

# Stockage de l'eau : une offre diversifiée pour des besoins multiformes

Christophe Bouchet

## ABSTRACT

**Water storage: a diversified offering for multiform needs.**

What do these have in common: a 50 m<sup>3</sup> reservoir for storing industrial effluents, a 10000 m<sup>3</sup> drinking water storage basin and an online rainwater storage system? Nothing - in theory. All of these are related to storage issues, but they all adhere to different rules and have different constraints. For each of the examples, the solution selected depends on the kind of liquid being stored, the volumes, the potential for facilities, the storage duration, the property usage available, the relief and the start-up time. In the marketplace, modular solutions and measures co-exist and compete to improve the resilience of local authorities and industrial entities - who need to deal with any eventuality whilst also seeking out long-term solutions.



Quel point commun entre un réservoir de stockage d'effluents industriels de 50 m<sup>3</sup>, un bassin de stockage d'eau potable de 10 000 m<sup>3</sup> et un système de stockage en ligne d'eau pluviales ? A priori aucun. Si ces exemples se réfèrent globalement à la notion de stockage, ils obéissent à des règles et des contraintes différentes. Dans tous les cas, la nature du liquide à stocker, les volumes, les possibilités d'implantation, la durée du stockage, l'emprise foncière disponible, le relief et le temps de mise en œuvre conditionnent la solution retenue. Sur le marché, les solutions modulaires et sur mesure coexistent et concourent à améliorer la résilience des collectivités et des industriels qui doivent pouvoir faire face à toute éventualité tout en privilégiant les solutions de long terme.

**E**au brute, eau potable, eaux usées, eaux pluviales, eaux industrielles..., tous les types d'eau sont stockés pour des raisons et des fonctions

très diverses qui n'évoluent que lentement. Ces dernières années, certains volumes stockés ont cependant eu tendance à diminuer. C'est par exemple le cas des eaux



Aquagéo

usées industrielles dont les volumes eux-mêmes diminuent fortement, sous l'évolution des différents processus de traitement et des progrès accomplis en matière de recyclage et de zéro rejet. À l'inverse, et pour les gros volumes, le stockage des eaux pluviales a progressé rapidement sous l'effet de deux facteurs: la fin de la politique du "tout réseau" qui consistait jadis à rejeter les eaux pluviales hors de la ville, et la récupération de ces eaux pour différents usages qui peut s'avérer économiquement intéressante dès lors que certaines conditions sont réunies. En revanche, pour les petits

volumes, le marché de la récupération des eaux pluviales, essentiellement pour les particuliers, n'a pas tenu ses promesses (cf. encadré). Non pas que l'offre n'était pas au rendez-vous, mais du fait de l'absence d'un intérêt économique avéré.

Certains marchés se maintiennent, soutenus par des facteurs d'ordre essentiellement réglementaire. « *C'est par exemple le cas, au-delà des ouvrages de tamponnement des eaux pluviales ou encore des réserves incendie* » comme le souligne Pascal Morard, directeur Général de Chapsol: les sapeurs-pompiers doivent trouver



Apro Industrie

Cuve d'eau de process de 5 000 m<sup>3</sup>. Réalisation Apro Industrie.

## Bassins de retenue, des contraintes multiples

Situés sur l'A466, à proximité de la Saône, ces bassins de retenue présentaient la particularité de pouvoir être endommagés par la pression d'eau due à la montée de la nappe phréatique. Une étude particulière a été nécessaire pour assurer la pérennité des ouvrages. L'étanchéité des bassins a été réalisée avec une géomembrane bitumineuse Coletanche® ES1 d'Axter présentant plusieurs avantages: une bonne résistance au poinçonnage permettant de limiter l'usage et le grammage des géotextiles, une absence de dilatation permettant de supprimer tout effet de "stress cracking", donc une étanchéité assurée durablement sous une dalle béton et au niveau des raccords et une pose rapide sans contraintes climatiques.



Axter

Une première couche de Coletanche® ES1 a été posée sur la totalité du bassin. Un lestage d'environ 1 m de remblai a été disposé sur l'ensemble du fond pour compenser le phénomène de poussée de la nappe phréatique. Après nivelage du matériau de lestage, une deuxième couche de Coletanche® ES1 a été à nouveau mise en œuvre. La totalité du bassin a ensuite été recouverte par une dalle béton. Celle-ci permet, en plus d'un lestage supplémentaire, une circulation d'engins pour le curage de l'ouvrage.

sur les lieux d'un sinistre moyen et en tout temps, 120 m<sup>3</sup> d'eau utilisable en 2 heures. D'autres applications, comme le stockage de l'eau sur les chantiers ou à des fins de nettoyage industriel suivent globalement le contexte économique des secteurs auxquels ils se rattachent.

C'est dire qu'il n'existe pas un marché du stockage de l'eau mais une multitude de micro-marchés capables de répondre à des besoins aussi divers que multiformes.

Inutile donc de rechercher la solution de stockage idéale susceptible de répondre de façon optimale à tous les besoins, elle n'existe pas. Mieux vaut, pour ne pas se tromper, s'attacher à définir une réponse adaptée à ses besoins. Et pour ceci, commencer par identifier tous les paramètres qui y sont associés.

## Identifier correctement ses besoins en prenant en compte l'ensemble des paramètres

Eau potable, effluents industriels, boues, digestats..., que doit-on stocker et pour quels volumes ? Sans condamner a priori un stockage à ciel ouvert ou enterré ou encore tel ou tel matériau, la nature du liquide à



■ Environnement

## BIRCO chambres souterraines StormTech®

### Solutions complètes d'infiltration ou de rétention

BIRCO propose des dispositifs performants variés ainsi qu'un accompagnement sur mesure tout au long de vos projets. Les 5 modèles de ses chambres souterraines, possèdent des volumes de stockage différents et sont faciles à mettre en œuvre. L'association des chambres souterraines à d'autres solutions BIRCO offre une multitude de possibilités de conception pour vos projets.

Nappes phréatiques proches de la surface, zones soumises à de fortes pluies, abattement des eaux polluées, rétention ou infiltration : BIRCO a la solution pour votre projet.



#### PERFORMANCE

Jusqu'à 3,01m<sup>3</sup> de volume de stockage  
Rétention 80% des MES\*

\*Matières En Suspension

#### FACILITÉ

Faible encombrement  
Faible poids  
Pose et entretien simplifiés  
Logiciel de calcul

#### STABILITÉ

Convient aux zones très sollicitées  
Avis technique du CSTB

BIRCO France SAS, Chemin Départemental 63  
67116 Reichstett - Tél. 03.67.10.62.26



## Votre partenaire pour la gestion des eaux pluviales

### Nos solutions techniques adaptées à vos besoins



#### nidaplast® EP nidaflow® EP

##### Bassins d'infiltration ou de rétention

Modules propres et autocurables.  
Diffuseur externe hydrocurable et inspectable.



