

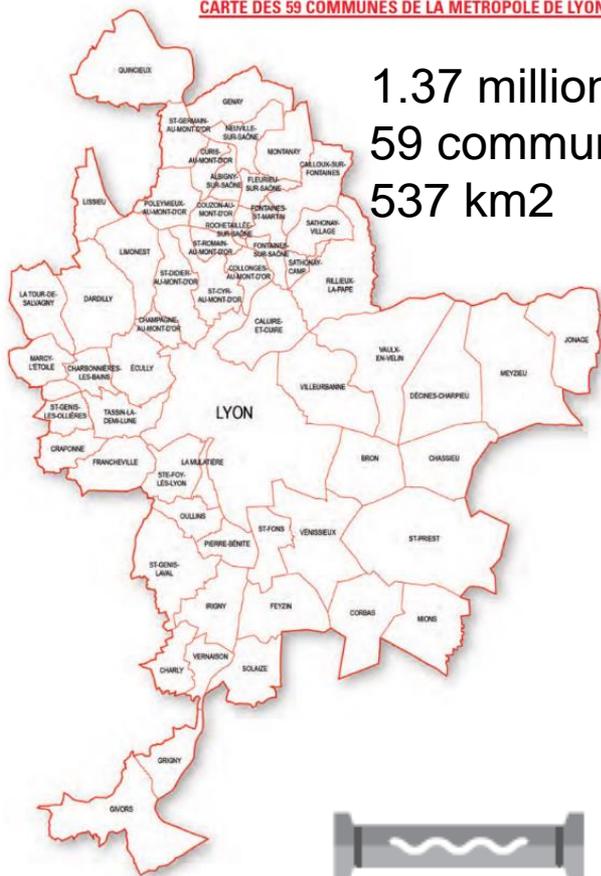
# La ville perméable : analyse des coûts partagés entre les services

Hervé Caltran (Direction adjointe de l'Eau, Métropole Grand Lyon) –

Aliénor Fussler - Caty Werey (INRAE – ENGEES UMR GESTE, Strasbourg)

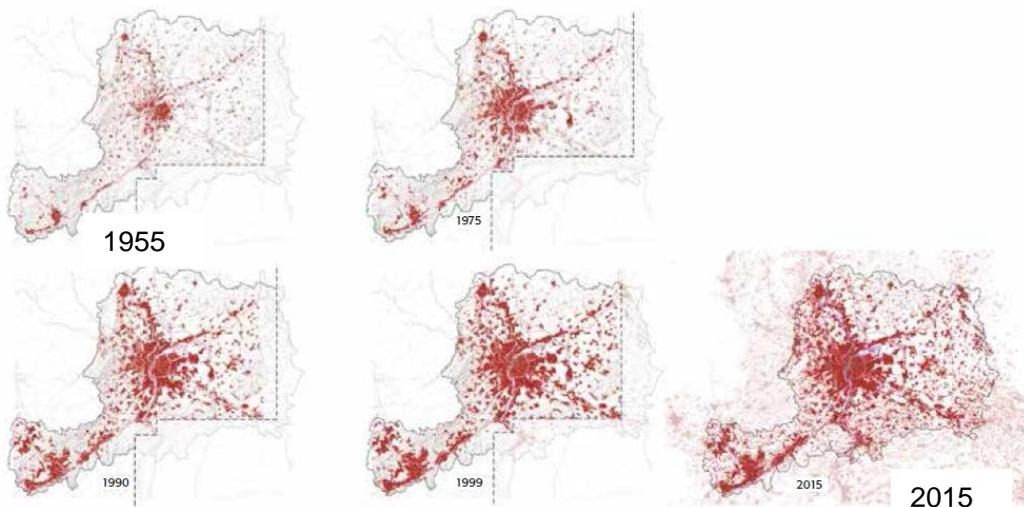
# UNE METROPOLE EN DEVELOPPEMENT

**CARTE DES 59 COMMUNES DE LA MÉTROPOLE DE LYON**



1.37 millions d'habitants  
59 communes  
537 km<sup>2</sup>

Une urbanisation croissante



Source : Urbalyon

3 342 km de réseau

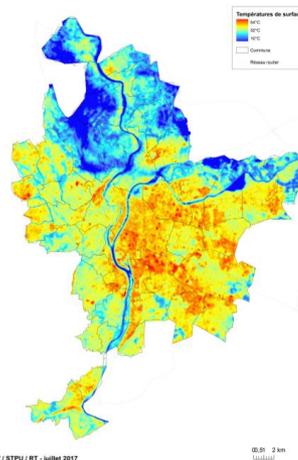
- 1 843 km unitaire
- 980 km eaux usées
- 498 km de pluvial

