

deuxième journée technique de l'OTHU

L'infiltration des eaux pluviales

Nouveaux
acquis pour
la conception
et la gestion
des ouvrages



OBSERVATOIRE
DE TERRAIN
EN HYDROLOGIE
URBAINE

Jeudi 27 janvier 2005
Hôtel de la communauté urbaine de Lyon

graie

GRAND LYON
communauté urbaine

S O M M A I R E

Avant propos

Supports d'intervention de la journée

ENJEUX

Les enjeux de l'infiltration pour le Grand Lyon

Jean-Claude VARNIER et Elisabeth SIBEUD – *Direction de l'Eau du Grand Lyon*

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Méthodes disponibles et pratiques actuelles, limites et besoins en recherche-développement

Bernard CHOCAT – *INSA de Lyon, U.R. Génie Civil*

FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES

Caractérisation des fonds de bassin d'infiltration : nouveaux paramètres physico-chimiques, et microbiologiques

Cécile DELOLME – *ENTPE, Laboratoire des Sciences de l'Environnement*

COLMATAGE & REHABILITATION

Éléments sur le colmatage des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales

Sylvie BARRAUD – *INSA de Lyon, U.R. Génie Civil Hydrologie Urbaine*

Thierry WINIARSKI – *ENTPE, Laboratoire des Sciences de l'Environnement*

IMPACTS SUR LA NAPPE

Méthodologie de suivi des impacts d'un ouvrage sur la nappe

Florian MALARD – *Université Lyon 1, Equipe Hydrobiologie des Eaux Souterraines*

TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitabilité biologique des sédiments issus de bassins d'infiltration

Valérie DESJARDIN – *INSA de Lyon, laboratoire LAEPSI & al.*

TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitement physique de sédiments de bassins d'infiltration

Blandine CLOZEL - *BRGM*

Véronique RUBAN – *LCPC & al.*

AVANT PROPOS

L'infiltration des eaux pluviales

Les gestionnaires et les concepteurs se tournent de plus en plus vers des stratégies d'infiltration des eaux pluviales, pour parer aux limites des réseaux : saturation des réseaux, concentration des flux polluants, augmentation des risques d'inondation et coûts importants.

En effet, les ouvrages d'infiltration répondent aux contraintes liées au développement urbain et à l'assainissement pluvial : ils s'adaptent facilement au milieu urbain, ils s'intègrent au paysage, ils limitent les débits de pointe et les charges polluantes rejetées à l'aval, ils minimisent les effets de l'imperméabilisation et du ruissellement, ...

Cependant leur développement n'est pas sans poser de questions sur le long terme : réelles performances hydrauliques et de dépollution, vieillissement des ouvrages et bonnes pratiques d'entretien, impacts sur les milieux et risques associés (notamment pour les eaux souterraines).

Enfin, il s'agit de systèmes difficiles à appréhender et complexes du fait des interactions entre différents phénomènes physiques, chimiques, biologiques et hydrauliques, couplés à des échelles spatiales et temporelles multiples, sur différents milieux : ruissellement de surface, infiltration et transferts dans le sol, la zone non saturée et la nappe.

Les équipes de l'OTHU travaillent depuis près de dix ans sur cette thématique, en associant des compétences fines sur des domaines complémentaires : hydro et micro-biologie, physicochimie, géomorphologie, ingénierie, ... D'autres travaux complémentaires sont menés en France, notamment dans le cadre du RGCU, Réseau de recherche inter-ministériel Génie Civil & Urbain. Ces travaux, qui se poursuivent, ont dès aujourd'hui des retombées opérationnelles sur :

- La connaissance des phénomènes
- L'instrumentation et la métrologie
- Les règles de dimensionnement et de gestion des ouvrages

De plus le nouveau guide de référence en assainissement "La ville et son assainissement : Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau" préconise l'utilisation des techniques d'infiltration.

ENJEUX

Les enjeux de l'infiltration pour le Grand Lyon

Jean-Claude VARNIER et Elisabeth SIBEUD
Direction de l'Eau du Grand Lyon

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

**LA MISE EN ŒUVRE D'UNE
POLITIQUE D'INFILTRATION
DES EAUX PLUVIALES**

Communauté urbaine de Lyon

Une solution incontournable pour le
développement de l'est de
l'agglomération de Lyon

27 janvier 2005

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

La communauté urbaine de Lyon

55 communes
1 250 000 habitants
155 conseillers
4 300 agents
50 000 hectares

Eau
Propreté
Voirie
Développement urbain
Développement
économique

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Les missions de la direction de l'eau

CYCLE DE L'EAU

MILIEU NATUREL → Production eau potable → Distribution → Réseaux eaux usées et pluviales → Station d'épuration → Eau épurée → MILIEU NATUREL

Stockage réservoir, Usages, ASSAINISSEMENT

**Responsable de la totalité
du cycle urbain de l'eau**

direction de l'Eau - "Tous ensemble pour que l'eau vive"

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Un territoire à la géographie contrastée

SAONE, LE PLATEAU DE LA DOMBES, LA DOMBES, LE PLATEAU LYONNAIS, LES MONTS DE L'OUEST, RHONE, LA PLAINE DE L'EST, LA PLAINE DU BAS DAUPHINOIS, RHONE

**3 types de relief naturel
séparés par
2 cours
d'eau majeurs**

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Nappe de l'Est Lyonnais

Situation et enjeux

Couloir de Décines altitude de la nappe, Couloir de Meyzieu, Couloir de d'Heyrieux, sens d'écoulement

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Nappe de l'Est Lyonnais

Les enjeux

Ressource principale du Grand Lyon, Lac de Miribel Jonage, Atteintes avérées : - nitrates, - solvants chlorés, - pesticides, Captages périphériques, Captages pour l'alimentation en eau potable