Dimensions des blocs :  
2400 x 1200 mm  
Epaisseur : 520 mm

Nidaflow : bloc rainuré  
pour assurer la diffusion  
horizontale

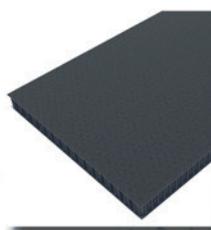


ELU PRODUIT DU BTP  
PAR LES PROFESSIONNELS 2014



Module visible et hydrocurable  
à tous les niveaux.

Dimensions du module complet :  
1200 x 600 mm  
Hauteur d'un module : 660 mm



#### nidaroof®

Gestion des eaux pluviales  
en toiture terrasse accessible ou inaccessible.

Dimensions des panneaux :  
2400 x 1200 mm  
Epaisseur : 40, 60, 100 et 520 mm

Etudes  
gratuites



NIDAPLAST - Rue Paul Vaillant Couturier - F - 59224 THIANT - France - Tél.: +33 (0)3 27 44 72 01 - Fax.: +33 (0)3 27 44 72 09 - environnement@nidaplast.com - www.nidaplast.com - S.A.S. au capital de 1 061 998 € - R.C. VALENCIENNES 971 204 474 - NAF : 2223Z

Nidaplast - EIN - 01/2017

## Récupération des eaux de pluie: un marché concentré sur les gros volumes

Diminuer et réguler l'afflux d'eaux pluviales au sein des réseaux tout en permettant à l'utilisateur de disposer à tout moment d'un volume d'eau prédefini et gratuit pour des usages bien spécifiques: lavage, irrigation... etc. Le marché de la récupération des eaux de pluie à longtemps fait figure d'eldorado. Mais faute d'un réel avantage économique sur les petits volumes, il s'est finalement concentré sur de gros volumes en privilégiant, au-delà de la simple récupération, la régulation et le stockage. De nombreux fabricants comme Eloy Water, Graf, Sebico ou Sotralentz ont ainsi développé des solutions complètes permettant de réguler l'afflux d'eau dans les réseaux d'eaux pluviales, tout en permettant, si besoin, de conserver une partie de cette eau. Le principe de fonctionnement de ces dispositifs est des plus simples: lors de fortes pluies, la cuve se remplit jusqu'à son volume maximum; l'eau s'écoule ensuite par un flotteur avec débit contrôlé jusqu'à la hauteur du volume utile choisi. Le solde reste disponible pour les usages prédefinis.

Ces solutions, un temps dopées par l'arrivée de la taxe sur les eaux pluviales, ont su séduire les aménageurs, les lotisseurs et parfois les industriels qui les apprécient pour le triple bénéfice qu'elles procurent: le respect de la réglementation, le "plus" apporté aux utilisateurs en termes d'usages, et un réel bénéfice économique lorsque les volumes s'avèrent importants.

stocker et les éventuelles exigences de qualité qui y sont associées doivent être mises en relation avec les volumes.

Les bassins à ciel ouvert ou réservoirs terrassés permettent un stockage durable, sans autre limite, en termes de capacité, que celle de l'espace disponible. L'étanchéité de ces bassins et leur couverture est assurée par des géomembranes en PVC, EPDM, PP ou PE développées par Firestone, Renolit, Serge Ferrari, Axter ou encore Aquagéo Etanchéité. Le choix des géomembranes, géotextiles et géogrilles de renforcement est fonction de la nature du liquide stocké, de la taille de l'ouvrage et de sa profondeur. Le stockage de l'eau potable dans ce type d'ouvrages, nécessite de recourir à des matériaux bénéficiant d'une ACS. Pour du stockage à ciel ouvert, certaines géomembranes comme l'Hydronap A de Siplast, Sikaplan WT de Sika ou Alkorplan 35052 et 35152 sans phtalates de Renolit bénéficient d'une ACS attestant que l'eau stockée dans un bassin étanché avec ce type de géomembrane est propre à la consommation humaine. L'ACS ouvre alors la possibilité de stocker des volumes très importants comme Sika vient de le montrer avec la réalisation récente d'un réservoir d'eau potable de 11 000 m<sup>3</sup>

en Corse (45 000 m<sup>3</sup>). Par extension, l'ACS ouvre aussi d'autres marchés à ce type de géomembranes, par exemple celui des retenues d'altitude qui alimentent les canons à neige et qui sont également utilisées pour stocker de l'eau à destination de la consommation humaine.

Cette exigence, propre à l'eau potable, concerne toutes les solutions de stockage. C'est le cas, pour les volumes importants, des réservoirs boulonnés développés par Apro Industrie, constitués d'éléments préfabriqués en acier et revêtus en usine. Avantage de ce type de solution: elle permet d'adapter le revêtement à la nature du liquide stocké: aciers galvanisés pour les liquides modérément agressifs, aciers revêtus époxy pour les liquides sujets à variation de température, de Ph ou à composition chimique particulière (chlorures, sulfates, H<sub>2</sub>S, eau déminéralisée...), acier vitrifié pour les applications sévères, aluminium pour les stockages en atmosphère marine ou agressive, ou encore acier inox revêtu d'une membrane ACS pour l'eau potable. Chaque revêtement ayant ses propres propriétés, Apro Industrie est toujours en mesure de proposer la solution la plus adaptée à la problématique de stockage rencontrée. Le montage, rapide, se fait depuis le sol, sans travaux en hauteur, ni recours à la soudure. L'offre, modulaire,

se décline en réservoirs (jusqu'à 25 000 m<sup>3</sup>) ou châteaux d'eau simples et rapides à installer jusqu'à 500 m<sup>3</sup> et 25 m de hauteur pour mettre en place une adduction gravaire.

Les solutions souples, développées par Labaronne Citaf, Citerneo, Pronal ou RCY permettent également de stocker des volumes importants en juxtaposant les réservoirs, ou en optant pour des solutions semi-enterrées. Labaronne Citaf, seul fabricant en souple ayant aujourd'hui des stocks de tissus spécifiques portant la certification ACS, développe ainsi une gamme complète de solutions jusqu'à 2 000 m<sup>3</sup> reposant sur des tissus aux caractéristiques techniques spécifiques développés avec des entreprises européennes. Les citernes souples résultent de l'assemblage par soudure de lés de tissus résistants au poinçonnage et composés d'une trame polyester (armature assurant la résistance) enduite de PVC ou PU, avec traitement anti-UV sur les deux faces. Eau brute, eau potable, effluents industriels, engrains... « *A chaque nature de liquide correspond un type de tissu, assurant un stockage aussi sûr mais plus économique qu'un réservoir en dur* » souligne Benoit Balandras, directeur général de Labaronne Citaf. Avec une durée de vie qui n'a pas grand-chose à envier aux solutions rigides et qui dépasse



**Labaronne Citaf, l'inventeur du stockage souple, développe ainsi une gamme complète de solutions reposant sur des tissus aux caractéristiques techniques spécifiques développés avec des entreprises européennes.**

Labaronne Citaf

## ÉTANCHER • RENFORCER • DRAINER • PROTÉGER • CONFINER • SÉPARER / FILTRER

### Gestion des déchets

Création et réhabilitation de C.E.T.  
Couverture de confinement



### Bassins cubiques enterrés

Stockage d'eau sous voirie, Gestion des eaux pluviales.