## AVEC DES CONSEQUENCES CONNUES.....

- Débordement de cours d'eau, ruissellement et inondations
- Mise en défaut de l'assainissement « tout tuyau » : débordements des réseaux, pollution des milieux naturels, travaux et exploitation coûteux



- Erosion de la biodiversité
- Ilots de chaleurs urbains



... DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

# 30 ANS DE DESIMPERMEABILISATION / DECONNEXION



Tranchées d'infiltration : 34 km



Bassins rétention/ infiltration  
> 300



Noues : 28 km

## COUTS ? SERVICES ?



Puits d'infiltration : > 2 000



Structures poreuses : 8 km<sup>2</sup>

# L'analyse des coûts de gestion des techniques alternatives (TA) à l'échelle de la collectivité: Cas du Grand Lyon



Bassins  
à ciel ouvert



Tranchée  
d'infiltration –  
parking poreux



Noue (en agglomération)  
Fossé (hors agglomération)



Puits  
d'infiltration



SAUL

Aliénor Fussler - Caty Werey  
INRAE – ENGEES UMR GESTE Strasbourg

# Objectifs - Travaux d'analyse des coûts

## UMR INRAE-ENGEES GESTE

- **Etudes financées par l'OFB → guide fin 2021**
- **Travaux précédents**, sous la direction de Caty Werey, par l'UMR INRAE-ENGEES GESTE en lien avec l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) et la Métropole Grand Lyon (GL): (2016 – 2018 et 2019 – 2021)

Coûts  
complets

- Analyse de coûts de crise AEP (2015)
- Analyse de coûts d'entretien des ouvrages d'eaux pluviales (2017) – EMS et GL
- Etude de 3 éco-quartiers de l'Eurométropole de Strasbourg (2019)



**Porte des Alpes**  
(Noues+ tranchées  
drainantes+ bassins  
d'infiltration)



**Rue Garibaldi**  
(Noue+ Sol Drainant+  
Bassin Enterré)

- **Objectifs actuels :**
  - Approfondir l'analyse des coûts des TA
  - Méthode générique à l'échelle de la collectivité



**Bassin SAUL Pierre  
Bénite**

### Travaux actuels :

- Etude détaillée des services gestionnaires (GL + EMS)
- Investigation ponctuelle dans d'autres collectivités (comptabilité analytique sur certaines compétences)
- Retours d'expériences pour les transferts de charges GEPU sur des communautés d'agglomération

Sites avec TA (BAHY, 2017)

➔ Retour sur l'étude de la Métropole Grand Lyon (GL)

# Etat des lieux de l'analyse des coûts d'entretien de TA

- **Enjeux**

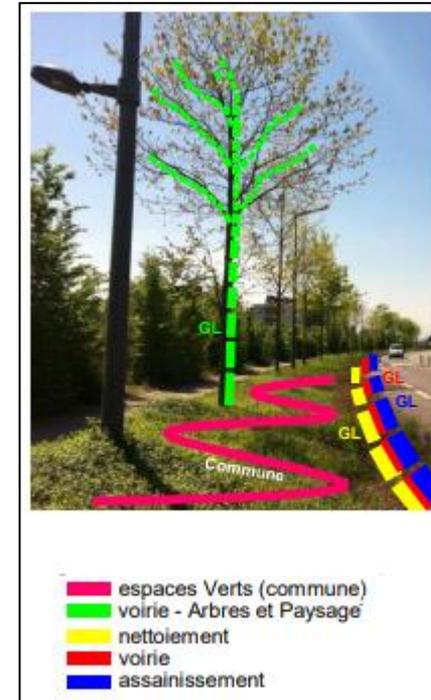
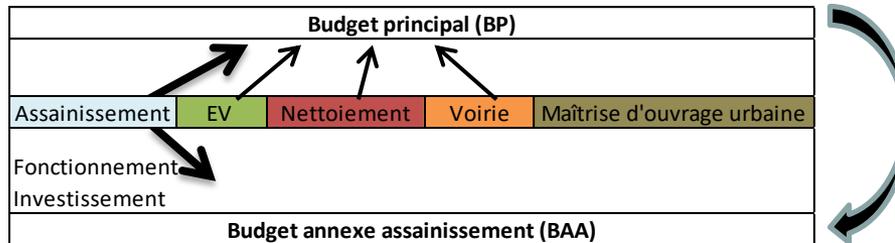
- 1) Besoins et moyens financiers
  - budgets
  - transfert d'entretien
- 2) Choix d'investissements entre différentes TA



