding compound), un matériau composé de résine polyester insaturée, de charges minérales, de renforcement par fibres de verre et de polyéthylène et additifs.

Les produits Xerxes HydroChain Chamber S22 permettent d'assurer les fonctions suivantes :

##### Fonctions de service :

Les fonctions de service assurées par les ouvrages réalisés au moyen des produits Xerxes HydroChain Chamber S22 sont le stockage et/ou l'infiltration :

- Le stockage des eaux pluviales lorsque l'ouvrage est enveloppé dans une géomembrane étanche,
- L'infiltration, dans le cadre de bassins non-étanches, si l'ouvrage est enveloppé dans un géotextile.

##### Fonctions techniques :

Les fonctions techniques assurées par les ouvrages réalisés à partir des produits Xerxes HydroChain Chamber S22 sont les suivantes :

##### *Recueil et restitution :*

Ces deux fonctions sont réalisées au moyen de composants annexes comprenant des regards (ou boîtes d'inspection) mis en œuvre en périphérie.

Dans le cas d'un ouvrage étanche, le débit d'évacuation est fonction de la hauteur de remplissage du bassin et du diamètre intérieur de l'orifice d'évacuation au réseau ou régulé au moyen d'un dispositif adapté.

Dans le cadre de bassins non étanches, le débit de fuite est lié également à la capacité d'infiltration du sol.

##### *Structurelle :*

Les produits Xerxes HydroChain Chamber S22 permettent de conserver un usage du sol en surface.

Le remblai constitué de gravier autour des arches supporte l'essentiel des charges. La portance du sol est déterminante pour la fiabilité de l'ouvrage et ses performances. Dans l'hypothèse d'un sol en place inapte à supporter une chaussée, le traitement ou la substitution du sol nécessaire à l'obtention d'une portance minimale devra être effectué préalablement à la mise en œuvre des arches.

**Accès :**

L'accès à la structure interne de l'ouvrage s'effectue au moyen de regards ou boîtes d'inspection, connectés à la rangée d'isolation.

**Ventilation :**

L'ouvrage doit permettre l'équilibrage de la pression de l'air lors de phases de remplissage et de vidange. Pour cela, la surface transversale totale des tubes d'aération doit représenter au minimum 100 % de la surface transversale totale de la ou des conduites d'arrivées des eaux.

## 2.2.2. Caractéristiques des composants

Les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 et les bouchons associés sont moulés par thermocompression à partir de feuilles de SMC (sheet moulding compound), un matériau composé de résine polyester insaturée, de charges minérales, de renforcement par fibres de verre et de polyéthylène et additifs.

Le détail des matières est déposé au CSTB.

### 2.2.2.1. Arches

L'arche Xerxes HydroChain Chamber S22 présente une hauteur totale de 889 mm. Elle est renforcée au moyen de 3 annelures. L'assemblage des arches se fait par superposition au niveau des extrémités.

### 2.2.2.2. Bouchons

La gamme Xerxes HydroChain Chamber S22 comprend un modèle de bouchon, utilisé pour se positionner aux extrémités des rangées d'arches. Ces bouchons s'emboîtent aux arches, par-dessous. Ils permettent de réaliser les jonctions entre réseau et tunnels, ou entre tunnels.

Les bouchons sont percés sur chantier pour permettre l'insertion un tube normalisé dans l'axe de l'arche, en matériau thermoplastique, destiné à l'assainissement, de DN/OD compris entre 110 et 630. Les modalités de perçage sur site sont décrites au § 2.5.9 du présent Dossier Technique.

### 2.2.2.3. Events

Les événements sont constitués de canalisations assainissement de DN/OD 110, positionnées en toit d'arche. La mise en œuvre est décrite au §2.5.8.

## 2.2.3. Aspect, état de finition

La surface des arches et des bouchons est lisse, exempte de défauts, tels que bulles d'air et inclusions. La structure des arches et des bouchons est annelée. Les arches et bouchons sont de couleur verte.

## 2.2.4. Dimensions

Les caractéristiques dimensionnelles des arches sont les suivantes :

- Longueur totale : 762 mm ± 1,0 mm,
- Longueur utile : 703 mm ± 1,0 mm,
- Largeur totale : 1397 mm ± 1,0 mm,
- Hauteur totale : 889 mm ± 1,0 mm,
- Epaisseur : 3,5 mm ± 0,5 mm.

Les caractéristiques dimensionnelles des bouchons sont les suivantes :

- Longueur utile/totale : 274 mm ± 1,0 mm,
- Largeur totale : 1267 mm ± 1,0 mm,
- Hauteur totale : 868 mm ± 1,0 mm,
- Epaisseur : 4,1 mm ± 0,5 mm.

## 2.2.5. Masse

La masse des arches est de 12,7 kg ± 0,3 kg.

La masse des bouchons est de 10,5 kg ± 0,3 kg.

## 2.2.6. Volume utile

Le volume utile (avec superposition) disponible à l'intérieur d'une arche et d'un bouchon déterminé par CAO est de :



	Volumes utiles
Arche	0,611 m <sup>3</sup>
Bouchon	0,113 m <sup>3</sup>

## 2.2.7. Caractéristiques mécaniques des arches Xerxes HydroChain Chamber S22

### 2.2.7.1. Résistance à l'impact

La résistance aux chocs a été évaluée par un essai suivant le protocole de l'ASTM D2444, détaillé ci-dessous :

- percuteur : « TUP B » de rayon de courbure 50,8 mm et de masse 2,7 kg.
- hauteur de chute : 0,5 m.

