Comparaison des coûts de différents scénarios de gestion des eaux pluviales
Etude de cas

Contexte et objectifs

La gestion des eaux pluviales par la collecte et l'évacuation à l'aval via des réseaux enterrés a des limites, et les risques associés sont connus : pollution des milieux, inondations… Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales sont aujourd'hui reconnues comme efficaces pour réduire ces risques. Il s'agit de ralentir, stocker temporairement et (si possible) infiltrer ces eaux, afin de limiter leur ruissellement et leur concentration en polluants.

On distingue 2 niveaux de gestion alternative des eaux pluviales :

- La gestion « centralisée », par des ouvrages tels que des bassins de rétention et/ou d'infiltration qui collectent les eaux pluviales et de ruissellement d'une zone de l'ordre de l'ha au km², par l'intermédiaire de réseaux enterrés.
- La gestion « à la source », au plus près du point de chute des eaux pluviales, par des ouvrages « à la parcelle » qui collectent les eaux pluviales et de ruissellement d'une zone de l'ordre du m² (noues, tranchées…).

Le changement de pratiques peine à s'opérer, en particulier concernant la gestion « à la source » qui s'avère pourtant être la plus efficace pour abattre la pollution (par une infiltration plus diffuse et moins profonde que la gestion « centralisée ») et en limiter les flux (plus la distance parcourue par l'écoulement sera faible, plus le lessivage des surfaces sera limité et moins ces eaux se chargeront en polluants). Plusieurs freins à la gestion alternative des eaux pluviales existent, parmi lesquels **les doutes sur l'efficacité de ces ouvrages**, et **les a prioris sur leur coût**.

En 2015, le groupe de travail « eaux pluviales et aménagement » du Graie s'est attaché à **démontrer l'efficacité d'une gestion à la source des eaux pluviales**, en s'appuyant sur les travaux de Jean-Luc Bertrand-Krajewski de l'Insa Lyon et Pauline Herrero du Graie. A partir d'un projet d'aménagement de zone artisanale (ZA), 3 scénarios de gestion des eaux pluviales ont été définis (du « centralisé » au « plus intégré ») et les ouvrages ont été dimensionnés pour un même évènement pluvieux. Puis l'efficacité des ouvrages de gestion à la source a été démontrée en simulant le fonctionnement de la zone ainsi aménagée avec de longues chroniques de pluie. *>> Pour en savoir plus.*

En 2016, le groupe de travail a poursuivi ses réflexions en abordant le 2e frein souvent évoqué : **la question du coût de la gestion alternative des eaux pluviales**, qui a été traitée en s'appuyant sur cette même étude de cas. Les objectifs sont les suivants :

- **Identifier et détailler les différents coûts de gestion des eaux pluviales (investissement et entretien) pour le cas étudié**
- **Comparer ces coûts entre les différents scénarios de gestion des eaux pluviales**
- **Etudier la répartition des coûts entre les différents acteurs selon les scénarios**

Par ailleurs, le groupe de travail s'est attaché à comparer les différents scénarios en fonction des services écosystémiques qu'ils apportent, par une approche qualitative simplifiée.

Méthodologie

Présentation des scénarios retenus

Le site d'étude est une ZA de 6,5 ha située dans l'Ain (la même que celle des travaux de 2015). Cette zone est fortement imperméabilisée : 20% de voiries, 55% de toitures, et 25% de parkings et autres surfaces. Les espaces non imperméabilisés présentent des conditions favorables à l'infiltration avec une perméabilité élevée du sol (K = 0.6×10^{-3} m/s), une topographie plane et une nappe à plus de 5 m sous la surface du sol en hautes eaux.

Cette étude s'appuie sur 2 des scénarios définis dans le cadre des travaux de 2015 sur l'efficacité de la gestion des eaux pluviales à la source :

- **le scénario 1** avec un réseau pluvial enterré classique, aboutissant à un bassin d'infiltration (gestion « centralisée »),
- **le scénario 2** où le réseau est remplacé par des noues d'infiltration (gestion « à la source »). Leur dimensionnement a été légèrement augmenté afin de supprimer le bassin d'infiltration situé à l'exutoire et ainsi simplifier le chiffrage des ouvrages.