- **Analyse des coûts d'entretien des TA en multi-budgets:**

- Gestion publique des eaux pluviales (SPA) financée par le budget général (contribuable)
- caractère multifonctionnel et multi-acteurs
- Entretien par différents services qui imputent les dépenses sur plusieurs budgets

– **Organisation** de la collectivité? Quels services imputent quelles dépenses sur quels budgets?



– Quelles **pratiques d'entretien des TA** (partie verdure + partie ramassage déchets + partie hydraulique)

- Partie verdure → **fauchage préventif**
- Partie hydraulique → **contrôle préventif + intervention si dysfonctionnement (=curatif)**
- Partie nettoieiment → **nettoieiment manuel** (noues et bassins à ciel ouvert)

(COSSAIS, SIBEUD, Ville Perméable, 2017)

## Méthode des coûts complets développée en 2016-2019

- **Méthode des coûts complets** (Dubrulle, 1987 et ASTEE, 2017) permet une prise en compte de l'ensemble des charges :
  - charges **directes** et **indirectes**,
  - qu'elles soient **fixes** (assurance, maintenance, matériel, ...) ou **variables** (matières premières, traitement des boues, électricité, ...).

		Critère de destination	
		Charges directes	Charges indirectes
Critères de variabilité	Charges variables	<b>Charges directes variables :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• consommation matières premières (réactifs)</li> <li>• énergie (kWh)</li> <li>• main d'œuvre en cas d'effet de seuil</li> <li>• évacuation des boues.</li> </ul>	<b>Charges indirectes variables :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• frais postaux</li> <li>• etc.</li> </ul>
	Charges fixes	<b>Charges directes fixes :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• énergie (abonnement)</li> <li>• main d'œuvre en usine mais avec effet de seuil</li> <li>• amortissement du réseau...</li> <li>• budget communication, frais de déplacements</li> <li>• etc.</li> </ul>	<b>Charges indirectes fixes :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salaire du directeur</li> <li>• contrat de maintenance SIG</li> <li>• etc.</li> </ul>

(ASTEE, 2017)

- La méthode, **appliquée dans chaque service** intervenant, s'appuie sur

- |                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| <b>charges directes (CD)</b>   | } | <ul style="list-style-type: none"> <li>- heures MOE</li> <li>- heures d'utilisation d'engins,</li> </ul>   |
| <b>charges indirectes (CI)</b> | } | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ventilation de <b>charges indirectes</b> en fonction d'une clé                             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Clé pour l'entretien de la partie hydraulique = (temps d'entretien de la TA) / (temps annuel de tous les emplois du service assainissement).</li> </ul> </li> <li>- <b>charges de structure (services support + locaux de tous les services)</b></li> </ul> |

Résultat = (coût d'entretien d'un ouvrage TA) / (surface de cet ouvrage) → **coût unitaire (€/m<sup>2</sup>/an ou €/m<sup>3</sup>/an)**

Distinction entretien **en régie/externalisation**:

