

Avis Technique 17.2/18-335_V2

Annule et remplace l'Avis Technique 17.2/18-335_V1

*Procédé de stockage d'eau
pluviale
Rainwater storage process*

CSTUBAO®

Titulaire : Société TUBAO S.A.S.
Z.A. du Pucheuil
FR-76 680 SAINT-SAENS

Tél. : 02 35 33 42 42
Fax : 02 35 33 66 77
E-mail : contact@tubao.fr
Internet : www.tubao.fr

Usine : Saint-Saëns (France)

Groupe Spécialisé n° 17.2

Réseaux et Epuraton

Publié le 25 janvier 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 17 «Réseaux et Epuration» a examiné le 05 décembre 2017 la demande relative aux bassins CSTUBAO® présentés par la Société TUBAO. Il a formulé, sur ces composants, l'Avis Technique ci-après. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n°17 sur le produit et les dispositions de mise en œuvre proposées pour son utilisation dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne et des départements, régions et collectivités d'Outre-mer (DROM-COM).

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les ouvrages de stockage CSTUBAO® sont réalisés à partir de buses métalliques cylindriques en acier galvanisé, fermées aux extrémités au moyen de fonds à bord plat soudés. Plusieurs bassins CSTUBAO® peuvent être assemblés sur chantier.

Ces bassins peuvent être constitués d'une ou plusieurs buses qui peuvent être reliées par différents accessoires. Les longueurs des éléments monoblocs sont comprises entre 1 et 21 m avec des diamètres intérieurs de buses compris entre 1000 et 3000 mm.

L'épaisseur nominale des buses métalliques est égale au minimum à 3 mm.

1.2 Identification

Chaque buse comporte les mentions suivantes :

- l'appellation : CSTUBAO®
- le nom du fabricant,
- l'identification de l'usine,
- le matériau de la buse : acier galvanisé S250GD-Z725,
- la date de fabrication (mois/année),

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi

Les bassins CSTUBAO® sont destinés à la réalisation de bassins enterrés cylindriques, dans les conditions définies au §1, 6 et 7 du Dossier Technique, afin de permettre la rétention des eaux pluviales.

Les bassins CSTUBAO® ne sont pas destinés à être mis en œuvre en présence de nappe phréatique ou en zone inondable.

La présence d'un exutoire à l'ouvrage est obligatoire : trop-plein et raccordement à un réseau d'évacuation des eaux pluviales.

2.2 Appréciation sur le produit

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

2.2.1.1 Données Environnementales

Le produit CSTUBAO® ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les déclarations environnementales n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.2.1.2 Aspects sanitaires

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.

2.2.1.3 Autres qualités d'aptitude à l'emploi

Les essais ou études réalisés par le demandeur ou au CSTB ainsi que les références fournies montrent que ce produit permet de donner satisfaction dans le domaine d'emploi envisagé au § 2.1.

Le respect des conditions de conception et de mises en œuvre définies dans le Dossier Technique et dans le Guide Technique du SETRA « Buses métalliques – Recommandations et règles de l'Art » (Sept. 1981) pour la mise en œuvre est une condition indispensable au bon fonctionnement du système.

L'ouvrage réalisé au moyen de bassins CSTUBAO® doit permettre d'assurer certaines fonctions qu'il convient d'examiner :

Tenue mécanique

Le dimensionnement mécanique de la structure est réalisé par application de la méthode décrite dans le Fascicule 70 Titre 1. Les hypothèses à prendre en compte pour les calculs sont incluses dans le dossier technique (§6.4). Les vérifications aux états limites de sécurité d'emploi et de durabilité (états limites ultimes et états limites de service) prendront en compte :

- Etat limite ultime de résistance : coefficients de sécurité sur les actions de 1,25, sur le matériau de 1,2 et coefficient d'amplification de contrainte (tableau 3 du dossier technique),
- Risque de flambement à long terme : coefficient de sécurité de 2,5
- Ovalisation maximale (état limites de service) : voir §6.42 du DT

La justification de la tenue de l'ouvrage en phase définitive utilisera l'épaisseur de calcul, différence entre l'épaisseur nominale et l'épaisseur sacrificielle réservée à la corrosion. Cette surépaisseur d'acier de 1 mm ne sera donc pas prise en compte dans le calcul. Cette valeur est un minimum, le Maître d'œuvre pourra juger que son projet dispose de conditions particulières nécessitant de définir une surépaisseur supérieure (qualité des remblais en particulier, vitesse d'entrée des effluents, ...).

La connaissance et la prise en compte des caractéristiques géotechniques du sol est indispensable pour la conception et la réalisation de l'ouvrage. Le respect des dispositions préconisées par le maître d'œuvre au stade de l'étude préalable, soumises au fabricant, en fonction du cas particulier du chantier, sont impératives pour assurer la stabilité de l'ouvrage et sa compatibilité avec d'éventuelles applications routières.

Hydraulique

Les dispositions prises pour le calcul du dimensionnement des ouvrages ainsi que les dispositions constructives générales sont définies dans le Fascicule 70 Titre II ainsi que dans le paragraphe 3 du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)".

La pérennité des performances hydrauliques est indissociable du respect des conditions d'entretien.

2.2.2 Durabilité – Entretien

2.2.2.1 Matériau

La durabilité des composants dépend étroitement de la nature du matériau constitutif (nature d'acier et galvanisation), et des contrôles mis en place au niveau de la fabrication (soudures notamment).

La durée de vie usuellement prise en compte pour les ouvrages d'assainissement est égale à 50 ans. Les méthodes et connaissances actuelles ne permettent d'envisager pour ce procédé qu'une durée de vie de 30 ans. Ce n'est donc pas un ouvrage d'assainissement classique. Des conditions particulières peuvent être soumises au Maître d'œuvre pour augmenter la durée de service de ces ouvrages (amélioration de la qualité physico-chimique des remblais par exemple).

2.2.2.2 Conditions d'accès

L'accès à l'intérieur des ouvrages s'effectue au moyen de regards situés au droit des bassins. Les conditions d'accès du personnel devront respecter les spécifications du Dossier Technique, et en particulier celles liées à la norme NF EN 476 et au document n°ED 6184 sur la santé et la sécurité au travail dans les espaces confinés. Le Maître d'ouvrage pourra également consulter le dossier de l'INRS sur les risques liés aux chutes. Ces deux documents fournissent un cadre pour la prévention des risques d'accidents liés à ces opérations, traitée selon les principes généraux de prévention du code du travail. Sous cette réserve, les conditions d'accès sont satisfaisantes.

2.2.2.3 Pérennité des fonctions

Pour des cas particuliers, et en fonction des conditions spécifiques d'un site, il pourra être judicieux d'installer des protections complémentaires : protection cathodique active, revêtement supplémentaire, ... L'étude préalable spécifiera ces besoins.

Les bassins CSTUBAO® devront faire l'objet d'inspections permettant de vérifier le bon état de la structure. Cette inspection sera à réaliser tous les 2 ans grâce à une mesure d'épaisseur de la paroi.

Les bassins CSTUBAO® peuvent faire l'objet de nettoyage soigné sous réserve de l'accès du personnel dans les bassins. Les fonctions attendues de l'ouvrage sont conditionnées au respect des conditions d'entretien.

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. Les regards ou boîtes d'inspection 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.

Sous réserve du respect des règles de conception et des conditions d'entretien, le volume de stockage de l'ouvrage est considéré comme maintenu dans le temps.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des buses métalliques CSTUBAO® est réalisée en usine par agrafage de tôles ondulées. Ces tôles sont ondulées hélicoïdalement en continu au moyen de trains de galets. Les fonds sont réalisés à façon. Le cahier des charges relatif aux matières est déposé au CSTB.

