



Département de Guyane

Référentiel des techniques alternatives à l'imperméabilisation des sols en milieu tropical humide

Rapport d'études



FICHE SIGNALÉTIQUE

CLIENT

- ◆ Raison sociale ⇒ **DEAL Guyane**
- ◆ Coordonnées ⇒ **Services MNBSP**
Impasse Buzaret - CS76 0003
97 300 CAYENNE Cédex
- ◆ Nombre d'exemplaires envoyés ⇒ 1
- ◆ Pièces jointes ⇒ /
- ◆ Destinataires ⇒ **M. Benoît JEAN**
M. Jonathan SAM
- ◆ Date d'envoi du document ⇒ 15/09/2017
- ◆ Lieu d'intervention et département ⇒ Guyane
- ◆ Famille d'activité ⇒ Etudes
- ◆ Milieu ⇒ Aménagement/Gestion des eaux de ruissellement

DOCUMENT

- ◆ Nature du document ⇒ Rapport d'études
- ◆ Révision ⇒ 0
- ◆ Nom des chargés d'affaires ⇒ L. LUTTRINGER & M.RIDOIRE

CONTROLE QUALITE

- ◆ N° devis NB/15062017
- ◆ Document élaboré par : M.RIDOIRE et L. LUTTRINGER

	Nom :	Fonction :	Date :	Signature :
Rédigé	L. LUTTRINGER	Ingénieure	12/06/2017	
	M.RIDOIRE	Ingénieure	12/06/2017	
et vérifié :	N. BREHM	Gérant ingénieur	14/06/2017	

SOMMAIRE

1	Contexte et methodologie	5
1.1	Contexte démographique de l'étude	5
1.2	Contexte climatique	6
1.3	Contexte réglementaire.....	7
1.4	Présentation de la méthodologie employée	9
1.4.1	Pour dresser l'inventaire des techniques existantes	9
1.4.2	Pour évaluer l'efficacité de leur utilisation en Guyane Française	10
2	Présentation des techniques recensées et evaluation de leur efficacité en guyane française.....	13
2.1	Les toitures végétalisées.....	13
2.1.1	Présentation de la méthode	13
2.1.2	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	15
2.2	Les dalles alvéolées.....	16
2.2.1	Présentation de la méthode	16
2.2.1	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	18
2.3	Les tranchées drainantes	20
2.3.1	Présentation de la méthode	20
2.3.1	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	21
2.4	Les noues	22
2.4.1	Présentation de la méthode	22
2.4.2	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	23
2.5	Les chaussées à structure réservoir	25
2.5.1	Présentation de la méthode	25
2.5.1	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	26
2.6	Les bassins de rétention à ciel ouvert	27
2.6.1	Présentation de la méthode	27
2.6.1	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	29

2.7	Les bassins de rétention enterrés	30
2.7.1	Présentation de la méthode	30
2.7.1	Retours d'expérience disponibles en Guyane Française	31
3	Récapitulatif sur les différentes techniques alternatives applicables en Guyane française	33
4	CONCLUSIONS	34

1 CONTEXTE ET METHODOLOGIE

La Guyane, seul territoire d'Outre-Mer français situé en Amérique du Sud et en zone équatoriale, doit actuellement répondre à de nombreuses problématiques d'aménagement compte tenu de sa forte croissance démographique.

Face aux contraintes climatiques et aux fortes précipitations ayant lieux sur ce territoire, les projets d'aménagements « classiques », impliquant d'importantes surfaces au sol imperméabilisées favorisent le ruissellement des eaux de pluies ainsi que les phénomènes d'inondations.

Des techniques alternatives à l'imperméabilisation des sols existent et sont utilisées partout à travers le monde. Toutefois, les retours d'expériences disponibles ne permettent pas forcément de juger de l'efficacité de ces techniques en milieu tropical ou équatorial où les précipitations sont plus importantes.

Ainsi, à la demande de la DEAL de Guyane, nous avons été mandaté pour dresser un inventaire des techniques disponibles dans le but de limiter l'imperméabilisation des sols au droit de projets d'aménagements et d'évaluer leur efficacité sur le territoire de la Guyane Française. L'inventaire comprend également les techniques mises en place pour limiter les débits d'eaux pluviales induits par la réalisation de projets d'aménagement.

Le présent rapport rend donc compte des résultats de cette étude.

1.1 Contexte démographique de l'étude

La Guyane, département français d'outre-mer, fait face depuis plusieurs années à une croissance démographique très importante : il s'agit de la croissance démographique la plus importante de France.

Le taux de croissance annuel moyen s'élève à 2,2% par an d'après les dernières données de l'INSEE. En plus de cette très forte croissance démographique, le département de la Guyane présente d'importants attraits migratoires vis-à-vis de ses pays voisins.

Cette forte croissance démographique pousse donc la Guyane à développer ses infrastructures et ses zones d'habitations très rapidement.

D'après le rapport de l'IEDOM (Institut d'Emission des Départements d'Outre-Mer) de 2015 sur le territoire de la Guyane, 4 400 à 5 200 logements par an devront être construits d'ici 2040 afin de répondre à la croissance démographique du territoire, selon les estimations de l'INSEE et de la DEAL.

Ce développement intense induit donc des pressions foncières importantes sur le territoire, dont plus de 90% est occupé par la forêt dense et des savanes, appartenant à l'Etat. Les parcelles constructibles sont dans certaines communes très prisées et nécessitent d'importants aménagements (défrichage, remblaiement, etc. Les aménagements généralement réalisés impliquent une imperméabilisation des sols importante.

1.2 Contexte climatique

Située en Amérique du Sud, entre le Brésil et le Suriname, la Guyane bénéficie d'un climat de type équatorial humide. Près de 96% de sa superficie est recouverte par la forêt amazonienne, sillonnée de fleuves et de criques. Le littoral présente de nombreuses mangroves et zones humides ainsi que des savanes par endroits.



Figure 1 : Localisation de la Guyane Française (source : guide-guyane.com)

De part sa position proche de l'équateur et grâce à sa façade océanique, le département ne présente pas d'importantes variations de températures et dispose de vents relativement faibles. L'année est marquée par différentes saisons :

La saison des pluies, généralement de Décembre à Juillet, entrecoupée par le « petit été de Mars », saison sèche observée au mois de Mars. La saison sèche, d'Août à Novembre.

L'alternance de ces saisons est liée à la Zone Intertropicale de Convergence (ZIC en langage courant).

La ZIC se matérialise par une ligne courbe de nuage également appelée équateur météorologique.

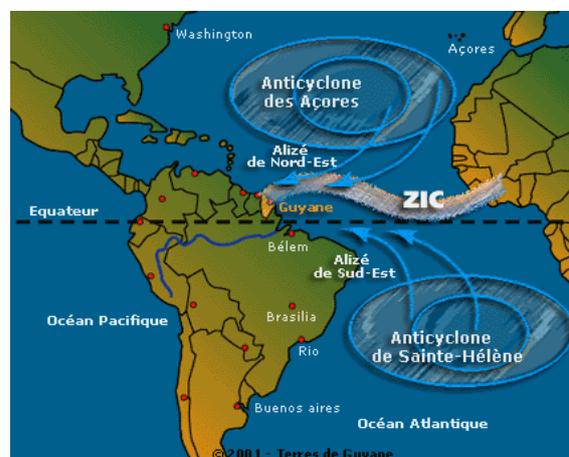


Figure 2: Illustration de la Zone de Convergence Intertropicale - ZIC (source: terreguyane.fr)

Suivant le stationnement de la ZIC, orienté en fonction de l'anticyclone des Açores au Nord et de celui de Sainte-Hélène au Sud, le département connaît des précipitations plus ou moins importantes.

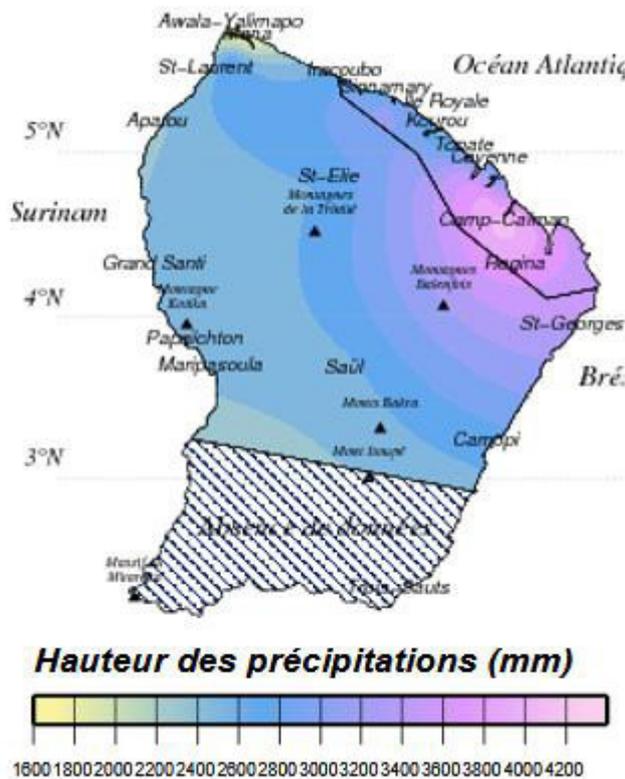


Figure 3: Hauteurs moyennes des précipitations sur la Guyane (1981-2010) (source: pluiesextremes.meteo.fr - édition du 23/02/2016)

1.3 Contexte réglementaire

Afin de mettre à disposition des communes les moyens de prévention nécessaires concernant les risques liés à ces précipitations intenses, un **Plan de Prévention du Risque Inondation** a été mis en place en 2001 sur les communes Cayenne, Matoury et de Rémire Montjoly. En 2002 le PPRI a été validé sur la commune de Macouria et en 2004 sur celle de Kourou.

Ces documents de planification résultent d'une étude du risque inondation sur l'ensemble des territoires concernés. Ses objectifs visent à mettre à dispositions des communes et des aménageurs, une carte de zonage règlementaire (réalisée en fonction des aléas et des enjeux) accompagnée de prescriptions et d'interdictions règlementaire pour chaque zone, dans le but de réduire le risque inondation, notamment en lien avec l'aménagement du territoire.

Malgré ces outils de planification, des évènements d'inondation sont régulièrement observés sur le territoire de la Guyane. Les derniers en date ont été observés en début d'année 2017, tant sur les bourgs de Cacao, de Kourou, de Saint-Laurent du Maroni, qu'en centre-ville de Cayenne. Ces communes sont pourtant dotées de réseaux de gestion des eaux de ruissellement.



Figure 4: Inondations du centre ville de Cayenne le 12/05/2017 Crédit phot: JDI



Figure 5: pont à l'entrée de Cacao Crédit photo : DR

Illustration photographique des récents évènements de crues 2017 (source : Guyane 1^{ère})

En ce qui concerne l'imperméabilisation des sols, différents textes de lois visent à prévenir le risque inondation et favorise un cadre juridique fort afin de limiter l'imperméabilisation des sols.