Travaux en régie → **temps agents**

Externalisation → **marché public + temps de contrôle interne**

## Coût complet (annuel moyen) : trame de calcul – à dupliquer par métier/service

		Unité	Q	CU	CT=CD	
Charges directes (CD)	Matériel utilisé	heures			- €	} <b>charges directes</b>
	Engin motorisés	heures			- €	
	Frais de personnel (préparation, tâches et transport)	heures			- €	
	...				- €	
	<b>Total CD</b>				<b>- €</b>	
Charges indirectes (CI)		Unité	Montant Total Annuel (CA)	clé de répartition	CI	} Clé de répartition appliquée aux totaux concernés du compte administratif (CA) pour extraire les <b>charges indirectes</b>
	Frais d'assurance	€			- €	
	Dotation d'Amortissements	€			- €	
	Frais de publicité (campagne de signalisation)	€			- €	
	Carburant	€			- €	
	Frais d'administration	€			- €	
	Frais de fonctionnement des locaux	€			- €	
		Unité	Q	CU	CI	
	Frais d'encadrement	€			- €	
	...				- €	
<b>Total CI</b>				<b>- €</b>		
<b>Coût complet partiel= CD + CI</b>					<b>- €</b>	
Coût d'élimination des déchets/rebuts		Unité	Q	CU	CT	} <b>charges d'élimination/traitement des déchets</b>
	Engins motorisés	heures			- €	
	Recyclage	tonnage			- €	
<b>Total Coût élimination déchets</b>					<b>- €</b>	
Coût complet de l'ouvrage sans Charges de Structure (CS)					- €	
Coût complet de l'ouvrage avec CS						
Surface de l'ouvrage m <sup>2</sup>						
Coût de l'entretien de l'ouvrage /m <sup>2</sup> sans CS						
Coût de l'entretien de l'ouvrage /m <sup>2</sup> avec CS						

→ Coûts par m<sup>2</sup> (EMS) et coûts par m<sup>3</sup> (GL)  
par ouvrage TA

$$\text{Clé de répartition} = \frac{\text{temps d'entretien accordé pour l'entretien de l'ouvrage par le service assainissement}}{\text{total du temps travaillé par tous les emplois du service assainissement}}$$

## Analyse de coûts – SAUL Pierre Bénite (F. Bahy, 2017)

		Compétences			
		Assainissement			
Bassin pierre benite		Régie			
Charges directes					
	Unité	Q	CU	Source	CT=CD
Matériel utilisé	pièce				- €
Engin motorisés	heures				- €
Frais de personnel (préparation, tâches et transport)	heures	73,1	104,11	Coûts RH GL	7 610,30 €
<b>Total CD</b>					<b>7 854,30 €</b>
Charges indirectes					
	Unité	Montant total annuel (CA)	Clé de répartition	Source	CI
Frais d'assurance(6161)	€	1181843,7	8,48507E-05		100,28 €
Dotation d'Amortissements (2815,2818)	€	16856062,76	8,48507E-05		1 430,25 €
Frais de publicité (campagne de signalisation)	€	0	8,48507E-05		- €
Carburant (6066)	€	296913,27	8,48507E-05		25,19 €
Somme des entretiens (61521,61523,61528,61551,61558,6156)	€	20022967,84	8,48507E-05		1 698,96 €
Fournitures (6063,6064,6068)	€	2761973,82	8,48507E-05		234,36 €
<b>Total CI</b>					<b>3 489,04 €</b>
<b>Coût complet partiel= CD + CI</b>					<b>11 343,34 €</b>
Coût d'élimination des déchets/rebuts					
	Unité	Q	CU	Source	CT
Engins motorisés	heures				- €
Recyclage	tonnes				- €
<b>Total Coût élimination déchets</b>					<b>- €</b>
<b>Coût complet de l'ouvrage sans CS</b>		<b>11 343,34 €</b>			<b>11 343,34 €</b>
<b>Coût complet de l'ouvrage avec CS</b>					
<b>volume d'eau gérée m<sup>3</sup></b>	<b>400</b>				
<b>Coût de l'entretien de l'ouvrage /m<sup>3</sup> eau gérée sans CS</b>	<b>28,36 €</b>				
<b>Coût de l'entretien de l'ouvrage /m<sup>3</sup> eau gérée avec CS</b>	<b>- €</b>				

Service concerné	Nom du matériel utilisé	Opération	Nombre d'employés	N.employés	Temps passé
Assainissement ESX	véhicule de service	curage	-	C	17H
Assainissement ESX	véhicule de service	contrôle	-	C	56H

**Clé de répartition =**  $\frac{\text{temps d'entretien accordé pour l'entretien de l'ouvrage par le service assainissement}}{\text{total du temps travaillé par tous les emplois du service assainissement}}$