Toutes les soudures nécessaires à la bonne réalisation des bassins sont réalisées en usine. La fabrication des composants constituant les bassins CSTUBAO® fait l'objet de contrôles internes intégrés dans un plan d'assurance qualité.

Les contrôles internes et externes tels que décrit dans le Dossier Technique permettent d'assurer une constance convenable de la qualité.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de la fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre du produit doit être impérativement réalisée selon les indications du Dossier Technique et du guide SETRA.

On doit tout particulièrement veiller aux choix des matériaux de remblai :

- Ces derniers doivent répondre aux performances mécaniques attendues suivant les spécifications du guide SETRA et de la note de calcul associée (§4.3.2 du guide),
- Les remblais doivent par ailleurs avoir des caractéristiques physico-chimiques compatibles avec la pose de buses métalliques enterrées (§6.13). Les caractéristiques de pH, de résistivité et de concentrations en éléments dissous devront être confirmées par essais à chaque chantier.

Il est recommandé de prévoir systématiquement entre la paroi de la buse et le terrain de fondation un lit de pose de matériaux granulaire compacté.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Caractéristiques des produits

Les caractéristiques des bassins CSTUBAO® doivent être conformes aux indications du Dossier Technique.

2.32 Fabrication

Un contrôle tel que décrit dans le Dossier technique doit être mis en place par la société CSTUBAO®. Les soudures devront être réalisées en usine par du personnel qualifié.

2.33 Conception

Les éléments à réunir dans le cadre de l'étude préalable sont définis pour partie :

- dans les fascicules 70 Titre I et titre II
- dans le Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)"

En termes de maîtrise des risques, le Maître d'œuvre pourra également s'appuyer sur les exigences de conception décrites dans la norme NF EN ISO 14713-1 et la norme NF EN 12501-2. Le Maître d'œuvre doit identifier également les éléments qui lui sont spécifiques et qui pourraient être un facteur pouvant porter atteinte à la durabilité des ouvrages.

Ils devront comprendre notamment les éléments :

- liés au milieu physique : topographie du terrain, caractéristiques physiques, chimiques et géotechniques du sol et des remblais.
- liés à l'urbanisation : réutilisation de l'espace, présence d'un bâti, qualité et usage des eaux, trafic.
- d'évaluation des paramètres hydrauliques : bassin versant, surface active, volume et débit basés sur l'Instruction Technique 77/284,
- liées à la fonction de stockage des eaux pluviales :

- les caractéristiques physico-chimiques des eaux seront prises en compte. Par exemple, les eaux issues de zones manifestement contaminées par des activités industrielles ou chargées en sels (embruns ou sels de déneigement) sont à exclure.
- la vitesse des eaux pluviales à l'entrée du bassin devra être limitée à 2,5 m/s.

2.34 Mise en œuvre

Le respect des conditions décrites dans le guide Technique du SETRA « Buses métalliques – Recommandations et règles de l'Art » et les conditions complémentaires de mise en œuvre exposées au paragraphe 7 du Dossier Technique est une condition indispensable au bon fonctionnement des bassins.

Des essais de réception décrit dans le guide Technique du SETRA « Buses métalliques – Recommandations et règles de l'Art » (Sept. 1981) devront être réalisés, et en particulier :

- Le contrôle de la qualité des remblais (qualité mécanique et composition physico-chimique, suivant les spécifications du dossier technique) pour vérifier l'adéquation de la pose d'un bassin CSTUBAO®,
- La vérification des déformations de la buse réalisée pendant la phase de remblayage et une fois le bassin remblayé. Cette déformation à l'intérieur des buses après remblayage ne doit pas dépasser 3%.

La mise en place d'un ouvrage CSTUBAO® devra mettre en œuvre des dispositions permettant d'éviter l'infiltration d'eau de surface au droit de l'ouvrage (chaussée, caniveaux étanches ...).

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation des bassins CSTUBAO® dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 janvier 2021.

*Pour le Groupe Spécialisé n°17
Le Président*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

1.1 Généralités

Les ouvrages de stockage CSTUBAO® fabriqués depuis 2009 sont conçus pour la gestion et la rétention des eaux pluviales de ruissellement, principalement dans le cadre des travaux publics. Dans le présent document, le terme « bassin » sera utilisé pour désigner ces ouvrages de stockage.

Les volumes des éléments monoblocs peuvent être compris entre 1 m³ et 148 m³ avec des diamètres intérieurs de buses comprises entre 1000 et 3000 mm.

L'épaisseur nominale des buses CSTUBAO® est de 3 mm. Cette épaisseur inclut une épaisseur d'acier sacrificielle (voir §6.322).

Les ouvrages sont constitués de buses métalliques cylindriques en acier galvanisé, fermées aux extrémités au moyen de fonds à bord plat soudés. Plusieurs bassins CSTUBAO® peuvent être reliés entre eux sur chantier.

Les bassins CSTUBAO® sont conçus pour être enterrés dans des conditions définies au §6.3.

Ils permettent d'assurer les fonctions suivantes :

Fonctions de service :

La fonction de service assurée par ces ouvrages est le stockage des eaux pluviales de ruissellement.

Fonctions techniques :

Les fonctions techniques assurées par les ouvrages réalisés à partir des bassins CSTUBAO® sont les suivantes :

Recueil et restitution :

Ces deux fonctions sont réalisées au moyen de composants annexes comprenant des regards mis en œuvre au-dessus de l'ouvrage ou en périphérie.

Le débit d'évacuation est fonction de la hauteur de remplissage du bassin, voir du débit régulé au moyen d'un dispositif adapté.

Structurelle :

Les bassins CSTUBAO® permettent de conserver un usage du sol en surface pour des aménagements routiers ou espaces verts sous réserve de respecter les conditions définies au §6.4.

Accès :

L'accès au bassin s'effectue au moyen de regards situés sur le dessus des buses. Ils permettent l'accès des équipements vidéo et d'hydrocurage, voire du personnel exploitant en fonction du regard d'accès et du diamètre de la buse.

Ventilation :

Des systèmes de mise à l'air libre sont mis en œuvre pour permettre l'évacuation de l'air lors des phases de remplissage et de vidange.

1.2 Les Bassins CSTUBAO®

Les bassins CSTUBAO® sont réalisés sur mesure suivant les contraintes du projet.

Un bassin peut être monobloc (constitué d'une buse et de deux fonds soudés, dans la limite d'une longueur maximale de 21 m hors fonds) ou réalisé à partir de plusieurs bassins reliés entre eux. Ils peuvent être reliés entre eux par l'intermédiaire de piquages de raccordement entrée-sortie (voir figure 1).

2. Mode de fabrication et matériaux

Les tôles constituant la buse sont ondulées et cintrées au rayon demandé.

2.1 Mode de fabrication des bassins

2.1.1 Buses

La buse cylindrique est fabriquée à partir de bobines de tôle plate, ondulée hélicoïdalement en continu au moyen de trains de galets (voir figure 2).

Les trains de galets ont des hauteurs variables. L'angle de l'onduleur et les hauteurs des galets de cintrage sont déterminés en fonction du diamètre.

L'assemblage des tôles ondulées est réalisé par agrafage. Un joint constitué d'une corde cellulaire en EPDM assure l'étanchéité de l'agrafage (voir figure 3).