Par ailleurs, un **scénario 1bis** a été ajouté : il correspond au scénario 1 en terme de gestion des eaux pluviales, mais il est complété par des aménagements paysagers permettant d'apporter une qualité paysagère et certains services écosystémiques équivalents au scénario 2. Leur surface est équivalente à l'emprise des noues du scénario 2.

Noues (©Graie)

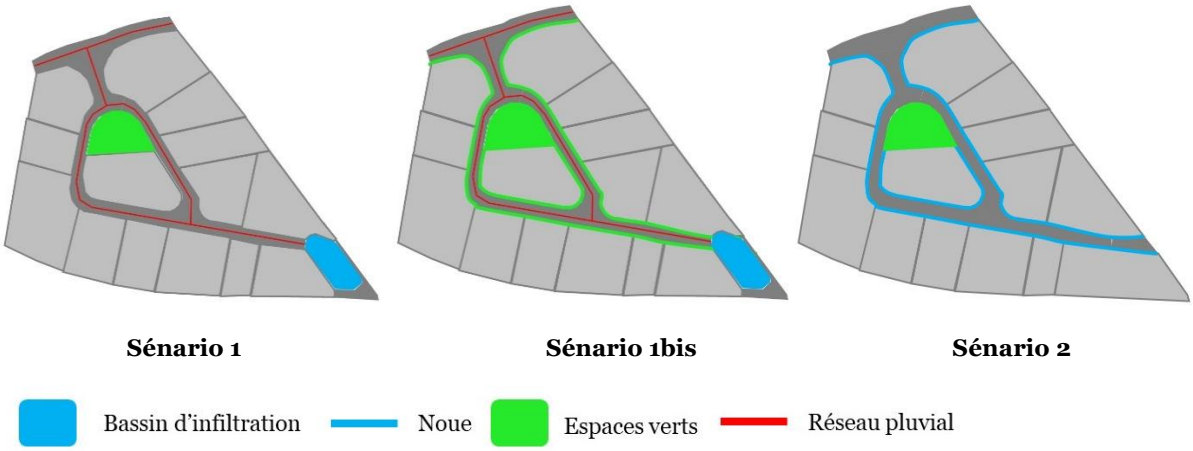
Bassin d'infiltration (©Insa Lyon - OTHU)

Remarque : *Le scénario 3 des travaux de 2015, comprenant des toitures végétalisées, a été écarté de l'étude. En effet, la solution utilisée -bacs de type Hydropack® d'une capacité de 32mm – présente un coût disproportionné dans un contexte de ZA, où le coût du foncier est faible ; ce dernier peut donc être mobilisé pour des ouvrages d'infiltration. Par ailleurs, les toitures végétalisées n'avaient pas été dimensionnées spécifiquement pour une pluie mais implantées sur toutes les surfaces de toitures de la zone. Les toitures végétalisées constituent néanmoins une solution économiquement pertinente dans un contexte urbain dense, avec peu d'espace disponible pour créer des ouvrages de rétention/infiltration et/ou des coûts de foncier très élevés.*

Les 3 scénarios retenus pour cette étude sont donc les suivants :

** espaces verts en bordure de voiries et/ou à proximité du bassin*	**Scénario 1** ***Réseau pluvial strict + bassin d'infiltration***	**Scénario 1 bis** ***Réseau pluvial strict + bassin d'infiltration+ plus-value paysagère****	**Scénario 2** ***Noues d'infiltration***
Longueur des collecteurs (m)	535	535	0
Longueur des noues d'infiltration (m)	0	0	432
Aménagement paysager (m2)	0	2160	0
Volume du bassin d'infiltration (m3)	1600	1600	0
Emprise au sol des ouvrages d'infiltration (m2)	1067	1067	2160

Tableau 1 : scénarios retenus



Identification des coûts pris en compte

Nous nous sommes attachés à identifier l'ensemble des coûts liés à **l'investissement et à l'entretien** des systèmes de gestion des eaux pluviales des 3 scénarios retenus. Ces coûts sont estimés sur la base des retours d'expériences des collectivités et bureaux d'études membres du groupe de travail, et ne sont présentés en annexe qu'à titre indicatif.