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Le choix de l'infiltration dans l'est lyonnais

Protéger le centre ville
contre les inondations

Développer un
réseau pluvial à
moindre coût

Choix de l'infiltration

Protéger et réalimenter
la nappe de l'est lyonnais

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Les différentes méthodes d'infiltration

Pour les zones d'activités

- eaux de toitures → puits ou tranchées d'infiltration
- eaux de voirie et de parkings → réseau séparatif et bassins collectifs entretenus par le Grand Lyon

Pour les zones d'habitat :

- techniques d'infiltration à la parcelle privilégiant l'infiltration superficielle (tranchée ou noues)

Pour les voiries publiques :

- hors centre ville: fossés, puits d'infiltration, tranchées, bassins selon les site

GRANDLYON **grate** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005



SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Bassin Django Rheinardt à Chassieu

Surface de BV : 380 ha - Volume de stockage : 100 000 m³

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gralo

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

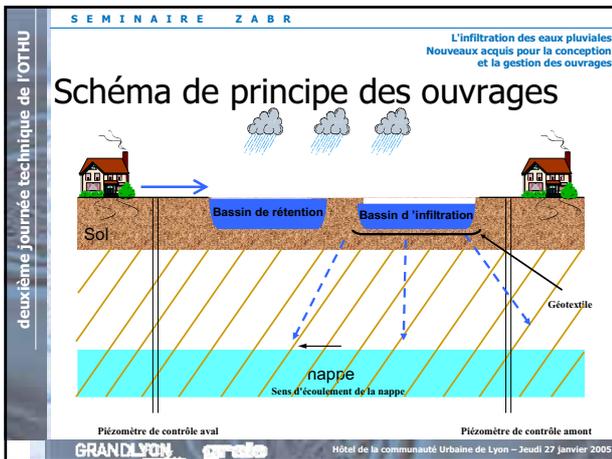
Bassin Centre Routier à BRON

Surface de BV : 2.7 ha - Volume de stockage : 2616 m³

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gralo

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005



SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Exploitation des bassins de rétention et d'infiltration

Un manuel « assurance qualité » pour la gestion de
chaque ouvrage avec :

- Caractéristiques techniques de conception et de réalisation des ouvrages et des piézomètres.
- Organisation des contrôles réglementaires.
- Organisation et description des opérations de suivi et de mesures.
- Gestion de l'information.

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gralo

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Gestion des ouvrages et prélèvements réglementaires.

Suivi et entretien des bassins

- Suivant différentes échelles de temps : suivi hebdomadaire (aspect général, pollution), mensuel (prétraitement), trimestriel (prélèvement d'effluents), annuel (extraction des boues), pluriannuel (décolmatage).
- Suivant le type d'ouvrage (dessableurs, vanne d'isolation, géotextile, régulateur de débit)

Suivi des points de mesures et de prélèvements.

- Dans les piézomètres (milieu récepteur)
- Au niveau des bassins d'infiltration (effluent après décantation)

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gralo

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Contrôles réglementaires

Spécifiques à chaque bassin.

- Arrêté préfectoral pour 5 ouvrages.
- Prescriptions techniques de la DDAF pour 12 ouvrages

Nature de l'autosaisie : Déclaration du 01/95
Rappel des contraintes fixées : Déclaration 01/95

Effluent	Nbre de mesures/an	Valeurs Limites	Milieu récepteur - Nappe	
			Nbre de mesures/an	Valeurs limites
Hydrocarbures totaux	4	<5 mg/L	4	
DCO	4	<125mg/L	4	
DBO	4	<30mg/L	4	
NK	4	<10mg/L		

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gralo

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

S E M I N A I R E Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Bilan des mesures

Nombre de mesures réalisées en 2004 pour le suivi des bassins de rétention - infiltration

Paramètres suivis	Eau de nappe	Eau d'infiltration	Total
Hauteur	190		190
pH	65	69	134
Conductivité	65	69	134
Dureté	65	69	134
Chlorures	65	69	134
Azote ammoniacal	65	66	131
Azote Kjeldahl	53	26	79
Nitrate	16	18	34
Matières En Suspension Totales	65	69	134
Carbone Organique Total	55	5	60
Demande Chimique en Oxygène		69	69
Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours		20	20
Hydrocarbures totaux	51	64	115
Plomb	29	25	54
Zinc	29	24	53
Composés Organo-Halogénés Volatils	2		2
Screening pesticides azotés	21	15	36
Dosage des triazines	10	15	25
Total	846	692	1538

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

S E M I N A I R E Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Des pistes d'amélioration

**Améliorer nos connaissances (apports, impacts)
pour mieux concevoir**

Poursuivre la réconciliation de l'eau et de la ville

**Assurer le cycle complet de l'eau dans une
gestion globale et équilibrée**

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

**CONCEPTION ET
DIMENSIONNEMENT**

**Méthodes disponibles et
pratiques actuelles, limites et
besoins en recherche-
développement**

Bernard CHOCAT
INSA de Lyon, U.R. Génie Civil

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Méthodes disponibles et pratiques actuelles, limites et besoins en recherche-développement

Bernard CHOCAT, INSA de LYON U.R Génie Civil

Les textes ci-après

- *Fiches d'aide à la conception des ouvrages*
- *Rappel sur les modèles de dimensionnement des ouvrages de stockage*

sont extraits du guide technique "la ville et son assainissement : Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau", disponible sur CD au CERTU. Voir le site Internet : <http://www.certu.fr/>.

Fiches d'aide à la conception des ouvrages

1 Dimensionnement d'un ouvrage de stockage

1.1 Objectifs des études de ce type

L'objectif de ce type d'étude est de calculer le volume maximum susceptible d'arriver dans un bassin de retenue des eaux pluviales pour une période de retour donnée et d'en déduire le volume de la retenue et la loi de vidange.