Le **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Guyane (SDAGE) 2016-2021**, ne prévoit pas d'orientation spécifique en lien avec l'imperméabilisation des sols. Cependant, certaines de ces orientations visent à préserver les milieux aquatiques. En France métropolitaine, certains documents de SDAGE intègrent d'ores et déjà des orientations spécifiques dans le but de limiter l'imperméabilisation des sols, afin de limiter le risque inondation lié à la gestion des eaux pluviales.

Le **Code de l'Urbanisme**, contribue à limiter l'imperméabilisation des sols par divers articles visant à limiter la consommation d'espace (*exemple : art.L141-3, L151-4, L151-22, L111-19*).

Dans le cadre de la présente étude, en considérant le lien direct entre l'aménagement des sols et le risque inondation, les principaux textes réglementaires applicables sont ceux présentés dans le **Code de l'Environnement**. Plus particulièrement l'article R214-1 précise les projets soumis au droit de la Loi sur l'Eau. Ces projets doivent répondre à des exigences

règlementaires afin de réduire ou de maîtriser au maximum leurs impacts sur l'environnement et plus particulièrement sur l'hydrologie et les milieux aquatiques.

Ainsi, en lien avec notre étude, dans le cas d'un projet d'aménagement dont la surface totale (projet et bassin versant intercepté) est supérieure à 1 hectare, il est nécessaire de mettre en place un **réseau de gestion des eaux de ruissellement** ainsi que d'éventuels **ouvrages de rétention** dans le but de respecter la neutralité hydraulique du/des milieu(x) récepteur(s).

Toutefois, la réalisation de tels projets impliquent une imperméabilisation relativement importante des surfaces. Des techniques alternatives pour l'imperméabilisation des sols et la gestion des eaux de ruissellement existent mais ne sont pas règlementées à l'heure actuelle.

Le **Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT)** ainsi que le **Code civil**, visent également à encadrer les pratiques en matière d'imperméabilisation des sols.

1.4 Présentation de la méthodologie employée

Lors de cette étude, nous avons visé tant à recenser les techniques alternatives à l'imperméabilisation des sols que les techniques visant à limiter les débits d'eaux pluviales induits par les projets d'aménagement.

1.4.1 Pour dresser l'inventaire des techniques existantes

Afin de recenser les techniques alternatives les plus utilisées nous avons veillé à contacter les différents acteurs d'un projet d'aménagement. Ainsi, nous avons échangé avec des bureaux d'études, des architectes, des paysagistes, des entreprises du BTP, etc.

Ces échanges ont également été complétés par la consultation de documents disponibles sur le sujet, guides d'aménagement, prescriptions techniques, etc.....

La synthèse d'information a été réalisée sous forme de fiches techniques visant à référencer les lieux de mise en œuvre de ces techniques, leur fréquence d'utilisation, les éventuelles contraintes, avantages et inconvénients, leurs coûts d'investissement et d'entretien.

La récolte d'information a été menée autant par la consultation de documents que par des échanges par téléphone, e-mail ou en direct avec des personnes ressources.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, diverses structures ont été contactées. Le détail est présenté en **Annexe 1**.

Compte tenu de la période à laquelle l'étude a été conduite (fin Juillet-mi Août), de nombreuses difficultés ont été rencontrées pour la récolte d'information puisque de nombreuses personnes ressources étaient en congés.

1.4.2 Pour évaluer l'efficacité de leur utilisation en Guyane Française

Les techniques présentées par la suite découlent d'une opération de tri. En effet, au cours de notre inventaire, différentes techniques ont été recensées. Toutefois, toutes ces techniques ne pouvaient pas forcément être mises en place en Guyane pour des contraintes économiques ou de réalisation.

Ainsi, des indicateurs ont été définis, en accord avec le Maître d'ouvrage :

- ◆ Coefficient de ruissellement ;
- ◆ Durée de vie de la technique et des matériaux ;
- ◆ Coût financier d'investissement et d'entretien ;
- ◆ Modalités d'entretien.

Les principales contraintes identifiées, spécifiques au territoire de la Guyane française ont été :

→ Des contraintes de mise en œuvre :

Les sols rencontrés sur le territoire sont relativement hétérogènes avec une présence importante de sols latéritiques, dont les coefficients de perméabilité sont très faibles - le coefficient de ruissellement sur les sols latéritiques est généralement estimé entre 0,9 et 0,95 dans les études de dimensionnement. Ainsi, **la majorité des techniques par infiltration est très difficilement applicable** en Guyane Française. Celles-ci pourraient être envisagées dans des zones spécifiques où les sols rencontrés sont principalement constitués de sables (sur certains secteurs à proximité de Saint-Laurent-du-Maroni notamment).

De plus, la présence de nappes d'eau souterraine à faible profondeur constitue également une contrainte importante limitant la mise en œuvre de nombreuses techniques, et plus particulièrement celles d'infiltration.

→ Des contraintes d'approvisionnement (disponibilité et transport de matériaux) :

Afin de **limiter l'utilisation de produits importés**, induisant des coûts financiers et environnementaux supplémentaires, la disponibilité sur le territoire des matériaux a été prise en compte.

Ainsi, certaines techniques ne peuvent que difficilement être mises en place sur le territoire guyanais ou s'avèrent être très coûteuses.

Citons à titre d'exemple les galets roulés, généralement utilisés pour la réalisation de tranchées drainantes ou d'infiltration. En Guyane, ce type de matériau est particulièrement onéreux compte tenu de l'absence d'alluvions sur le territoire.

→ **Des contraintes d'entretien :**

La majorité de ces techniques nécessite un entretien régulier et adapté à son fonctionnement (entretien de la végétation, curage, hydro-curage, vidange, décolmatage, etc.). Certaines techniques nécessitent un **entretien spécifique dont les outils nécessaires ne sont pas présents sur le territoire.**

Par exemple, il n'existe pas à l'heure actuelle de machine spécifique pour le décolmatage des enrobés drainants. Ceux-ci nécessitent un entretien régulier via un nettoyage de surface et un décolmatage de leur surface. En effet, si un tel entretien n'est pas réalisé, le revêtement peut se colmater via la présence de particules fines.



Unité de décolmatage d'enrobé drainant

Beaucoup de techniques alternatives visent à revêtir le moins possible les sols en place, laissant ainsi place au **développement important de végétaux**. Cependant, en milieu tropical, et plus particulièrement lors de la saison des pluies, l'entretien d'espaces végétalisés impliquent des coûts importants.

→ **L'emprise foncière :**

Depuis plusieurs années, la Guyane fait face à de fortes pressions démographiques et de logement. Les infrastructures et les zones d'habitation se développent très rapidement et il est difficile de répondre à la forte demande en matière de logement. Bien que le territoire de la Guyane Française représente une superficie de 84 000 km² environ, près de 96% est recouverte par la forêt amazonienne.

Les projets d'aménagement sont majoritairement concentrés sur le littoral et plus principalement sur les secteurs de l'île de Cayenne, Kourou et Saint-Laurent-du-Maroni. Ce développement très concentré induit des pressions foncières très importantes sur le territoire. Les parcelles constructibles sont très prisées et nécessitent généralement des aménagements préalables.

L'emprise au sol est donc une composante devenue clé des projets d'aménagement afin d'optimiser l'espace.

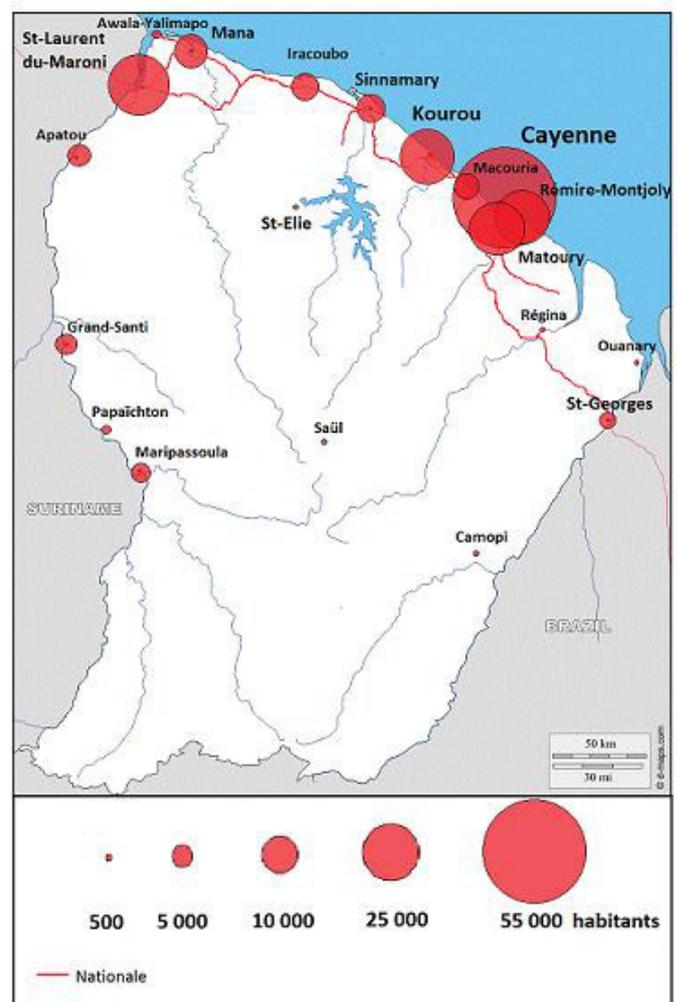


Figure 6 : Carte de répartition des populations et des communes sur le territoire de la Guyane en 2012 (source : Université de Pau et des pays de l'Adour)

Ainsi, les techniques nécessitant d'importantes emprises au sol ne seront pas forcément adaptées au contexte guyanais.

Bien entendu, chaque technique présentée doit faire l'objet d'un examen au cas par cas et peut être adaptée selon les caractéristiques des projets.

2 PRESENTATION DES TECHNIQUES RECENSEES ET EVALUATION DE LEUR EFFICACITE EN GUYANE FRANCAISE

Préalablement à la mise en place de ces techniques, les projets d'aménagement visent à réduire leur emprise au sol afin de limiter au maximum l'imperméabilisation des sols. Ce travail est principalement effectué lors de la définition du plan de masse des aménagements. Ainsi, des bâtiments à étages sont favorisés afin de limiter les surfaces imperméabilisées.

Les mesures présentées ci-dessous sont employées principalement en tant que mesures complémentaires, compensatrices et/ou réductrices afin de limiter les volumes d'eau pluviale induits par l'imperméabilisation des sols.

Il s'agit donc de moyen de gestion et de rétention les plus utilisés en Guyane et/ou ailleurs dans le monde.

L'ensemble des techniques présentées par la suite est détaillé dans des fiches synthétiques jointes à l'**Annexe 2**.

2.1 Les toitures végétalisées

2.1.1 Présentation de la méthode

Les toitures végétalisées sont apparues dans le début des années 70 dans les pays scandinaves et plus récemment en France, Belgique, Allemagne... depuis le début des années 1990. Ce n'est pourtant que dans le début des années 2000 que cette technique est plus largement employée.