2.1.2 Fonds

Les buses sont obturées par des fonds à bords plats soudés en usine. La découpe éventuelle du fond est réalisée avant le traitement de la soudure. La découpe est revêtue d'une peinture riche en zinc répondant à la définition de la norme NF EN ISO 12944-5.

Après soudure, le laitier de soudage est éliminé et un brossage ST2 à la brosse métallique est réalisé avant application d'une peinture riche en zinc répondant à la définition de la norme NF EN ISO 12944-5.

Les fonds sont réalisés par emboutissage puis galvanisés au trempé.

2.2 Matières

Les aciers sont aptes à la galvanisation suivant la norme NFA 35-503.

2.2.1 Buses, raccordement entrée/sortie, surprofondeur et trous d'homme

2.2.1.1 Aciers

Les aciers pour la fabrication des corps des buses, raccordement entrée/sortie, réservations (surprofondeur) et trous d'homme respectent les exigences de la norme NF EN 10143 pour ses dimensions et la NF EN 10346 pour les conditions et techniques de livraison.

Les caractéristiques mécaniques (résistance à la traction, limite d'élasticité minimale et allongement à rupture) satisfont aux exigences d'un acier de classe S250GD au sens de la norme NF EN 10346.

Les raccords de DN 160 à 1200 (entrée, sortie, trop plein, liaison) sont positionnés latéralement ou sur les fonds à bord plat. Le diamètre maximum du raccordement ne dépasse pas 1/3 du diamètre de la buse.

2.2.1.2 Galvanisation

Le revêtement de galvanisation est obtenu en continu. Au sens de la norme NF EN 10346, l'acier galvanisé utilisé est de type Z725. La masse moyenne de zinc déposée sur les deux faces sera de 725 g/m².

2.2.2 Fonds

2.2.2.1 Acier

L'acier au carbone utilisé pour la fabrication des fonds est conforme à la norme NF EN 10025.

Les caractéristiques mécaniques de l'acier utilisé pour la fabrication des fonds (résistance à la traction, limite d'élasticité minimale et allongement à rupture) satisfont aux exigences d'un acier de classe S235JR au sens de la norme NF EN 10025.

2.2.2.2 Galvanisation

Le revêtement de galvanisation des aciers est obtenu par immersion Au sens de la norme NF EN ISO 1461, la masse moyenne de zinc déposée sur les deux faces sera de 725 g/m².

2.3 Accessoires et équipements

2.3.1 Events

L'équilibrage des pressions d'air peut être obtenu par un ou plusieurs événements ou par l'usage de tampons ventilés ; situés sur les buses ou les regards en périphérie.

La fonction d'événement est assurée par un ou plusieurs piquages à bride en acier DN100 soudée en usine en partie haute.

Une rehausse d'événement pourra être montée sur cette bride afin de remonter jusqu'au-dessus du terrain naturel. Cette rehausse sera constituée de tubes en acier DN 100 dont les caractéristiques mécaniques (résistance en traction, limite d'élasticité minimale et allongement à rupture) satisfont aux exigences d'un acier de classe S195T au sens de la norme NF EN 10255. Ces tubes en acier sont galvanisés à chaud conformément à la norme NF EN 10240 (40 µm minimum) et montés sur la buse au moyen d'une bride plate en aluminium de DN 100. La partie aérienne de l'événement en acier galvanisé peut être revêtue d'une peinture (voir figure 4).

2.32 Raccords de jonctions

Les liaisons sont réalisées au moyen :

- de raccords flexibles conformes à la norme NF EN 16 397-1,
- d'une bride et d'un adaptateur selon la norme NF EN 12 842,
- de deux brides de jonction avec joint.

2.33 Brise jet d'entrée

A chaque piquage d'entrée de bassin, une protection composée d'une plaque en PEHD carrée sera fixée en fond du bassin grâce à un système de pas de vis et d'écrou. Le coté du carré sera au moins égal à un tiers du diamètre de la buse et positionné à l'aplomb du piquage (voir figure 6).

3. Description d'un bassin CSTUBAO®

3.1 Aspect – couleur état de finition

La surface métallique des buses est exempte de défauts tels que poinçonnements ou griffures profondes non revêtues. Elles sont de couleur grise.

3.2 Dimensions

3.2.1 Diamètre

Les buses ont des diamètres intérieurs compris entre 1000 et 3000 mm (-0,8% / +2,0%).

3.2.2 Longueur

La longueur unitaire des buses est comprise entre 1 et 21 m.

3.2.3 Epaisseur

Les épaisseurs de parois sont de 3,0 mm quels que soient les diamètres. Conformément à la norme NF EN 10143, les tolérances sur l'épaisseur des tôles revêtues au trempé, zinc inclus, sont de +/-0,17mm.

Cette épaisseur inclut l'épaisseur sacrifiée (voir §6.322).

3.2.4 Ondulations

L'onde a une profondeur égale à 25 mm pour une longueur égale à 125 mm. La distance des fibres extrêmes à l'axe neutre (v) est égale à : $v = 1,25 + e/20$.

3.2.5 Section de métal par mètre de paroi

La section de métal par mètre de paroi est définie selon la formule suivante :

$$S \text{ (cm}^2\text{/m)} = 10,98 \times e$$

3.3 Masse métrique des buses

Le poids par mètre d'une buse métallique CSTUBAO® mentionné dans le tableau 2, est déterminé en prenant en compte le diamètre, l'épaisseur d'acier et le poids surfacique d'acier galvanisé (23,5 Kg/m² pour un acier Z725 d'épaisseur 3,0 mm).

3.4 Rigidité annulaire spécifique

La rigidité annulaire d'une buse de DN1200 et d'épaisseur 2mm déterminée expérimentalement selon le protocole de la norme NF EN ISO 9969 a fait l'objet d'un essai de type à 7,1 kN/m².

3.5 Etanchéité

Le corps des buses a fait l'objet d'essais de type, qui ont montré qu'elles étaient étanches dans les conditions suivantes :

Conditions	Pression de contrôle	Durée d'essai
Buse monobloc DN/ID1200	0,125 bar	12 min

4. Marquage

Le marquage des produits CSTUBAO® est conforme aux indications définies dans l'Avis Technique.

5. Conditionnement, manutention, stockage

5.1 Conditionnement

Les bassins CSTUBAO® sont transportés et livrés horizontalement sur plateau, attachés par des sangles non métalliques et sur cales.

5.2 Manutention

Les précautions habituelles doivent être respectées, de façon à éviter toute détérioration ou déformation du produit. Il convient d'éviter les

contacts ou les chocs avec des objets durs (pièces métalliques, pierres...).

Les bassins CSTUBAO® doivent être manipulés et soulevés à l'aide de sangles non métalliques de résistance adaptée à leur poids et de longueur supérieure à une fois et demi à la circonférence du bassin.

5.3 Stockage

Le stockage des bassins CSTUBAO® se fait sur une aire plane, propre, résistante et facilement accessible aux engins de manutention. Les éléments seront stockés sur des cales en bois sauf si le stockage est court.

Les éléments pourront aussi être abrités ou inclinés pour éviter toute collecte d'eau.

6. Etude préalable et dimensionnement

Les informations fournies doivent permettre au Maître d'œuvre de caractériser l'environnement géologique et hydrologique (notamment le niveau EH de l'eau), les conditions de mise en œuvre de l'ouvrage, les conditions de réalisation (emprise disponible, accès, mode de terrassement, altimétries, contraintes spécifiques...), et les conditions d'exploitation (charges roulantes, charges permanentes, charges de chantier, autres charges...).

