

»» STOCKAGE ET INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES

# Une gestion au cœur des villes

En matière de gestion des eaux pluviales, l'ère du tout-tuyau est révolue. Place désormais à une gestion intégrée qui favorise les techniques de stockage et d'infiltration, redessinant une ville plus perméable.

**E**n trente ans, le concept de techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales s'est progressivement imposé en France pour sortir de la politique du tout-réseau et de l'imperméabilisation à outrance. Déconnexion des eaux pluviales, gestion à la source et infiltration, voire désimperméabilisation des sols, la vision sur les eaux pluviales est en pleine évolution. Elle est d'ailleurs incarnée par le nouveau visage des villes, plus végétal, qui réinvite l'eau et la nature sur leur territoire.

**Dans les collectivités, le développement de la gestion intégrée** des eaux pluviales s'appuie sur de nouvelles règles inscrites dans les documents d'urbanisme et de planification. Le zonage pluvial, annexé au plan local d'urbanisme, permet ainsi de favoriser le stockage et l'infiltration des eaux pluviales en fixant des rejets à débit limité sur le territoire. Certaines collectivités vont même jusqu'à instaurer le zéro rejet. Les Sdage ont également mis l'accent sur cette gestion. Contre l'imperméabilisation des sols, celui de Rhône-Méditerranée et Corse prévoit ainsi d'intégrer dans les documents d'urbanisme un taux de désimperméabilisation de 150 % de la surface imperméabilisée par les projets d'aménagement.

**Mais la pérennité des techniques alternatives** tient avant tout à leur plurifonctionnalité. Espace vert, voirie ou parking, leur conception doit répondre à un besoin bien identifié et intégrer leur entretien dans le choix de la technique. Dans la conception, certains cri-



Infra Services



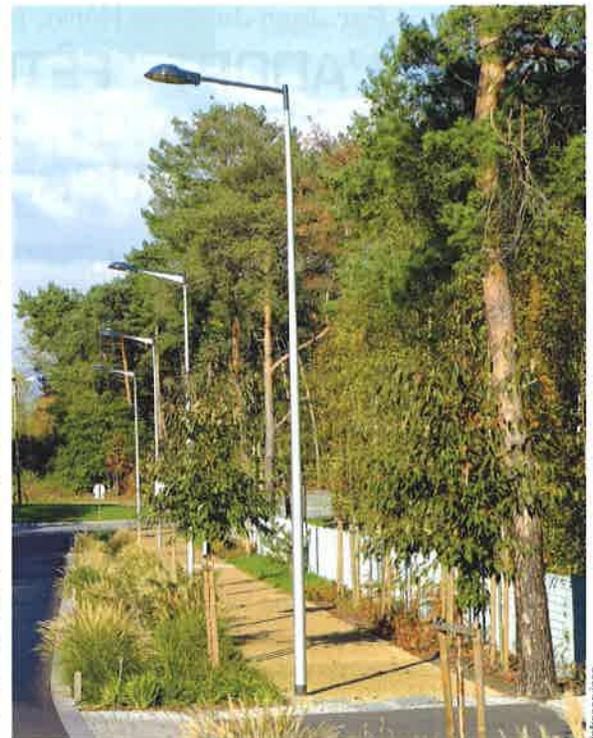
Infra Services



Infra Services

tères entrent directement en compte, comme la perméabilité du sol, sa nature, sa pente ou encore le niveau maximal de la nappe. Ces techniques doivent aussi s'adapter aux profils des collectivités. En milieu urbain dense, le stockage sous voiries, par chaussées ou parkings à structure réservoir, peut être une solution au manque de place. Il est également intéressant de profiter d'un espace vert pour favoriser les creux, stocker la pluie et l'infiltrer, mais aussi créer des bassins inondables à ciel ouvert, des fossés et des noues.

**Reste à entretenir régulièrement ces ouvrages** pour qu'ils conservent leur fonction. De ce point de vue, la collectivité devra encourager les interactions entre enjeux et services. Car c'est grâce à une approche



Infra Services

**La vision sur les eaux pluviales est incarnée par le nouveau visage des villes, plus végétal.**

transversale croisant l'eau, l'urbanisme et la biodiversité que la gestion intégrée des eaux pluviales prendra toute sa valeur.