Pour l'**investissement** sont pris en compte les coûts liés à :

- la collecte et au transport : fourniture et pose des collecteurs et des avaloirs, branchements des lots
- l'infiltration : réalisation de noues paysagères simples enherbées (largeur 5m), avec une bordure, et busages pour l'accès aux parcelles, ou réalisation d'un bassin d'infiltration à ciel ouvert, enherbé et clôturé (car profond)
- l'aménagement paysager du scénario 1bis (dont la surface est équivalente à l'emprise du scénario 2)
- le foncier : foncier immobilisé pour les ouvrages d'infiltration et/ou pour les espaces verts. Il est à noter que dans le calcul de la répartition des coûts entre les différents acteurs a été prise en compte la plus-value réalisée par l'aménageur sur le foncier du fait de la qualité paysagère apportée par les noues ou l'aménagement paysager.

Pour l'**entretien**, les coûts pris en compte et les fréquences d'entretien retenues sont présentés ci-après. Il est à noter que ces fréquences tiennent compte du fait que l'étude de cas porte sur une zone industrielle, avec une fréquentation essentiellement de transit qui nécessite moins d'entretien qu'un espace public. Par ailleurs, l'entretien « mécanisé » des ouvrages d'infiltration et des espaces verts n'est pas compté car il serait identique pour les 3 scénarios. Enfin, il n'est pas prévu de curage des noues car cette opération est rarement réalisée sur une période de 60 ans (période de référence choisie pour le calcul des coûts, voir ci-après).

Postes d'entretien	Fréquences
Collecte et transport	
Curage collecteurs	2% par an
Nettoyage des grilles avaloir	1 fois par an
Infiltration et espaces verts	
Entretien courant noues enherbées ou espace vert	6 passages/an d'une équipe de 2 personnes. Durée de chaque passage : 0jr pour S1 ; 1jr pour S1bis et S2 ; 0,5 jr pour S3
Entretien propreté manuel (ramassage déchets…)	2h/équipe/mois = 3,4 jrs/an
Visite de contrôle de la noue	0,25 jr/équipe/an
Réfection partielle noues suite à accidents	1%/an
Entretien courant bassin d'infiltration (propreté, fauche, tonte, débroussaillage, clotûre)	5jr/équipe /an
Curage bassin + traitement sous-produits	Tous les 10 ans

Tableau 2 : Postes et fréquences retenues dans l'évaluation des coûts pour l'entretien

Nous avons fait le choix de **ne pas prendre en compte le coût des études** réalisées pour la conception du système de gestion des eaux pluviales de la ZA. En effet, ce coût n'apporterait pas d'éléments de comparaison dans la mesure où il est anecdotique au regard des coûts d'investissement, et où il serait équivalent pour les 3 scénarios retenus. Il est néanmoins à noter qu'un temps de coordination plus important serait à prévoir pour la conception et la réalisation des ouvrages dans le cas des noues (scénario 2).

Définition des valeurs des différents coûts

Les valeurs des différents coûts identifiés ont été définies sur la base des retours d'expérience des membres du groupe de travail, en particulier les collectivités et bureaux d'études. L'objectif n'était pas de définir des valeurs précises pour obtenir des coûts globaux parfaitement fiables, mais plutôt des ordres de grandeur à appliquer à chaque scénario afin de les comparer. Aussi, les coûts utilisés, présentés en annexe, ne sont pas à considérer comme des valeurs de référence et doivent être adaptés au contexte du projet (localisation, contraintes environnementales…).

Définition des durées de vie des ouvrages pour le calcul des amortissements (ou coûts annuels d'investissement)

Les coûts annuels d'investissement ont été calculés pour une période de 60 ans, qui correspond à la durée d'amortissement estimée d'un collecteur. Les durées de vie des différents ouvrages ont été définies sur la base des retours d'expérience des membres du groupe de travail. Il a été pris pour hypothèse que sur la période de 60 ans, on renouvelle :

- 0 fois les collecteurs et branchements,
- 1 fois les aménagements paysager, les noues et le bassin d'infiltration,
- 2 fois les grilles avaloirs.