Note : EH : niveau des hautes eaux correspondant à l'amplitude de la crue décennale pour le site.

6.1 Etude préalable

6.1.1 Environnement

Le Maître d'œuvre fournit les résultats de l'étude préalable à TUBAO S.A.S et notamment l'environnement géologique et hydrologique dans lequel l'ouvrage est mis en œuvre. La nature des ouvrages en périphérie de bassin doit être renseignée.

6.1.2 Caractérisation des eaux collectées

Pour garantir la pérennité optimale des ouvrages, l'agressivité des eaux collectées devra être prise en compte. En tout état de cause, les effluents en provenance de réseaux d'eaux usées ou de réseaux unitaires sont à exclure ; seules les eaux pluviales sont à considérer. On évitera par exemple les eaux issues de zones manifestement contaminées par des activités industrielles ou chargées en sels (embruns ou sels de déneigement). Le Maître d'œuvre se reportera utilement au chapitre 5 du guide du SETRA « Buses métalliques – Recommandations et règles de l'art » pour caractériser les eaux pluviales.

6.1.3 Caractérisation des remblais

Qu'ils soient en place ou rapportés, les remblais devront être caractérisés et avoir des propriétés compatibles avec la mise en œuvre d'un bassin CSTUBAO® : résistivité, pH, [Cl⁻], [SO₄²⁻] et [S²⁻] (voir figure 5).

Le Maître d'œuvre se reportera utilement au chapitre 5 du guide du SETRA (et à ses annexes spécifiant les modes opératoires) et à la norme A 05-252 (1990).

6.2 Dimensionnement hydraulique des bassins

Le dimensionnement relève de la responsabilité du Maître d'œuvre.

6.2.1 Détermination du volume du bassin

Le volume du bassin est déterminé par le Maître d'œuvre selon les données locales et les prescriptions du §3 du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales".

Le Maître d'œuvre réalise le calcul hydraulique du bassin. Il fournit les données nécessaires permettant à TUBAO S.A.S de réaliser le calepinage.

La conception des bassins peut être variée (voir figure 1).

6.2.2 Volume utile de l'ouvrage

Le volume utile de l'ouvrage doit tenir compte :

- Des volumes utiles des buses et des fonds (le volume correspondant aux ondulations n'est pas pris en compte),
- De la cote de fil d'eau en sortie. Le volume net de l'ouvrage est minoré du volume entre le fond de l'ouvrage et le fil d'eau de sortie. La hauteur minimale entre le fond du bassin et le fil d'eau de sortie est de 25 mm au minimum,
- De la cote fil d'eau d'entrée,
- De la pente éventuelle du fond de forme. La pente du fond de bassin est nulle ou au maximum à 0,3%,
- De la cote des canalisations de liaisons éventuelles entre plusieurs buses,
- De la cote fil d'eau de la ventilation,
- De la déformation de la buse qui pourra aller jusqu'à 3% de la hauteur une fois mise en œuvre.

6.3 Sollicitations de l'ouvrage

En fonction des conditions extérieures et d'utilisation, le bassin pourra être soumis à des sollicitations extérieures. Ces dernières doivent être identifiées de manière à prendre des mesures préventives associées.

6.31 Abrasion

Les bassins CSTUBAO® sont destinés à véhiculer des eaux pluviales avec une vitesse maximum de 2,5 m/s en entrée de bassin. En tout état de cause, un brise jet en PEHD est positionné à l'aplomb des entrées (Cf 2.33). Voir figure 6.

6.32 Corrosion

Les caractéristiques physico-chimiques du sol doivent être impérativement connues.

6.321 Protection galvanique

Les bassins CSTUBAO® sont fabriqués avec des aciers qui sont galvanisés (voir §2.21 et 2.22).

6.322 Réserve d'épaisseur

Une réserve d'épaisseur est prise égale à 1 mm appelée épaisseur sacrificielle, représentant l'épaisseur de métal consommée par corrosion au cours de sa durée de service.

6.323 Protections complémentaires

Si les conditions le nécessitent, par exemple en présence de courants vagabonds, une protection complémentaire par peinture de l'acier galvanisé peut être nécessaire, mais doit faire l'objet d'une justification spécifique par une entreprise spécialisée.

Une protection cathodique active, complémentaire à celle du revêtement de galvanisation telle que décrit dans la norme NF P 16-442, peut aussi être mise en œuvre, en fonction des risques identifiés. Une étude spécifique, au choix du maître d'ouvrage, est alors nécessaire.

En cas de mise en œuvre d'une protection cathodique, celle-ci doit être assurée par une personne nommément certifiée CEFACOR CERTIFICATION - Protection Cathodique au minimum de niveau 3 pour le secteur d'application structures métalliques terrestres en conformité avec les normes NF EN ISO 15257 et NF EN ISO/CEI 17024.

6.4 Comportement mécanique

6.41 Calcul des cas de charges

Le bassin peut être mis en œuvre sous chaussée, parking, trottoir, accotement et espace vert, suivant les conditions de charges.

Le dimensionnement mécanique est effectué par le Maître d'œuvre selon les recommandations du fascicule 70 Titre 1.

Ce dimensionnement prend en considération le comportement flexible du matériau et cherche à déterminer les vérifications suivantes :

- Une analyse élastique à court terme visant à vérifier que les contraintes liées au moment fléchissant ultime sous charges n'atteignent pas la limite élastique des matériaux compte tenu des coefficients de sécurité sur les actions et le matériau,
- Une analyse à long terme du risque de flambement visant à vérifier que la pression moyenne d'étreinte (obtenue en moyennant les pressions verticales et horizontales) reste inférieure à la pression radiale critique de flambement de la buse abaissé du coefficient de sécurité égal à 2,5,
- Une analyse élastique à court et à long terme visant à vérifier que l'ovalisation de la buse ne dépasse pas la limite permise pour l'exploitation correcte du réseau (état limite de service). L'ovalisation limite admissible est égale à 5 % à court terme et 10 % à long terme pour les buses TUBAO par adoption des valeurs considérées pour les canalisations à comportement flexible.

6.42 Caractérisation de la buse

Les caractéristiques de la buse à prendre en compte sont les suivantes :

- Le diamètre moyen D_m ou diamètre de l'axe neutre de flexion dans le cas d'une géométrie de paroi non symétrique.
- La rigidité annulaire spécifique Ras telle que $Ras = \frac{EI}{D_m^3}$, c'est-à-dire la rigidité principale en flexion divisée par le diamètre moyen élevé au cube, découlant de la détermination expérimentale selon la norme NF EN ISO 9969 (voir tableau 3),
- L'épaisseur « e », soit 2 mm.
- Le coefficient de concentration des contraintes ($Cc\sigma$) qui permet de conserver la validité des formules du Fascicule 70. La contrainte devient : $\sigma = Cc\sigma \times \frac{6M}{e^2}$, tandis que toutes les autres formules du Fascicule 70 restent applicables en l'état (voir tableau 3),
- Le coefficient de fluage qui vaut 1 dans le cas de l'acier,
- La contrainte admissible (ou limite élastique) qui équivaut à 235 MPa dans le cas des aciers utilisés,
- Le coefficient de poisson de l'acier : 0,28

- Le défaut initial de forme e_0 qui dépend du matériau et qui n'a donc pas de valeur proposée dans le Fascicule 70. Les formules théoriques de l'anneau adaptées à notre situation donnent pour le défaut initial de forme sous poids propre l'expression : $e_0 = \left(\frac{\pi}{128} - \frac{1}{16\pi} \right) \cdot \frac{P}{Ras}$ avec P le poids de la buse par mètre linéaire et Ras la rigidité annulaire spécifique.