Les toitures végétalisées consistent en la mise en place de différentes couches permettant l'implantation et le développement de végétaux. Ainsi, les végétaux présents sur le toit pourront absorber les eaux pluviales, dans la mesure du possible, qui n'auront plus besoin d'être évacuées en totalité vers un réseau de gestion via un système de gouttières.

Cette technique permet donc de répondre favorablement aux objectifs suivants :

- ◆ Agrément, intégration paysagère ;
- ◆ Isolation thermique et phonique ;
- ◆ Rétention des eaux de pluie (laminage des débits) et évapotranspiration.

Cette technique nécessite d'être intégrée au plus tôt du projet d'aménagement puisque le dimensionnement des bâtiments, notamment en ce qui concerne leur portance, est directement lié à cette charge supplémentaire.

Il existe trois types de toitures végétalisées :

- ◆ Intensives : Plus adaptées aux bâtiments collectifs avec une végétation beaucoup plus dense (similaire à un petit jardin) ;
- ◆ Semi-intensives : Elles sont plutôt adaptées aux bâtiments collectifs avec une végétation plus élaborée et plus décorative (gazon, petits arbustes...) ;
- ◆ Extensives : Elles sont plutôt adaptées aux maisons individuelles avec une végétation restreinte et résistante (mousses, plantes vivaces...)

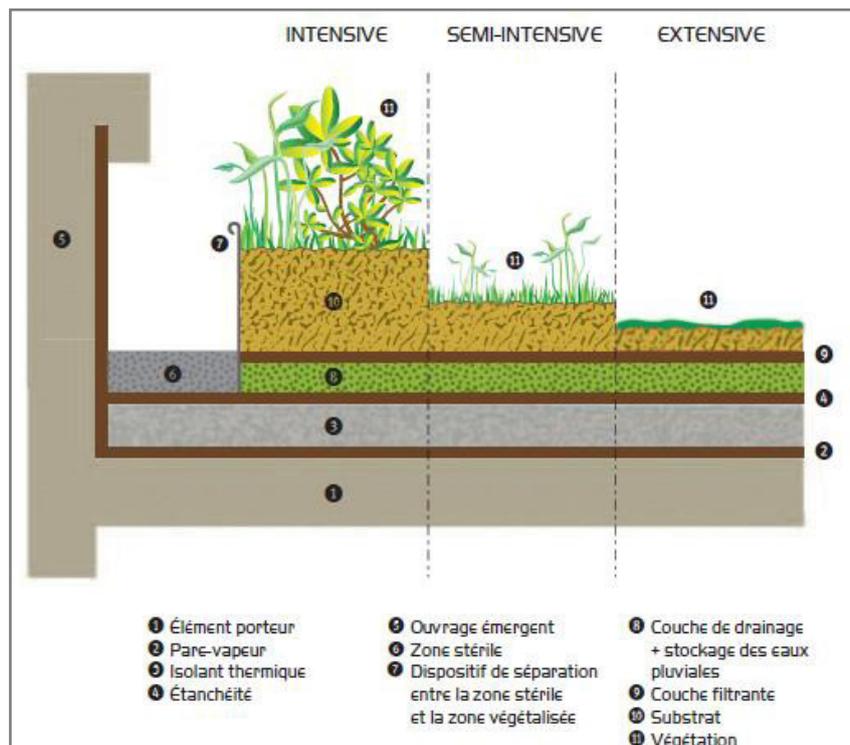


Figure 7: Illustration des différents types de toitures végétalisées (source : adopta.fr)



D'une manière générale, ce genre de structure nécessite la mise en place d'une charpente plus solide afin de supporter le poids des différents matériaux ce qui implique un coût à l'investissement plus élevé qu'une toiture classique.

Les prix d'investissement sont estimés à 70 à 200€/m².



En ce qui concerne l'entretien, une à deux visites par an sont nécessaires afin de procéder à un désherbage en fonction du type de toiture en place et à un contrôle des avaloirs et des descentes d'eaux pluviales.

En saison sèche, il convient également d'arroser les végétaux.



Avantages	Inconvénients
<p>Pas d'emprise foncière</p> <p>Impact thermique et phonique positif</p> <p>Cr* compris entre 0,1 et 0,6</p> <p>Bonne intégration architecturale et paysagère</p>	<p>Contraintes de pose et d'entretien</p> <p>Peu adapté au toit en pente (>5%)</p> <p>Nécessité de coupler cette technique avec une autre en cas de fortes pluies</p>

*Cr : Coefficient de ruissellement

2.1.2 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

Plusieurs toitures végétalisées ont été mises en place en Guyane (bureaux de l'EPAG, IUFM, CAF, école de Matoury, lycée Max Joséphine, bureaux de COGIT...).

Ces toitures sont principalement mises en place afin de concilier esthétique, intégration paysagère et isolation thermique.



Toiture de l'IUFM



Toiture végétalisée aux bureaux COGIT à Cayenne

Figure 8 : Illustrations photographiques de toitures végétalisées en Guyane

Les toitures végétalisées qui ont été installées sont composées d'une membrane goudronneuse, d'une membrane « anti-racine », d'un isolant thermique drainant, d'un géotextile, de terre végétales et de végétaux.



Concernant les éventuelles **contraintes spécifiques** à prendre en compte dans le dimensionnement, le climat tropical de Guyane peut impliquer d'importants apports d'eau au droit de la toiture, ce qui nécessite généralement de coupler cette technique avec une seconde afin de gérer les surplus d'eau pluviale ne pouvant être supportés par les végétaux.

Ainsi, des évacuations sont prévues en bordures de toiture, afin de gérer les surplus d'eau pluviale, et les acheminer soit dans le réseau soit dans le milieu naturel.



En ce qui concerne les modalités d'**entretien**, celui-ci doit être effectué régulièrement, à minima une fois par mois en saison des pluies et un arrosage régulier doit être réalisé en saison sèche.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont très positifs en ce qui concerne l'intégration paysagère et l'isolation thermique et phonique. Toutefois les retours d'expérience concernant l'éventuelle réduction des volumes d'eau pluviale gérés sont relativement faibles car cette technique n'est généralement pas utilisée pour diminuer les volumes d'eau pluviale mais plus pour son intégration paysagère et l'isolation thermique et phonique.

Les premières toitures végétalisées ont été mises en place en Guyane il y a près de 10 ans (toiture de la CAF de Cayenne).

2.2 Les dalles alvéolées

2.2.1 Présentation de la méthode

Les dalles alvéolées représentent une des techniques les plus utilisées à l'heure actuelle, notamment afin de réduire les surfaces imperméabilisées au droit de zones de stationnement. Ces matériaux consistent en des dalles préfabriquées présentant des alvéoles de vides. Ces dalles peuvent être en béton, PEHD (PolyÉthylène Haute Densité) ou matériaux recyclés. Cette innovation a été développée en Allemagne dans le début des années 1990 avant d'être utilisées au-delà de ses frontières.

Il s'agit de dalles qui s'emboîtent de façon solidaires en elles afin de former une surface plane et résistante. Les alvéoles de la dalle peuvent être comblées par différents types de substrats, parmi les plus utilisés la terre végétale avec mise en place de gazon, de mousse, ou le remplissage par des minéraux (sables, graviers, etc...).

Ces dalles, souvent communément appelées dalles *Evergreen*, présentent une durée supérieure à 10 ans suivant les modalités de sollicitations.

L'indice de vide de chaque type de dalle peut varier d'un fournisseur à l'autre. En général, les dalles en béton présentent un indice de vide de 50% tandis que celles en PEHD de 70%.

Ce critère est généralement un facteur non négligeable en présence de sols dont les coefficients de perméabilité sont faibles.

Concernant leur mise en place, un décaissement jusqu'à 60 cm, un test de portance du sol ainsi qu'un test de perméabilité du sol sont nécessaires.

En fonction du type de substrat utilisé, les modalités d'entretien varient. Ces modalités sont précisées dans le tableau suivant.

Tableau 1: Modalités concernant les différents types de dalles

	Type de dalles	Usage (sollicitations véhicules ou piétons)	Modalités d'entretien	Coefficient de ruissellement	Coût € / m ²
	Dalles alvéolaires enherbées	Moderé	Entretien régulier (tonte des végétaux) Arrosage éventuel en saison sèche	0,3 à 0,5	70 - 85
<i>Source : Route de Baduel - NBC Août 2017</i>					
	Dalles alvéolaires avec mousses végétale	Intensif	Faible entretien Eventuel arrosage en saison sèche	0,1 à 0,3	55 - 70
<i>Source : parking.ecovegetal.com</i>					
	Dalles alvéolaires avec minéraux	Intensif	Faible entretien	0,2 à 0,6	60 - 90
<i>Source : parking.ecovegetal.com</i>					
	Dalles alvéolaires avec pavés béton	Intensif PMR* 	Aucun	0,2 à 0,5	90 - 105
<i>Source : parking.ecovegetal.com</i>					

*PMR : Personne à Mobilité Réduite

D'une manière générale, l'utilisation de dalles alvéolaires reste une technique relativement simple à mettre en œuvre, avec un coût peu élevé et une bonne intégration paysagère. Suivant les types de dalles employées, l'entretien peut être plus ou moins contraignant.



Les coûts de mise en place sont estimés entre 55 et 105€/m² suivant les types de dalles.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci diffère suivant le type de dalles employées.

Les modalités d'entretien sont peu contraignantes et consistent principalement en un entretien de la végétation dans le cas de dalles engazonnées/enherbées avec un éventuel arrosage en saison sèche.



Avantages	Inconvénients
<p>Durée de garantie pouvant aller jusqu'à 20ans</p> <p>Bonne intégration paysagère</p> <p>Cr compris entre 0,05 et 0,5</p> <p>Dalles en PEHD facilement transportable pour une utilisation en sites isolés</p>	<p>Contraintes de pose et d'entretien</p> <p>Peu conseillé dans le cas de sols imperméables</p> <p>Usage peu intensif à solliciter</p> <p>La majorité des dalles ne sont pas adaptées aux places PMR</p>

2.2.1 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

D'après les retours d'expériences disponibles, seules les dalles alvéolaires enherbées et avec minéraux ont été mises en place en Guyane.

Ces solutions enherbées sont de plus en plus utilisées en Guyane dans de nombreux projets d'aménagement notamment au droit de zones de stationnement. Elles se limitent toutefois à des usages privés et résidentiels.



Il n'existe pas de contraintes majeures spécifiques à la Guyane Française concernant la mise en place des dalles alvéolaires.

Il convient de prendre en compte le caractère imperméable de la latérite et ainsi :

- ◆ Mettre en place une sous-couche de structure relativement perméable favorisant une infiltration à minima sur la hauteur de la couche de structure ;
- ◆ Dans le cas de dalles engazonnées, éviter le remplissage des alvéoles vides par de la terre végétale constituée de latérite (privilégier plutôt un mélange sable/terre végétale)



En ce qui concerne les modalités d'entretien, celui-ci s'avère être relativement peu coûteux. L'entretien varie suivant le type de dalles. La solution la plus contraignante en

termes d'entretien concerne les dalles engazonnées. Un entretien régulier des végétaux peut être nécessaire surtout en saison des pluies.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont relativement mitigés.