Ce test n'a montré aucune fissure sur le produit.

### 2.2.7.2. Rupture en compression

La rigidité de voûte minimale des arches est définie selon le protocole mentionné dans la norme ASTM F2418-12 sur la base d'un essai réalisé sur une arche complète.

On enregistre une première rupture à une déformation  $\geq 1\%$ . La force maximale à rupture est  $\geq 20$  kN.

### 2.2.7.3. Conception

L'évaluation structurelle des arches a été réalisée en simulation en utilisant la méthode des éléments finis et en tenant compte des modules d'élasticité à court et à long terme (via le taux de fluage) des matériaux.

---

## 2.3. Dispositions de conception

---

Les informations fournies doivent permettre de caractériser les conditions de mise en œuvre de l'ouvrage, les conditions de réalisation (emprise disponible, mode de terrassement, contraintes spécifiques...), et les conditions d'exploitation (charges roulantes, charges permanentes, charge instantanée occasionnelle...).

Il convient de souligner que les informations figurant dans lesdites études techniques sont des éléments d'aide à la conception. Elles doivent permettre au maître d'œuvre de réaliser les dimensionnements et validations nécessaires qui relèvent de sa responsabilité.

Dans le cas de bassins d'infiltration : il est impératif de respecter une distance minimale de 5 m entre le bassin d'infiltration et l'emprise de tout ouvrage fondé environnant. En cas de fondations superficielles (fondations profondes non concernées, p.ex. les fondations sur pieux), ces dernières doivent toujours se trouver au-dessus du plan incliné avec une pente de 33% (1V/3H) du point bas du bassin d'infiltration le plus proche du bâtiment fondé superficiellement vers les horizons plus profonds du sol (côté fondations).

Ces distances et plans prennent en compte les risques mécaniques (charge supplémentaire) et hydrauliques pouvant être induits par le bassin d'infiltration à proximité d'ouvrages fondés. Toute exception à cette règle doit faire l'objet d'une étude spécifique par un bureau d'études prenant en compte le risque pour le bâtiment et le bassin d'infiltration.

### 2.3.1. Dimensionnement des systèmes de stockage et d'évacuation par infiltration des eaux pluviales

Pour déterminer le volume nécessaire pour définir le nombre d'arches et de bouchons nécessaires pour des installations individuelles, les procédures sont les mêmes que pour les installations de volumes plus importants. On se référera aux chapitres correspondants (§3) du guide technique "Les Structures Alvéolaires Ultra-Légères pour la gestion des eaux pluviales" (2011).

#### 2.3.1.1. Environnement géologique et hydrologique

L'environnement géologique et hydrologique dans lequel l'ouvrage va être mis en œuvre doit faire l'objet d'une étude. Dans l'étude hydrologique sera intégré les niveaux EH et EE de l'eau dans tous les cas, avec EH le niveau des eaux correspondant à une période de retour de cinquante ans et EE le niveau des eaux exceptionnelles.

Dans le cas des bassins d'infiltration sera également intégrée la perméabilité du sol. Dans le cas des bassins étanches, la stabilité à vide doit être étudiée.

#### 2.3.1.2. Détermination du volume de l'ouvrage

Le dimensionnement hydraulique d'un bassin composé d'arches et de bouchons est défini ci-après, en fonction des hypothèses suivantes :

- Le fond de forme ne présente pas de pente,
- Le débit de fuite pour le cas de l'infiltration n'est pas pris en considération dans le calcul.

Le volume utile du bassin est déterminé par le maître d'œuvre sur la base du calcul décrit ci-dessous.

Le calcul prend en compte :

- Le volume de l'arche superposée et du bouchon superposé (§2.2.6),

- Le volume disponible dans la porosité du gravier 20/40 :
  - l'indice de vide du gravier utilisé comme remblai, qui est situé entre 30 et 40 %. Sans mesures spécifiques, la porosité du gravier sera égale à 30%.
  - la zone de gravier sous l'arche, au minimum de 150 mm,
  - la zone d'espacement latérale entre les rangées, au minimum de 150 mm,
  - la zone d'espacement latérale entre le bassin et le bord de la fouille, au minimum de 500 mm,
  - la zone de gravier au-dessus de l'arche, au minimum de 150 mm.

La formule suivante peut être utilisée pour le calcul du volume utile du bassin d'infiltration :

Volume bassin = Volume (arches et bouchons) + Volume (porosités du gravier)

Avec :

Volume (arches et bouchons) = nombre d'arches x volume utile de l'arche + nombre de bouchons x volume utile du bouchon

Volume (porosités du gravier) = indice de vide x (L x l x H) – Volume (arches et bouchons)

Avec : L, longueur de l'excavation, l, la largeur et H la hauteur.

Pour un bassin de rétention sans drainage du gravier sous les arches, on doit soustraire à ce volume le volume perdu suivant :

V perdu = V perdu dans les arches + V perdu dans les bouchons + V perdu dans le gravier

Avec :

V perdu dans les arches = volume perdu dans les arches (0,0224 m<sup>3</sup>) x nombre d'arches

V perdu dans les bouchons = volume perdu dans les bouchons (0,0051 m<sup>3</sup>) x nombres de bouchons

V perdu dans le gravier = volume perdu dans le gravier (= longueur bassin x largeur bassin x hauteur du gravier sous les arches, jusqu'au fil d'eau de la canalisation de sortie) x taux de vide.