7. Mise en œuvre

Les modalités de mise en œuvre des bassins figurent dans un guide de pose déposé au CSTB et disponible en téléchargement sur le site internet du titulaire.

7.1 Contrôle des remblais

Le contrôle de la qualité des remblais devra être déterminé en amont de l'opération (analyse granulométrique et composition physico-chimique).

7.2 Opérations de terrassement

Les opérations suivantes sont réalisées selon les prescriptions minimales des Guides Techniques LCPC-SETRA "Buses Métalliques – Recommandations et règles de l'art" (§6) de septembre 1981 et "Réalisation des remblais et des couches de forme" de juillet 2000.

En particulier :

- Déblai, terrassement, préparation de l'assise et du fond de forme,
- Installation des éléments de bassins,
- Remblais de calage et de butée (déchargement, mise en œuvre, compactage, etc.),
- Remblai de couverture,
- Contrôles après enfouissement.

Points particuliers :

- une pente du fond de forme comprise entre 0 et 0,3% pourra être aménagée afin d'assurer l'écoulement de l'amont vers l'aval.

7.3 Principes généraux

Pour la terminologie des types de remblai, se référer à la figure 7.

La mise en œuvre s'effectue impérativement dans une fouille totalement hors d'eau.

- Aplanir le fond de fouille.
- Le niveau de compactage du fond de fouille est au moins égal à celui attendu pour les remblais latéraux après compactage.
- Si la qualité (portance, sensibilité à l'eau et homogénéité) du sol n'est pas suffisante pour l'ouvrage à supporter, un traitement ou une substitution du sol en place (totale ou partielle) est nécessaire. Une couche de matériaux granulaires de 0,10 à 0,50 m d'épaisseur est interposée. La fondation doit être exempte de tout élément dur, rigide ou putrescible.
- Contrôler la rectitude et la pente du lit de pose.
- L'assise de la buse (terrain en place ou fondation artificielle) pourra éventuellement être profilée en berceau.
- Placer les bassins en fond de fouille.
- Connecter éventuellement les bassins entre eux avec les canalisations.
- Mettre en place le(s) dispositif(s) de prétraitement éventuel(s), et moyen d'accès.
- En déblais (tranchée), réaliser les remblais latéraux avec un minimum de 1 m de largeur, et tenant compte des conditions de mise en œuvre et de compactage. Dans le cas de bassins multiples, une distance minimale entre buses de 1 m doit être respectée. En remblais, la largeur du massif de part et d'autre du bassin doit être au moins égale au diamètre du bassin (voir figure 8).
- La hauteur de couverture minimale d'une buse métallique est calculée en fonction des paramètres du chantier et du type d'engin amené à circuler au-dessus de l'ouvrage en phase service ou chantier. Les manœuvres d'engins de chantier ne sont autorisées qu'une fois que la hauteur minimale de recouvrement atteinte (dôme de protection).
- Le bassin ne doit pas être mis en eau avant l'achèvement complet des remblais.
- Toute méthode de construction susceptible d'engendrer des poussées dissymétriques est proscrite. La pente des remblais transversalement au bassin ne devra pas excéder 10% (voir figure 8).

7.4 Remblayage de l'ouvrage

Le respect des conditions de remblayage (granulat, déchargement, réglage et compactage) définies dans le guide de pose du CSTUBAO® et dans le Guide Technique du SETRA « Buses métalliques – Recommandations et règles de l'Art » (Sept. 1981) est impératif pour la bonne tenue mécanique de l'ouvrage.

7.41 Qualité des remblais

Le choix du remblai est primordial : au-delà des caractéristiques physico-chimiques et chimiques définies au §6.13, les remblais sélectionnés devront avoir des caractéristiques géotechniques qui permettront d'offrir le maximum de résistance latérale, de manière à induire le minimum de déformation pour l'ouvrage.

Le remblai doit à minima respecter les exigences décrites dans le tableau 1 en annexe.

Les matériaux particulièrement aptes à la réalisation de la zone d'enrobage de l'ouvrage de stockage (remblais technique) sont classés B1, D1, B3, D2 et D3 au sens du guide SETRA (§5.2.1, Tableau 2) correspondant à des sables ou graves. Une liste générale des matériaux utilisables en remblais figure dans le guide de pose déposé au CSTB et disponible en téléchargement sur le site internet du titulaire.

7.42 Déchargement et régalage des matériaux

Le déchargement des matériaux devra être effectué en rubans, en tas de 1,5 m de haut (voir figure 7).

Le régalage des matériaux se fera par bandes parallèles à l'axe longitudinal du bassin et par couches horizontales successives de 0,25 m d'épaisseur maximum. La circulation des engins à pneus et de tous les engins lourds de chantier est interdite. A moins de 0,5 m des parois extérieures du bassin, l'approvisionnement des matériaux sera réalisé au grappin et le régalage se fera manuellement. Au-delà, le régalage des matériaux sera effectué à l'aide d'engins légers uniquement.

7.43 Compactage

7.431 Modalités

Le compactage des matériaux se fera par bandes parallèles à l'axe longitudinal du bassin et par couches horizontales successives de 0,25 m d'épaisseur maximum (voir figure 8) :

- Zone intérieure : à moins de 1,0 m des parois extérieures du bassin et à moins de 2,0 m des extrémités de la buse ; le compactage sera effectué à l'aide de petits engins de type plaques vibrantes ou petits rouleaux vibrants dont la charge statique par unité de largeur de cylindre n'excède pas 10 kg/cm.
- Zone extérieure : au-delà, le compactage sera réalisé au moyen de rouleaux à pneus dont la charge statique par roue n'excède pas 4 tonnes, ou de rouleaux vibrants dont la charge statique par unité de largeur de cylindre n'excède pas 25 kg/cm.

7.432 Objectifs de compactage

7.4321 Compactage du remblai latéral

En règle générale, réaliser un compactage de type Compacté-Contrôlé ou Compacté-Contrôlé-Vérifié au minimum de niveau q4 pour la zone d'enrobage, au sens du Fascicule 70. La valeur du taux de compactage recherché est au minimum de 95% de l'Optimum Proctor Normal.

7.4322 Compactage du remblai supérieur au bassin

Pour le dôme de protection et le dôme de couverture (voir figure 7), le compactage doit être réalisé conformément à la norme NF P 98-331. En règle générale, les objectifs de densification, tels que défini dans le Guide Technique LCPC-SETRA "Réalisation des remblais et des couches de forme" (§4) ; seront au strict minimum q4 sous espace vert et q3 pour les couches de forme sous voirie. On pourra alors se référer à la norme XP P 94-105 pour le contrôle de la qualité de compactage. La valeur du taux de compactage recherché est au minimum de 95% de l'Optimum Proctor Normal.

7.5 Réception des réservoirs – Contrôles en fin d'assemblage et en fin de pose

Les contrôles à effectuer sur les ouvrages CSTUBAO® après achèvement des travaux sont définis par le fascicule 70 (titre II) auquel s'ajoutent :

- Le contrôle de la déformation de la buse, qui ne doit pas dépasser 3% (voir figure 9),
- Un examen visuel de la paroi qui ne devra révéler aucune inversion de courbure ni aucune déformation ou aucun poinçonnement localisé.

8. Accès à l'ouvrage

Chaque buse aura un accès via un regard au minimum de DN/ID 800 et pourra permettre l'accès aux ouvrages au niveau du radier, avec éventuellement des réhausses (voir figure 10) compatibles avec les bassins. Les accès ne comporteront pas de moyen de descente.