Le détail des durées d'amortissement pour chaque poste de dépense est présenté en annexe.

Répartition des coûts selon les acteurs

Nous avons considéré que 3 acteurs interviennent pour supporter les coûts liés à la mise en place et à l'entretien du système de gestion des eaux pluviales de la ZA :

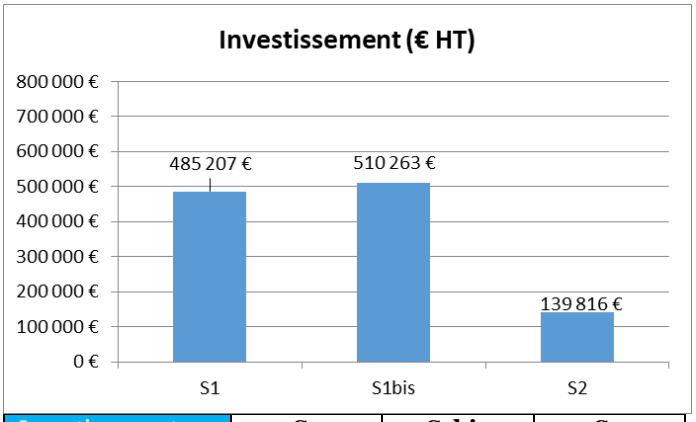
- L'aménageur, qui finance l'investissement
- La collectivité, qui finance l'entretien et le renouvellement des ouvrages
- Les propriétaires des différents lots, qui financent leur raccordement au système de gestion des eaux pluviales.

Le détail de la répartition des coûts identifiés entre les différents acteurs est présenté en annexe.

Nous avons pris pour hypothèse que l'aménagement paysager du scénario 1bis et les noues du scénario 2, qui constituent des espaces verts, apportent une plus-value de 4% à la valeur du foncier vendu par l'aménageur aux propriétaires.

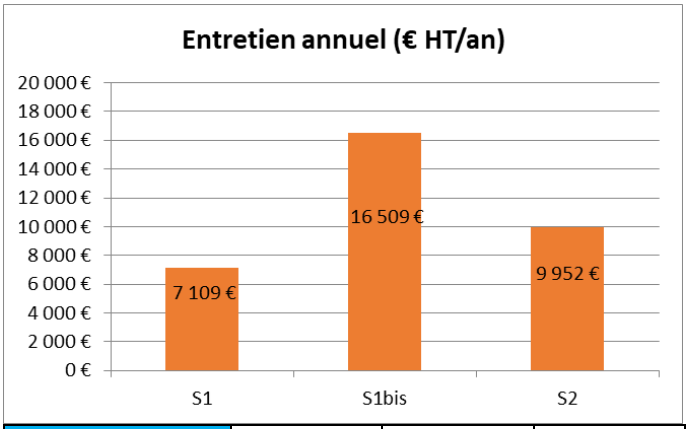
Résultats

Comparaison des coûts des différents scénarios



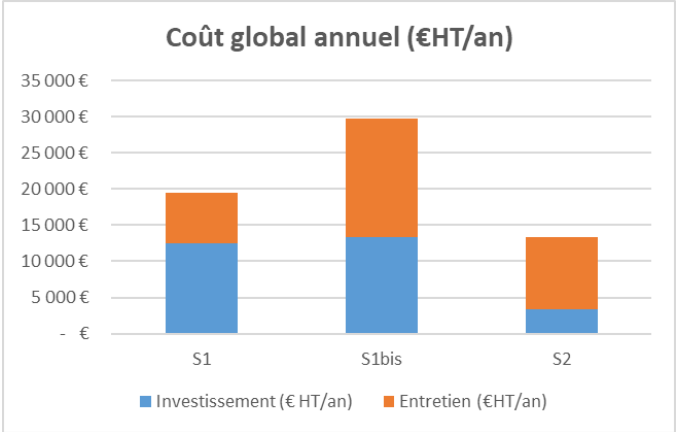
Investissement	S1	S1bis	S2
Rapport/coût le plus bas	x 3,5	x 3,7	1