### 2.3.1.3. Canalisations d'entrée et de sortie du bassin

Le choix des canalisations d'entrée et de sortie du bassin dépend du débit de pointe à l'entrée du bassin, ainsi que du débit maximal admissible en sortie.

- Débit de pointe à l'entrée du bassin :

La capacité de débit d'entrée dans le bassin doit être supérieure ou égale au débit de pointe prévu. La capacité des tuyaux est fonction du diamètre intérieur et de la pente. Les tuyaux sont raccordés au réservoir par l'intermédiaire des bouchons.

Il est possible d'avoir des entrées multiples dans le réservoir si le diamètre d'entrée requis est supérieur à 630 mm. Tout le débit doit entrer dans le bassin par une rangée d'isolation (il peut y avoir plusieurs rangées d'isolation pour un bassin), mais il peut y avoir une surverse soit à partir du regard d'entrée, soit à partir de la rangée d'isolation elle-même. Voir la figure 3 qui illustre une disposition typique de réservoir avec une rangée d'isolation connectée au regard d'entrée.

- Débit de vidange à la sortie :

Il correspond au débit de fuite autorisé vers le réseau existant. Il est généralement régulé par le choix du diamètre de la canalisation et de sa pente. Pour les bassins de grande taille, un dispositif de régulation du débit peut être installé à la sortie.

### 2.3.1.4. Détermination du nombre d'arches à utiliser

Le nombre d'arches pour chaque projet dépendra notamment :

- Du volume du bassin, qui dans le cas de bassins avec infiltration, dépend de la surface du bassin à travers laquelle l'eau stockée pourra s'infiltrer dans le sol (variabilité du débit d'infiltration),
- Des épaisseurs du lit de pose ou de remblai de graviers dont la porosité du matériau reprend une partie du volume de stockage nécessaire ;
- Des distances entre les rangs d'arches, ainsi que de la largeur de la bordure périphérique en gravier ;
- De la forme ou de l'implantation du bassin.

### 2.3.1.5. Détermination du nombre et positionnement des tubes de by-pass

La surface totale (section de passage) des tubes de by-pass doit être supérieure ou égale à la section du tube d'entrée dans le bassin.

Le positionnement des tubes vise à répartir des percements des arches dans le bassin.

Le distributeur des produits fournit un plan du bassin avec le positionnement des tubes à installer.

## 2.3.2. Comportement mécanique

La connaissance et la prise en compte des caractéristiques géotechniques du sol est indispensable pour la conception et la réalisation de l'ouvrage.

Le système peut être mis en œuvre sous chaussée, parking, trottoir, accotement ou espace vert dans les limites définies au § 2.5.4. Le dimensionnement doit tenir compte des hauteurs de remblai, du type de trafic et des dimensions de l'ouvrage.

Les ouvrages de rétention peuvent être mis en œuvre en présence de nappe phréatique.

Le respect des dispositions préconisées par Mattr, en fonction du cas particulier de chantier, est impératif pour assurer la stabilité de l'ouvrage et sa compatibilité avec d'éventuelles applications routières.

### 2.3.3. Hydraulique

Les dispositions prises pour le calcul des débits d'infiltration dans le sol et le dimensionnement des ouvrages sont définis dans le dossier technique, dans le Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)" et dans le Fascicule 70 Titre II.

Lorsque le système recueille des eaux pluviales qui ne proviennent pas exclusivement de toitures, la pérennité des performances hydrauliques est indissociable de l'existence d'un prétraitement et du respect des conditions d'entretien (utilisation correcte de la rangée d'isolation).

---

## 2.4. Conditionnement, manutention, stockage

---

### 2.4.1. Conditionnement

Les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 sont conçues pour être empilées les unes sur les autres et sont transportées et stockées sur des palettes. Les arches sont initialement empilées sur le lieu de fabrication.

L'empilement se fait jusqu'à une hauteur maximale d'environ 2,4 m.

### 2.4.2. Manutention

Le transport et la manutention des arches Xerxes HydroChain Chamber S22 ne posent pas de difficultés particulières. Les précautions habituelles doivent toutefois être respectées, de façon à éviter toute détérioration ou déformation du produit.

Lors du déconditionnement et de l'installation, les précautions suivantes doivent être respectées :

- Les arches ne doivent jamais être stockées en vrac, sur le côté ou à l'envers,
- Les arches doivent être manipulées avec soin, sans les laisser tomber ni les jeter, sans les traîner au sol,
- Éviter tout contact ou choc avec des objets durs (pièces métalliques, pierres, etc.)

### 2.4.3. Stockage

Les arches et bouchons doivent être stockés empilés et sur une aire plane. La durée maximum de stockage en extérieur est d'un an.

---

## 2.5. Dispositions de mise en œuvre

---

### 2.5.1. Principes généraux

L'emplacement et la conception d'un bassin Xerxes HydroChain Chamber S22 doivent tenir compte des autres structures et ouvrages, tant temporaires (pendant la construction) que permanents, situés dans le voisinage immédiat. La conception du bassin doit également prendre en compte les charges statiques et dynamiques imposées au bassin, tant pour les cas temporaires que permanents. D'autres facteurs doivent être pris en compte dans la conception, notamment la conception hydraulique globale du site, les caractéristiques mécaniques et hydrauliques du sol dans lequel le bassin doit être installé et l'accès sécurisé pour la livraison des matériaux et pour les opérateurs travaillant sur l'installation. Ces éléments sont examinés plus en détail dans les sous-sections suivantes.