Seules sont prises ici en compte des considérations de type hydraulique (protection contre les crues).

1.2 Principes de base

La période de retour doit être choisie conformément aux décisions du maître d'ouvrage relatives au niveau de protection à assurer (voir fiches du guide technique).

1.3 Méthodes conseillées

La méthode de référence consiste à utiliser le modèle général de la collectivité.

Les critères de choix des modèles sont décrits dans les fiches du guide technique.

Les données pluviométriques à utiliser en entrée seront de préférence constituées par un ensemble de pluies de référence réelles mesurées sur le site ou sur un site voisin (représentatives de la pluviosité locale). Il est indispensable de tenir compte des pluies longues et des successions de pluies (même séparées par des intervalles de temps de plusieurs heures) pour tenir compte de l'état de remplissage du bassin au début de la pluie.

A défaut, on pourra utiliser un ensemble de pluies de projet. Dans ce cas, il est essentiel de tester des pluies de différentes durées pour une même période de retour. Ce n'est en effet généralement pas la pluie qui provoque le débit maximum à l'exutoire du bassin versant qui générera les volumes les plus importants dans l'ouvrage de stockage.

1.4 Autres méthodes utilisables

Méthode des pluies ou méthode des volumes.

1.5 Critères de choix

On pourra utiliser la méthode des pluies ou la méthode des volumes (avec des données locales de précipitations) dans le cas d'un réseau homogène, sans ouvrage spécial ni autre bassin de retenue à l'amont du bassin de retenue que l'on souhaite dimensionner, à condition que le volume total de la retenue soit inférieur à 500 m³ (volume pouvant exceptionnellement être porté à 1000 m³ en l'absence de risques importants en cas de dysfonctionnement).

Dans tous les cas, il sera possible de justifier un volume plus faible en utilisant le modèle de référence.

2 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration

2.1 Objectifs des études de ce type

L'objectif de ce type d'étude est de déterminer les dimensions à attribuer à un ouvrage d'infiltration destiné à évacuer des eaux pluviales à travers le sol.

2.2 Principes de base

La période de retour doit être choisie conformément aux décisions du maître d'ouvrage relatives au niveau de protection à assurer.

Concernant la surface d'infiltration, on distinguera les ouvrages d'infiltration recevant des effluents apportés par un réseau d'assainissement et les ouvrages filtrants alimentés directement par le ruissellement direct :

- Pour les ouvrages d'infiltration, on ne prendra généralement en compte¹ comme surface infiltrante que les parois latérales de l'ouvrage, du fait du possible colmatage rapide du fond.
- Pour les ouvrages filtrants, on pourra prendre en compte la totalité de la surface horizontale de l'ouvrage, à condition que le fond de l'ouvrage soit protégé contre la sédimentation des matières en suspension et contre les apports en matière organique (cas des chaussées à structure réservoir à revêtement de surface poreux ou des fossés drainants séparés de la chaussée par une bande filtrante enherbée).

La capacité d'infiltration du sol sera mesurée sur place par un dispositif adapté et corrigée par un facteur de sécurité égal à $\frac{1}{2}$.

Enfin, pour limiter les risques de pollution de la nappe d'eau souterraine, on réservera une profondeur minimum de 1 mètre entre le plus haut niveau de la nappe et le fond de l'ouvrage d'infiltration.

2.3 Méthodes conseillées

La méthode de référence consiste à utiliser le modèle général de la collectivité.

Les critères de choix des modèles sont décrits dans les fiches du guide technique.

Les données pluviométriques à utiliser en entrée seront de préférence constituées par un ensemble de pluies de référence réelles mesurées sur le site ou sur un site voisin (représentatives de la pluviosité locale). Il est indispensable de tenir compte des pluies longues et des successions de pluies (même séparées par des intervalles de temps de plusieurs heures) pour tenir compte de l'état de remplissage du bassin au début de la pluie et éventuellement de sa capacité d'infiltration, susceptible de varier selon les conditions de saturation du sol.

A défaut, on pourra utiliser un ensemble de pluies de projet. Dans ce cas, il est essentiel de tester des pluies de différentes durées pour une même période de retour. Ce n'est en effet généralement pas la pluie qui provoque le débit maximum à l'exutoire du bassin versant qui générera les volumes les plus importants dans l'ouvrage de stockage.

2.4 Autres méthodes utilisables

Dans les cas intermédiaires, on pourra utiliser la méthode des pluies, ou de la méthode des volumes.

Il sera également possible pour les petits ouvrages d'utiliser une méthode simplifiée consistant à dimensionner l'ouvrage de façon à stocker la lame d'eau journalière de période de retour choisie. Le volume de stockage (m^3) nécessaire est alors égal à :

¹ On pourra prendre en compte la surface entière du fonds pour les chaussées à structure réservoir où l'eau est injectée par des systèmes de drains sauf si les eaux recueillies sont notoirement chargées (réseau unitaire par temps de pluie par exemple). Il en est de même pour les fossés drainants où un géotextile est installé près de la surface de façon à pouvoir être changé facilement en cas de besoin.

$$V = C.S.H$$

avec :

- C : coefficient de ruissellement,
- S : surface du bassin versant (m²),
- H : hauteur d'eau journalière correspondant à la période de retour choisie (m).

2.5 Critères de choix

Cas 1 : Ouvrage dont la capacité de stockage est inférieure à 10 m³ : Pour ces ouvrages on pourra utiliser la méthode simplifiée à condition de vérifier que l'ouvrage peut normalement se vidanger en 24h.