En terme d'**investissement**, les noues (S2) présentent un fort intérêt par rapport au réseau traditionnel (S1), qui plus est avec un aménagement paysager équivalent (S1bis). Les coûts d'investissement, rapportés à la durée de vie, sont plus de 3,5 fois plus importants en gestion centralisée. On constate également que le coût de l'aménagement paysager est anecdotique au regard du coût des ouvrages de gestion des eaux pluviales enterrés (faible écart entre S1 et S1bis).



Entretien	S1	S1bis	S2
Rapport /coût le plus bas	1	x 2,3	x 1,4

Au niveau de l'**entretien**, le scénario le plus favorable est celui de la gestion « centralisée » (S2 : + 40% par rapport à S1). En effet, les noues du scénario 2 requièrent l'intervention régulière d'une équipe de 2 personnes pour la tonte (estimée à 6 jours/an) et le ramassage manuel des déchets (estimé à 2h/mois), ce qui représente un coût supérieur à celui du curage des collecteurs (estimé à 2%/an) et du bassin d'infiltration (estimé nécessaire tous les 10 ans). On peut toutefois souligner que sur ce type d'espace, les opérations d'entretien sont souvent moins fréquentes. S1bis présente un coût d'entretien important dans la mesure où il cumule entretien du système de gestion des eaux pluviales et entretien des espaces verts.

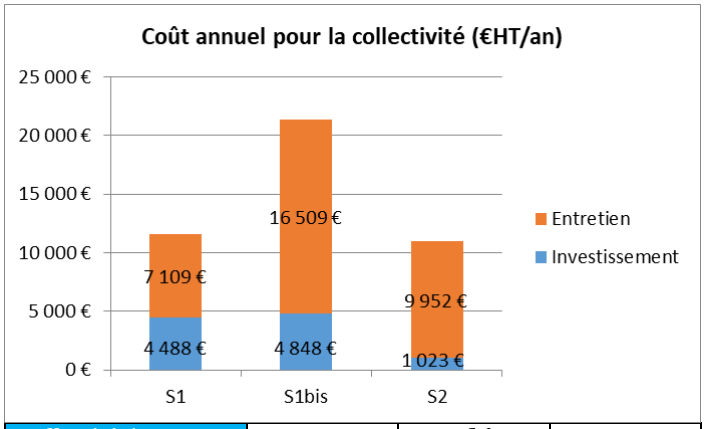


Invest + Entretien	S1	S1bis	S2
Rapport /coût le plus bas	x 1,5	x 2,2	1

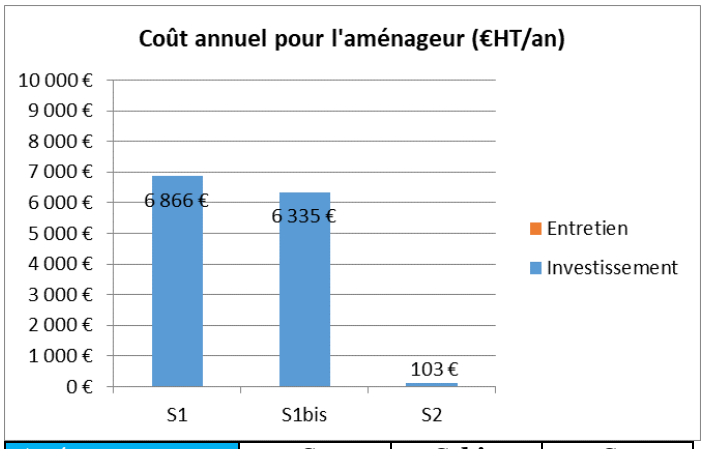
Les coûts d'investissement, répartis annuellement, et les coûts de fonctionnement sont du même ordre de grandeur. Par conséquent, ce sont les écarts de coûts d'investissement qui pèsent sur l'écart de coût global. Ainsi, la solution noues reste très avantageuse en **coût global (investissement + entretien)** : + 50 % pour l'assainissement traditionnel et plus du double avec l'aménagement paysager (x 2,2)