Compte tenu du caractère imperméable de la latérite, très communément rencontrées au droit des sols guyanais, ne permet pas une bonne infiltration des eaux pluviales au-delà de la couche de structure. De plus, dans le cas de **dalles engazonnées**, le développement des végétaux peut nécessiter un **entretien relativement coûteux**, notamment en saison des pluies.

La majorité des dalles alvéolées mises en place sur le territoire sont en béton, dont l'indice de vide est inférieur à celui des dalles en PEHD. Il a été observé dans certains cas une dégradation de ces dalles dans le temps (fissure, corrosion, etc...). Reste à savoir si ces dégradations peuvent être imputées au climat du territoire ou si elles sont liées à des défauts d'entretien ou à une mauvaise qualité des matériaux utilisés.

Des solutions ont été utilisées afin de palier à ces difficultés d'infiltration et aux dégradations des dalles béton :

- Utiliser un mélange composé de terre végétale (30%) et de sable (70%) au lieu de mettre en place 100% de terre végétale au droit des vides.
- Préférer l'utilisation de dalles alvéolaires en PEHD qui permettraient de mieux répondre aux mouvements de sol mais aussi plus légère pour le transport.

Les dalles avec minéraux sont relativement peu utilisées sur le territoire, principalement pour des raisons de confort d'usagers. Toutefois, les retours d'expérience disponibles (notamment au droit du parking de la Marina à Roura) sont très positifs avec une très bonne infiltration des eaux de pluies.

2.3 Les tranchées drainantes

2.3.1 Présentation de la méthode

Les tranchées drainantes sont des ouvrages de faible profondeur (1 à 2 m) linéaire permettant de recueillir les eaux pluviales provenant des voiries ou des toitures.

Elles sont remplies de matériaux poreux (graviers principalement) ce qui peut aussi leur conférer une structure réservoir, et recouvertes de graviers ou de pelouse.

Il existe deux types de tranchées :

- ◆ Les tranchées drainantes : système de rétention des eaux. L'eau est évacuée grâce à un système de drain, selon un débit régulé vers l'exutoire
- ◆ Les tranchées d'infiltration : l'écoulement des eaux se fait directement dans le sol.



Tranchées drainantes

(source :

<http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr>)

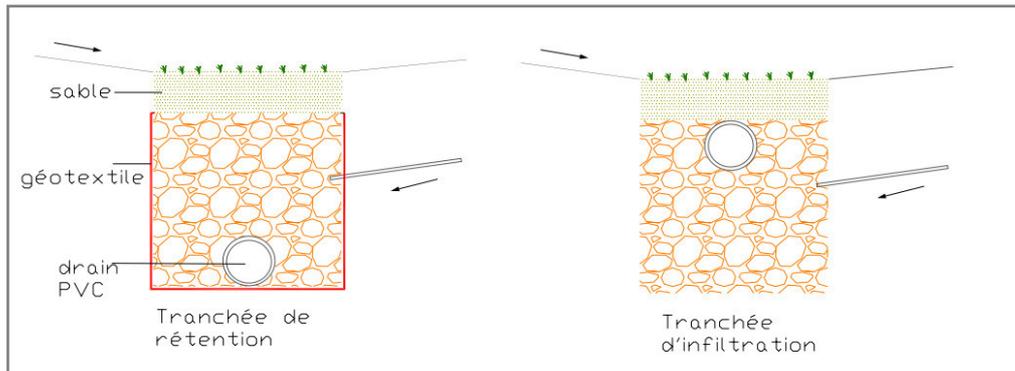


Figure 9: Schéma de principe des types de tranchées drainantes (source : techniques alternatives en assainissement pluvial - <http://lamotheachard.com/>)

Le dimensionnement de la tranchée dépend donc :

- ◆ De la perméabilité du sol (il est préférable pour les sols peu perméables de mettre en œuvre des tranchées drainantes de rétention),
- ◆ Du type d'eau qu'elle recueille (toiture, voiries),
- ◆ De l'indice de vide pour les matériaux poreux.



Le coût de mise en place est estimé entre 40 et 60 € / m³.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci consiste en un entretien régulier des végétaux qui peuvent se développer en surface, une inspection caméra du drain et un hydrocurage occasionnel pour éventuellement décolmater l'ouvrage.



Avantages	Inconvénients
<p>Bonne intégration paysagère</p> <p>Faible emprise foncière</p> <p>Coût de mise en place relativement faible</p> <p>Utilisation possible pour les cheminements piétons (graviers)</p> <p>Cr compris entre 0,4 et 0,6</p>	<p>Entretien régulier et spécifique afin d'éviter les risques de colmatage</p> <p>Difficultés d'infiltration en cas de présence de nappe à faible profondeur</p>

2.3.1 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

Les tranchées drainantes sont très peu utilisées sur le territoire. Les rares retours d'expériences disponibles concernent les projets d'aménagement résidentiels de faible envergure. Cette technique est généralement utilisée afin de gérer des volumes relativement faibles.

Des ouvrages de ce type ont été mis en place sur la ZAC Hibiscus, récemment réalisée sur la commune de Cayenne et dont le développement continue à l'heure actuelle. Le fonctionnement de ces ouvrages a donné satisfaction jusqu'à présent, toutefois il conviendra de prendre en compte le fonctionnement de cet ouvrage sur le long terme.



Il n'existe pas de contraintes spécifiques à la mise en place de cette technique sur le territoire de la Guyane Française. Une attention particulière doit être portée à l'éventuelle présence de nappe à faibles profondeurs.



L'entretien de ces ouvrages est possible en Guyane Française via la présence sur le territoire du matériel nécessaire. Notons qu'en site isolé, il n'existe actuellement pas de dispositifs permettant un curage des réseaux.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont rares à l'heure actuelle et récents mais malgré tout positifs.

2.4 Les noues

2.4.1 Présentation de la méthode

Une noue consiste en un fossé peu profond, relativement large, trapézoïdal et végétalisé qui recueille provisoirement l'eau. Il s'agit d'ouvrage de gestion des eaux pluviales jouant également un rôle de rétention et/ou d'infiltration.

Il existe deux types de noues :

- ◆ Les noues d'infiltration qui visent à stocker les eaux et à favoriser l'infiltration de celles-ci dans les sols en place. Ce fonctionnement nécessite que les sols en place présentent des caractéristiques favorables à l'infiltration des eaux.

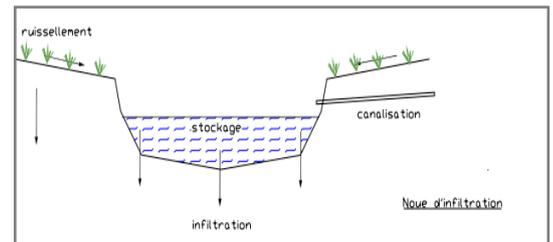


Schéma de principe d'une noue d'infiltration

- ◆ Les noues de rétention qui récupère les eaux au même titre d'un fossé vers un exutoire donné. Ce fonctionnement autorise une montée en charge dans la noue et nécessite une imperméabilisation des parois soit à l'aide d'une géomembrane soit via les sols en place si ceux-ci présentent les caractéristiques adéquates.

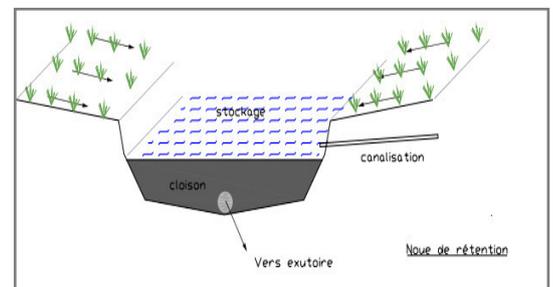


Schéma de principe d'une noue de rétention



Noues avec redents - Eco quartier de Rémire (source : NBC - Août17)



Noue enherbée - Quartier des Ames claires (source : NBC - Août17)



Noue enherbée - Chemin St Antoine (source : NBC - Août17)



Le coût de mise en place est estimé entre 40 et 50 € / m³.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci consiste principalement en un entretien de la végétation, un nettoyage des passages busés afin d'évacuer les éventuels obstacles à l'écoulement ainsi qu'un curage tout les 10 ans en moyenne.



Avantages	Inconvénients
<p>Bonne intégration paysagère</p> <p>Facilité de réalisation</p> <p>Implantation de végétaux qui favorise l'infiltration</p>	<p>Entretien régulier de la végétation et des passages busés</p> <p>Difficultés d'infiltration en cas de présence de nappe à faible profondeur</p> <p>Coût plus élevé en cas de présence de nombreux passages busés pour permettre les accès à des habitations particulières</p> <p>Emprise foncière relativement importante</p>

2.4.2 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

Compte tenu du faible coût de mise en place de cette technique, les noues sont régulièrement utilisées afin de tamponner les volumes d'eau pluviale à gérer au droit de projet d'aménagement. Il s'agit dans la majorité des cas de noues enherbées ayant un rôle principal de rétention et de canalisation.



Les noues réalisées en Guyane ne nécessitent généralement pas la mise en place de géo-membrane, compte tenu du caractère imperméable de la latérite qui constitue la plupart des sols en place sur les zones à fort développement.

Il peut être nécessaire, dans le cas de fortes pentes, de limiter les vitesses d'écoulement par la mise en place d'obstacles (redents).

Certains mouvements de terrain pouvant modifier les profils en long des ouvrages, il peut être envisagé de combiner cette technique avec un drain placé en fond de noue. Cette solution permet d'évacuer les eaux résiduelles en fond de noue et ainsi d'éviter toute stagnation d'eau et développement de gîtes larvaires.



En ce qui concerne les modalités d'**entretien**, celui s'avère être relativement contraignant et coûteux notamment en saison des pluies. En effet, afin de permettre un écoulement régulier, il est nécessaire d'effectuer un entretien très régulier de la végétation. La mise en place de certaines espèces de plantes peut améliorer de façon considérable l'entretien - par exemple la mise en place de plantes rampantes aquaphiles afin de coloniser la surface de la noue et éviter le développement d'autres végétaux a été réalisée au sein de l'éco-quartier de Rémire-Montjoly (Vidal).

Il peut également être envisagé de structurer le fond de l'ouvrage afin d'éviter toute modification du fil d'eau lors des opérations de curage.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont positifs car il s'agit d'une des techniques les plus simples d'utilisation. Toutefois, les modalités d'entretien peuvent s'avérer relativement coûteuses.



Il s'agit de la technique la plus employée sur le territoire pour la gestion et la rétention des eaux pluviales.

2.5 Les chaussées à structure réservoir

2.5.1 Présentation de la méthode

Les chaussées à structure réservoir sont des ouvrages permettant de stocker temporairement l'eau provenant des voiries, toitures, etc....

Elles peuvent être placées sous des chaussées, parking, terrain de sport, permettant ainsi une optimisation de l'espace.

Si le revêtement de surface est poreux (enrobés drainants, béton poreux ou pavés poreux), les eaux s'infiltrent directement dans la structure. Par contre, si le revêtement est étanche, les eaux de ruissellement sont injectées dans la structure par l'intermédiaire d'avaloirs (centraux ou latéraux à la chaussée).