L'accès se fera de manière sécurisée en prenant en compte les préconisations de l'INRS dans le cadre d'un accès en espace confiné (ED 6184).

Une évaluation des risques préalable devra être effectuée et les EPI adaptés pour l'intervention devront être mis à disposition (harnais, casque, gants, etc.).

9. Entretien et maintenance

Chaque buse aura un accès via un regard au minimum de DN/ID 800 et pourra permettre l'accès aux ouvrages au niveau du radier. Les accès ne comportent pas de moyen de descente. L'accès se fera de manière sécurisée en prenant en compte les préconisations de l'INRS dans le cadre d'un accès en espace confiné (ED 6184).

Une évaluation des risques préalable devra être effectuée et l'utilisation des EPI adaptés et des mesures de sécurité en général pour l'intervention devront être mis à disposition (harnais, casque, gants, ventilation, etc.).

La présence d'un prétraitement permet de réduire la fréquence des opérations d'entretien.

Les opérations de surveillance, d'entretien et de réparation sont réalisées selon les prescriptions minimales du Guide Technique LCPC-SETRA "Buses Métalliques – Guide pour la surveillance spécialisée, l'entretien et la réparation" de décembre 1992. Sans préjudice des autres réglementations particulières applicables, les ouvrages devront être suivis selon les préconisations décrites ci-après.

9.1 Surveillance annuelle

Le contrôle des bassins (et canalisations raccordées) se fera annuellement et éventuellement après des événements particuliers (pluie d'occurrence exceptionnelle, travaux à proximité du bassin, etc.). Le protocole suivant sera suivi :

- Obturer les arrivées du bassin.
- Ouvrir le(s) trou(s) d'homme.
- Descendre dans le bassin à l'aide d'équipements en respectant les exigences de sécurité. Si présence d'eau résiduelle, la pomper et prévoir un nettoyage de l'ouvrage au besoin.
- Vérifier l'absence d'apparition de déformation anormale (enfouissement, poinçonnement...).
- Rechercher les traces de corrosion et appliquer, si nécessaire une peinture riche en zinc, type HEPRO A6005, Monozinc, ...
- Remettre l'installation en fonctionnement.

9.2 Surveillance biennale

Tous les deux ans au minimum, un suivi géométrique complémentaire aux opérations de surveillance annuelle devra être réalisé.

- Mesurer la portée et la flèche de l'ouvrage aux extrémités et au centre de chaque section de l'ouvrage pour apprécier le comportement stable des remblais,
- Contrôler la linéarité du profil en long pour apprécier la stabilité de l'assise sous le radier de l'ouvrage,
- Mesurer les épaisseurs des parois, par mesures non destructrices (mesures par ultrasons).

9.3 Hydrocurage

Les bassins CSTUBAO® peuvent être curés dans les conditions suivantes : Curage manuel à 25 bars à un débit de 80 l/min.

10. Mode d'exploitation commerciale du produit

La commercialisation des buses CSTUBAO® est faite par TUBAO S.A.S via un réseau de distributeurs spécialisés ou directement aux clients finaux et aux entreprises de travaux publics.

11. Contrôles internes

La qualité de la fabrication est sous la responsabilité de la société TUBAO S.A.S. Chaque lot de fabrication fait l'objet d'un document qualité permettant le suivi de la totalité de l'opération (certificat fournisseurs, résultats d'essai, ...).

11.1 Contrôles sur les matières premières

11.11 Aciers pour bassin CSTUBAO®

Un certificat de contrôle de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10204 est fourni par le fabricant, sur les caractéristiques décrites au §2.21. Chaque bassin peut être rapproché de ce certificat via le numéro de bobine enregistré sur la fiche de traçabilité.

11.12 Acier fonds à bord plats

Un certificat de contrôle de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10204 est fourni par le fabricant pour chaque lot d'acier servant aux fonds à bord plat ou de marnage, sur les caractéristiques décrites au §2.22.

11.2 Contrôle sur le process de fabrication

Les paramètres de production font l'objet de contrôles qui sont décrits dans des procédures spécifiques. La fabrication des bassins CSTUBAO® est réalisée dans le cadre d'un plan d'assurance qualité.

11.3 Contrôle sur les produits finis

Les contrôles suivants sont effectués sur chaque pièce produite

	Contrôles	Fréquence
	Longueur / Diamètre	Mesures systématiques
	Contrôle visuel ébavurage des extrémités	Contrôle visuel systématique
	Qualité du réondulage	
	Présence de Soudure du raccord bobine int. / ext.	
	Soudure de l'agrafe aux extrémités (~0,3 m)	
	Soudure trou d'homme	Contrôle visuel systématique / contrôle aléatoire par ressuage
	Soudure piquages	
	Soudure fond(s)	
INTERIEUR BASSIN	Bassin conforme au plan	Contrôle visuel systématique
	Piquage(s) de niveau / revêtu(s)	
	Présence de plaque PEHD brise jet ?	
	Peinture fond(s)	
	Mise en place carte d'identification	Systematique
EXTERIEUR BASSIN	Aspect général (présence d'autocollant; propreté générale; présence de bosses; etc.)	Contrôle visuel systématique
	Test diamètre(s) piquage(s)	Mesure et contrôle physique systématique
	Aspect + peinture piquage(s)	Contrôle visuel systématique
	Aspect + peinture trou(s) d'homme	
	Aspect soudure + peinture fond(s)	
	Peinture du réondulage	

Ces contrôles font l'objet d'enregistrement.

11.4 Contrôles extérieurs

Le système qualité et le contrôle interne réalisé par TUBAO font l'objet d'un suivi annuel par le CSTB. Ces contrôles portent notamment sur :

- La conformité des matières aux spécifications du Dossier Technique,
- Les conditions de fabrication,
- Les résultats des contrôles internes (§11),
- Un essai d'étanchéité réalisé en usine sur une buse monobloc.

Un prélèvement d'éprouvettes sera également réalisé pour des essais dans le laboratoire de la marque:

- contrôle dimensionnel,
- qualité d'acier et épaisseur de zinc sur le corps d'une buse métallique (§2.212),

Le suivi en usine s'accompagne du suivi annuel d'un bassin CSTUBAO® en exploitation sélectionné au hasard.

B. Résultats expérimentaux

Les produits CSTUBAO® ont fait l'objet des essais et études suivantes :

- N°200966225 : Essais mécaniques de caractérisation de l'acier galvanisé et essais de compression réalisés par le CEREMA (01/2010),
- N° 01-FEV18-CSTUBAO : rapport d'étanchéité sur une cuve monobloc CSTUBAO – rapport interne TUBAO S.A.S (22/02/2018),
- N° ETANCH-150915v2 : essais d'étanchéité d'un bassin – rapport interne TUBAO S.A.S (09/2015),
- N° CAPE AT 15-140 : essais dimensionnels sur une buse de diamètre 1200 et essai de rigidité annulaire – Réalisés par le CSTB (09/09/2015),
- N°AN140815 : Essai au brouillard salin sur la galvanisation (ASTM zinc (Août 2015),
- N°CAPE AT 16-070C : Etude de correspondance entre la méthode de dimensionnement proposée par le guide technique du SETRA et la méthode décrite dans le fascicule 70 – Réalisé par le CSTB.