### Industriel

Bassin de stockage d'effluents pollués (acide, CMR, etc.)  
Couverture de bassins méthanisateurs  
Réparation de bassins sans vidange



### Génie Civil

Étanchéité de bassin de rétention des eaux pluviales.  
Bassin de lagunage (eaux vannes/eaux usées)  
Réservoir d'eau potable  
Réservoir d'eau incendie / bassin Sprinkler



### Loisirs

Bassin décoratif  
Zone de baignade  
Plan d'eau sur golf  
Parc aquatique



### Bassin à ciel ouvert

Chantier en cours de réalisation  
Pose d'un complexe d'étanchéité sur bassin à ciel ouvert



### Agricole

Réserve d'eau pour irrigation  
Étanchéité de fosse à lisier  
Étanchéité de bassin viticole et piscicole



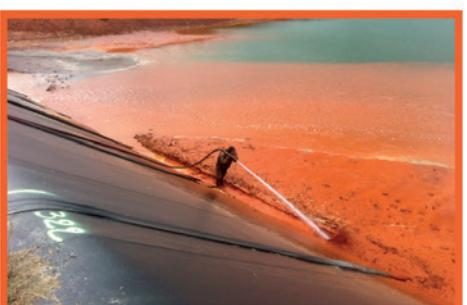
## LA CONNAISSANCE ET LE SAVOIR-FAIRE SPÉCIFIQUE À CHAQUE MATÉRIAU

PVC - PEHD - POLYPROPYLÈNE - BITUMINEUSE - BENTONITIQUE - ÉLASTOMÈRE

GÉOMEMBRANES ET SOUDEURS CERTIFIÉS : **ASQUAL**



Réserve d'irrigation 80 000 m<sup>3</sup>



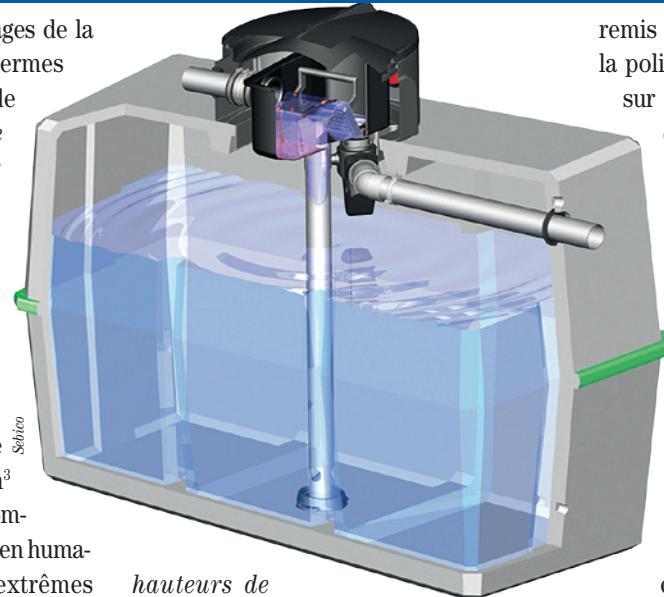
Doublage géomembrane PEHD en bassin industriel sans vidange



Bassin paysager- Golf Hardelot

**Les cuves de la gamme Pack'eau de Sebico sont disponibles en trois matériaux (béton, polyéthylène et polyester) et en volumes de 3 à 70 m<sup>3</sup>.  
Modèle présenté: Pack'eau stockage en béton avec filtration 3 m<sup>3</sup>.**

souvent 15 ans. Parmi les avantages de la solution souple, la facilité en termes de déplacement et la rapidité de mise en œuvre. « *Une citerne de 2000 m<sup>3</sup> est transportable sur une simple palette de 3 m de long sur 1,50 m de large, précise Benoit Balandras. Sa mise en œuvre ne nécessite qu'une surface plane, horizontale, et quelques heures suffisent* ». Un atout qui s'exporte facilement comme en témoigne une toute dernière installation de 2000 m<sup>3</sup> au Bangladesh et qui explique l'omniprésence de ce type de solution en humanitaire lorsque des situations extrêmes exigent un déploiement rapide, ou, plus classiquement, pour faire face à des situations d'urgence en eau potable ou en eaux usées, typiquement lorsqu'une station d'épuration s'inscrit en défaut. Mais les applications ne se limitent pas à cela. Benoit Balandras cite « *de nombreuses applications plutôt stables en réserves incendies, en stockage agricole (lisiers, purins, boues d'épuration...), de lixiviat et de plus en plus souvent en méthanisation pour le stockage des digestats sur de gros volumes, jusqu'à 10000 m<sup>3</sup>* ». Les solutions souples conviennent également aux effluents ou eaux usées, voire corrosives. « *Les tissus ont beaucoup évolué* », explique Benoit Balandras. On arrive par exemple à conserver les caractéristiques intrinsèques des tissus de -30 °C à +70 °C ». Labaronne Citaf travaille avec une quinzaine de références en standard mais peut fournir des tissus très spécifiques, fabriqués sur cahier des charges (résistance mécanique, couleur, etc...). Seul inconvénient des solutions souples, elles nécessitent une emprise importante, ce qui explique leur forte présence en milieu rural mais qui les rend difficile à utiliser en milieu urbain. Pour compenser ce handicap et fournir des solutions excédant les 2000 m<sup>3</sup>, Labaronne Citaf propose l'Ecobag<sup>®</sup>, une solution de stockage souple fixe, de type pyramide inversée, qui permet d'atteindre jusqu'à 10000 m<sup>3</sup> sur quasiment la même surface qu'une citerne de type oreiller de 2000 m<sup>3</sup>. « *C'est une solution souple mais qui n'est plus autoprivante* », explique Benoit Balandras. Grâce à un terrassement en pointe de diamant, les



hauteurs de  
la citerne souple

semi-enterrée sont plus importantes que celles d'une citerne souple hors sol traditionnelle. Les efforts se répartissent sur les talus ce qui permet d'augmenter les volumes stockés jusqu'à 10000 m<sup>3</sup> ».

Reste que lorsque le foncier se fait rare, il est plus logique de recourir à des solutions enterrées ou des solutions permettant un usage multifonction des espaces.