Alexandra Delmolino

## CONTRIBUTIONS



**1) Par Jean-Jacques Hérin,** président de l'Adopta  
**L'Adopta fête vingt ans de promotion des techniques alternatives** p. 34



**2) Par Michel Bénard,** président-directeur général, fondateur d'Infra Services  
**L'infiltration au cœur de la gestion intégrée des eaux pluviales** p. 36



**3) Par Jean-Christophe Grimard,** directeur R&D, Le Prieuré Vegetal i.D.  
**Avec sa toiture végétale HydroVentiv, Le Prieuré tend vers le zéro rejet** p. 38



Par Jean-Jacques Hérin, président de l'Adopta

## L'ADOPTA FÊTE VINGT ANS DE PROMOTION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

**L'Adopta a fait de la gestion durable et intégrée des eaux pluviales son cheval de bataille. Avec succès, elle accompagne les acteurs de son territoire et les sensibilise aux techniques alternatives au tout-tuyau : noues, chaussées à structure réservoir, tranchées drainantes...**

L'Association pour le développement opérationnel et la promotion des techniques alternatives (Adopta) est née en 1997 de la volonté du Douaisis de changer de politique en matière d'eaux pluviales. La collectivité est passée du tout-tuyau à la gestion durable et intégrée, c'est-à-dire à la prise en compte de l'eau de pluie dès son point de chute. En effet, le syndicat d'assainissement de l'époque, devenu la communauté d'agglomération du Douaisis, a voulu se doter d'un outil d'accompagnement pour que cette nouvelle politique soit réellement appliquée à tout projet, tant en construction qu'en urbanisation en mutation. L'objectif était de faire en sorte que les résultats attendus (lutte contre les inondations, saturation des réseaux, rejets intempestifs dans le milieu naturel par temps de pluie...) soient obtenus grâce à l'action de tous les acteurs de l'art de construire la ville, maîtres d'ouvrage publics ou privés, maîtres d'œuvre, entreprises, architectes, paysagistes, fournisseurs de matériaux, sociétés d'exploitation. À l'aube de ses vingt ans, qu'elle fêtera le 5 décembre prochain,

âge de la maturité, l'association rayonne largement hors de ses bases. Elle couvre depuis cette année tout le territoire picard avec une nouvelle animatrice.

**Un partenariat avec le pôle de compétitivité Dream et Orléans Métropole** est sur le point d'être conclu pour assurer une animation dans cette agglomération afin de l'étendre à ces voisins. Des discussions sont en cours dans l'Est de la France pour réaliser, là aussi, la promotion des modes de gestion durable de l'eau de pluie, plus respectueux du grand cycle de l'eau, bénéfiques au développement de la biodiversité en ville et à la lutte contre les îlots de chaleur. Ces techniques sont également indispensables pour tenir les nouveaux objectifs fixés par l'arrêté du 21 juillet 2015 sur les performances des systèmes d'assainissement par temps de pluie. Ce texte se montrerait en effet trop ambitieux et coûteux si l'on ne passait pas par le déraccordement de surfaces imperméabilisées du réseau d'assainissement en favorisant les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales par stockage, tamponnement et infiltration.



Adopta

**Une des actions majeures de l'Adopta est** d'accompagner le changement. C'est en effet d'une mutation plus philosophique que technique dont il s'agit. C'est l'approche de l'eau dans l'urbanisme qui est révolutionnée. Le premier geste organisationnel du plan-masse de l'urbanisation doit intégrer la présence de l'eau. Le réflexe doit être de donner une double fonction à l'espace urbain. Une voirie devient un ouvrage de gestion des eaux pluviales via sa structure qui se transforme en un bassin tampon. Il en est de même pour un espace vert. Il est donc nécessaire de modifier nos organisations en



L'Adopta est à l'origine d'un outil d'accompagnement de la communauté d'agglomération du Douaisis dans la mise en œuvre de sa politique de gestion alternative des eaux pluviales.



Grâce à son espace d'exposition, l'Adopta informe sur les techniques de gestion alternative.

silo et de développer le dialogue entre services afin qu'ils se comprennent et prennent en compte les aspirations et les contraintes des autres pour faire aboutir cette double fonction de l'espace.

**Pour cela, l'Adopta informe, forme, accompagne,** apporte du retour d'expérience, répond aux attentes techniques, oriente les projets des entreprises et des collectivités, aide à la structuration de ces dernières et à l'intégration de ces nouveaux schémas de gestion dans les règlements d'assainissement, les PLU, les Scot et les Sage. L'association travaille éga-

lement à l'élaboration de protocoles de réception des techniques alternatives. Tout comme les réseaux d'assainissement qui subissent des essais d'étanchéité à l'eau ou à l'air, des essais de compactage de tranchées et de passage d'une caméra, les techniques alternatives, qu'elles soient noues, chaussées réservoir ou bouches d'injection, doivent être dotées de moyens de réception. Ces protocoles continuent d'être testés sur les chantiers, pour être plus opérationnels et faciles à appliquer. Une fois aboutis, ils feront l'objet d'un document technique qui pourra être joint aux CCTP des mar-

chés publics de travaux par toute collectivité maître d'ouvrage.