C. Références

C1. Données Environnementales et sanitaires (1)

Le produit ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

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

C2. Autres références

Plus de 10 bassins CSTUBAO® correspondant à plus de 15 éléments de bassin et plus de 1 000 m³ avaient déjà été installés en France. Une liste de références est déposée au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

- (1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

Tableaux et figures du Dossier Technique

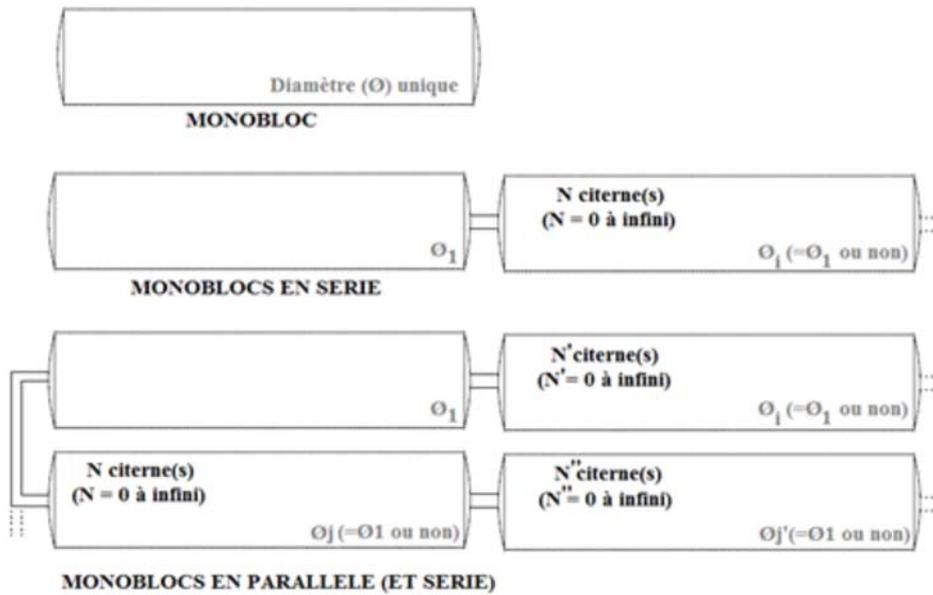


Figure 1 – Présentation d'un bassin CSTUBAO®

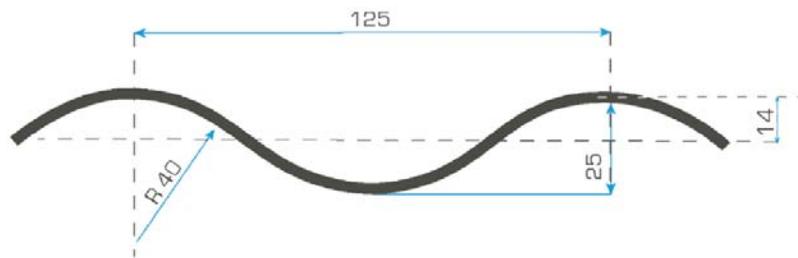


Figure 2 – Caractéristiques géométriques des ondes de CSTUBAO®

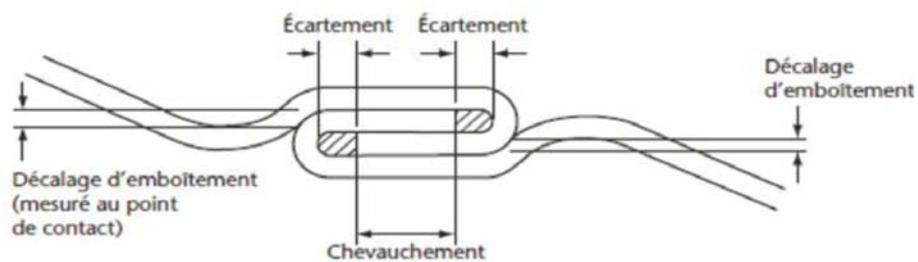


Figure 3 – Représentation schématique du joint hélicoïdal agrafé



Figure 4 – Représentation schématique d'une rehausse d'évent à bride en DN 100

Matériau au contact de l'acier	Acier galvanisé ondulé
Remblai	Résistivité remblai $\geq 5000 \Omega \cdot \text{cm}$
	$5 < \text{pH} < 10$
	$[\text{Cl}^-] \leq 200 \text{ mg/kg}$
	$[\text{SO}_4^{2-}] \leq 1000 \text{ mg/kg}$
	$[\text{S}^{2-}] \leq 300 \text{ mg/kg}$

Tableau 1 – Caractérisation des matériaux de la qualité des remblais utilisables au contact de l'acier galvanisé



Figure 6 – Représentations schématiques d'un brise jet en PEHD (avec entrée sur fond et avec entrée latérale)

Définitions des remblais

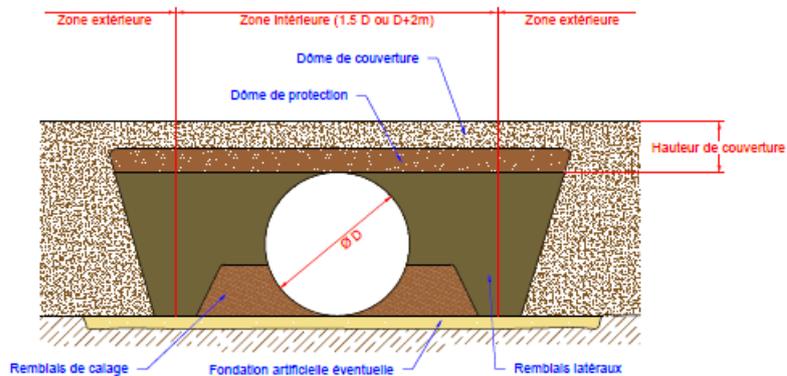


Figure 7 – Terminologie des types de remblais selon le Guide Technique du SETRA

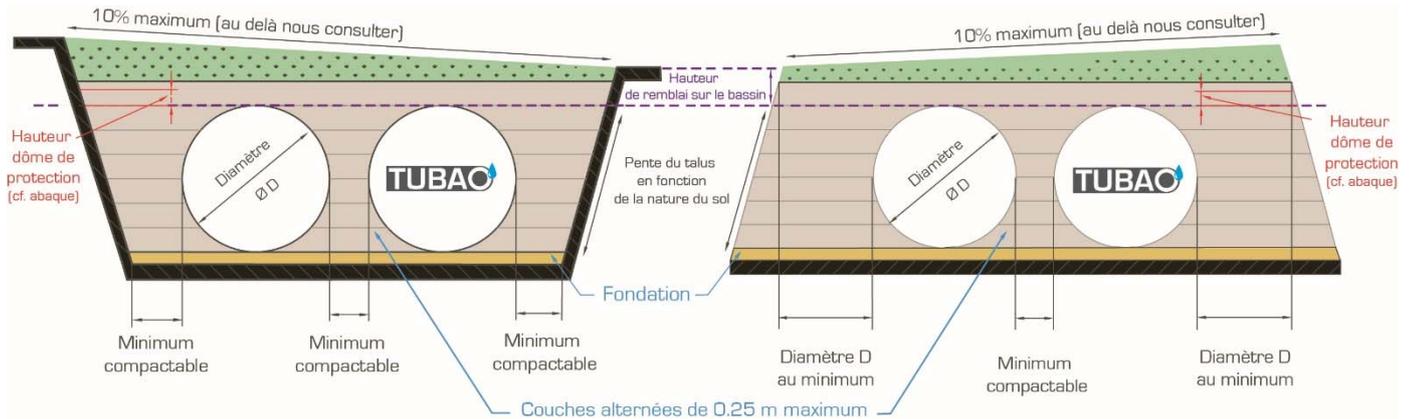
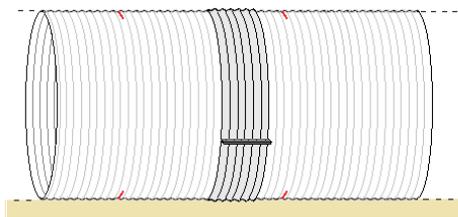