### Privilégier des solutions permettant un usage multifonction des espaces

L'urbanisation croissante et la multiplication des surfaces imperméabilisées a

remis en cause ces dernières décennies la politique du « tout réseau » qui reposait sur un raccordement systématique des eaux pluviales au réseau collectif pour les évacuer hors de l'espace urbain. Du coup, le stockage temporaire ou non, avec ou sans infiltration, aérien ou enterré, est apparu comme l'une des solutions susceptibles de réguler les volumes d'eaux pluviales transitant par le réseau.

C'est sur ce constat que se sont développées des solutions de stockage permettant de favoriser la récupération et le stockage des eaux de pluie à la parcelle. Si le marché domestique n'a pas véritablement décollé faute d'un intérêt économique réel et d'une réglementation très restrictive sur la réutilisation de l'eau collectée, les aménageurs et certains industriels s'y sont intéressés en y voyant trois avantages :

répondre à la réglementation sur la régulation des eaux pluviales pour ne pas saturer l'exutoire, en ouvrant la voie à une récupération des eaux de pluie et en s'inscrivant dans une démarche de type HQE. Se sont développées des solutions associant un volume dédié à la rétention et au rejet vers le réseau à débit calibré avec un volume dédié au stockage pour la réutilisation pour des usages variés : nettoyage,



Cadou Chaudronnerie Plastique

**Cadou Chaudronnerie Plastique exploite les qualités du polyéthylène pour la fabrication de cuves de stockage simple ou double enveloppe (1 à 30 m<sup>3</sup>). Les cuves simple enveloppe sont destinées au stockage de liquides non corrosifs ou corrosifs si une rétention existe. Les cuves double enveloppe servent au stockage de liquides agressifs comme le chlorure ferrique, la soude, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique...etc.**

SOLUTIONS DURABLES POUR LA GESTION DE L'EAU

# TUBAO



In Pipe we Play

Ingénierie

Conception

Fabrication

LA SOLUTION PEHD

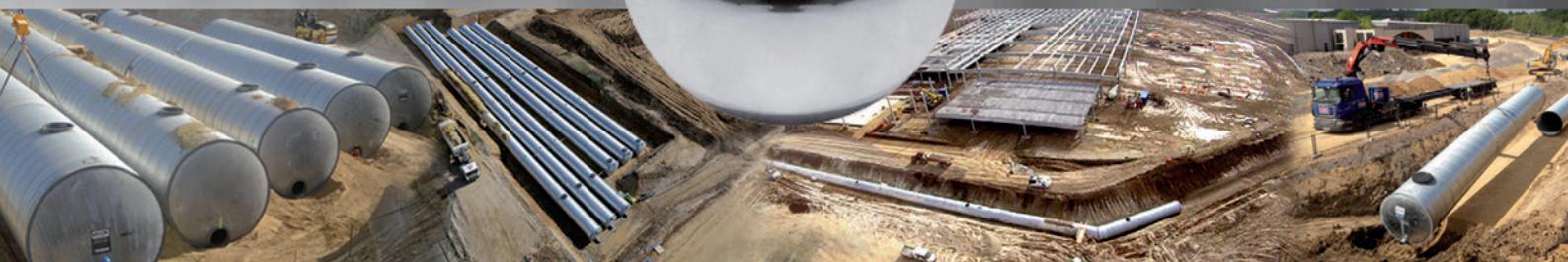


ENFIN EN FRANCE !



Eaux usées, eau potable, industrie, agriculture, canalisations

LA SOLUTION ACIER



Récupération, stockage, régulation des eaux pluviales

**TUBAO S.A.S.**  
ZA du Pucheuil  
76680 Saint Saëns



[WWW.TUBAO.FR](http://WWW.TUBAO.FR)



02 35 33 42 42

## Le stockage des eaux en toitures: une pratique qui se développe

Les toitures stockantes, planes ou non, accessibles ou pas, peuvent contribuer à faciliter la gestion des eaux pluviales urbaines en limitant les débits de pointe. Elles doivent cependant être distinguées des toitures végétalisées dont les fonctions sont multiples, mais qui ne sont pas systématiquement stockantes. Plusieurs solutions existent sur le marché, proposées par Nidaplast, Hamon ou Le Prieuré. Le nidarof®, fruit d'un développement commun entre Siplast et Nidaplast repose sur des panneaux en nid d'abeilles pour le stockage et la rétention temporaire des eaux pluviales. L'entrée d'eau pluviale est calibrée pour ne laisser s'écouler que le débit imposé à la parcelle par la réglementation locale. Lorsque la pluie survient, les plaques Nidarof se remplissent d'eau puis se vident progressivement sur une période plus longue. Le plein usage de la toiture est maintenu. 2344 m<sup>2</sup> de nidarof® recouverts d'une couche de 10 cm de substrat végétalisé ont par exemple été posés dans le cadre de la reconstruction du groupe scolaire Dauphine-Georges Chardon à Orléans pour mettre en place un concept de "toiture zéro rejet". Le procédé Wateroof associe quant à lui des structures nid d'abeille "nidarof" et un géo-espaceur "Geoflow 44-1F". Avec ces deux produits, tous les aménagements de toiture sont envisageables: toit-

tures végétalisées intensives, toitures jardins, zone de circulation piétonne ou pour véhicules légers...

« Ainsi, que ce soit en période de remplissage ou de vidange, grâce au procédé Wateroof, le plein usage de la toiture est maintenu », indique Emmanuel Houssin, responsable développement produit chez Siplast. Associé à des toitures végétalisées extensives ou toitures jardin, Nidarof peut permettre également de stocker l'eau pluviale sous le substrat et la restitue progressivement à la plante, favorisant ainsi la reprise de la végétation au printemps et son confort lors de périodes estivales sèches. Le Prieuré propose de son côté un nouveau système intelligent et modulaire baptisé Hydroventiv®. La solution repose sur un couvert végétal pré-cultivé associé à un système de sous-bacs de rétention et de vidange clipsables et connectés entre eux au sein desquels l'eau circule librement. « Ce système présente la par-

ticularité de stocker l'eau, mais aussi de la dissiper », explique Jean-Christophe Grimard, directeur de la

Recherche et du Développement chez Le Prieuré. La capacité de stockage avoisine les 95 l/m<sup>2</sup>, soit 1 m<sup>3</sup> par 10 m<sup>2</sup>, tandis que la vidange du système se fait par vidange contrôlée vers l'aval et par évaporation. « L'évapotranspiration est favorisée par des mèches en microfibre polymère qui assurent la remontée d'eau par capillarité. Cette eau stockée et évaporée n'est pas évacuée vers les réseaux en aval. Quant à la vidange, elle se fait à débit contrôlé via des régulateurs brevetés à micro-débit constant et ajustable de 0,5 à 10 l/sec/hectare ».