Cas 2 : Ouvrage dont la capacité de stockage est comprise entre 10 et 500 m³ (limite pouvant être exceptionnellement portée à 1000 m³ à condition qu'il n'y ait pas de risques importants en cas de dysfonctionnement) : Pour ces ouvrages, on pourra utiliser la méthode des pluies ou la méthode des volumes (avec des données locales de précipitations) à condition que le réseau drainant le bassin versant soit homogène, sans ouvrage spécial ni autre bassin de retenue à l'amont du bassin de retenue que l'on souhaite dimensionner.

Cas général : Dans tous les autres cas on utilisera la méthode recommandée.

Dans tous les cas, il sera possible de justifier un volume plus faible en utilisant le modèle de référence.

3 Conception et dimensionnement d'un ouvrage de dépollution par décantation (avec ou sans renvoi des effluents vers la step)

3.1 Objectifs des études de ce type

L'objectif de ce type d'étude est de définir les caractéristiques physiques et géométriques d'un ouvrage dont la fonction sera de retenir en son sein les particules décantables, véhiculant par temps de pluie une grande part des polluants.

La première étape consiste à déterminer les critères d'une bonne interception hydraulique. Dans un deuxième temps, la conception interne de l'ouvrage doit conduire à une rétention efficace des polluants.

Parmi les dispositifs susceptibles de répondre aux objectifs mentionnés ci-dessus, on distingue :

- les ouvrages extensifs tels que les bassins de stockage - décantation ;
- les ouvrages compacts tels que les décanteurs lamellaires avec ou sans adjonction de coagulant-floculant ;
- les combinaisons d'ouvrages.

3.2 Principes de base

L'étude des volumes et débits en jeu est primordial car elle permet de définir le taux d'interception hydraulique. Quant à l'efficacité de la décantation et de la rétention de polluants au sein de l'ouvrage, elle dépend largement des débits traversiers et des surfaces de décantation.

Les volumes et débits auxquels il est fait référence ici ne sont pas du même ordre de grandeur que ceux mis en jeu pour pallier des problèmes de débordement de réseaux. Il s'agit dans ce cas de dimensionner des ouvrages capables de traiter des événements courants dont la période de retour est le plus souvent inférieure ou égale à l'année.

Une fois le volume et/ou le débit traversier de l'ouvrage fixés, d'autres éléments de conception devront être pris en compte : surface de décantation tout d'abord mais

aussi régime hydraulique (laminaire ou turbulent), répartition des flots et distribution des vitesses traversières lesquels jouent un rôle primordial dans la capacité de l'ouvrage à retenir les éléments polluants associés aux particules.

La fiabilité de la fonction de dépollution de l'ouvrage dépend également largement de son entretien. Les conditions d'exploitation et de gestion des sous-produits doivent donc être intégrées dans les réflexions, dès l'origine du projet.

3.3 Méthodes recommandées

3.3.1 Dimensionnement hydraulique

Concernant le dimensionnement hydraulique des ouvrages, l'approche événementielle ne constitue pas forcément une solution intéressante car elle ne fournit généralement pas les éléments de discussion nécessaires à la recherche de compromis technico-économiques. C'est pourquoi la méthode de référence recommandée consiste à simuler le comportement du système (calcul des hydrogrammes et des pollutogrammes arrivant à l'ouvrage) pour un grand nombre d'événements pluvieux observés localement, si possible sur un minimum de 5 années réelles représentatives (voir les fiches du guide technique). Ces données peuvent en effet être exploitées en terme de taux d'interception annuel (fraction du volume total généré entrant sur l'ouvrage), nombre de déversements annuels, etc.

La première étape consiste à fixer les volumes et débits de traitement par rapport à un **taux d'interception de l'ouvrage**, lequel quantifie la proportion d'effluent qui entre dans l'ouvrage par rapport au total généré par le bassin versant (amont ouvrage). Elle peut être effectuée d'un point de vue strictement hydraulique (à partir d'hydrogrammes) en comparant le volume transitant par l'ouvrage au volume total généré. Elle peut également s'attacher à quantifier la part de charge polluante entrant dans l'ouvrage par rapport à la charge globale générée par le bassin versant en amont de l'ouvrage (hydrogrammes et pollutogrammes mesurés et/ou reconstitués nécessaires).

Cette démarche sera appliquée de préférence à l'ensemble des événements mesurés sur une longue période (5 ans minimum), représentatives de la pluviosité locale. A défaut, une à deux années réelles, des classes de pluie, des chroniques synthétiques, un échantillon d'événements réels ou un ensemble de pluies de projet pourront être utilisés. *Il est important de tenir compte des pluies longues et des successions de pluies (même séparées par des intervalles de temps de plusieurs heures) pour tenir compte de l'état de remplissage du bassin au début de la pluie.*

Cette approche nécessite l'emploi de modèles dont les critères de choix sont ceux décrits dans les fiches du guide technique.

3.3.2 Evaluation et optimisation de la capacité de rétention des polluants

La deuxième étape consiste à adapter la conception de l'ouvrage et son mode de gestion à l'objectif de **dépollution par décantation** en gardant en mémoire que les particules à piéger sont des particules de petite taille, inférieures à 100 µm.

De nombreux modèles de décantation existent. En première approximation, le modèle de Hazen, peut fournir quelques ordres de grandeur d'efficacité. Ce modèle décrit de manière simplifiée le processus de décantation. L'écoulement est supposé laminaire et uniforme sur toute la section de l'ouvrage. On montre alors que le terme Q/S , rapport du débit traversier sur la surface au miroir, est le paramètre déterminant du dimensionnement d'un décanteur. Ce rapport Q/S est appelé suivant les auteurs vitesse de Hazen, vitesse de coupure, charge ou débit surfacique, etc..