## Analyse de coûts – noue St-Anne (C. Werey, 2019) – régie Assainissement (EMS) et EV (Strasbourg)

coûts d'entretien (exploitation) annuels		Compétences						
STE ANNE		Assainissement				Espaces Verts		
		Régie				Ville de Strasbourg		
Charges directes								
	Unité	Q	CU/h Grilles tarif 2019	CU/h marché entretien (sous traitance espaces verts)	CT=CD	Q	CU/h données 2019	CT=CD
porte engin type reform ou unimog (grille tarifaire EMS)								
gyrobroyage	m2					3000	0,24 €	720,00 €
debroussailluses manuelles	heures					8	62,40 €	432,00 €
taille	heures					20	54,00 €	1 080,00 €
nettoyage (dechets épars)	m2					3000	0,72 €	2 160,00 €
Engin motorisé léger type piaggio	heures					12	2,72 €	32,64 €
curage de la buse/hydrocureuse	Q=1h	0,33	165,00 €		55,00 €			
curage de la buse/hydrocureuse 1/2 supplémentaires	Q=1/2h	0	84,00 €		0,00 €			
curage des grilles puisard /siphon de rue ou dessableur hydrocureuse 1/2 supplémentaires	Q=1/2h	2	84,00 €		168,00 €			
Engin motorisé léger type piaggio		inclus						
Frais de personnel (préparation, tâches et transport) cat C (grille salaire EMS)	heures	2,67	inclus			36	22,34 €	804,21 €
<b>Total CD</b>					<b>223,00 €</b>			<b>5 228,85 €</b>
Charges indirectes								
	Unité	total annuel (CA)	clé de répartition	clé de répartition	CI	charges indirectes (EV dans budget general) non calculées		
Frais d'assurance (6161)	€	45000	1,266E-05		0,57 €			
Dotation d'Amortissements (2815,2818)	€	7140000	1,266E-05		90,43 €			
Frais de publicité (campagne de signalisation)	€	0	1,266E-05		0,00 €			
Carburant (6062)	€	22200	1,266E-05		0,28 €			
Somme des entretiens (61521,61523,61528,61551,6156)	€	705000	1,266E-05		8,93 €			
Fournitures (6063,6064,6068)	€	245000	1,266E-05		3,10 €			
<b>Coût complet partiel= CD + CI</b>					<b>103,31 €</b>			<b>5 555,16 €</b>
Coût d'élimination des déchets/rebuts								
	Unité	Q	CU/h Grilles tarif 2019		CT=CD	Q	CU/h données 2019	CT=CD
Engins motorisés	heures	1,00	5,71 €		5,71 €	1,00	5,71 €	5,71 €
evacuation dechets verts	tonnes					1,5	45,00 €	67,50 €
traitement boues curage	tonnes	0,23	78,00 €		18,20 €			
					<b>23,91 €</b>			<b>73,21 €</b>
<b>Coût complet de l'ouvrage sans CS</b>		5 652,28 €						<b>5 652,28 €</b>
<b>Coût complet de l'ouvrage avec CS</b>		6 277,42 €						
Surface de l'ouvrage m²		3000		3 000 m2 noues				
Coût de l'entretien de l'ouvrage /m² sans CS		1,88 €						
Coût de l'entretien de l'ouvrage /m² avec CS		2,09 €						

Nom du matériel utilisé	Service concerné	Nombre d'employés	frequence	cat.employés	Temps passé
espaces verts					
gyrobroyage	EV ville de Strasbourg/EMS	2	2/an	C	2h*2/an par agent=8
debroussaillage manuel	EV ville de Strasbourg/EMS	2	2/an	C	2h*2/an par agent=8
taille	EV ville de Strasbourg/EMS	2	1/an	C	10h*1/an par agent=20
Engin motorisé léger type piaggio transport agents	EV ville de Strasbourg/EMS				2*2+2*2+2*1*2=12h
Assainissement					
hydrocureuse curage buses	assainissement Eurométropole	2	1/3an	C	2*1h/3=0,67h
hydrocureuse curages puisarts	assainissement Eurométropole	2	1/an	C	2*1h=2h