Une batterie de tests réalisés avec l'INSA de Lyon en partenariat avec le Grand Lyon et la Mairie de Paris ont permis de valider les performances de la solution, notamment son coefficient de ruissellement annuel évalué à 0,25 contre de 0,5 à 0,7 pour une toiture végétalisée classique. « Cela signifie qu'elle intercepte sur l'année 75 % des eaux de pluie; seule 25 % est évacuée très lentement au réseau et en différer, limitant ainsi son engorgement par temps de pluie ».



réserve incendie, irrigation, etc.... C'est par exemple le cas de la gamme de stockage et rétention des eaux à débit régulé par pompe ou gravitaire Pack'eau développée par Sebico. Les cuves de stockage-rétenzione peuvent répondre à toutes les configurations grâce à la sortie des rejets en partie haute. Comme il n'y a pas de mauvais matériaux mais seulement des inadéquations entre les contraintes d'implantations et les réponses apportées, elles sont disponibles en béton, en polyéthylène et en polyester et en plusieurs volumes de 3 à 70 m<sup>3</sup>. Graf avec sa gamme Platine plus, mais aussi Sotralentz, Simop, Plasteau, Saint-Dizier Environnement et Polyway ont chacun développé des dispositifs analogues pré-

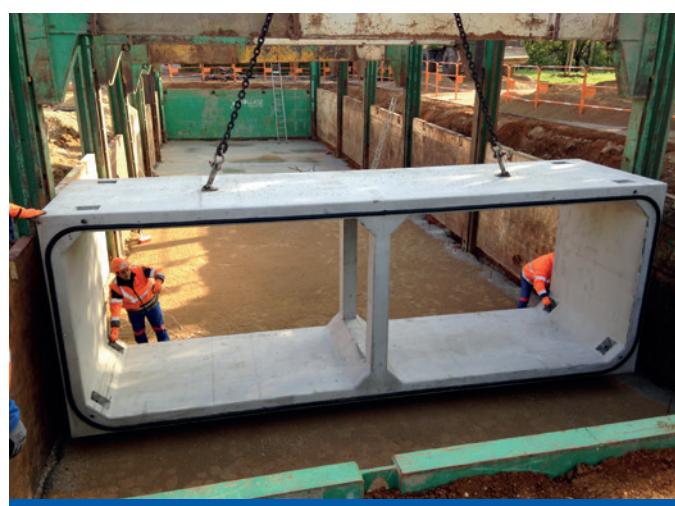
équipés et souvent "plug and play". Pour gommer le caractère aléatoire de la fournit "eau de pluie", Simop a développé le principe avec des capacités de stockage en polyester ou en polyéthylène complétées par une unité de contrôle assurant le pompage de l'eau de pluie vers l'utilisation et le basculement vers le réseau lorsque le stockage d'eau de pluie est vide. Charnot propose également des cuves métalliques enterrées simple paroi de grande capacité (10 à 120 m<sup>3</sup>) adaptées à la récupération des eaux de pluie sur les toitures de grandes dimensions comme les hangars agricoles, entreprises, habilitations collectives ou équipements sportifs mais aussi pour d'autres applications comme

les réserves incendie ou le stockage d'effluents ou d'engrais liquides.

Ces réservoirs répondent aux normes NF E 86-410 et NF EN 12285-1 pour les réservoirs métalliques enterrés, et couvrent plusieurs points critiques tels que la garantie de l'épaisseur des tôles et des matières utilisées, la certification des procédés de soudage, le dimensionnement des renforts intérieurs permettant de pallier les déformations générées par les contraintes de l'enfouissement et celles de la poussée d'Archimède, et les systèmes d'ancrage. Ces réservoirs sont revêtus d'un revêtement extérieur anti-corrosion, diélectrique de type polyuréthane, qui protège le réservoir des courants vagabonds.



**CDE fabrique des citernes de récupération d'eau pluie pour la réutilisation, des bassins d'orage, des stockages d'eau alimentaire, des réserves incendie... etc... Les réserves vont de 1,5 à 120 m<sup>3</sup>, voire 180 ou 200 m<sup>3</sup> selon la norme NFE 86410.**



**Ecobassin®, développé et breveté par Chapsol, est un système modulaire en béton armé avec joint d'étanchéité permettant l'assemblage de plusieurs éléments cadres, préfabriqués, d'ouverture 2 à 6 m et de hauteur libre intérieure de 1,50 à 2,50 m.**

**Sur le chantier de Barjouville (28), sous un parking de supermarché, Tubao a mis en œuvre 4948 m<sup>3</sup> de tuyaux en acier galvanisé en 37 éléments de 3 m de diamètre, pour un stockage des eaux pluviales, une réserve incendie et un bassin d'orage.**



Tubao

Cadiou Chaudronnerie Plastique exploite de son côté les qualités du polyéthylène pour la fabrication de cuves de stockage simple ou double enveloppe (1 à 80 m<sup>3</sup>). Les cuves simple enveloppe sont destinées au stockage de liquides non corrosifs ou corrosifs si une rétention existe. Les cuves double enveloppe servent au stockage de liquides agressifs comme le chlorure ferrique, la soude, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique... etc. Cadiou Chaudronnerie Plastique propose également des solutions en polyester pour la réalisation de cuves enterrées à double peau et grands volumes (diamètre 2,5 m à 2,7 m, hauteur 7 m) avec ou sans systèmes de rétention.

Parmi les applications en développement, signalons également, dans le sillage de démarches HQE et BBC, le stockage temporaire en toiture qui s'est également développé ouvrant la voie à des architectures différentes: toitures végétalisées, toitures-terrasses ou stockage en caissons sur des toits en pente (cf. encadré).

Les collectivités, également désireuses de récupérer, réguler et réutiliser les eaux pluviales sont suivi le mouvement ouvrant la voie à la création d'espaces de stockage de grandes capacités.

## Des espaces de stockage de grandes capacités

L'urbanisation, le développement de zones d'activités industrielles, commerciales et des infrastructures routières ont entraîné une forte augmentation des surfaces imperméabilisées, augmentant d'autant le ruissellement des eaux. Parallèlement, les exigences réglementaires en matière de protection de l'environnement et de lutte

contre les inondations ont rendu obligatoire la mise en place de solutions de rétention, de stockage et de régulation des eaux pluviales. Les systèmes de collecte et de drainage existants, souvent vétustes, n'ont pas pu accepter ces quantités, entraînant débordements et inondations. Les solutions de stockage et de rétention se sont développées. Des solutions aériennes mais plus souvent enterrées « qui permettent d'utiliser le stockage pour revaloriser le foncier en créant une zone de stationnement en lieu et place d'une ancienne lagune par exemple » comme le souligne Pascal Morard chez Chapsol. Souvent modulables, ces solutions savent s'adapter à de nombreuses configurations en accélérant les temps de mise en œuvre et en abaissant le coût global des ouvrages. Des ouvrages préfabriqués, sous la forme de réservoirs cylindriques, horizontaux, cadres, grands