Si l'on dispose de la distribution des vitesses de chute représentatives des MES en entrée d'ouvrage, il est alors possible de connaître, à partir du débit surfacique, les classes qui vont décanter à l'intérieur de l'ouvrage de décantation. L'ouvrage sera alors dimensionné en fonction de l'efficacité requise.

En l'absence de mesures de vitesses de chute, il est recommandé de viser a priori des débits surfaciques inférieurs à 2 m/h.

1. Ouvrages extensifs

Contrairement aux ouvrages de stockage-laminage (la totalité des effluents stockés par temps de pluie dans le bassin est ensuite traité sur la step), les bassins de stockage-décantation (dont une partie des effluents stockés et/ou les dépôts peuvent être renvoyés vers la step), doivent être conçus de façon à éviter la remise en suspension des dépôts notamment lors du déstockage vers le milieu récepteur.

Parmi les éléments à prendre en compte : nature du revêtement du bassin (herbe, béton, etc.), géométrie de l'ouvrage (surface de décantation, hauteur utile, rapports longueur/largeur, hauteur/longueur, hauteur/rayon, pente du radier, compartimentage, présence de dissipateurs d'énergie), etc..

Des simulations d'écoulements hydrauliques au sein de l'ouvrage permettent d'adapter la géométrie et les conditions d'admission des effluents dans l'ouvrage, en visualisant la répartition des vitesses et des lignes de courants.

2. Ouvrages compacts (type décanteurs lamellaires)

Les conditions hydrauliques sur ces ouvrages doivent faire l'objet d'une attention particulière.

La surface de décantation d'un module lamellaire est plus difficile à évaluer dans la mesure où elle dépend du mode d'alimentation de l'ouvrage. Elle ne doit pas être confondue avec la surface au miroir. En première approximation on estimera la surface de décantation à partir de la surface totale des lamelles projetée sur l'horizontale : $S = n \times l \times L \cos\theta$, avec L la longueur et l la largeur des lamelles (plaques), n le nombre et θ l'inclinaison des lamelles.

Connaissant la surface de décantation de l'ouvrage, il est possible d'évaluer sa vitesse de Hazen (voir modèle de Hazen), puis son rendement au débit nominal par comparaison de la vitesse de Hazen avec la vitesse de chute des particules véhiculées par l'effluent. En l'absence de mesures, on orientera le choix à priori des vitesses de Hazen vers des valeurs inférieures à 2 m/h.

Un calcul du nombre de Reynolds à l'intérieur des modules lamellaires permet d'évaluer le régime (turbulent ou laminaire) et de cerner ainsi la pertinence d'un dimensionnement basé sur le modèle de Hazen.

La répartition des vitesses sur l'ensemble des lamelles suppose une bonne connaissance de la géométrie de l'ouvrage et des conditions d'alimentation des lamelles. La distance séparant les lamelles du point d'introduction des effluents dans l'unité de décantation lamellaire est déterminante (distance horizontale dans le cas d'un ouvrage fonctionnant à courants croisés, hauteur dans le cas d'un contre courants).

3. Combinaison d'ouvrages

Les combinaisons "ouvrage extensif - dispositif compact de traitement au fil de l'eau" permettent de traiter des volumes d'effluents plus importants tout en assurant une alimentation à débit régulé d'ouvrages entièrement dédiés à la dépollution. La mise en place d'un traitement au fil de l'eau, après un bassin tampon peut cependant se révéler inutile si l'on ne veille pas à l'adéquation entre les objectifs fixés et le dimensionnement de chaque unité. En effet pour intercepter des particules par décantation, un ouvrage compact doit alors avoir une vitesse de Hazen inférieure à la vitesse de chute des particules évacuées à l'aval du bassin.

De plus, lorsque la concentration en sortie du bassin est faible, la seule décantation sur ces ouvrages compacts ne permet pas d'assurer le traitement de finition recherché.

3.4 Autres méthodes utilisables

Concernant les données pluviométriques : une à deux années réelles, chroniques de pluies synthétiques, classes de pluies, événements pluvieux réels pris comme référence, pluies de projet, etc..

Concernant spécifiquement les ouvrages de stockage, la méthode des volumes ou méthode des pluies peuvent être utilisées dans les cas simples (Cf & suivant).

Concernant le calcul des débits de pointe de période de retour donné, il est possible d'utiliser une méthode simplifiée reposant sur des coefficients multiplicateurs. On pourra par exemple retenir le débit décennal multiplié par 1/3 pour obtenir le débit de période de retour 6 mois et le débit décennal multiplié par 1/8 pour obtenir le débit de période de retour 1 mois.

3.5 Critères de choix

Concernant le dimensionnement des ouvrages de stockage, on pourra utiliser la méthode des pluies ou la méthode des volumes (avec des données locales de précipitations) dans le cas d'un réseau homogène, sans ouvrage spécial ni autre bassin de retenue à l'amont du bassin de retenue que l'on souhaite dimensionner, à condition que la volume total de la retenue soit inférieur à 500 m³ (volume pouvant exceptionnellement être porté à 1000 m³ en l'absence de risque importants en cas de dysfonctionnement).

Concernant le dimensionnement des ouvrages au fil de l'eau, la méthode des coefficients multiplicateurs pourra être utilisée (spécifiquement pour le calcul des décanteurs) si la surface du bassin versant ne dépasse pas 5 hectares.

Dans tous les cas, il sera possible de justifier un volume ou un débit plus faible en utilisant le modèle de référence et une chronique de pluies.

Rappel sur les modèles de dimensionnement des ouvrages de stockage

1 Méthode des pluies

1.1 Hypothèses

La méthode suppose :

- que le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant ;
- qu'il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, c'est à dire que les phénomènes d'amortissement dus au ruissellement sur le bassin sont négligés (cette méthode ne sera donc applicable que pour des bassins versants relativement petits - quelques dizaines d'hectares - et ne contenant aucun ouvrage de stockage ou de régulation) ;
- que les événements pluvieux sont indépendants ; ceci signifie que lors des dépouillements, les périodes de temps sec ne sont pas prises en compte.