### 2.5.2. Réalisation de la fouille, dimensions

Chaque chantier bénéficie d'un plan de calepinage spécifique. Une distance minimale de 50 cm, comblée avec du gravier 20/40 concassé, lavé, est à respecter entre l'arche et le bord de fouille. Les dimensions de la fouille prennent en compte la §6.7.1 du Fascicule 70-I, notamment pour les règles de talutage (profondeur supérieure à 1,30 m).

Aplanir et compacter le fond de fouille. La pente maximale admissible du lit de pose est de 1%.

La capacité portante du sol au niveau du lit de pose doit être vérifiée afin de s'assurer qu'elle correspond à la portance prévue par l'étude géotechnique. Lorsque la portance est insuffisante pour assurer la tenue structurelle du bassin (en fonction de la hauteur de remblai et des charges appliquées), il convient de traiter ou de remplacer le sol.

### 2.5.3. Vérification des caractéristiques du sol en place

#### 2.5.3.1. Epaisseurs minimales et maximales de remblai au-dessus des arches

Le calcul de l'action due aux charges roulantes est défini à partir du Fascicule n°70-I – Méthode de dimensionnement mécanique des canalisations d'assainissement. Ce modèle correspond au système de charge le plus défavorable généré par le convoi type Bc affecté des coefficients de majoration dynamique. La hauteur de remblai varie en fonction des différentes arches et des sollicitations extérieures. Le tableau ci-dessous mentionne les bornes de chaque modèle :

**Tableaux des épaisseurs de remblai au-dessus des arches en fonction des sollicitations :**

Hauteur minimum de remblai au-dessus des arches (cm)		Hauteur maximum de remblai au-dessus des arches (cm)
Espace vert et véhicules légers	Convoi Bc	
45	60	390

### 2.5.3.2. Pressions exercées en fond de forme en fonction de la hauteur de remblai et des charges

Le terrassement étant effectué à des profondeurs liées au type d'arche et à l'épaisseur des remblais mis en œuvre sur les arches, le fond de fouille terrassé se situe, selon les cas, entre 149 et 508 cm de profondeur par rapport au terrain avant travaux.

A cette profondeur, il convient de définir dans quel type de sol on se situe afin de définir :

- La portance générale. Les sols tourbeux, vase ou en général de matériaux évolutifs ou de matériaux sous consolidés sont exclus,
- La portance particulière au niveau des pieds des arches,
- Les conditions de perméabilité dans la mesure où l'on retient une infiltration dans le terrain.

Seule est à vérifier la portance particulière en fond de forme, sachant que les contraintes appliquées sont les suivantes :

#### **Tableaux des pressions exercées en fond de forme en fonction de la hauteur de remblai et des charges :**

Epaisseur totale de remblai (cm)	<b>S22</b>	
	Pression en fond de forme (kN/m <sup>2</sup> )	
	Espace vert et véhicule léger	Charge roulante Convoi Bc
45	81,3	-
60	87,6	134,9
75	94,1	137,6
90	100,7	141,0
105	107,4	144,8
120	113,1	114,9
150	121,8	124,7
180	132,8	136,1
210	145,3	148,5
240	158,6	161,8
270	172,6	175,5
300	187,0	189,7
360	213,2	219,0
390	228,9	234,0

### 2.5.3.3. Capacité portante du sol à vérifier

En conséquence, en tenant compte de la réduction de contrainte qu'apporte un lit de pose minimal de 15 cm et en approximant la pression limite (de l'essai pressiométrique) à trois fois la pression à supporter nous retenons que :

#### **a) Implantation sous espace vert**

Pour les installations Xerxes HydroChain Chamber S22 où les chambres sont installées sous des espaces verts, pour que la portance sous pieds des arches soit assurée, les mesures in situ de la capacité portante du sol doivent être conformes ou supérieures aux valeurs ci-dessous :

- $p_L > 0,34$  MPa tant que l'épaisseur totale de remblai ne dépasse pas 1,20 m, au-delà  $p_L > 0,69$  MPa ;

#### **b) Implantation sous chaussées avec une circulation poids lourds**

Dans le cas de poids lourds amenant des charges de type convoi Bc, pour que la portance sous pieds d'arche soit assurée, les mesures in situ de la capacité portante du sol doivent être conformes ou supérieures à la valeur ci-dessous :

- $p_L > 0,70$  MPa ;

Dans la plupart des cas, l'épaisseur minimale de la couche de fondation de 15 cm est suffisante, en particulier pour les terrains rocheux ou sablo-graveleux.

Dans certains cas où la capacité portante du sol existant est limitée ou sensible à l'eau, par exemple les sols limoneux à argileux, des mesures doivent être prises pour améliorer le sol avant que les travaux puissent avoir lieu. Il peut s'agir de couches supplémentaires de sable ou de gravier, de géotextiles ou d'autres mesures. Dans ces cas, la sensibilité des sols à l'eau doit être évaluée par une série de tests d'identification permettant de classer les sols selon la classification du SETRA (la capacité portante la plus faible sera prise en compte dans les calculs).

Les sols fins de classe A et les sols de classe B 4 à B 6 nécessiteront la mise en œuvre d'une couche de renforcement en gravier.

Dans ces cas, des mesures d'amélioration du sol à la base de l'excavation seront nécessaires. Les mesures spécifiques à prendre dépendront à la fois de la nature du matériau et des conditions hydrométriques qui peuvent nécessiter un clouage ou une substitution d'une partie du matériau.