Enfin, l'Adopta se mobilise sur le plan de la recherche et du développement appliqué et lance cette année deux études de terrain pour un coût global de près de 400 000 euros. La première, appelée Smart Pluvial, a démarré en juin dernier et vise à équiper huit sites du Douaisis gérés par des noues de capteurs bon marché pour en connaître le fonctionnement hydraulique réel, selon la pluie. L'objectif est de vérifier, pendant trois ans, les critères de dimensionnement qui, à ce jour, ne prennent en compte que le seul coefficient de perméabilité du sol. Or, sur le terrain, il est fréquemment rapporté que les noues sont très peu souvent en eau. Il y a donc là matière à réflexion et à optimisation alors que la ville va se densifier et que le premier reproche fait aux noues est leur consommation d'espace.

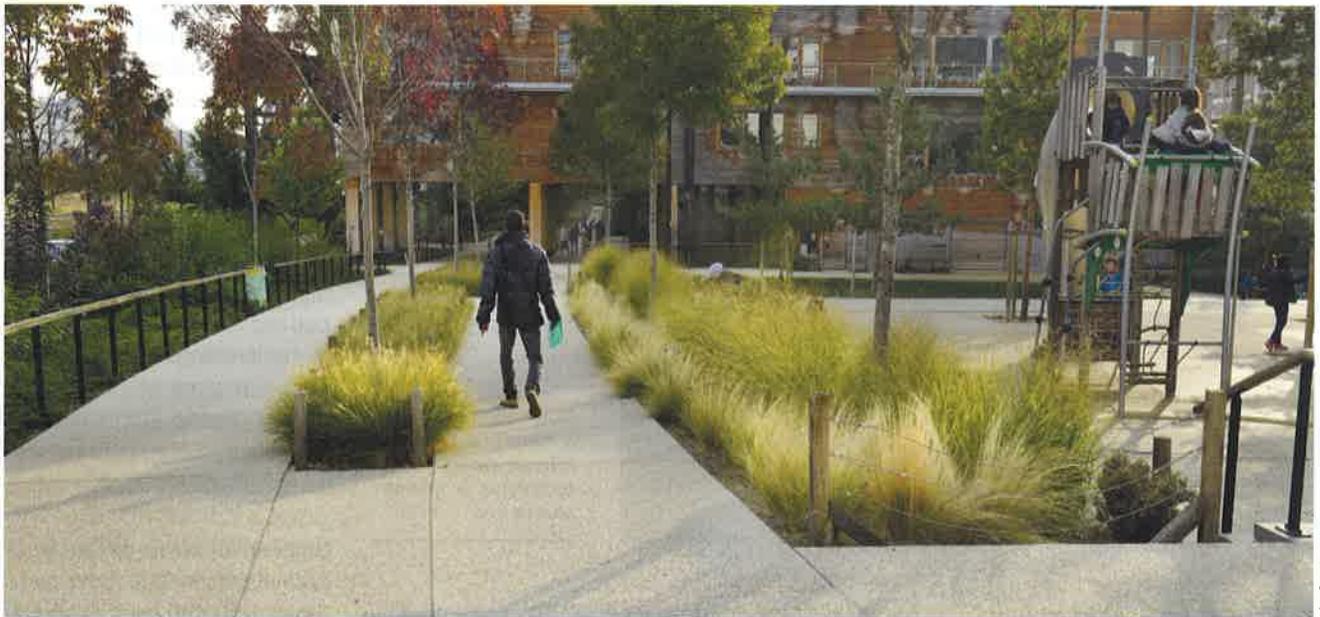
**Lancée d'ici à la fin de l'année, la seconde étude TAM,** pour techniques alternatives et micropolluants, va mesurer la qualité de l'eau pluviale une fois infiltrée au travers de deux techniques (noues et chaussées à structure réservoir à infiltration et à enrobés poreux) pour connaître l'impact de cette infiltration sur les nappes phréatiques et la ressource en eau potable. Dix sites seront testés durant une année, avec prélèvement d'eau à une profondeur de 1 m sous les structures d'infiltration. Outre les paramètres classiques de pollution, cinq à dix micropolluants seront analysés après recherche des substances potentiellement émises dans l'environnement de chaque site. ■



Par Michel Bénard, président-directeur général, fondateur d'Infra Services

## L'INFILTRATION AU CŒUR DE LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES

La gestion des eaux pluviales est partie intégrante des processus de conception des villes et territoires. Les enjeux autour de cette pratique sont importants car elle permet de pérenniser le cycle de l'eau, c'est-à-dire l'infiltration, un concept que porte le bureau d'études Infra Services.