1.2 Principes de la méthode

Pour appliquer la méthode, on s'appuie sur des dépouillements de pluies identiques à ceux opérés pour la construction des courbes Intensité-durée-fréquence. Sur un ensemble d'épisodes pluvieux mesurés pendant p années, on calcule les p intensités moyennes maximales annuelles i_m pour différents intervalles de temps $k.\Delta t$ où Δt est le pas de mesure. On réalise ensuite un classement fréquentiel des valeurs de i_m . On peut ainsi déterminer des courbes d'intensités moyennes maximales pour des durées d'analyse et des fréquences F (ou périodes de retour T) différentes.

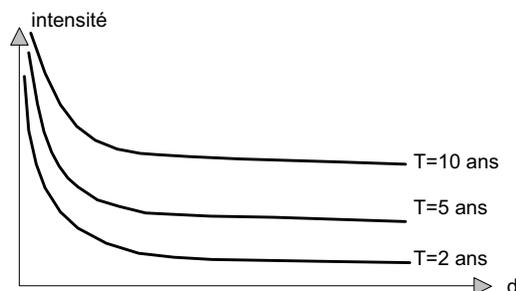


Figure 1: Courbes Intensité-durée-fréquence.

Pour calculer le volume de la retenue, il est nécessaire de transformer ces intensités $i_m(k.\Delta t, T)$ en hauteurs $h(k.\Delta t, T)$:

$$h(k.\Delta t, T) = i_m(k.\Delta t, T) \times k.\Delta t \quad \text{équation 1}$$

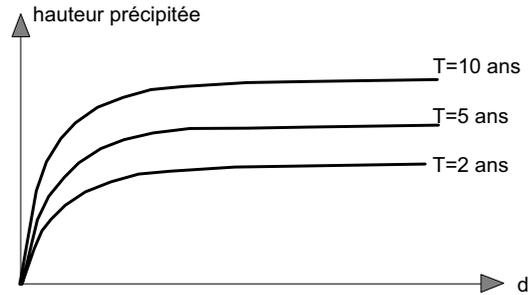


Figure 2: Courbes Hauteur-durée-fréquence.

Ces courbes déterminées statistiquement représentent l'évolution des hauteurs précipitées pour différentes durées ; on parle aussi de courbes "enveloppes". Ce ne sont donc pas des courbes décrivant l'évolution des apports cumulés en fonction du temps pour un ensemble de pluies.

On peut également faire directement les dépouillements sur les hauteurs. Sur un ensemble d'épisodes pluvieux mesurés pendant p années, on repère les p hauteurs maximales annuelles h pour différents intervalles de temps k. Δt, puis on réalise un classement fréquentiel des valeurs de h permettant de déterminer directement les courbes Hauteur-durée-fréquence. On évite ainsi les approximations faites sur le lissage des courbes IDF.

On suppose ensuite que l'ouvrage a un débit de fuite constant Q_s que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique q_s :

$$q_s = 360 \frac{Q_s}{S_a} \quad \text{équation 2}$$

avec :

q_s : en mm/h ;

Q_s : en m³/s ;

S_a : en ha.

S_a est la surface active de ruissellement alimentant l'ouvrage de stockage. Elle est déterminée par le produit du coefficient d'apport C_a et de la surface totale du bassin versant drainé.

Ainsi, on peut tracer conjointement la hauteur précipitée pour une période de retour donnée h (k.Δt, T) et la courbe représentant l'évolution des hauteurs d'eaux évacuées $q_s.k.\Delta t$ en fonction des durées d'évacuation k.Δt.

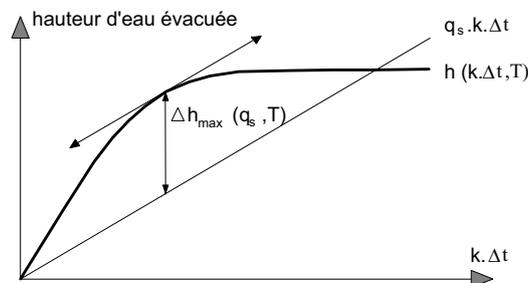


Figure 3 : Superposition de la courbe Hauteur-durée pour une fréquence choisie et de la courbe d'évacuation.

Les différences $\Delta h(q_s, T, k, \Delta t)$ entre les courbes $q_s, k, \Delta t$ et $h(k, \Delta t, T)$ correspondent aux hauteurs à stocker pour différentes durées $k, \Delta t$. Le maximum $\Delta h_{\max}(q_s, T)$ correspond à la hauteur totale à stocker. Le volume d'eau à stocker se détermine alors facilement par :

$$V = 10 \times \Delta h_{\max}(q_s, T) \times S_a \quad \text{équation 3}$$

avec :

V : en m^3 ;

Δh_{\max} : en mm ;

S_a : en ha.

En l'absence de données locales spécifiques à la méthode des pluies, il est possible d'utiliser les courbes IDF dont le mode de construction est fourni au paragraphe 8.3.5.3. Il faut ensuite construire les courbes hauteur-durée-fréquence à partir de ces courbes IDF. Différentes précautions doivent être prises. En particulier, les ajustements des courbes IDF ne sont valables que pour une plage donnée de durées. La courbe IDF utilisée doit donc être choisie en fonction de la durée de vidange attendue².