## **1<sup>ère</sup> approche à l'échelle de la TA (F. Bahy et C. Werey, 2017-2019)**

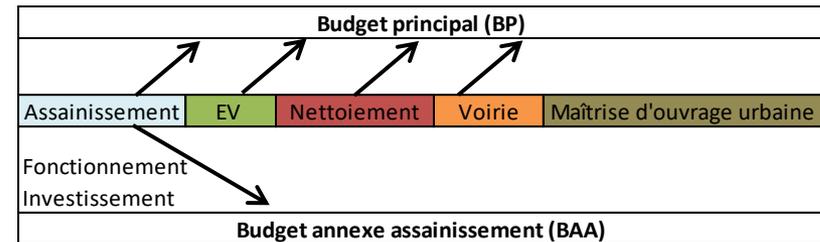
- comparaison de TA sur un même site
- comparaison de TA/tout-tuyau sur un même site
  - duplication sur l'ensemble des TA

**Comment évaluer les coûts sur l'inventaire complet de façon intégrée (Retex dans des divers services) ?**

## Comment passer de l'échelle de l'ouvrage TA à l'échelle de toutes les TA (patrimoine collectivité) – analyse 2021

- Constat: **évolution des pratiques d'entretien**
- **Si dysfonctionnement significatif → réhabilitation de la TA.**

- **Analyse** des charges indirectes **aisée sur le BAA** contrairement aux charges indirectes issues du BP  
→ **BP concerne ne nombreux services**



- Démarches diffèrent selon le service/l'entité concerné → **plusieurs méthodes (coûts complets):**

- **D'une part**, il y a, **par intervention** sur un ouvrage identifié:
  - relevé réel des temps agents & engins, associé à des coûts horaires
  - + montant des fournitures sortis de stock,
  - + CS

} **GMAO + SIG + coûts unitaires**

- **D'autre part**, il s'agit de calculer le **coût de gestion des espaces verts au m<sup>2</sup> (€/m<sup>2</sup>/an)**, réalisée par l'entité
  - Ce coût inclut masse salariale
  - + prestations externes,
  - + matériels
  - + charges indirectes.

} **SIG + €/m<sup>2</sup>**

Puis ce coût (€/m<sup>2</sup>/an) est multiplié par la surface totale des TA entretenues dans le périmètre du gestionnaire.

→ Pour appliquer la méthode besoin des données SIG (surface, type TA, localisation, ...)

## Retour d'expériences centré sur la Métropole Grand Lyon

- Direction de l'eau**

- Enregistrement de l'entretien en régie (assainissement) :

- FICHES DE SUIVI D'ACTIVITÉ papier (avec types d'ouvrage et types d'activités et avec distinction eaux usées/eaux pluviales).

- + LOGICIEL DE SUIVI D'ACTIVITÉ (GMAO) en cours de déploiement sur tablettes, lié au système d'information géographique (SIG)

Commune (ou nom du chantier)	Rue	Type de tâche	Type d'ouvrage (+ diamètre)	Durée	Nombre d'agents	Quantité	Unité	Coût fournitures
			EU					
			EP					

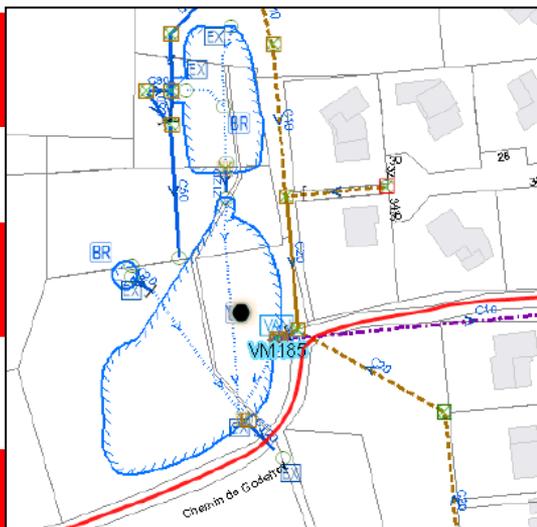
- Fichier de suivi (Excel) de comptabilité analytique permet d'analyser les coûts :

- par domaine d'intervention eaux pluviales avec 2 axes analytiques

- coûts complets : charges de fonctionnement (CF), masse salariale (MS), amortissements, charges de structure (CS)