Infra Services

**L**es ouvrages de stockage et d'infiltration font fréquemment appel à des techniques industrielles maîtrisées, comme les structures alvéolaires ultralégères (Saul), les canalisations surdimensionnées, les réservoirs enterrés en béton, métalliques, perforés ou non, toutes ces solutions ayant pour objet de rechercher le meilleur indice de vide. Ces ouvrages concentrent les eaux pluviales dans un espace bien défini mais à des profondeurs auxquelles l'infiltration n'est pas celle des horizons les plus favorables et surtout avec de faibles surfaces

Les ouvrages que conçoit Infra Services gèrent le plus possible les eaux pluviales en surface.

d'infiltration liées à leur taille. Lorsque la perméabilité des terrains est faible, voire très faible, il est difficile d'infiltrer la totalité des eaux pluviales de l'épisode pluvieux de référence. Dès lors, ces ouvrages sont vidés à débit régulé vers des exutoires. Les règlements d'assainissement sont assez peu contraignants en la matière puisqu'ils permettent ces débords pour la plupart des débits de fuite au lieu d'imposer le zéro rejet.

**C'est dans ce contexte qu'Infra Services** développe, depuis sa création en 1986, un mode de

conception qui consiste à éviter ou limiter l'installation d'ouvrages de stockage et à utiliser le plus possible une gestion des eaux pluviales de surface. Son processus projet certifié Iso 14001 est basé sur les principes suivants : ne pas enterrer l'eau, la gérer au plus près de l'endroit où elle précipite, ne pas la faire transiter vers un exutoire (pas de canalisations), ne pas la concentrer, rechercher le zéro rejet et utiliser le plus possible de surfaces d'infiltration. Pour répondre à ces objectifs, le travail de conception porte principalement sur le nivel-

lement des voiries, des parcelles lorsqu'il s'agit d'une opération d'aménagement, la maîtrise en amont des descentes d'eau pluviale, l'identification des lieux de stockage, plus que la définition de points bas, et la construction d'ouvrages enterrés. La notion plus récente de gestion à la parcelle représente un outil de conception fondamental pour maximiser les surfaces d'infiltration et tendre vers le zéro rejet. Infra Services s'est fixé comme objectif de rechercher prioritairement les surfaces d'infiltration dans le domaine privé et de considérer que toutes ces surfaces doivent contribuer le plus possible à la pérennité du cycle de l'eau par infiltration.

En effet, dans une opération d'aménagement classique, entre 60 et 80 % des surfaces sont privées. Les eaux issues de ces impluviums lorsqu'elles sont traitées sur le seul domaine public, lui-même très minéralisé, représentent une difficulté majeure, non pas pour le stockage, mais surtout pour l'infiltration. Infra Services a donc une vision du stockage, non dans un ouvrage, mais selon laquelle le terrain naturel lui-même devient ouvrage de stockage grâce à de simples aménagements de nivellement. La terre végétale et les micro-organismes qui s'y développent sont un atout supplémentaire par leur comportement dans les mécanismes de stockage-restitution.

**La société d'ingénierie encadre la gestion des eaux pluviales à la parcelle** par un accompagnement des acteurs de l'acte de construire (aménageurs, promoteurs, bailleurs, architectes,



Infra Services



Infra Services

urbanistes, constructeurs...) dans la conception de leurs ouvrages. C'est avant tout un travail pédagogique avec l'élaboration de fiches de cas, puis des visas hydrauliques des permis de construire. Infra Services effectue aussi des contrôles *a posteriori* des ouvrages de gestion des eaux pluviales à la parcelle en délivrant un certificat de conformité, à l'image de ce qui se pratique pour les réseaux d'électricité ou de gaz. Ce principe garantit le non-transfert des eaux pluviales du domaine privé. Dans le domaine public, la conception devient plus simple, l'eau n'est pas mise en mouvement, chaque espace vert est creusé en fonction de son impluvium minéral. Le passage d'espace vert en espace vert se fait par surverse, les temps de vidange sont contrôlés bief par bief et les aménagements, notamment les plantations, sont mis en adéquation avec ces temps de vidange. Lorsque les espaces