Les eaux stockées sont ensuite évacuées soit par infiltration au travers un géotextile, soit vers un exutoire via un drain.

Les structures stockantes peuvent être constituées de massifs minéraux, ou de structures préfabriquées.



Massif stockant minéral (source : tpsm.fr)



Structure stockante préfabriquée (source : getech.fr)

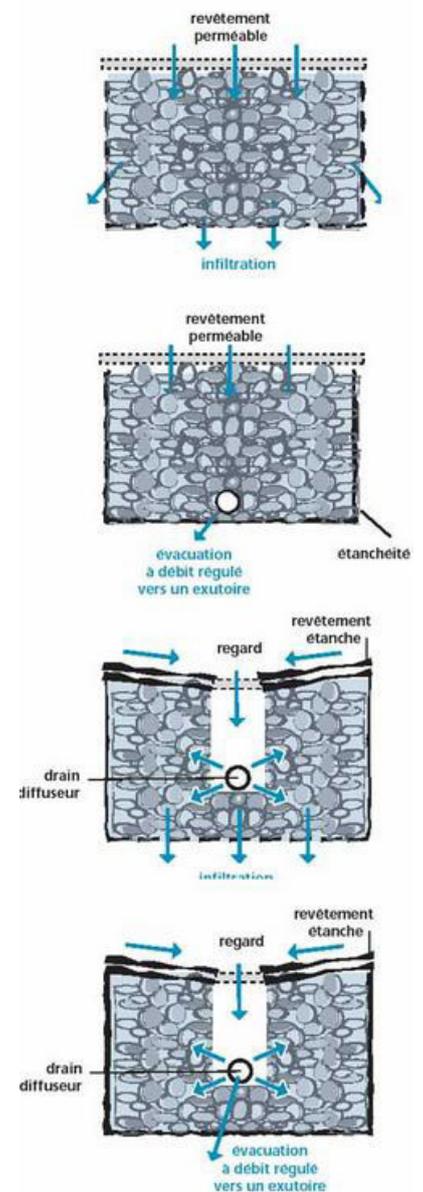


Schéma de fonctionnement des chaussées à réservoir

Le dimensionnement de ces structures est directement lié à ses usages (voies de roulement, cheminement piéton/vélo, parking).

Les caractéristiques à prendre en compte lors du dimensionnement sont principalement :

- ✓ l'indice de vide des matériaux ;
- ✓ la pente de la voirie ;
- ✓ la profondeur de la nappe ;
- ✓ la présence de réseaux enterrés (eau, électricité, téléphone...).



Le coût de mise en place est estimé entre 70 et 90 € / m³.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci consiste en un nettoyage annuel ou bi-annuel avec inspection caméra afin de vérifier l'état des drains.

Dans le cas d'un revêtement perméable, un entretien régulier est préconisé avec décolmatage si nécessaire.

Dans le cas de revêtement étanche et approvisionnement de la structure par des avaloirs, un entretien régulier du réseau est préconisé afin d'éviter tout obstacle à l'écoulement.



Avantages	Inconvénients
<p>Optimisation de l'espace au sol</p> <p>Faible emprise foncière</p> <p>Facilité de réalisation</p>	<p>Coût élevé</p> <p>Nécessité d'un entretien régulier</p> <p>Contraintes de dimensionnement : usages, profondeur de nappes...</p>

2.5.1 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

A ce jour cette technique n'est que peu appliquée en Guyane principalement à cause des coûts de réalisation qui sont un réel frein à sa mise en place.

Toutefois, des structures à chaussées réservoir ont été mises en place dans le cadre de petites opérations.



La présence de nappes souterraines à faible profondeur ne représente pas un frein à la mise en place de cette solution. Il convient toutefois de mettre les protections imperméables appropriées (géo-membrane) afin d'éviter toute contamination des eaux souterraines.

Les solutions actuellement en place sur le territoire consistent en des chaussées imperméables avec massif stockant enterré.



En ce qui concerne les modalités d'**entretien**, il est nécessaire de réaliser un entretien régulier via des inspections caméra et un nettoyage annuel.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont positifs bien que rares. Cette technique a commencé à être employée il y a environ 5 ans, sur de petites opérations d'aménagement. Elle s'avère toutefois très couteuse ce qui justifie le fait qu'elle ne soit pas régulièrement employée.



Des études sont actuellement menées afin de favoriser son utilisation car elle permet de ne pas mobiliser de l'espace au sol pour tamponner les eaux de ruissellement. Ainsi, dans un contexte où le critère du foncier est prédominant, cette technique semble une solution d'avenir en matière de gestion des eaux pluviales.

2.6 Les bassins de rétention à ciel ouvert

2.6.1 Présentation de la méthode

Ce type de technique est particulièrement adapté pour la gestion des eaux pluviales de projets complexes tels que des lotissements ou des ZAC dont les ouvrages de rétention, généralement nécessaires afin de respecter la neutralité hydraulique du milieu, sont de grandes capacités. A titre d'exemple le bassin de rétention à ciel ouvert mis en place au droit de la ZAC Hibiscus à Cayenne représente une capacité de stockage de plus de 56 000m³.

Ils représentent des ouvrages collectifs valables pour de grandes surfaces imperméabilisées.

Il existe deux types de bassins de rétention à ciel ouvert :

- ◆ **Les bassins secs** : ils se vidangent complètement suite à un événement pluvieux vers un exutoire par une buse en fond de bassin ou par infiltration;
- ◆ **Les bassins humides** : ils restent en eau en permanence avec une évacuation par sur-verse

L'évacuation des eaux se fait par une buse en fond de bassin (bassins secs), par sur-verse (bassins en eau), ou par infiltration dans le sol (bassins secs).

Ces ouvrages nécessitent une grande emprise au sol mais dans le cas de bassins de rétention secs, ils peuvent également être utilisés pour d'autres usages lorsqu'ils ne sont pas sollicités.

En effet, certains bassins de rétention peuvent accueillir des aires de jeux, des parcours sportifs, etc.....

Il convient toutefois de mettre en place une signalisation afin d'informer les usagers du double usage de cet espace. En effet, les retours d'expériences témoignent généralement d'un manque d'information des usagers qui sont surpris de voir leurs zones de loisirs faire l'objet d'une montée des eaux.



Bassin de rétention en eau - ZAC Hibiscus, Cayenne
(source : NBC, Août 2107)



Bassin de rétention sec avec usages sportifs - ZAC Hibiscus, Cayenne (source : NBC, Août 2107)



Le coût de mise en place est estimé entre 15 et 60 € / m³.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci consiste en :

- un entretien de la végétation pour les bassins secs ;
- un nettoyage régulier des berges, des buses, une évacuation des flottants, une vidange et un curage tous les 10 ans pour les bassins en eau.



Avantages

Bonne intégration paysagère
Possibilité d'usages multiples dans le cas des bassins secs
Facilité de réalisation

Inconvénients

Emprise foncière importante
Nécessité d'un entretien régulier, notamment dans le cas des bassins à secs

2.6.1 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

Les retours de ces ouvrages sont assez nombreux et relativement positifs dans la mesure où ils ont été dimensionnés correctement tant d'un point de vue des volumes de rétention que des ouvrages de régulation à leur exutoire.



Le caractère imperméable de la latérite ne permet pas la mise en place de bassin de rétention avec infiltration mais facilite la réalisation de bassin de rétention. A l'heure actuelle, la majorité des bassins de rétention réalisés consistent en des bassins secs, principalement afin de ne pas favoriser le développement de gîtes larvaires.

Toutefois, les importants frais d'entretien de la végétation qu'ils impliquent tendent à développer la solution des bassins en eau. De plus, les retours d'expérience ne semblent pas indiquer, dans le cas d'importants volumes stockés, que cette solution favorise le développement de gîtes larvaires.

Lors de la conception de bassins en eau, il convient de mettre en place les moyens de prévention de noyade adéquats, afin de prévenir tout accident de personne.



En ce qui concerne les modalités d'**entretien** :

- ◆ L'entretien des bassins secs végétalisés consiste en un entretien des espaces verts régulier qui s'avère coûteux ;
- ◆ L'entretien des bassins en eau s'avère moins contraignant : un simple nettoyage des berges, évacuation régulière des flottants, vidange et curage tous les 10 ans.



Les **retours d'expériences** sur l'utilisation de cette technique sont positifs et relativement nombreux. Il s'agit d'une des techniques les plus utilisées en Guyane avec la noue de rétention, de part sa facilité de mise en œuvre. Toutefois, les coûts d'entretien et l'importante emprise au sol qu'elle implique sont des facteurs de plus en plus considérés lors des phases de conception. Ainsi, les bassins en eau commencent à être préférés aux bassins secs car ils nécessitent moins d'entretien.

Dans le cas de bassins secs, il convient également de prévoir des dispositifs d'accès afin de permettre un entretien régulier des buses d'évacuation.

2.7 Les bassins de rétention enterrés

2.7.1 Présentation de la méthode

Un bassin de rétention enterré permet de stocker temporairement les eaux de pluie sous voirie légère ou lourde, espace vert... Ils sont généralement caractérisés par l'indice de vide, la hauteur de marnage, et les dimensions qui vont définir son volume utile.

Les eaux de pluie peuvent par la suite être utilisées pour une revalorisation future (par exemple, réserve incendie), soit être restituées au milieu naturel suivant un débit contrôlé, soit s'infiltrer dans le sol si la perméabilité de celui-ci le permet.

Ce type de technique permet de garder la même emprise au sol, tout en stockant les eaux pluviales.

Il existe différents matériaux utilisés pour la création de bassin enterré : des structures alvéolaires ultra légères, des structures préfabriquées, des pneumatiques usagés. Chaque matériau est caractérisé par son indice de vide qui peut avoisiner 90% de vide. Toutefois, il faut être prudent quand au rejet des pneumatiques usagers même dépollués.

Cependant, cette technique reste relativement coûteuse en comparaison aux autres techniques (dalles alvéolaires, noues...) avec un prix de mise en compris entre 400 et 700 €/m³. De plus, l'entretien de ces ouvrages est très spécifique (hycrocuration, inspection camera).



Structures alvéolées (source : pbatches.com)



Structures subway (source : ate-drainage.com)



Structures à base de pneus dépollués (source : actu-environnement.com)



Le coût de mise en place est estimé entre 300 et 600 € / m³.



En ce qui concerne l'entretien, celui-ci consiste en un nettoyage et un hydro-curage une fois par an et une inspection caméra à l'occasion pour vérifier l'état des buses.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Bonne intégration paysagère Pas d'emprise au sol Facilité d'entretien Solution moins coûteuse qu'un ouvrage en génie civil 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité d'études préalables dans le cas d'une mise sous voirie (ces cas sont toutefois rares car trop coûteux) Coûts de mise en place et d'entretien importants

2.7.1 Retours d'expérience disponibles en Guyane Française

La mise en place de cette technique est généralement limitée aux petites opérations privées pour des raisons économiques. Il s'agit principalement de bassins de stockage de capacité inférieure à 100 m³.