### c) Cas voies pompiers

Dans l'hypothèse d'une implantation d'un bassin sous une voie pompiers, il faut s'assurer que la portance du sol est apte à supporter la contrainte particulière correspondant à une charge de 100 kN sur une plaque d'appui sous patin stabilisateur de 20 cm de diamètre, soit une contrainte de surface de 3060 kN/m<sup>2</sup>.

En approximant la pression limite à trois fois la contrainte à supporter, nous retenons que :

Dans les cas de sols rocheux ou d'excellente qualité ayant  $0,5 \text{ MPa} < p_L < 2 \text{ MPa}$ , les arches pourront être implantées sous voies pompiers sans remblai complémentaire sous le lit de pose en s'assurant de la concordance de la pression limite déterminée avec la hauteur de remblai projetée.

Pour les autres sols ayant  $p_L < 0,5 \text{ MPa}$ , l'épaisseur du remblai complémentaire sous le pied des chambres sera déterminée par le calcul avec les formules de Boussinesq, appliquées au cas des semelles filantes.

### 2.5.4. Pose et assemblage des arches et bouchons

Le revêtement du lit de pose doit ensuite être mis en place en respectant les exigences d'installation pour les chevauchements et les joints (au minimum 30 cm). En cas d'utilisation d'un revêtement imperméable, il convient de suivre les directives du fabricant pour assurer la protection du revêtement (protection contre le percement).

Une couche d'assise de gravier 20/40 concassé est placée à la base de l'excavation.

Placer les arches Xerxes HydroChain Chamber S22 sur le lit de gravier et les disposer en rangées conformément au plan d'implantation en veillant à ce que les arches et les bouchons se chevauchent solidement (le bouchon s'emboîte sous la dernière ondulation de l'arche, en soulevant légèrement l'arche). Le sens d'assemblage est marqué par une flèche sur le dessus de l'arche. Il faut également veiller à respecter l'espacement minimal des rangées d'arches les unes par rapport aux autres et par rapport aux parois de l'excavation,

L'installation des arches doit commencer par la rangée d'isolation. Celle-ci doit être placée sur un lit de géotextile tissé. Une fois que toutes les arches de la rangée d'isolation sont en place et solidement connectées les unes aux autres, le tuyau d'entrée du regard amont doit être connecté au bouchon d'entrée de la rangée d'isolation,

### 2.5.5. Remblayage

#### 2.5.5.1. Zone du réservoir (inclus le lit de pose)

Le remplissage de la zone du réservoir se déroule en deux phases distinctes. La première est la mise en place initiale de la couche de gravier (lit de pose) sur une profondeur minimale de 150 mm. Le lit de pose doit être compacté pour atteindre l'objectif q4-t1 mentionné dans le Fascicule 70-I.

Elle a lieu, comme décrit ci-dessus, une fois que l'excavation du réservoir est terminée, que la couche de base du sol a été testée et compactée et que la couche de base du géotextile (ou du revêtement imperméable) a été placée. La phase suivante a lieu après que toutes les arches ont été placées, que tous les tuyaux de raccordement ont été achevés et que le géotextile (ou le revêtement imperméable) a été installé autour des parois latérales de l'excavation. Cette phase de remplissage est essentielle pour assurer la stabilité structurelle et les performances volumétriques du réservoir et doit être réalisée en stricte conformité avec les directives d'isolation, comme suit.

Lors du remblayage, il faut veiller à ce que le gravier soit placé uniformément de part et d'autre des rangées d'arches jusqu'à ce que les rangées soient stabilisées, afin d'éviter une charge inégale et un mouvement potentiel des rangées ou une déformation des arches en raison d'une charge inégale du gravier. Pour ce faire, on place soigneusement de petites quantités de granulats à intervalles réguliers le long de l'épine dorsale des rangées d'arches, qui descendent et verrouillent les arches en place.

Une fois les arches stabilisées, le remplissage entre les rangées peut être effectué. Au départ, cette opération doit se faire par les bords du bassin et il faut toujours veiller à éviter un remplissage inégal de part et d'autre des rangées. Ce n'est qu'une fois qu'un minimum de 150 mm de gravier a été placé que des petites machines (à chenilles) peuvent être utilisées sur le dessus du réservoir pour compléter la mise en place du gravier et elles ne peuvent pousser le gravier que parallèlement aux rangées, jamais perpendiculairement.

Lorsque la mise en place du gravier jusqu'au niveau supérieur de l'eau est terminée, l'enveloppe géotextile (ou le revêtement imperméable) est achevée sur le dessus du réservoir. Il faut veiller à ce que le tissu ne se plisse pas et à ce que les recouvrements soient suffisants (mini 30 cm).

#### 2.5.5.2. Remblai supérieur au bassin

La mise en place et le compactage des matériaux de remplissage dans la zone de couverture jusqu'à une profondeur de 300 mm au-dessus du sommet des arches ne doivent être effectués qu'à l'aide d'un équipement ne dépassant pas une charge dynamique de 9 tonnes. Entre 300 et 450 mm de couverture au-dessus des arches, seuls des véhicules à chenilles sont autorisés.

Les machines et les véhicules ne doivent pas être autorisés à traverser le bassin avant qu'il ne soit entièrement remblayé et compacté à la profondeur minimale requise. Lorsqu'il est prévu que des engins de chantier passent sur le réservoir avant que le pavage permanent ne soit en place, une profondeur de couverture minimale de 450 mm doit être maintenue sur le dessus

du bassin. Cela peut nécessiter la mise en place temporaire d'un remblai supplémentaire pour atténuer l'orniérage causé par les roues des véhicules dans des conditions humides.