volumes proposés par Stradal, Chapsol, ou Bonna Sabla et dont les spécificités géométriques et techniques permettent de s'adapter à toutes les contraintes ou presque. Des ouvrages exploitant souvent les qualités intrinsèques du béton, de 10 m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup>, voire bien plus, permettant de réguler les flux collectés à débit contrôlé. C'est le cas de la solution Ecobassin®, développée et brevetée par Chapsol, un système modulaire en béton armé avec joint d'étanchéité permettant l'assemblage de plusieurs éléments cadres, préfabriqués, d'ouverture 2 à 6 m et de hauteur libre intérieure de 1,50 à 2,50 m. « Les éléments sont juxtaposés et fixés mécaniquement entre eux afin de former des structures de dimensions très variables sous forme d'une ou plusieurs lignes, répondant ainsi à un grand nombre de projets de stockage, rétention des eaux ou réserves incendie », explique Pascal Morard, directeur général de Chapsol. L'étanchéité est assurée par un joint périphérique caoutchouc pré-scellé en usine lors du coulage béton et mis en compression lors du serrage mécanique des pièces à la pose. « L'efficacité du système a pu être démontrée à multiples reprises, souligne Pascal Morard. Ce système d'assemblage sans emboîtement permet par ailleurs de garantir des poses simples et rapides de l'ordre de 2 à 3 éléments par heure soit 40 à 60 m<sup>3</sup>/h ». Fort du succès rencontré par l'Ecobassin®, Chapsol a déposé un brevet pour des ouvrages de plus grandes capacités encore

## Créer un volume de rétention important sous chaussée

Aquagéo réalise l'étanchéité de bassins enterrés type « SAUL » (Structure Alvéolaire UltraLégère), qui présentent l'avantage de créer une rétention d'un volume important sous chaussée.

Les éléments alvéolaires sont installés sur le complexe d'étanchéité composé d'une géomembrane souple protégée sur ses deux faces par un géotextile. La géomembrane est ensuite refermée et ressoudée en partie haute comme un sarcophage.

La technicité de ces ouvrages, qui ne seront plus accessibles une fois la chaussée réalisée, impose que les calculs hydrauliques soient définis par un bureau d'études spécialisé.



**Bassin type SAUL enterré de 500 m<sup>3</sup> réalisé par Aquagéo Etanchéité, réalisé avec Eiffage. Une géomembrane polypropylène a été appliquée par un soudeur certifié Aqual.**

Ces ouvrages demeurent visitables par inspection caméra et hydrocurables. Aquagéo réalise l'étanchéité par géomembrane d'ouvrages de stockages d'eau variés: réserves incendie, réserves sprinklers en sous-sol, bassins d'eau de process en industrie, réserve d'eau d'irrigation ou de production de neige de culture.

Pour chacun de ces ouvrages, un choix spécifique du matériau et du système d'étanchéité est étudié et mis en œuvre afin de répondre aux contraintes de l'ouvrage (UV, drainage, nappe phréatique...), et en assurer une durée de vie optimale.

**APEI propose la création en fond de bâche, d'une cunette et deux banquettes dans le diamètre souhaité, assurant ainsi la continuité de l'écoulement au travers de la bâche.**

**La bâche de stockage peut ainsi être placée en amont d'un poste de relèvement en lieu et place de la conduite existante.**



APEI

plus compétitifs: l'Ecobassin-XL. « *Seule structure préfabriquée en cadre monolithique étanche du marché à intégrer des poteaux intermédiaires, l'Ecobassin-XL se distingue de la concurrence par un rendement (volume de stockage/volume de structure) jusqu'à 25 % supérieur à celui des sections traditionnelles* » indique Pascal Morard.

Le côté préfabriqué des ouvrages n'exclue pas une mise en œuvre sur mesure. C'est sur ce créneau que s'est spécialisé Cimentub, qui s'attache à associer et combiner différentes fonctionnalités (stockage, décantation, restitution/infiltration) en répondant aux différentes spécificités: volume de stockage, débit, pente, intégration paysagère, étanchéité... etc.

Les solutions enterrées se sont également diversifiées ces dernières années, notamment vers les bassins à ciel ouvert, souvent conçus comme des espaces multi-usages (bassins d'agrément, zones humides, espaces verts, terrains de jeux...), favorisant leur intégration dans la ville et participant à l'amélioration du cadre de vie.

En matière de réservoirs enterrés, l'adaptation de collecteurs de gros diamètres est venue concurrencer les ouvrages préfabriqués.

rateurs, comme par exemple F-Reg, ont développé des applications simples mais efficaces, consistant à utiliser le volume des canalisations qui collectent les eaux de pluie pour ajouter à leur fonction d'évacuation une fonction de stockage. La ville d'Antibes vient, par exemple, de recourir à ce système pour réduire l'impact d'un nouveau trottoir sur les ruissellements. Un régulateur F-Reg, associé à des cadres en béton, a permis de créer 45 m<sup>3</sup> de stockage à moindre coût avec une grande facilité de conception et de mise en œuvre.

Ces capacités de stockage, temporaires, associées aux progrès des techniques de fabrication qui ont permis d'augmenter toujours plus la taille des collecteurs, ont intro-

## **L'essor des collecteurs grands diamètres**

Les collecteurs, de par leur localisation et surtout leur taille, sont des éléments stratégiques en matière de lutte contre les inondations et pas seulement pour évacuer les eaux. De nombreuses collectivités se sont dotées d'outils propres à exploiter les capacités hydrauliques de leur réseau pour stocker les eaux pluviales et les restituer à débit contrôlé postérieurement aux événements pluviaux.

De nouveaux opé-

ducts l'idée consistant à utiliser les canalisations grands diamètres pour constituer des systèmes de stockage en ligne ou des bassins de collecte ou de rétention. À la clé, des ouvrages de grandes capacités, rapide à poser, au rapport qualité/coût optimisé, avec en prime, la possibilité de choisir son matériau (acier galvanisé, béton, PRV, PEHD, fonte, etc) pour prendre en compte les contraintes locales: nappes, courants vaga-bonds, corrosion, etc.... Des ouvrages qui constituent, selon les cas, de systèmes de stockage en ligne, des bassins d'orage ou des réserves d'incendie.