Cette solution alternative au bassin de rétention n'est pour l'heure qu'en expérimentation.



Compte tenu de la présence de nappes à faible profondeur sur les zones littorales, ce paramètre est généralement un facteur limitant dans la mise en place de ces structures. Afin de mettre en place cette technique pour des volumes peu importants, il peut être envisagé de sur-dimensionner légèrement le réseau en amont afin de permettre un stockage temporaire (compensation) dans les canalisations avant l'ouvrage de rétention. Ceci nécessite la réalisation d'une étude hydraulique adéquate.

Lors de l'implantation et du dimensionnement de l'ouvrage, il convient de prendre en compte les réseaux (eau, électricité...) et la présence d'arbres à proximité.



Compte tenu du caractère enterré de ces ouvrages, il n'existe pas de contraintes d'entretien particulières à la Guyane autres qu'un nettoyage régulier (hydrocurage) et une inspection caméra occasionnelle.



Les rares retours d'expériences disponibles sont positifs et concernent principalement des petites opérations immobilières avec la mise en place de bassins dont les capacités de stockage sont généralement inférieures à 100 m³. Ces ouvrages sont relativement



récents et ne permettent pas d'avoir un retour d'expérience sur le moyen et long terme.

L'Agence Régionale de Santé, n'est pas fermée à la mise en place de bassins de rétention enterrés réalisés avec des pneus usagés dans la mesure où les pneus sont dépollués et enterrés dans le but de créer une réserve d'eau.

3 RECAPITULATIF SUR LES DIFFERENTES TECHNIQUES ALTERNATIVES APPLICABLES EN GUYANE FRANÇAISE

		Coût de mise en œuvre	Coefficient de ruissellement	Applications	Avantages	Inconvénients	
TECHNIQUES ALTERNATIVES A L'IMPERMEABILISATION DES SOLS	TECHNIQUES DE RETENTION DES EAUX PUVIALES	1 Toiture végétalisée	70 - 200 € / m ²	0,1 à 0,6	Toitures en tout genre	Pas d'emprise foncière Impact thermique et phonique positif Bonne intégration paysagère et architecturale	Contraintes de pose et d'entretien Peu adaptée pour les toitures très pentues (>5%) Nécessité de coupler avec une autre technique en cas de fortes pluies
		2 Dalles alvéolaires enherbées	70 - 85 € / m ²	0,3 à 0,5	Parking à usage modéré	Bonne intégration paysagère Dalles en polyéthylène: légères pour le transport en sites isolés 20 ans de garantie sur certains produits	Usage peu intensif Contraintes d'entretien importantes Peu conseillée dans le cas de sols très peu perméables voir imperméables Corosion du béton
		3 Dalles alvéolaires avec minéraux	60 - 90 € / m ²	0,2 à 0,6	Parking à usage intensif Cheminement piétons	Usage intensif Jusqu'à 100 % d'infiltration et écoulement régulier en cas de fortes pluies Dalles en polyéthylène: légères pour le transport en sites isolés 20 ans de garantie sur certains produits	Intégration paysagère moyenne Coût financier important Non adaptée pour les places PMR Difficultés d'approvisionnement de minéraux roulés en Guyane
		4 Dalles alvéolaires avec mousse	55 - 70 € / m ²	0,1 à 0,3	Parking à usage intensif	Usage intensif Dalles en polyéthylène: légères pour le transport en sites isolés	Pas encore utilisée en Guyane Choix des végétaux à étudier Non adaptée pour les places PMR
		5 Dalles alvéolaires avec pavés béton	90 - 105 € / m ²	0,2 à 0,5	Parking à usage intensif Cheminement piétons	Facile à mettre en œuvre Adaptée pour les places PMR	Pas encore utilisée en Guyane Coût financier plus important
		6 Tranchée drainante	40 - 60 € / m ²	0,4 à 0,6	Autour des bâtiments pour les eaux de toiture Cheminement piéton Le long des voies de circulation	Bonne intégration paysagère Faible emprise foncière Coûts de mise en œuvre faibles Utilisation possible pour les cheminements piétons (graviers)	Entretien régulier et spécifique indispensable pour limiter les risques de colmatages Difficultés d'infiltration quand la nappe est à moins de 1 m de profondeur Confort d'usager moyen si cheminement piéton
		7 Noue	40 - 50 € / m ²	-	Le long de voies de circulation En limite de propriété	Bonne intégration paysagère Facilité de réalisation Utilisation de végétaux qui favorisent l'infiltration	Entretien régulier de la végétation et des passages busés Grande emprise au sol Difficultés d'infiltration en cas de nappes à faible profondeur
		8 Chaussée à structure réservoir	70 - 90 € / m ³	-	Voiries à faible pente	Optimisation de l'espace au sol Bonne intégration paysagère Absence de flaques d'eau	Coût financier plus élevé qu'une solution classique Nécessité d'un entretien régulier Contraintes de dimensionnement suivant les usages et profondeurs de nappe
		9 Bassin de rétention à ciel ouvert	15 - 60 € / m ³	-	Le long des voies de circulation	Bonne intégration paysagère Mise en œuvre facile et maîtrisée Possibilité d'usages multiples dans le cas de bassins secs	Emprise foncière importante Nécessité d'un entretien régulier, surtout dans le cas de bassins secs
		10 Bassin de rétention enterré	400 - 600 € / m ³	-	Sous parking, voiries	Bonne intégration paysagère Gain considérable d'espace au sol Capacité de stockage importante	Nécessite des études préalables dans le cas de la mise sous voirie (cas rares car trop coûteux) Coûts de mise en place et d'entretien importants

Tableau 2: Tableau récapitulatif des différentes techniques alternatives

4 CONCLUSIONS

Compte tenu des problématiques foncières et du risque inondation, la Guyane, veille depuis plusieurs années à mettre en place des techniques alternatives afin de diminuer les volumes d'eaux pluviales induits par les projets d'aménagements.

Bien qu'il existe différentes techniques alternatives mises en place sur le territoire métropolitain depuis plusieurs années, la majorité d'entre elles n'est appliquée en Guyane que depuis quelques dizaines d'années. La diversification de ces techniques en Guyane s'avère plus difficile qu'en métropole compte tenu des spécificités du territoire, et plus particulièrement des volumes importants à gérer, de la disponibilité des matières premières et matériaux ainsi que des coûts de mise en place ou des modalités d'entretien (certaines machines d'entretien ne sont pas disponibles en Guyane).

Les différents acteurs du secteur de l'aménagement sont toutefois moteurs dans la mise en place ou le développement de ces techniques, bien conscients des enjeux relatifs à la déimpermeabilisation des sols.

Au cours de cette étude, ces différents acteurs ont été consultés, tant sur le territoire Guyanais que dans les autres DOM-TOM ou en France Métropolitaine. La période de l'étude, réalisée au cours du mois d'Août n'a pas favorisée de réponses rapides. Cependant, les différents acteurs sur place et en dehors du territoire ont démontré un réel intérêt à la réalisation de cette étude et aux futurs résultats qui en découleront.

Il s'avère que différentes techniques sont utilisées en Guyane afin de réduire les volumes d'eaux pluviales gérées par les réseaux classiques. Les retours d'expériences ne s'avèrent pas toujours suffisants pour permettre de juger de leur efficacité sur le moyen et long terme.

Les projets de la ZAC Hibiscus et de l'Eco-Quartier de Rémire pourront, à terme, permettre de consigner un retour d'expérience sur la mise en place de techniques diverses en matière de gestion des eaux de ruissellement.

Ainsi, les techniques les plus employées, à l'heure actuelle, à savoir les noues enherbées et les bassins de rétention à ciel ouvert, bien que présentant des résultats satisfaisants ne seront pas forcément les techniques les plus appliquées dans le futur car très consommatrices d'espace au sol. Des entreprises locales tendent à développer d'autres solutions innovantes (toitures végétalisées, enrobés drainants, etc) spécifiques au contexte guyanais, afin de répondre aux critères techniques et économiques.



Annexes

Annexe 1 : Références

Bibliographie

Guide des techniques alternatives en assainissement pluvial - Insa Lyon, Y.AZZOUT, S.BARRAUD, F.N.CRES, E.ALFAKIH – 1994

Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales – Services techniques de l'urbanisme, Agences de l'Eau, Technique et documentation Lavoisier, 1994

Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement en Bretagne – Recommandations techniques – Préfectures des Côtes d'Armor et du Finistère, Missions interservices de l'eau de l'Ille et Vilaine et du Morbihan, Décembre 2007

Guide technique du SDAGE, « Vers la ville perméable ? Comment désimperméabiliser les sols ? » Comité de Bassin Rhône Méditerranée – Mars 2017

Guide technique des eaux pluviales, Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, 2013

Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement-Mission interservices de l'Eau-2004

Guide de bonne réalisation et d'entretien des ouvrages de rétention des eaux pluviales – DEAL de Guyane – Août 2014

Guide des techniques visant à la construction de toits végétalisés _ Québec

Pays de la Loire _ développement durable

Pluies de projet et débits ruisselés - Aide à l'exécution; Service de l'environnement (Suisse)

Sites internet consultés en Août 2017 (liste non exhaustive):

<http://www.vendee.gouv.fr/IMG/pdf/3209.pdf>

http://services-urbains.lillemetropole.fr/public/doc/eauxPluviales/08_Fiche_Technique_5.pdf

<http://water.tamu.edu/files/2013/02/stormwater-management-rain-gardens.pdf>

<http://www.oecd.org/water/>

Entreprises ou collectivités ayant participées aux retours d'expériences :

NB : De nombreuses structures contactées n'ont pas répondu compte tenu des congés d'été. Seules les structures ayant participées à la rédaction de es fiches sont citées ci-dessous.

Guyane :

Communauté d'Agglomération du Centre Littoral

Bureau d'études AGIR Environnement

Eiffage Guyane

Bureau d'études GTI Guyane

Bureau d'étude COGIT

Soprema

Ecovégétal

Stoupan distribution

Bureau d'études GTOI (Réunion)

EPAG Guyane

La Réunion :

Bureau d'études GTOI

Tahiti :

Gouvernement de Tahiti, Cellule Environnement



Annexe 2 : Fiches récapitulatives des techniques alternatives

Toiture végétalisée

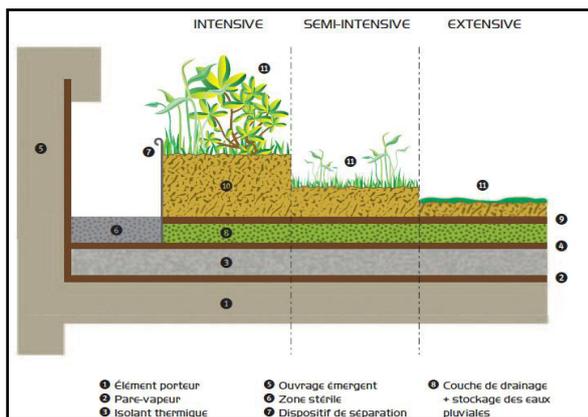
Origine des retours d'expérience:

Europe du Nord (climat continental), Guyane (climat tropical)

Utilisation < Europe du nord 10 à 25 ans
 Guyane < 5 ans

Fréquence d'utilisation < Europe du nord
 Guyane

Détail de fonctionnement:



Toit végétalisé de l'IUFM, Cayenne

3 types de toitures végétalisées:

- * Intensive
- * Semi-intensive
- * Extensive

Impacts thermique et phonique positifs

Procédé de stockage temporaire

En Guyane

Contraintes éventuelles de mise en place:

Nécessite une charpente plus solide

Pente optimale comprise entre 1 % et 5%

A coupler avec d'autres techniques pour une gestion optimale des eaux pluviales (orientation des surplus vers des tranchées drainantes)

Retours d'expériences:

Très rare: en cas de fortes pluies, la capacité de stockage est insuffisante. Ruissellement d'eau et stagnation d'eau dans les jardins. Cette solution est actuellement à l'étude en Guyane. Cependant, sa mise en place nécessite une intégration au projet en amont afin de prendre en compte les charges supplémentaires lors du dimensionnement des bâtiments.