2 Méthode des volumes

2.1 Hypothèses

La méthode repose sur les hypothèses suivantes :

- le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est supposé constant ;
- qu'il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, c'est à dire que les phénomènes d'amortissement dus au ruissellement sur le bassin sont négligés (cette méthode ne sera donc applicable que pour des bassins versants relativement petits - quelques dizaines d'hectares - et ne contenant aucun ouvrage de stockage ou de régulation) ;

2.2 Principes de la méthode

La méthode des volumes diffère de la méthode des pluies par le fait que l'on essaye de mieux prendre en compte la réalité de la distribution temporelle des apports dans la retenue. Pour ce faire, on considère qu'un épisode pluvieux ne se termine qu'à la fin de la vidange (théorique) de la retenue.

Une des façons les plus courantes pour dépouiller les données consiste à tracer sur un même graphe l'évolution en fonction du temps de la hauteur d'eau précipitée cumulée et celle de la hauteur d'eau vidangée cumulée. Cette deuxième quantité est simple à évaluer, puisque le modèle repose sur l'hypothèse que le débit de vidange (exprimé en hauteur d'eau) est constant et égal à q_s (du moins tant qu'il y a suffisamment d'eau dans la retenue pour l'alimenter). La courbe de hauteur vidangée cumulée est alors constituée de segments de droites horizontaux (lorsqu'il n'y a pas de vidange) et de segments de droites de pente égale à q_s lorsqu'il y a vidange. Le volume maximum à stocker pour un événement pluvieux donné est alors égal à la différence entre les deux courbes (voir la Figure 4).

² Attention : Une erreur très fréquemment commise consiste à utiliser des courbes IDF correspondant à des durées courtes (le plus souvent celles de l'Instruction technique de 1977 qui correspondent à des durées de 6 minutes à 2 heures) pour calculer par la méthode des pluies des ouvrages qui se vidangent en plusieurs heures (parfois 12 ou 24 heures). Ce mode de calcul peut entraîner des surestimations extrêmement importantes des volumes nécessaires (parfois dans un rapport de 1 à 2). Il est donc impératif de choisir des ajustements correspondant aux durées de vidange attendues.

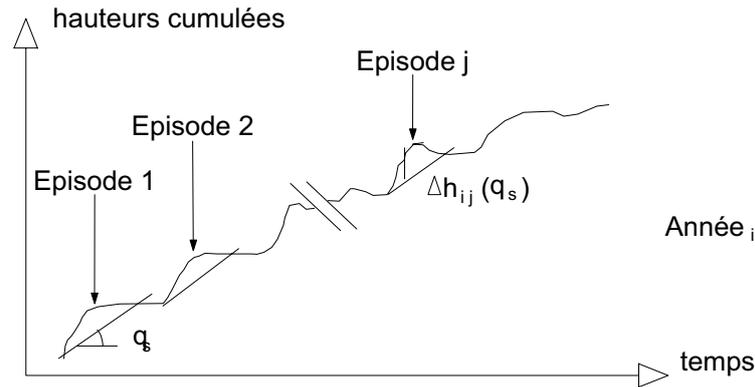


Figure 4 : Courbe des hauteurs cumulées sur la durée d'analyse.

On réalise ensuite un classement fréquentiel de ces valeurs maximales Δh_{\max} , en supposant que la fréquence de retour empirique de l'événement qui a le rang i pour une durée d'observation de n années est égale à :

$$T_i = \frac{i}{n - \alpha} \quad \text{équation 4}$$

α est un coefficient empirique, souvent pris égal à 0,5.

On peut ainsi ajuster les points obtenus et construire des graphes $\Delta h_{\max}(q_s, T)$ en fonction de q_s et T (voir la Figure 5)³.

Dans le but, d'une part de faciliter les traitements, et d'autre part de travailler sur des événements indépendants et homogènes, on se contente souvent de ne conserver que les événements les plus forts. Par exemple, si l'on veut construire un abaque dans le but d'un dimensionnement hydraulique (c'est à dire pour des périodes de retour généralement comprises entre 5 et 25 ans), il sera préférable de ne conserver que l'événement maximal pour chaque année de mesure.

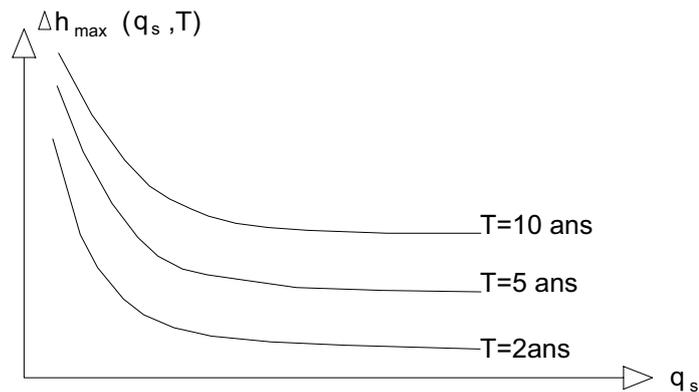


Figure 5 : Courbes permettant la détermination de la hauteur spécifique.

³ Ce principe a été utilisé pour construire les abaques de la méthode recommandée dans l'Instruction technique de 1977. Comme expliqué précédemment pour les régions pluviométriques, très peu de données étaient disponibles lorsque ces abaques ont été construits. Depuis, de nombreuses données ont été recueillies, et ces abaques ne devraient plus être utilisés.

Le volume à stocker est alors déterminé par la relation :

$$V = 10 \times \Delta h_{\max} (q_s, T) \times S_a \quad \text{équation 5}$$

avec :

- V : volume stocké (en m³) ;
 Δh_{\max} : hauteur cumulée maximum (en mm) ;
 S_a : surface active (en ha).

Le mode de construction peut lui facilement être mis en œuvre localement dès lors que l'on dispose de données pluviométriques sur une durée suffisamment longue (qui devrait être entre 3 et 5 fois la période de retour maximum considérée pour tenir compte de la variabilité interannuelle des pluies).