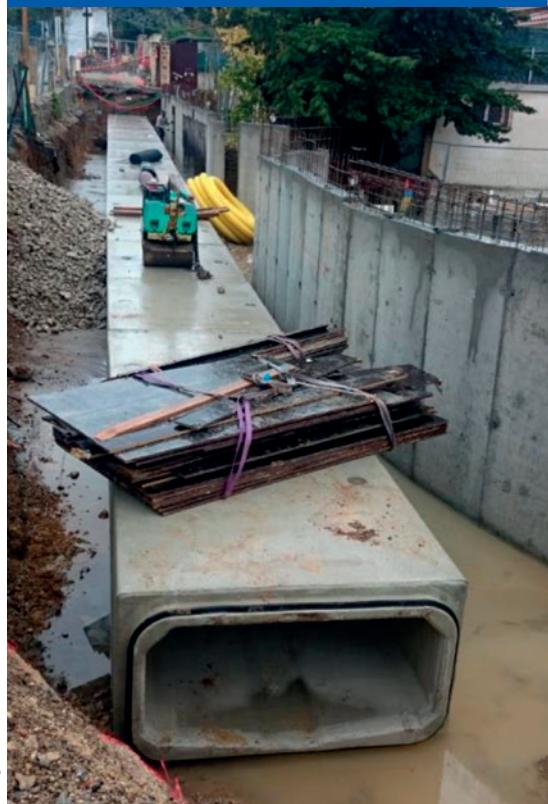
Précursor sur ce marché, l'acier galvanisé, proposé par Tubosider et Tubao, fabriqué en continu à partir de bobines d'acier pré-galvanisées et profilé selon sa destination, avant d'être équipé des accessoires nécessaires (trou d'homme, piquages, échelles, pompe, régulateur de débit) et pièces spéciales (tés, coudes, fonds...). Les longueurs standards sont de 6 et 12 ml chez Tubosider, jusqu'à 21 ml chez Tubao pour des diamètres allant jusqu'à 3 600 mm. Parmi



Tubosider

**Tubodrain\* de Tubosider permet de stocker de gros volumes d'eau lors d'évènements pluvieux afin de les laisser s'infiltrer dans le sol. Les volumes stockés peuvent atteindre 6,70 m<sup>3</sup>/ml pour le diamètre 2,900 mm. Ce système a notamment été validé par le Service de l'Eau du Grand Lyon pour assurer l'infiltration des eaux pluviales dans le cadre du Grand Stade de l'Olympique Lyonnais (1 000 m<sup>3</sup>).**

**Les clapets régulateurs développés par F-Reg permettent de conférer une fonction de stockage aux collecteurs, y compris lorsqu'ils sont en pente. Ci-dessous, l'exemple d'un projet à Antibes... ou comment stocker 45 m<sup>3</sup> lorsqu'on ne dispose que d'une bande de terrain de 3 m de large, qui plus est en pente, pour un coût d'environ 400 €/m<sup>3</sup>.**



F-Reg

les avantages de l'acier, une fabrication sur-mesure, légèreté, maniabilité, rapidité d'installation, mise en service simplifiée, caractère visitable, robustesse, empreinte carbone réduite et... son prix. Les volumes peuvent être importants. À Baumes les Dames (25), sur un parking de supermarché, Tubosider a mis en œuvre 2 800 m<sup>3</sup> de tuyaux Spirel® de diamètre 1200 en 55 lignes pour un stockage de 3 300 m<sup>3</sup> pour le stockage des eaux pluviales de ruissel-

lement associé à une fonction de rétention des eaux de crue du Doubs.

À Barjouville (28), sous un parking de supermarché, Tubao a mis en œuvre 4 948 m<sup>3</sup> de tuyaux en acier galvanisé en 37 éléments de 3 m de diamètre, pour un stockage des eaux pluviales, une réserve incendie et un bassin d'orage.

Le PRV confère au stockage les avantages inhérents à ce matériau : résistance mécanique, étanchéité, insensibilité à la corrosion. On le trouve donc sur des applications très diverses allant de l'eau potable au stockage d'effluents corrosifs. Il est proposé en France par Amiantit et HOBAS selon deux procédés de fabrication : enroulement filamentaire pour Amiantit, centrifugation pour HOBAS. Son prix, plus élevé que l'acier, est compensé par sa durabilité et sa capacité à s'intégrer dans les environnements sévères. « *Il est disponible jusqu'à des diamètres 4 000 mm* », souligne Alexandre Lapeyre chez Amiantit. *La grande souplesse de production permet également la fabrication de cuves et de spools conçus sur mesure*. Le PRV est employé pour la réalisation de bassins d'orage ou de stockage de grands diamètres situés dans le réseau, qu'il soit unitaire ou séparatif, pour exercer le contrôle des lignes d'assainissement ou pluviales. Le bassin, de capacité variable et extensible, est souvent structuré en trois modules, le collecteur, la tuyauterie et le module de fermeture. Les dispositifs de nettoyage et de curages sont similaires à ceux utilisés en réseau.

HOBAS fournit des ouvrages de stockage fabriqués en systèmes modulaires sur mesure, en suivant les exi-



**Réservoir en PRV de 2 000 m<sup>3</sup> équipé d'un système de rinçage intégré.**  
**Réalisation Amiantit.**

Amiantit

gences des projets et les préconisations des Maîtres d'ouvrage. Le volume de stockage peut donc être adapté au plus juste du besoin. Les ouvrages sont constitués de segments de tuyaux en PRV centrifugé et peuvent contenir des pièces spéciales et regards de visite, comme à St Saulve (62) sur le site d'Ecovalor ou HOBAS a fourni 72 ml de tuyaux DN 2250, une pièce spéciale en U fabriquée sur mesure et des regards, constituant une cuve de stockage des eaux pluviales de 265 m<sup>3</sup>.

Dernier arrivé sur le marché, le polyéthylène haute densité (PEHD) complète l'offre en acier de Tubao qui fabrique la solution Weholite au sein de sa nouvelle usine en Normandie depuis janvier 2017. Il est également proposé par Polieco (SN8) ou encore Polypipe (Hydrotube XL). Ce matériau confère au stockage ses avantages inhérents : résistance mécanique, étanchéité, insensibilité à la corrosion, etc. On le trouve donc sur des applications très diverses, allant du stockage d'eau potable à celui d'effluents corrosifs, en passant par le transport d'eau pluviale ou le tamponnement d'eaux usées. Les buses en PEHD

## **BIRCO complète sa gamme de chambres souterraines StormTech**

Développée dans le but de récupérer, drainer, tamponner et infiltrer l'eau pluviale des routes et parkings, la solution StormTech se présente sous forme de chambres souterraines voûtées et permet un gain de place conséquent avec une surface d'installation moins importante que pour les systèmes traditionnels.



Birco

**La solution BIRCO chambres souterraines StormTech, du plus gros modèle MC-4500 (volume de stockage de 3,01 m<sup>3</sup>) au plus petit SC-160 (volume de stockage de 0,19 m<sup>3</sup>).**

La gamme de Birco vient d'être complétée par la chambre SC-160 qui a été spécifiquement conçue pour les zones dont les nappes phréatiques sont proches de la surface : avec seulement 305 mm de hauteur, une chambre possède un volume de stockage de 0,19 m<sup>3</sup> pour un volume d'installation d'uniquement 0,42 m<sup>3</sup>. De plus, son poids de seulement 10 kg rend le dispositif simple à manipuler, son installation ne nécessite qu'une seule personne. La solution, résistant aux fortes sollicitations mécaniques et bénéficiant d'un avis technique du CSTB, est stable et facile d'entretien.