Comparaison de la répartition des coûts selon les acteurs

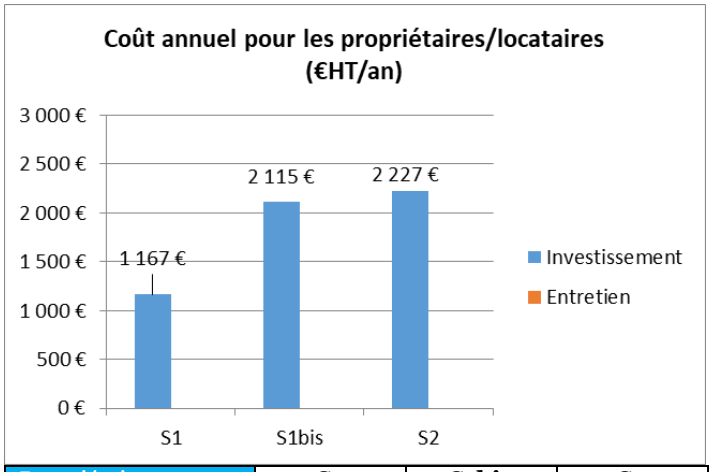
Nous avons systématiquement intégré les coûts annuels d'investissement et d'entretien des différents scénarios afin de comparer la répartition des coûts entre les acteurs.



Collectivité	S1	S1bis	S2
rapport/coût le plus bas	x 1,1	x 2,0	1



Aménageur	S1	S1bis	S2
Rapport /coût le plus bas	x 66,5	x 61,4	1



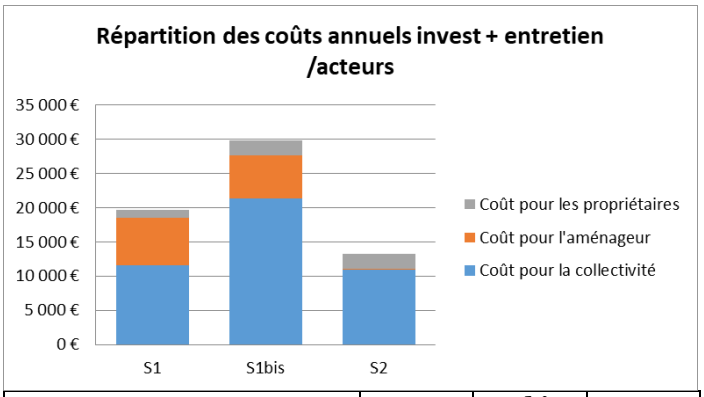
Propriétaire	S1	S1bis	S2
rapport/coût le plus bas	1	x 1,8	x 1,9

Du point de vue de la collectivité, la gestion centralisée (S1) est un peu moins avantageuse que les noues (S2) en terme de coût « global » (+10%). De plus, S2 présente l'avantage d'induire des coûts qui sont principalement liés à l'entretien, ce qui permet de les répartir dans le temps.

Du point de vue de l'aménageur, l'intérêt de S2 est clairement établi : la présence de noues, qui contribue à la qualité paysagère de l'aménagement, engendre une plus-value sur le foncier vendu (estimée à 4%), qui permet de compenser le coût d'investissement de ces ouvrages. C'est également le cas pour S1bis qui comprend des aménagements paysagers sans fonction hydraulique.

En revanche, **pour les propriétaires**, cette plus-value a pour effet de quasiment multiplier par 2 le coût supporté pour S1bis et S2 par rapport à S1, mais le montant reste faible (2 227€ pour 14 lots, soit 160€/lot/an).