Au-delà de 450 mm de profondeur jusqu'au niveau de la couverture finale, des équipements d'une charge maximale de 18 tonnes par essieu peuvent être utilisés sur des surfaces non revêtues.

Pour les remblais sous voirie, la nature et le compactage de ces remblais font l'objet d'un essai à la plaque et doivent permettre d'atteindre les valeurs minimales suivantes (rappel) :

- À la plaque Westergaard,  $K > 4$  bars/cm lorsque les remblais ne doivent supporter qu'un trafic VL et sont limités à 45 cm. Cet essai, réalisé avec un camion dont la charge par essieu est limitée à 5 tonnes, est compatible avec la charge à supporter sans structure routière,
- Lorsque les remblais ont une épaisseur supérieure à 45 cm, une valeur  $E_{V2} > 50$  MPa avec  $E_{V2}/E_{V1} < 2$  (vérification de l'adéquation matériau-compactage équivalente à une plate-forme classée PF2 selon le GTR LCPC-SETRA) ; avec cette épaisseur de remblai, le camion de 13 tonnes par essieu utilisé pour l'essai peut circuler sur l'ouvrage sans structure de chaussée.

Une fois la couche de couverture de gravier au-dessus des arches installées, le géotextile ou le revêtement imperméable sont achevés sur le dessus du bassin.

### 2.5.5.3. Pose des tubes de by-pass

Les tubes de by-pass sont des tubes de DN/OD 110 à 300 en PVC-U de CR16, disposant d'une certification NF 442.

Les tubes reposent sur un lit de pose constitué du gravier utilisé pour la réalisation du bassin, ils sont installés à mesure que le gravier est disposé entre les arches, et ne doivent pas reposer sur les arches.

Une arche ne doit être percée latéralement que d'un côté.

La longueur des tubes est telle qu'ils dépassent de 15 cm dans les arches.

### 2.5.5.4. Matériaux utilisés

- Graviers utilisés pour la zone de couverture du réservoir : les matériaux préconisés seront des graviers concassés 20/40 lavés durs de classes R21, R41 ou R61 (selon la classification GTR SETRA-LCPC). Ces matériaux sont indispensables aux performances structurelles et hydrauliques du bassin et auront notamment les caractéristiques suivantes (selon les spécifications de la norme NF EN 13242+A1) :
  - Teneur en fines :  $f_4$ ,
  - Catégorie grains concassés angulaires : C 95/1,
  - Tout autre matériau est à proscrire,
- Remblai dans la zone de couverture au-dessus du réservoir sous la route : Ces remblais seront constitués de matériaux pour couches de forme permettant d'obtenir un objectif de densification de type q3 selon la classification LCPC du SETRA (classes B1, B3, D, C1B1, C1B3, C2B1, C2B3, R2, R4 ou R6 peu dégradables et fragmentables),
- Géotextile : pour des raisons pratiques, tant pour l'approvisionnement des chantiers que pour le contrôle des matériaux utilisés, le géotextile utilisé pour recouvrir la grave périphérique (capacité hydraulique) et pour recouvrir la première couche de remblai (capacité mécanique) sera le même. Il doit répondre aux caractéristiques minimales énoncées dans le Guide SAUL.
- Géomembrane : Elle doit répondre aux caractéristiques suivantes décrites au paragraphe 3.4.8 du guide SAUL pour la gestion des eaux pluviales.

### 2.5.6. Réception des caractéristiques du sol restitué par remblais

Selon les cas, les remblais seront montés jusqu'au niveau du fond de forme ou de la couche de forme de la chaussée.

La portance du sol restitué sera réceptionnée au vu des résultats des essais à la plaque conformément aux valeurs minimales à respecter, qu'elles soient standard ou particulières à un chantier.

### 2.5.7. Réception de l'ouvrage

La rangée d'isolation doit être hydrocurée dans les conditions décrites au § puis inspectée visuellement (inspection vidéo). On doit vérifier l'absence de détérioration de la surface interne des arches de la rangée d'isolation.

### 2.5.8. Rangée d'isolation

Tous les bassins Xerxes HydroChain Chamber S22 doivent être équipés d'au moins une rangée d'isolation pour chaque entrée d'eau dans le bassin. La rangée d'isolation retient les particules fines ou les débris qui n'ont pas été interceptés par le prétraitement en amont et permet l'accès pour l'inspection et l'entretien.

La rangée d'isolation est positionnée sur un géotextile ayant les caractéristiques minimales énoncées dans le Guide SAUL.

### 2.5.9. Ventilation

La ventilation est réalisée au moyen d'évents type drain routier totalement perforés, sans cunette, de DN/OD 110 placés en partie haute du remblai, sous le géotextile de couverture, et reliés aux regards d'entrée et de sortie qui doivent être équipés d'un tampon ventilé. Pour des hauteurs de couverture inférieures à 80 cm et en présence de charges roulantes, on prend en compte le §2.5.1 du Fascicule 70-I.

### 2.5.10. Modalités de perçage des bouchons sur site

Les étapes de perçage sont les suivantes :

- Poser le bouchon au sol sur sa base,
- Percer le trou à l'aide d'une scie sabre à lame longue ou carotteuse, en suivant les gabarits tracés en usine sur les bouchons.