Figure 8 – Principe général de mise en œuvre - Schémas de principe (cas 1 : remblais, cas 2 : déblais)



- 1 - Le bassin est assemblé à son emplacement définitif, posé sur le fond de la fouille (sans aucun remblais). On contrôle que la planéité de la génératrice inférieure est dans les tolérances sur tout le bassin. De plus, aucune cassure angulaire ou déformation ne doit être observée.
- 2 - Le long de chaque section du bassin, au moins trois marques sont tracées à la peinture indélébile à l'intérieur du bassin; sur le radier et sur la génératrice supérieure, chacune des marques étant à l'aplomb de l'autre.
- 3 - Les hauteurs mesurées entre les points de repère (flèche, ou plus grand diamètre vertical) sont relevées dans cette première configuration.

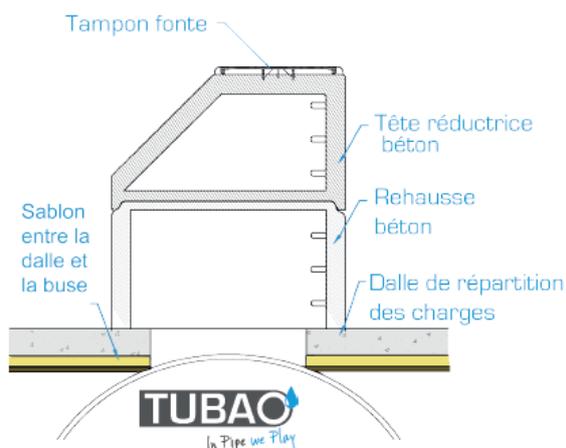
- 4 - Après que les remblais aient atteint la génératrice supérieure du bassin Tubao et avant tout remblaiement ultérieur, les hauteurs mesurées entre les points de repère sont relevées dans cette seconde configuration.
- 5 - AVANT remblaiement final, l'augmentation relative de la flèche est calculée pour chaque section concernée. **En aucun point l'augmentation ne devra excéder 3% entre la première et la seconde configuration,**

$$\frac{\Delta V}{V} (\%) = 0.015 \times \frac{V}{v_e} \times \frac{e_{\text{min}}}{e_{\text{réel}}} < 3\%$$

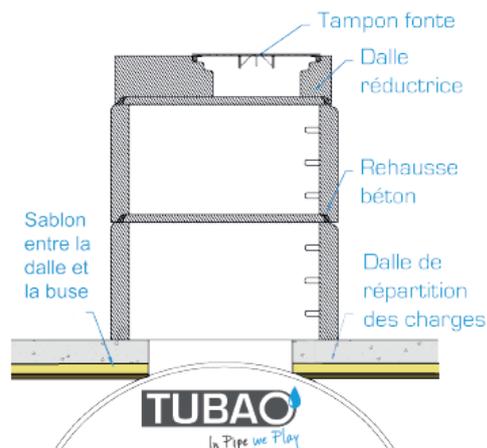
- 6 - Après exécution des remblais généraux de couverture, y compris la chaussée portée par ces remblais s'il y a lieu; les hauteurs relevées entre les points de repère sont relevées dans cette dernière configuration.
- 7 - En tout point, **la valeur du diamètre vertical final du bassin devra être comprise entre celle mesurée entre la première et la seconde configuration.**
- 8 - **Aucune cassure angulaire, inversion de courbure, déformation ou poinçonnement ne doit être observé.**

Figure 9 – Réception des ouvrages : contrôle des déformations

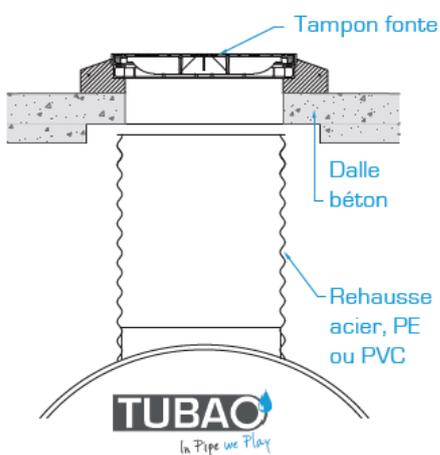
● Rehausse béton avec tête réductrice



● Rehausse béton avec dalle réductrice



● Rehausse acier, PE ou PVC



● Mise en oeuvre des rehausses

Prévoir obligatoirement une dalle auto-portante de répartition des charges, destinée à supporter le poids des rehausses (et des éventuelles surcharges routières). Cette dalle ne doit pas être en contact direct avec la buse (sablons routières) et elle doit reposer sur un sol naturel stable non remué ou sur les matériaux de remblais convenablement compactés.

La rehausse en béton, acier, PE ou PVC doit être désolidarisée de l'ensemble des éléments constitutifs de la manière à ce qu'elle n'exerce aucune contrainte directe ou indirecte, sur la cuve.

L'épaisseur de la dalle fera l'objet d'une étude spécifique en fonction des charges auxquelles elle sera soumise.

Une fois l'installation terminée, ne pas oublier de réaliser l'étanchéité de l'interface entre la dalle de répartition des charges et la rehausse.

Figure 10 – Exemples de schémas d'installation de regard de visite

Diamètre intérieur	Epaisseur	Poids roulé théorique
1,0 m	3 mm	86,8 kg/ml
1,1 m	3 mm	95,2 kg/ml
1,2 m	3 mm	103,7 kg/ml
1,3 m	3 mm	112,2 kg/ml
1,4 m	3 mm	120,6 kg/ml
1,5 m	3 mm	129,1 kg/ml
1,6 m	3 mm	137,6 kg/ml
1,7 m	3 mm	146,0 kg/ml
1,8 m	3 mm	154,5 kg/ml
1,9 m	3 mm	163,0 kg/ml
2,0 m	3 mm	171,4 kg/ml
2,1 m	3 mm	179,9 kg/ml
2,2 m	3 mm	188,4 kg/ml
2,3 m	3 mm	196,8 kg/ml
2,4 m	3 mm	205,3 kg/ml
2,5 m	3 mm	213,8 kg/ml
2,6 m	3 mm	222,2 kg/ml
2,7 m	3 mm	230,7 kg/ml
2,8 m	3 mm	239,2 kg/ml
2,9 m	3 mm	247,6 kg/ml
3,0 m	3 mm	256,1 kg/ml

Tableau 2 : masses linéaire des buses

<i>Diamètre intérieur</i>	$C_{c\sigma}$	Rasi (kN/m²)	Rasv (kN/m²)
1,0 m	10,7	12,2	12,2
1,2 m		7,1	7,1
1,4 m		4,5	4,5
1,6 m		3,1	3,1
1,8 m		2,2	2,2
2,0 m		1,6	1,6
2,2 m		1,2	1,2
2,4 m		0,9	0,9
2,6 m		0,7	0,7
2,8 m		0,6	0,6
3,0 m		0,5	0,5

Tableau 3 : Valeur du coefficient de concentration des contraintes ($C_{c\sigma}$) et de la rigidité annulaire initiale à prendre en compte