Enfin, il est à noter que si S2 est un peu plus avantageux pour la collectivité que S1, elle supportera dans ce cas 82% des coûts annuels liés à l'investissement et à l'entretien (contre 59% pour S1). La part des couts annuels supportés par l'aménageur est de 1% pour S2 contre 35% pour S1, et celle supportée par les propriétaires passe de 6% pour S1 à 17% pour S2.



	S1	S1bis	S2
% coût annuel supporté / collectivité	59%	72%	82%
% coût annuel supporté / aménageur	35%	21%	1%
% coût annuel supporté / propriétaires	6%	7%	17%

Comparaison des services écosystémiques rendus par les différents scénarios

Au-delà de la comparaison des coûts de ces différents scénarios de gestion des eaux pluviales, le groupe de travail a mené une réflexion sur les services écosystémiques rendus par ces scénarios. En effet il apparaît nécessaire de les prendre en compte dans la réflexion sur la comparaison des coûts dans la mesure où ils peuvent apporter un bénéfice indirect qui a une valeur économique, bien que celle-ci ne puisse être chiffrée par une approche simple. Les services écosystémiques identifiés, ainsi qu'une appréciation de leur valeur selon les scénarios, sont présentés dans le tableau ci-après :

Services rendus (baromêtre)	S1	S1bis	S2
Lutte contre les ilots de chaleur	+	++	++
Plusvalue liée à la présence d'espaces verts (bien être)	+	+++	+++
Surface espaces verts, support potentiel de biodiversité	+	+++	++
Recharge nappe (impact quantitatif)	++	++	++
Gestion des évènements pluvieux extrêmes	0	0	+
Culture du risque (mémoire de l'eau)	0	0	++
Protection de la nappe vis-à-vis des pollutions (impact qualitatif)	+	+	++
Gestion des pollutions accidentelles	0	0	+
Adaptabilité du site à l'évolution (travaux sur voirie)	+	+	++

Tableau 3 : services écosystémiques des différents scénarios

Cette analyse montre que le scénario de gestion des eaux pluviales « à la source » apporte plus de services que le scénario de gestion « centralisée », notamment du fait :

- de la présence de la végétation associée aux noues (lutte contre les îlots de chaleur, bien être, biodiversité).

- de la gestion des eaux pluviales « en surface », qui contribue fortement à la culture du risque (on voit le cheminement de l'eau lorsqu'il pleut donc on connaît les zones à risque) et qui facilite la gestion des pollutions accidentelles, qui sont visibles.

- de la présence d'ouvrages de gestion « à la source » (noues) à la place des collecteurs, qui contribuent à la protection de la nappe en limitant la pollution des eaux de ruissellement par lessivage et en favorisant l'abattement de la pollution par filtration (par rapport au bassin, les noues permettent une infiltration plus diffuse et à plus faible profondeur)..

Par ailleurs ces ouvrages sont plus facilement remaniables pour modifier la configuration de l'aménagement (évolution du site).

Le scénario S1bis apporte également certains des services, qui sont liés à la présence d'espace verts (bien être, biodiversité). Les 3 scénarios sont équivalents pour la recharge de la nappe puisque dans les 3 cas, l'exutoire reste l'infiltration, dans les noues (S2) ou le bassin (S1 et S1bis).

Conclusions

Cette étude permet d'identifier, de détailler et de comparer les coûts de 3 scénarios de gestion des eaux pluviales, mais également d'analyser leur répartition entre les différents acteurs d'un projet d'aménagement.

Elle montre qu'en terme de coût annuel global (investissement + entretien), le scénario avec une gestion des eaux pluviales « à la source » par des noues d'infiltration paysagées (S2) est plus avantageux que celui avec une gestion des eaux pluviales « centralisée », par un réseau enterré aboutissant à un bassin d'infiltration (S1). Cet avantage est principalement lié à la différence de coût d'investissement (coût de la solution par tuyau 3 fois plus élevé que celui des noues). Il se confirme si on prend en compte la valeur des services écosystémiques apportés par les différents scénarios.

Elle montre également que des points de vue de la collectivité et de l'aménageur, les noues sont plus intéressantes que le réseau. Ce n'est en revanche pas le cas pour les propriétaires, qui doivent assumer la plus-value du coût du foncier induite par la qualité paysagère qui accompagne l'aménagement de noues.