Afin de vérifier le bon ajustement entre le tube et l'orifice, une cale de section carrée d'arête 5 mm ne doit pas pouvoir être insérée entre la paroi et le tube.

---

## 2.6. Maintien en service du produit

---

### 2.6.1. Accès à l'ouvrage

L'accès à la structure interne de l'ouvrage s'effectue au moyen de regards ou boîtes d'inspection. L'accès dans les arches est limité aux moyens d'inspection vidéo ou à une inspection visuelle dans la ou les rangées d'isolation connectées à des regards.

### 2.6.2. Entretien et maintenance

Un dispositif de prétraitement (type débourbeur ou chambre de décantation, éventuellement séparateur à hydrocarbures) est recommandé en amont du bassin. Il est aussi recommandé d'utiliser des regards amont comportant un volume de décantation sous le niveau du fil d'eau du tuyau d'entrée dans le bassin, pour participer à la collecte des particules fines.

En fonction des caractéristiques des effluents, d'autres dispositifs peuvent être mis en œuvre en amont ou en aval de l'ouvrage. Même en cas de mise en place de prétraitement, il est nécessaire d'équiper le système d'une rangée d'isolation pour chaque entrée d'eau dans le bassin, qui peut être hydrocurée.

La rangée d'isolation peut être nettoyée dans les conditions suivantes :

- hydrocurage (120 bar, 250 l/min),
- insertion du jet sous pression (buse avec jets vers l'arrière) jusqu'à l'extrémité aval de la rangée à nettoyer, puis retour du jet lentement vers l'amont pour ramener la matière vers l'amont,
- aspiration de la matière dans le regard amont.

Les buses avec une action mécanique complémentaire sont exclues.

---

## 2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

---

### 2.7.1. Mode de fabrication

Les arches et bouchons sont fabriqués par le procédé d'injection (usine de Bentong, Malaisie).

### 2.7.2. Contrôles internes

La qualité de la fabrication est sous la responsabilité d'un sous-traitant indiqué au §2.1.1. Chaque lot de fabrication fait l'objet de documents qualité permettant le suivi de la totalité de l'opération (certificats fournisseurs, résultats d'essai, ...). La fabrication des arches et bouchons est réalisée dans le cadre d'un plan d'assurance qualité.

La nature et les fréquences des contrôles sur les matières premières, le process de fabrication et les produits finis sont déposés au CSTB.

### 2.7.3. Contrôles externes

La société Mattr doit être en mesure de produire un certificat QB délivré par le CSTB attestant, pour chaque site de fabrication, la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne.

Les produits bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence sur les produits du logo QB.

Les caractéristiques certifiées sont les suivantes :

- caractéristiques dimensionnelles,
- rigidité de voûte de l'arche.

Dans le cadre de la certification, le CSTB audite les sites producteurs conformément au référentiel de la marque QB pour :

- examen du système qualité mis en place,
- suivi de la composition du SMC avec ses tolérances,
- examen des résultats du contrôle interne,
- examen 1 fois par an d'un essai de fluage (ASTM D 6992 à 6,89 MPa),
- prélever une arche et réaliser les essais suivants au laboratoire de la marque : caractéristiques dimensionnelles, dont épaisseur (sommet annelure, vallée de l'annelure, partie droite et 4 coins en pieds), essai de compression (force maximale et allongement à rupture),
- réaliser les essais suivants dans le laboratoire de l'usine : assemblage arche-arche.

Les résultats de ce suivi sont examinés par le Comité d'évaluation des certificats.

Une liste de chantiers doit être fournie annuellement, à partir de laquelle 2 chantiers seront examinés (conception et réception).

---

## **2.8. Mention des justificatifs**

---

### **2.8.1. Résultats expérimentaux**

Validation du dimensionnement mécanique par le bureau d'étude de Mattr / Xerxes.

Essais caractéristiques court terme et essais matières : EAU\_24-40362\_MATTR\_14242 du CSTB (11/2024), IMP06382-LR d'Impact Solutions (07/2024), 23-004761 de TRI Environmental (01/2024).

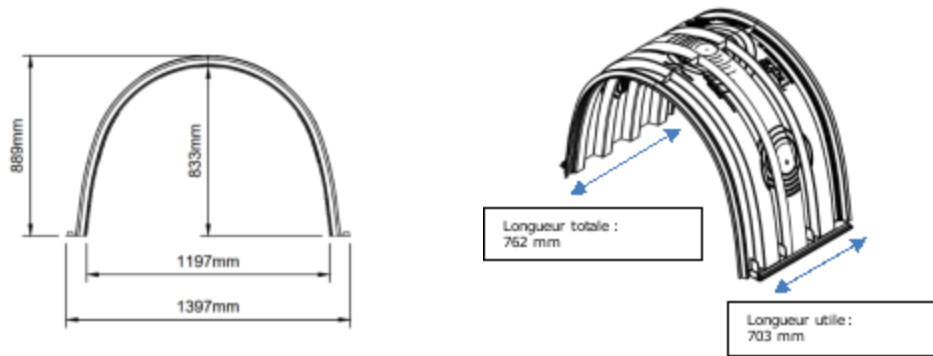
Essais de caractérisation du taux de fluage – 23-004761 de TRI Environmental (03/2024).