**La société d'ingénierie encadre la gestion des eaux pluviales à la parcelle par un accompagnement des acteurs de la construction dans la conception de leurs ouvrages.**

verts manquent, car il n'est pas question d'en créer de supplémentaires à ceux issus de la programmation pour la seule gestion des eaux pluviales, ce sont alors les matériaux constitutifs des structures de chaussées ou les structures de trottoirs qui prennent le relais en chaussées réservoirs. Certes, l'indice de vide est plus faible que sur des ouvrages concentrés, mais les matériaux sont déjà financés pour leur fonction première et les surfaces d'infiltration sont évidemment beaucoup plus importantes.

**Infra Services a également développé au sein de sa R & D** des outils d'accompagnement de ce concept, notamment la restauration des sols traumatisés par les chantiers. La société a d'ailleurs acquis la conviction, après deux ans de recherche et développement en mésocosme puis en mode expérimental *in situ*, que l'introduction de vers de terre permet de récupérer deux années de traumatisme des sols, *a priori* en restaurant ses capacités d'infiltration. Le stockage à la parcelle fait aussi l'objet d'une réflexion. Outre l'accompagnement des acteurs, Infra Services a développé des produits économiques et durables de gestion de surface comme ses fameuses échelles d'eau. Il s'agit de bacs sans fond qui s'installent au pied des haies, assurant une infiltration horizontale à faible profondeur et à ciel ouvert. La solution se révèle contrôlable, évolutive et plus favorable à la pérennité de la ressource que des ouvrages de stockage dont les coûts de maintenance sont à la charge des collectivités territoriales. ■



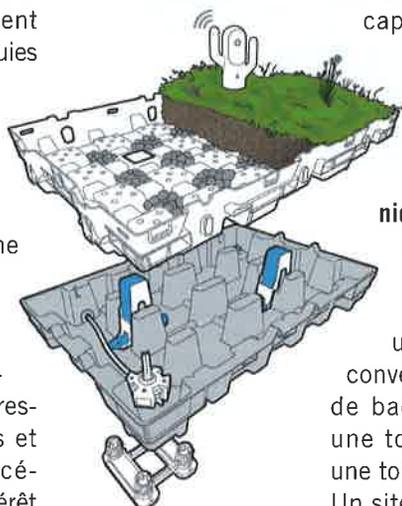
Par Jean-Christophe Grimard,  
directeur R&D, Le Prieuré Vegetal i.D.

## AVEC SA TOITURE VÉGÉTALE HYDROVENTIV, LE PRIEURÉ TEND VERS LE ZÉRO REJET

Pionnier de la toiture végétale, Le Prieuré a présenté en juin dernier aux acteurs franciliens les résultats d'un programme d'un an testant les performances hydrauliques de son système innovant HydroVentiv sur deux sites. Retour sur cette expérimentation.

**S**olution alternative au tout-tuyau, les toitures végétales interceptent une part significative des pluies et réduisent ainsi le rejet au réseau. Dès 2005, Le Prieuré a lancé son bac précultivé Hydropack dont le fond constitué d'alvéoles en creux assure une plus grande rétention d'eau pour l'irrigation des plantes. Mais comme tous les systèmes légers conventionnels, il se sature progressivement avec les pluies et relargue au réseau l'excédent, perdant alors son intérêt hydraulique. D'où la conception d'HydroVentiv en 2010, véritable outil de gestion des eaux pluviales.

Le bac précultivé Hydropack se pose sur un sous-bac de stockage-régulation de mêmes dimensions. De 45 l/m<sup>2</sup> avec le seul bac Hydropack, la capacité de rétention du nouveau système est doublée, soit près de 1 m<sup>3</sup> stocké sur 10 m<sup>2</sup> de toiture. Pour éviter le débordement, les sous-bacs sont équipés d'un double dispositif de vidange : un régulateur flottant qui évacue l'eau stockée vers le réseau avec un



Pour caractériser sa solution, Le Prieuré a conçu un système de mesure apte à enregistrer des données sur au moins un an et en continu.

microdébit constant de 0,5 à 10 l/s/ha et deux mèches de capillarité qui favorisent l'évaporation de l'eau par les plantes.