Cette étude démontre clairement l'intérêt économique pour la collectivité et l'aménageur de mutualiser les usages paysagers et gestion des eaux pluviales d'un espace. En effet, nous avons étudié le scénario intermédiaire S1bis, qui correspond à une gestion par tuyau des eaux pluviales, mais complétée par des aménagements paysagers. Ce scénario présente un coût annuel global (investissement et entretien) près de 2 fois supérieur à celui avec les noues.

Enfin, il convient de souligner que seuls 3 scénarios ont été étudiés dans ce cadre mais qu'il existe de nombreuses autres solutions techniques pour une gestion des eaux pluviales « à la source » (tranchées d'infiltration, revêtements poreux…) qui pourraient être déclinées dans cette étude de cas.

ANNEXE : Tableau présentant les coûts et amortissements utilisés, ainsi que la répartition des coûts selon les différents acteurs.

	BPU		Amortissement		Répartition des coûts		
	Unité	Coût retenu (HT)	amortissement (nb années)	unité/60 ans	Collectivité	Aménageur	Propriétaires/locataires
Investissement (€ HT)							
Collecte et transport							
Fourniture et pose d'un collecteur (diamètre 300 mm)	€/ml	300	60	1		1	
Pose d'avaloirs sur l'espace public (1 grille avaloir collecte 400m² de voirie, soit 33 grilles pour 1,3 ha de voirie)	€/unité	400	20	3	0,75	0,25	
Branchements des lots (1 par lot)	€/unité	5000	60	1			1
Aménagement paysager							
Aménagement paysager *Dans S2 , coût de l'aménagement en espace vert de l'emprise occupée par les noues*	€/m2	10	30	2	0,5	0,5	
Infiltration							
Réalisation d'une noue paysagère simple enherbée (largeur : 5 m)	€/mL	70	30	2	0,5	0,5	
Busage noue pour réalisation d'un "pont d'accès" (1 commun pour 2 parcelles adjacentes, largeur 6m)	€/unité	2000	30	2	0,5	0,5	
Réalisation d'une bordure au ras des noues (T2)	€/ml	35	30	2	0,5	0,5	
Réalisation d'un bassin d'infiltration à ciel ouvert, enherbé et entouré d'une clotûre	€/m3 stockés	150	30	2	0,5	0,5	
Foncier							
Valeur du foncier immobilisé pour espace vert OU EP et espace vert	€/m2	40	60	1		1	
Valeur du foncier immobilisé pour la gestion des eaux pluviales sans plusvalue paysagère = emprise au sol du bassin d'infiltration	€/m2	40	60	1		1	
Ecart sur la valeur du foncier vendu (plus-value paysagère : +4% vente foncier)	€/m2	1,6	60	1		-1	1
Entretien (€HT/an)			1				
Collecte et transport							
Curage collecteurs (2%/an) Tarifs pour taux d'encrassement <30%	€/mL	2,5	1	60	1		
Nettoyage annuel des grilles avaloir	€/grille	5	1	60	1		
Infiltration et espaces verts							
Entretien courant noues enherbées ou espace vert (6 passages/an d'une équipe de 2 personnes. Durée de chaque passage : 0 pour S1 ; 1jr pour S1bis et S2 ; 0,5 jr pour S3)	€/jr/équipe	1000	1	60	1		
Entretien propreté manuel (mécanisé non compté car identique pour tous les scénarios) 2h/équipe/mois = 3,4 jrs/an	€/jr/équipe	1000	1	60	1		
Visite de contrôle de la noue (0,25 jr/équipe/an)	€/jr/équipe	1000	1	60	1		
Réfection partielle noues suite à accidents (1%/an)	€/m²	70	1	60	1		
Entretien courant bassin d'infiltration (propreté, fauche, tonte, débroussaillage, clotûre : 5jrs/équipe/an)	€/jr/équipe	1000	1	60	1		
Curage bassin + traitement sous produits tous les 10ans	€/10 ans	20000	1	60	1		