Domaine d'intervention	Domaine	Activité	Sous activité	CF	MS	Amortissements	Coût opérationnel	CS	Coût complet	Recettes Métropole	Coût net
Eaux pluviales	Missions de l'Autorité Organisatrice Service opérationnel										

Clé budgétaire fonctionnement –  
En fonction de la répartition CF+MS



Représentation dans le SIG de bassins à ciel ouvert - Dardilly  
(couche « TA bassin à ciel ouvert » du SIG du gestionnaire Direction de l'Eau)

## Retour d'expériences centré sur la Métropole Grand Lyon

### • Direction Voirie

- 2 types d'interventions :

- curage de fossés (1X/an, externalisé)
- fauchage de noues et fossés (3X/an, en régie et externalisé)

→ logiciel spécifique de suivi d'activité (régie): connaître les moyens humains à mobiliser par type d'intervention (par lieu)

→ SIG : identifier la présence de fossés et leurs mL sur les accotements fauchés

→ Intérêt d'un lien (SIG – logiciel de suivi d'activité)? Avantages /inconvénients?

→ Variation selon les types de fauchage (passage franc, ou de sécurité, avec ou sans pente)?

→ Intérêt d'enregistrer des interventions fauchage/curage dans le SIG Voirie (+ temps) : usage d'utiliser des cartes pour les réseaux fossés?

→ dépenses de fauchage (marchés) \* ratio de mL fauché

**Externalisation :**

**Ratio =**  
 mL total de TA (noues & fossés) fauchés /  
 mL total d'accotements fauchés



Représentation dans le SIG d'un tronçon de fossé  
 (couche « fauchage » du SIG du gestionnaire de voirie)

## Retour d'expériences centré sur la Métropole Grand Lyon

- **Direction Nettoyement**

- **Impact territorial ie variation des coûts** (fonction des zones touristiques et zones non touristiques)
- Coût → fonction du territoire, de l'organisation et de l'usage
- recherche d'un coût de nettoyage manuel (€/m<sup>2</sup>)
  - à l'échelle d'un secteur géographique (caractérisé par un même usage, une même fréquentation)
  - plutôt qu'à l'échelle de chaque ouvrage ou d'une entité.

- **Direction Espaces Verts (EV) de communes**



- Approche macroscopique à l'échelle du service gestionnaire :
  - retenir les lignes de dépenses concernant le gestionnaire d'espaces verts (extraction du logiciel comptable en identifiant les CRB du service)
  - Coût de gestion d'espaces verts en €/m<sup>2</sup>/an (matériel, masse salariale, externalisation, charges de service et charges de structure inclus)

coût d'entretien (partie verdure) des TA =  
 résultat du coût de gestion de l'entité (€/m<sup>2</sup>/an) X Surface totale de TA (noues, bassins à ciel ouvert)

- Approche à l'échelle d'un ouvrage TA
  - Echantillonnage de surfaces représentatives sur certains sites (selon aspect paysager, RETEX, contraintes d'usage et de fréquences)



(ADOPTA, 2020)



(SIBEUD, Ville Perméable, 2017)

## Conclusion

- **Choix de la méthode d'analyse de coûts** des TA fonction de l'enjeu
- **Investigation des flux financiers et des pratiques** (organisation, entretien TA, outils déployés)
- Des **outils adaptés** → analyse à l'échelle de tout le patrimoine
- **Recueil des données**
  - importance de la qualité et mise à jour des données
  - temps dédié
- TA – gestion multi-acteurs → **différentes échelles d'analyse**
  - **échelle de l'ouvrage TA**: - comparaison TA sur 1 site,  
- comparaison TA / tout-tuyau
  - **échelle du patrimoine**:
    - duplication sur l'ensemble du patrimoine de l'évaluation individuelle à partir de l'enregistrement d'interventions
    - approche du coût de gestion eaux pluviales (ou TA) par le service
- Coûts d'entretien reliés à l'inventaire des TA → **patrimoine très variable selon les collectivités**  
(coûts spécifiques à chaque collectivité)

# Merci pour votre attention

[HCALTRAN@grandlyon.com](mailto:HCALTRAN@grandlyon.com)

[caty.werey@inrae.fr](mailto:caty.werey@inrae.fr)

[alienor.fussler@engees.unistra.fr](mailto:alienor.fussler@engees.unistra.fr)