## Structures alvéolaires ultralégères : des ouvrages diversifiés

Les structures alvéolaires ultralégères (SAUL) permettent de réaliser des ouvrages diversifiés. C'est par exemple le cas de ce chantier de construction d'une réserve à incendie sur la ZAC des Montagnes à Champniers (16), en février 2015.

Par manque de place sur la ZAC, il a été nécessaire d'installer la réserve à incendie sous le rond-point d'accès à la zone. Un bassin de rétention étanche a été construit sur 3 niveaux sur une surface de 200 m<sup>2</sup> et remblayé de façon à permettre le passage d'engins lourds.



Le bassin a été réalisé par assemblage de chambres de type SAUL Rigofill inspect de Fränkische de dimensions 80x80x66cm. 890 chambres ont été nécessaires pour la réalisation de ce bassin de 360 m<sup>3</sup>.

Afin de garantir l'étanchéité de la réserve à incendie par un géotextile et une géomembrane, il a été fait appel à un étancheur.

Les chambres possèdent en partie centrale un tunnel d'inspection et de curage permettant l'introduction du matériel de vidéo inspection et d'hydrocurage pour le nettoyage. L'accès au tunnel est réalisé par l'intermédiaire du regard intégré Quadro-control de Fränkische. Les regards Quadro-control permettent le raccordement des canalisations jusqu'au DN500 sur toute la périphérie du bassin tout en préservant l'accès au tunnel de curage pour l'entretien.

Dans le cas de ce bassin à incendie, les regards ont été adaptés en regards à décantation et enfoncés plus bas dans le sol par rapport au bassin afin de faciliter le pompage. Une vidange de sécurité a aussi été prévue dans les regards spécifiquement pour ce chantier. Une plaque d'about permet de fermer l'extrémité du tunnel et offre la possibilité de raccorder une canalisation jusqu'au DN200.

La sécurité du bassin est renforcée par l'emploi des chambres Rigofill inspect à haute résistance mécanique validée par une note de calcul à long terme (50 ans).

sont devenues le moyen le plus efficace et économique de gérer, diriger et réguler les eaux. Elle constitue une alternative aux buses en béton ou en polyester renforcé de fibre de verre (PRV). Son prix plus élevé que l'acier, est compensé par sa durabilité et sa capacité à s'intégrer dans les environnements sévères. « *Il est disponible jusqu'à 3 500 mm de diamètre* », souligne Louis Hubau, chef de projet Weholite chez Tubao. Le PEHD est employé pour la réalisation de bassins d'orage ou de stockage de grands diamètres situés dans le réseau, qu'il soit unitaire ou séparatif, pour exercer le contrôle des lignes d'assainissement ou

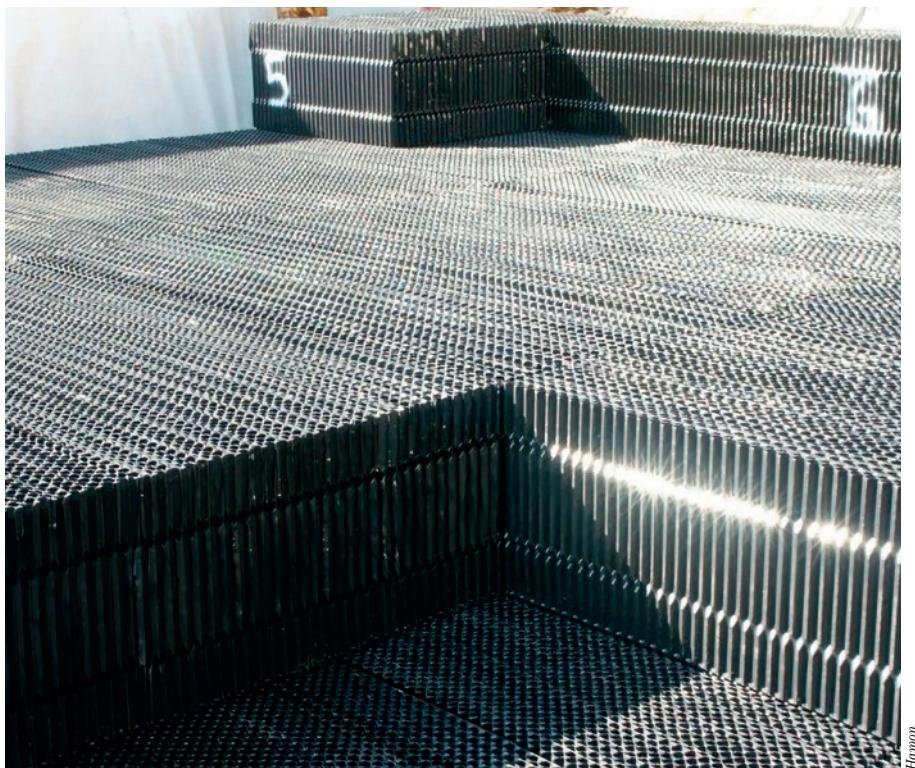
**ACO Stormbrixx** est une SAUL en polypropylène spécialement conçue pour réaliser des bassins d'orage sous chaussées, sous zones d'activité ou habitations, ou sous voiries avec équipements publics, etc. Elle permet de réguler ou d'infiltrer les eaux pluviales sur la parcelle qui reste 100 % utilisable en parking, en chaussée circulable, en aire de stockage ou autre.



pluviales. Le bassin, de capacité variable et extensible, est souvent structuré en trois modules, le collecteur, la tuyauterie et le module de fermeture. Les dispositifs de nettoyage et curages sont similaires à ceux utilisés en réseau.

À noter que l'acier et le PEHD peuvent aussi favoriser l'infiltration. Constitué de tuyaux Spirel® perforés, Tubodrain® de Tubosider permet ainsi de collecter et stocker de gros volumes d'eau lors d'événements plu-

vieux afin de les laisser s'infiltrer dans le sol. Les volumes stockés peuvent atteindre 6,70 m<sup>3</sup>/ml pour le diamètre 2900 mm. Ce système a notamment été validé par le Service de l'Eau du Grand Lyon pour assurer l'infiltration des eaux pluviales dans le cadre du Grand Stade de l'Olympique Lyonnais (1 000 m<sup>3</sup>). Bien que l'infiltration apparaisse comme la meilleure réponse au ruissellement, le choix de cette solution reste dépendant du milieu récepteur. ■



**Les Structures Alvéolaires Ultra-Légères (SAUL) GEOlight® développées par Hamon Thermal Europe** sont des pièces maîtresses en matière de gestion et de stockage des eaux pluviales enterré.