Coût de mise en place: 70-200 €/m²

Coût d'entretien: 1 à 5 €/m²/an

Modalités d'entretien (protocole, fréquence):

1 à 2 visites de contrôle / an

Désherbage régulier suivant les végétaux implantés et arrosage régulier en saison sèche

Avantages	Inconvénients
Pas d'emprise foncière	Contraintes de pose et d'entretien
Impact thermique et phonique positif	Peu adaptée pour les toitures très pentues (> 5%)
Coefficient de ruissellement: 0,1 à 0,6	Nécessité de coupler avec une autre technique en cas de fortes pluies
Bonne intégration architecturale et paysagère	

Dalles alvéolaires enherbées

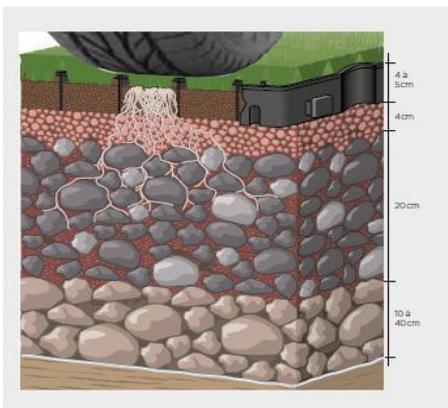
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine, Guyane, Réunion

Utilisation < **Europe du nord** 10 à 25 ans
Guyane < 5 ans

Fréquence d'utilisation < **Europe du nord**
Guyane

Détail de fonctionnement: Infiltration des eaux pluviales dans les éléments de vide des structures préfabriquées



ZAC Hibiscus, Cayenne

- Plusieurs types de structures:
- * Dalles béton alvéolées
 - * Dalles polyéthylène alvéolées
 - * Dalles en matériaux de pneumatiques recyclés (Ecopark)

Voie d'accès pompier possible
 Usage peu intensif

En Guyane

Contraintes éventuelles de mise en place:

Remplissage par de la terre végétale
 Test de perméabilité du sol

Possibilité de mettre en place un drain si sol très peu perméable
 Problème de structure pour les dalles en béton (fissures)

Retours d'expériences disponibles:

En Guyane, cette solution est de plus en plus utilisée dans les projets d'aménagement, cependant, le remplissage par de la terre végétale et l'engazonnement ne permettent pas une bonne infiltration des eaux pluviales. Les volumes ruissellent sur les sols en place et lorsque les végétaux poussent, cela induit des coûts d'entretien supplémentaires. Solution possible: mélange 70% de sable, 30 % de terre végétale.

Coût de mise en place: 70 - 85 € / m²
Coût d'entretien: suivant entretien réalisé

Modalités d'entretien (protocole, fréquence):
 Tonte régulière des végétaux
 2 fois / an : apport d'engrais et arrosage en cas de sécheresse

Avantages	Inconvénients
Durée de garantie pouvant aller jusqu'à 20 ans	Contraintes de pose et d'entretien
Bonne intégration paysagère	Peu conseillée dans le cas de sol imperméable
Coefficient de ruissellement: 0,3 à 0,5	Usage peu intensif
Dalles en polyéthylène: légères pour transport en sites isolés	Non adaptée pour les places PMR

Dalles alvéolaires avec minéraux

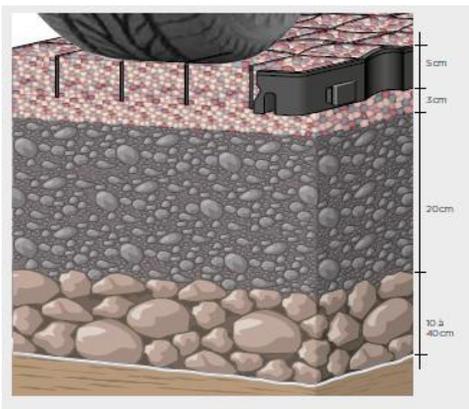
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine, Guyane

Utilisation < Europe du nord 10 à 25 ans
< Guyane < 5 ans

Fréquence d'utilisation < Europe du nord
< Guyane

Détail de fonctionnement:



Dalles alvéolaires avec des matériaux de couleur différente pour délimiter des emplacements

- Plusieurs types de structures:
- * Dalles béton alvéolées
 - * Dalles polyéthylène alvéolées

- Possibilité de mettre plusieurs types de minéraux:
- * roulés
 - * gravillons

En Guyane

Contraintes éventuelles de mise en place:

Test de perméabilité du sol
 Mise en place d'un drain si sol très peu perméable

Disponibilité des matériaux en Guyane (Exemple: graviers roulés)

Retours d'expériences disponibles:

Permet d'avoir une petite structure réservoir en plus
 Très bon écoulement des eaux même en saison des pluies
 Possibilité de rajouter du sable par-dessus la structure alvéolaire (évite le développement d'herbes)

Coût de mise en place: 75 - 90 € / m² pour les alvéoles en polyéthylène
 60 - 75 € / m² pour les alvéoles béton

Modalités d'entretien:
 Un entretien annuel pour les mauvaises herbes

Coût d'entretien: suivant l'entretien réalisé

Avantages	Inconvénients
Supporte un usage intensif Jusqu'à 100 % d'infiltration, et écoulement régulier dans le cas de fortes pluies Dalles en polyéthylène: légères pour transport en sites isolés Coefficient de ruissellement: 0,2 à 0,6 20 ans de garantie sur certains produits	Intégration paysagère moyenne Coût financier plus important Non adaptée pour les places PMR Difficulté d'approvisionnement des minéraux roulés en Guyane

Dalles alvéolaires avec mousse végétale

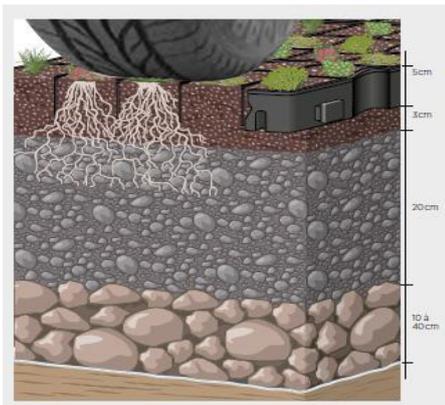
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine

Utilisation en Europe du nord : 10 à 25 ans

Fréquence d'utilisation en Europe du Nord:

Détail de fonctionnement:



Parking de l'école de Villenave d'ornon

Plusieurs types de structures alvéolaires: béton et polyéthylène

Utilisation intensive

Contraintes éventuelles de mise en place:

Test de perméabilité

Mise en place d'un drain si sol très peu perméable

Végétation à adapter en Guyane

Retours d'expériences disponibles:

Aucun en Guyane, technique jamais mise en place en Guyane

Bonne infiltration des eaux, très peu d'entretien (France métropole)

Coût de mise en place: 55 - 70 €/m²

Coût d'entretien: suivant état des mousses

Modalités d'entretien:

Très faible entretien de surface

Besoin en eau très faible

Avantages	Inconvénients
Usage intensif	Pas encore utilisée en Guyane
Coefficient de ruissellement: 0,1 à 0,3	Pas de connaissance sur les végétaux à utiliser
Dalles en polyéthylène: légères pour transport en sites isolés	Non adaptée pour les places PMR

Dalles alvéolaires avec pavés béton

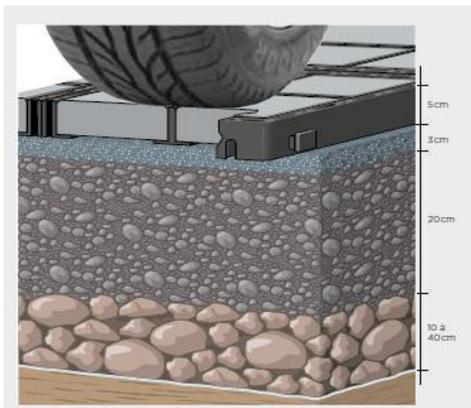
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine

Utilisation en Europe du nord : 10 à 25 ans

Fréquence d'utilisation en Europe du Nord:

Détail de fonctionnement: Percolation des eaux pluviales via les interstices entre les joints.



Accessible PMR
Facilité à mettre en œuvre



Parking dalle béton

Cheminement piéton ou zone de parking.
Peu utilisée pour les voiries.

Contraintes éventuelles de mise en place:

Nécessite la mise en place d'une couche de structure.

Retours d'expériences disponibles:

Aucun en Guyane, technique jamais utilisée à ce jour.

France métropolitaine: rapide à la pose, pas d'entretien, technique utilisée pour les places PMR

Coût de mise en place: 90 - 105 €/m²

Coût d'entretien: Aucun

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Supporte un usage intensif Facile à mettre en œuvre Coefficient de ruissellement: 0,2 à 0,5 Adaptée pour les places PMR 	<ul style="list-style-type: none"> Pas encore utilisée en Guyane Coût financier plus important que les solutions végétales ou minérales

Tranchée drainante

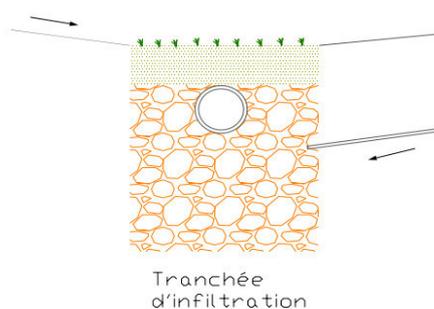
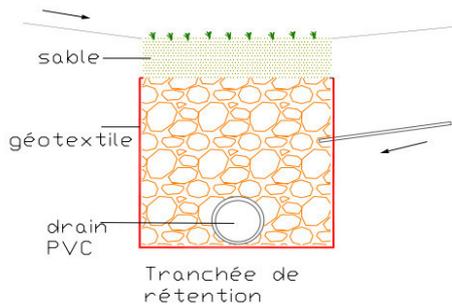
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine

Utilisation en Europe du Nord: 5 à 10ans

Fréquence d'utilisation en Europe du Nord :

Détail de fonctionnement:



Tranchées drainantes

Contraintes éventuelles de mise en place:

Mise en place d'un géotextile pour éviter le colmatage
Pentes relativement faibles

Tranchées d'infiltration non utilisées car sol peu perméable en Guyane

Tranchées de rétention enherbées ou graviers

Retours d'expériences disponibles:

Colmatage fréquent de ces ouvrages. Nécessite un entretien régulier pour empêcher le développement de la végétation et décolmater le dispositif ci-nécessaire. Prendre en compte lors du dimensionnement les indices de vide.