**La volonté du Prieuré a été de valider techniquement** l'efficacité du système. Trois types de modalités ont été testés durant l'été 2015 : une toiture végétale conventionnelle constituée de bacs Hydropack seuls, une toiture HydroVentiv et une toiture nue de référence. Un site a été installé à Paris sur le bâtiment NEF d'Eau de Paris (Ivry-sur-Seine, 94) et un autre à Lyon sur la plateforme logistique Sogaris (Mions, 69), dans des modules identiques de 5 m<sup>2</sup> instrumentés. Pour dresser des caractérisations fines de sa solution, Le Prieuré a conçu un système de mesure apte à enregistrer des données sur au moins un an et en continu. En données d'entrée, la pluviométrie et le climat sont enregistrés par une station météo autonome. En données de sortie, les volumes stockés et rejetés et le débit de fuite

sont mesurés par un ensemble de débitmètres à large plage de mesures. Des capteurs de niveau à ultrasons enregistrent également les variations de niveau d'eau dans les sous-bacs. L'ensemble du système est horodaté, consultable à distance par GPRS, avec une fréquence de mesure d'une minute. Un superviseur suit les essais tous les jours. Les analyses qui en découlent sont réalisées tant à l'événement qu'en données cumulées. Le capteur à ultrasons communicant sur l'état des sous-bacs (volume d'eau stockée et débit de fuite) fait de la toiture HydroVentiv une solution connectée.

**Dans les principaux résultats obtenus sur les deux sites**, on a ainsi pu observer la capacité de la toiture HydroVentiv à absorber les pics de pluie avec un microdébit maîtrisé par rapport à une toiture végétale conventionnelle qui sature chaque fois que le volume de pluie dépasse sa capacité de rétention. Lorsqu'on analyse les pluies conduisant à un rejet de la toiture nue de plus de 25 l/s/ha, on relève qu'aucun événement ne donne lieu à un débit de fuite de la toiture Hydroactive



de plus de 2 l/s/ha, soulageant les ouvrages en aval (déversoirs, stations d'épuration...). En comparaison, la toiture conventionnelle sature et déverse selon des débits très irréguliers de 5 à 50 l/s/ha à douze reprises pendant l'année d'observation. En outre, aucun débordement n'a été noté avec la solution HydroVentiv.

Le coefficient de ruissellement ( $Cr = \text{vol. rejeté} / \text{vol. pluie}$ ) a également été suivi en continu et cumulé mensuellement sur les deux sites durant un an. On note que ce coefficient mensuel est toujours plus faible avec la toiture HydroVentiv (0,21 à 0,23 en moyenne) par rapport à la toiture conventionnelle (0,45). Ce qui signifie que sur l'année, moins d'un quart de la pluie est rejeté au réseau. Sachant que le système ne déborde pas, cela revient à dire que plus de 75 % de la pluie est dissipée par évaporation. On peut ainsi définir un coefficient d'éva-

poration, complémentaire au coefficient de ruissellement. Si on distingue maintenant mois d'hiver et mois d'été, le coefficient d'évaporation d'été atteint avec Hydroventiv 0,87 et 0,90. On s'approche ainsi du zéro rejet en période estivale. Cette capacité élevée de dissipation est due à la fois aux plantes qui consomment l'eau stockée et aux mèches de capillarité qui les alimentent.

**L'eau stockée en toiture dans des bacs plastiques peut être valorisée** de différentes manières. Les mèches de capillarité en font déjà un système autonome en irrigation, les plantes continuant à s'alimenter en eau plusieurs jours après la pluie. En la canalisant, cette eau peut également irriguer des plantes au pied du bâtiment ou en façade, favoriser les façades végétales et la biodiversité. Et le bénéfice cumulé des plantes et de

**La volonté du Prieuré a été de valider techniquement l'efficacité du système sur deux sites tests.**

l'évaporation de l'eau diminue de plus de 25 °C la température du support. Plus largement, en piégeant les calories thermiques et en limitant la réflexion solaire, le système participe à la lutte contre les îlots de chaleur.

**Outre l'intérêt hydrique** qui tend vers le zéro rejet, la douzaine de chantiers références déjà installés en France et à l'étranger confirment l'intérêt des maîtres d'ouvrage publics et privés pour cette toiture qui introduit la nature en ville et du confort thermique l'été. Elle ouvre également de nouvelles possibilités d'aménagement urbain, création paysagère, potagère, façades irriguées, en valorisant l'eau de pluie tout en s'inscrivant dans le développement durable de la ville du futur. Deux nouveaux sites d'expérimentation sont prévus à Marseille et à Anvers (Belgique) pour tester la solution sous d'autres climats. ■