### **2.8.2. Références**

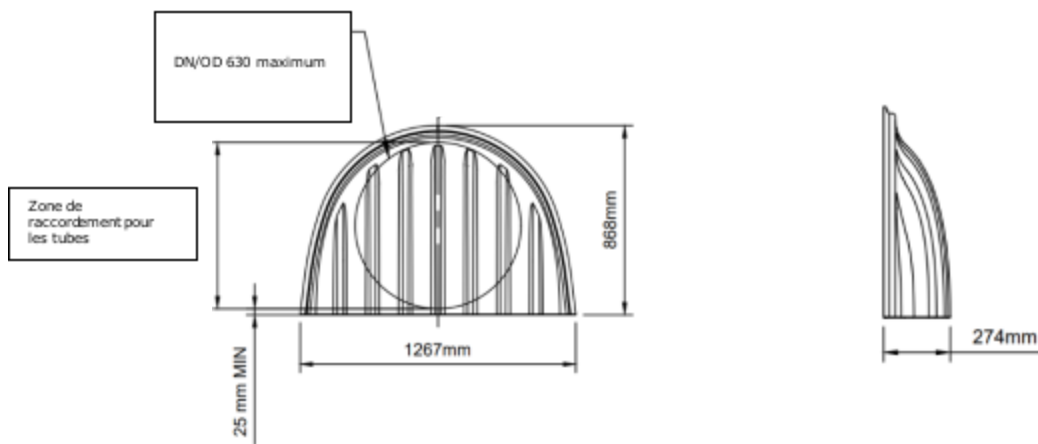
Une liste de références a été déposée au CSTB.



**2.9. Annexes du Dossier Technique – Figures**



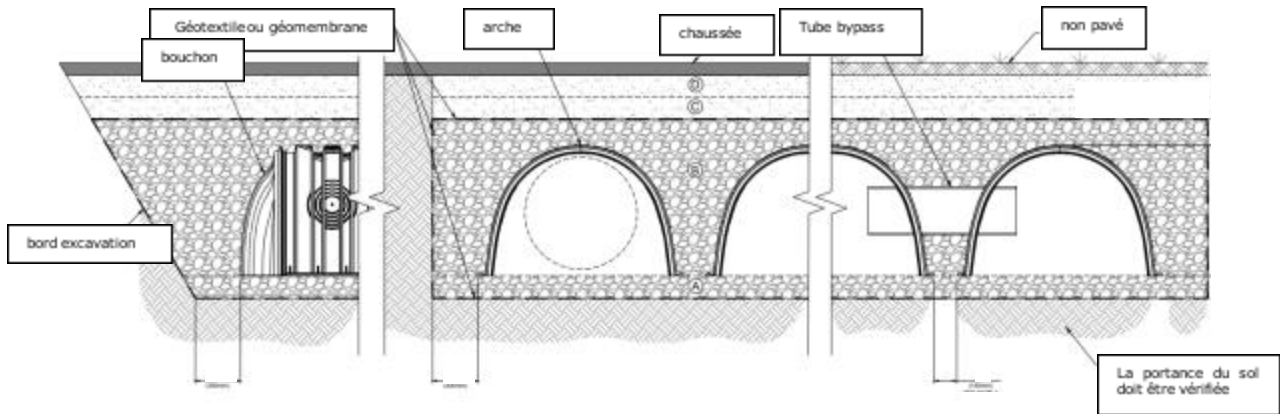
**Figure 1 – Dimensions de l'arche (tolérance  $\pm 1$  mm)**



**Figure 2 – Dimensions du bouchon (tolérance  $\pm 1$  mm)**

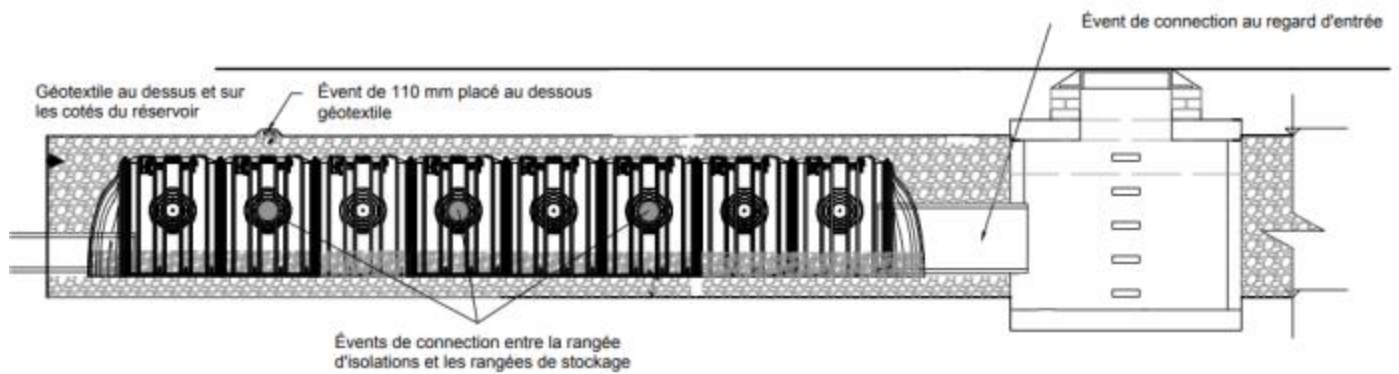


**Figure 3 – Schéma de principe d'un bassin**



- A : lit de pose
- B : gravier autour des arches
- C et D : remblai supérieur

**Figure 4 - Vue en coupe d'une installation typique Xerxes HydroChain Chamber S22**



**Figure 5 - Principe de ventilation**