Coût de mise en place: 40 - 60 € / m³

Coût d'entretien: 1 € / m² / an

Modalités d'entretien:

Nettoyage des végétations si enherbement

Inspection caméra et hydrocurage occasionnel pour décolmater l'ouvrage

Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère	Entretien régulier et spécifique, indispensable pour limiter les risques de colmatage Difficulté d'infiltration quand la nappe est à moins de 1 m de profondeur (cas possible en Guyane)
Faible emprise foncière	
Coût de mise en place peu élevé	
Utilisation possible pour des cheminements piétons (graviers)	
Coefficient de ruissellement: 0,4 à 0,6	

Noue

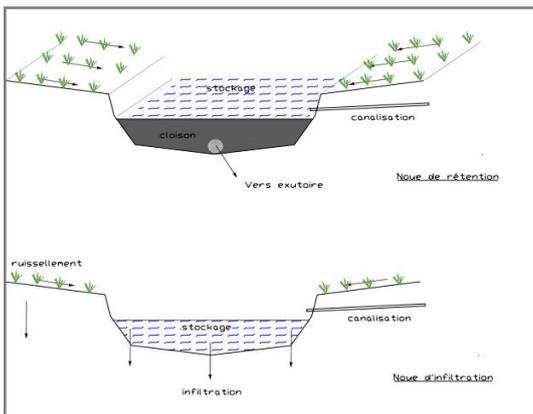
Origine des retours d'expérience:

Europe du nord , France métropolitaine, Guyane

Utilisation < Europe du nord 10 à 25 ans
< Guyane < 5 ans

Fréquence d'utilisation < Europe du nord
< Guyane

Détail de fonctionnement:



Noues avec redents – Eco quartier de Rémire (source : NBC – Août17)

- 2 types de noues
- * rétention
- * infiltration

En Guyane

Contraintes éventuelles de mise en place:

Grande emprise au sol

Dans le cas de raccordement de gouttières, s'il y a trop d'habitations, technique peu efficace

Dans le cas de noues centrales, les eaux de toiture ruissellent sur la chaussée: peut favoriser l'aquaplaning

Retours d'expériences disponibles:

Retours positifs sur le fonctionnement des ouvrages. Compte tenu du caractère imperméable du sol (latérite), seules les noues de rétention sont utilisées, généralement enherbées. Ouvrages peu profonds nécessitant une emprise au sol importante. La présence de noue le long des voiries nécessite la mise en place de passages busés pour permettre l'accès aux habitations individuelles (relativement coûteux). Entretien régulier indispensable. L'accessibilité des ouvrages vis-à-vis de la sécurité et de l'entretien est à prendre en compte.

Coût de mise en place: 40 - 50 €/m²

Coût d'entretien: 1 à 2 €/m² / an + 1 curage tous les 10 ans

Modalités d'entretien:

- Entretien de la végétation
- Nettoyage des passages busés/exutoire
- Curage tous les 10 ans

Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère Implantation de végétation qui favorise l'infiltration Facilité de réalisation	Emprise au sol importante Entretien régulier spécifique indispensable Difficultés d'infiltration (cas de nappes à faible profondeur) Coûts élevés en cas de nombreux passages busés

Chaussée à structure réservoir

Origine des retours d'expérience:

France métropolitaine, Guyane, Tahiti, Réunion

En Guyane

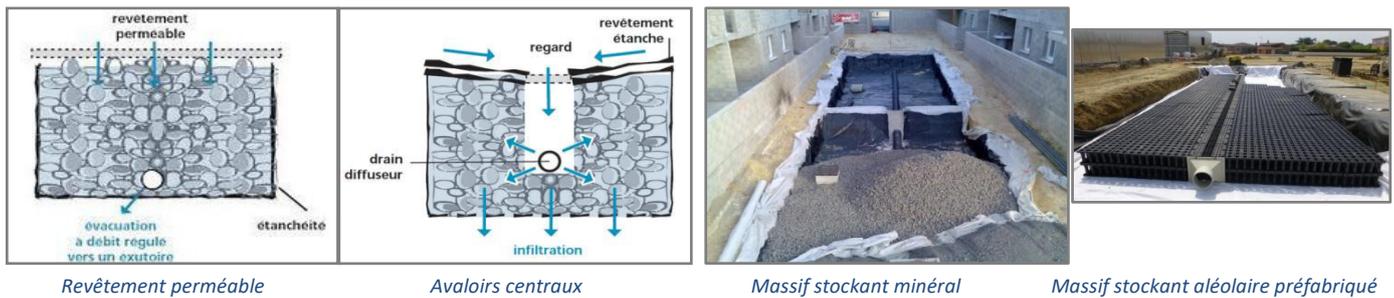
Utilisation: < 5ans

Fréquence d'utilisation en Guyane



Très peu utilisé car relativement cher à la mise en place et peu de retour d'expérience mais la solution tend à se développer notamment sur des opérations où il y a peu de place pour des dispositifs de rétention d'eau pluviale.

Détail de fonctionnement:



Mise en place d'une structure stockante sous la voirie. Les volumes stockés peuvent provenir des toitures des bâtiments voisins ou du ruissellement sur la voirie.

3 types d'acheminement des eaux sous la voirie:

- * revêtement perméable/enrobé drainant
- * avaloirs latéraux à la chaussée
- * avaloirs centraux à la chaussée

3 possibilités d'évacuation, en fonction des sols en place:

- * Infiltration par la mise en place d'un géotextile
- * Evacuation vers un exutoire via un drain
- * Infiltration et évacuation vers un exutoire

Contraintes de mise en place:

- Présence et hauteur de nappe
- Pente de la voirie

- Prise en compte de réseaux sous voiries
- Prendre en compte l'indice de vide des matériaux lors du dimensionnement

Retours d'expériences disponibles:

Peu de retours d'expérience sur la Guyane. Mais les seuls retours sont plutôt positifs. Reste à confirmer ce constat dans le temps en fonction de la pérennité de l'entretien. Les enrobés drainant ne peuvent pas être utilisés seuls en Guyane (faible capacité d'infiltration des sols). Ils peuvent donc l'être dans le cadre de cette solution. Actuellement, des sociétés travaillent à développer des solutions spécifiques à la Guyane. Toutefois, la mise en place d'un enrobé drainant nécessite un entretien spécifique et coûteux (décolmatage fréquent) qui est indispensable au bon fonctionnement de l'ouvrage.

Coût de mise en place: 70 - 90 €/m²

Coût d'entretien: 1 à 3 €/m²/an

Modalités d'entretien (protocole, fréquence):

- Pour un enrobé drainant: décolmatage préconisé tous les 1 ou 2 ans.
- Pour un revêtement étanche: curage des drains et contrôle par inspection caméra.
- Pour un massif stockant alvéolaire préfabriqué: nettoyage tous les 1 à 2 ans avec inspection des drains.

Avantages	Inconvénients
Optimisation de l'espace au sol Intégration paysagère Absence de flaques d'eau	Coût plus élevé qu'une solution classique Nécessité d'un entretien régulier Contraintes de dimensionnement: usages, nappes, etc Enrobés drainants à proscrire en Guyane

Bassin de rétention à ciel ouvert

Origine des retours d'expérience:

France métropolitaine, Guyane, Réunion

En Guyane

Utilisation: 10 à 25 ans

Fréquence d'utilisation:



Fréquemment utilisée dans les projets d'aménagement, cette solution est simple et peu coûteuse à mettre en place. Cependant, elle consomme beaucoup d'emprise au sol dans un contexte où le foncier est précieux.

Détail de fonctionnement:



Bassin de rétention en eau – ZAC Hibiscus, Cayenne (source : NBC, Août 2107)



Bassin de rétention sec avec usages sportifs – ZAC Hibiscus, Cayenne (source : NBC, Août 2107)

Les volumes à stocker sont acheminés via un réseau vers le bassin. L'évacuation peut se faire par une buse en fond de bassin, par surverse ou par infiltration dans le sol.

2 types de bassin * Bassin sec

* Bassin en eau

Retours d'expériences disponibles:

De nombreux retours d'expériences positifs en Guyane, dans la mesure où les ouvrages sont correctement dimensionnés, tant d'un point de vue des volumes de rétention que des ouvrages de régulation à leur exutoire. Compte tenu du caractère imperméable des sols en Guyane présent assez souvent, il n'est pas nécessaire de mettre en place de géomembrane afin d'imperméabiliser l'ouvrage. L'accessibilité de l'ouvrage vis-à-vis de l'entretien et de la sécurité est à prendre en compte.

Coût de mise en place: 15 - 60 €/m³

Coût d'entretien: 0,5 €/m³/an

Modalités d'entretien (protocole, fréquence):

Bassin en eau: Nettoyage des berges, évacuation des flottants, vidange et curage tous les 10 ans

Bassin sec: Entretien régulier de la végétation.

Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère Mise en œuvre facile et maîtrisée Possibilité d'usages multiples dans le cas de bassins secs	Emprise foncière importante Nécessité d'entretien régulier, notamment dans des cas de bassins secs

Bassin de rétention enterré

Origine des retours d'expérience:

France métropolitaine, Guyane, Réunion

En Guyane

Utilisation: < 5ans

Fréquence d'utilisation:



Compte tenu du coût de mise en place de ces techniques, celles-ci sont très peu utilisées en Guyane.

Détail de fonctionnement:



Structures alvéolaires ultra légère



Structures préfabriqués



Structure à base de pneumatiques usagés dépollués

Orientation des volumes à stocker dans des bassins enterrés via des systèmes de canalisation. L'exutoire se fait soit par infiltration à l'aide de drains et géotextiles soit par réorientation vers un exutoire.

Ces solutions peuvent être mises en place sous des espaces verts, sous des zones de parking, sous des voiries, sous réserve d'une étude et d'un dimensionnement préalable des ouvrages.

Retours d'expériences disponibles:

Les retours d'expérience sont positifs. Toutefois, la mise en place de ces solutions se limite aux petites opérations privées pour des raisons économiques. De plus, compte tenu des faibles profondeurs de nappe en Guyane, il n'est souvent pas possible de réaliser des bassins enterrés sur des profondeurs importantes, il s'agit généralement de bassins de stockage de capacité inférieures à 100 m³.

Coût de mise en place: 400 - 600 €/m³

Coût d'entretien: 0,5 €/m³/an

Modalités d'entretien (protocole, fréquence):

Inspection caméra

Nettoyage et hydrocurage une fois par an

Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère Gain considérable d'espace au sol Capacité de stockage importante	Nécessite des études préalables dans le cas de la mise sous voiries. Ces cas sont toutefois rares car très coûteux. Coûts de mise en place et d'entretien importants