3 Méthode des débits

3.1 Hypothèses

Cette méthode est présentée ici par souci d'homogénéité, bien qu'elle soit à ranger parmi les méthodes détaillées dans la mesure où elle s'appuie le plus souvent sur un modèle complet du réseau amont. Elle n'impose aucune hypothèse a priori sur le mode de régulation des débits sortants.

3.2 Principes de la méthode

La méthode repose sur la définition de trois relations :

- une relation de conservation des volumes :

$$\frac{dV_s(t)}{dt} = Q_e(t) - Q_s(t) \quad \text{équation 6}$$

- avec $Q_e(t)$: débit entrant dans l'ouvrage de stockage (m³/s) ;
 $Q_s(t)$: débit sortant (m³/s) ;
 $V_s(t)$: volume stocké dans l'ouvrage (m³).

- une relation de stockage décrivant l'évolution du volume stocké $V_s(t)$ en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin, $h(t)$:

$$V(t) = f(h(t)) \quad \text{équation 7}$$

- une (ou des) relation(s) de vidange décrivant l'évolution du débit de sortie $Q_s(t)$ du bassin en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin :

$$Q_s(t) = g(h(t)) \quad \text{équation 8}$$

La hauteur d'eau stockée dans le bassin et le débit sortant peuvent alors être calculés en fonction du temps, en résolvant numériquement le système constitué par les équations (1), (2) et (3), ceci pour n'importe quel hydrogramme entrant.

Ce type de modèle suppose qu'il ne se produit aucune propagation au sein de l'ouvrage de retenue. Une étude réalisée en 1986 (Sogreah, 1986) montre que cette hypothèse est tout à fait justifiée pour des retenues de surface inférieure à une centaine d'hectares. En effet, des comparaisons ont été menées entre un modèle utilisant la méthode des débits et un code de calcul bidimensionnel reposant sur la résolution des équations complètes de Barré de Saint-Venant à deux dimensions. Les réponses que donnent les deux modèles sont pratiquement identiques en ce qui concerne l'hydrogramme sortant et l'évolution du stock.

Ce modèle nécessite d'être couplé à des modèles de simulation du ruissellement et éventuellement de propagation en conduite pour générer les hydrogrammes entrants (voir le paragraphe 8.3). Il est donc généralement utilisé avec un support informatique

(résolution de l'équation de continuité pour des lois de stockage et de vidange quelconques). Il est disponible dans la plupart des logiciels disponibles sur le marché.

L'une des difficultés d'application de ce modèle réside dans la détermination de la loi de vidange pour des ouvrages de sortie complexe. Cette difficulté n'existe cependant pas dans les études de conception où l'on fait des hypothèses simplificatrices (débit constant, simple surverse, vidange par orifice, etc.). Il est aussi possible d'introduire des éléments de régulation en reliant Q_s au temps ou à une caractéristique de l'écoulement en un point quelconque du réseau.

4 Comparaison entre les méthodes

Des comparaisons ont été menées sur des séries pluviométriques longues des stations Montpellier Bel Air et Paris-Montsouris mettant en évidence le fait que la méthode des volumes donnait des valeurs supérieures à celles de la méthode des pluies.

Les résultats obtenus sur la station Montpellier Bel Air à partir d'enregistrements pluviographiques effectués sur 52 ans montrent des écarts de capacité entre les deux méthodes, pour une période de retour de 10 ans, variant de 5 à 50%.

On comprend bien pourquoi intuitivement. Dans la méthode des pluies, on isole et on extrait les événements "intéressants" d'une série pluviométrique complète, on perd alors la notion de succession des pluies. Or pour certains débits de fuite, et compte tenu du temps de vidange, plusieurs épisodes pluvieux peuvent se produire successivement, la deuxième pluie se produisant alors que le bassin n'est pas complètement vidangé de la première.

Attention :

Les abaques de l'Instruction de 1977 ont été établis à partir de séries de mesures faites sur un nombre très réduit de postes pluviométriques. Leur extension à l'ensemble d'une région pluviométrique est dangereuse du fait de l'hétérogénéité de la pluviométrie à l'intérieur d'une même région, mais également, pour les périodes de retour longues, du fait de la faible longueur des séries de mesures utilisées. Par exemple, à Lyon, ces abaques peuvent conduire à un sous-dimensionnement des ouvrages de l'ordre de 30% si le débit de vidange est faible.

L'utilisation de la méthode des volumes suppose donc que l'on construise des abaques locaux adaptés à la pluviométrie. Il est donc conseillé de faire un effort important pour rassembler des données pluviométriques de bonne qualité et de privilégier la méthode des débits.

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Méthodes disponibles et pratiques actuelles, limites et besoins en recherche-développement

B. Chocat
URGC – INSA Lyon

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Introduction

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Intérêt des ouvrages d'infiltration

- Faible coût de construction (pas de réseau à construire)
- Facilité apparente de réalisation
- Qualité écologique : Recharge de la nappe et préservation de la ressource.

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Problèmes posés par les ouvrages d'infiltration

- Difficultés de prise en charge des coûts de fonctionnement
- Risque de mauvaise conception
- Risques écologiques : pollution du sol et de la nappe.

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Grande diversité des ouvrages

- Ouvrages à l'échelle de la parcelle : tranchées et puits d'infiltration



GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Grande diversité des ouvrages

- Ouvrages à l'échelle de la zone ou du quartier : bassins d'infiltration



GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Principes généraux de conception

amenée



prétraitement



infiltration

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Ouvrages de prétraitement

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Fonctions

- Diminuer la charge en MES afin de limiter les risques de colmatage rapide de l'ouvrage d'infiltration.
- Dépolluer autant que possible l'effluent avant de l'envoyer vers l'ouvrage d'infiltration.
- Stocker provisoirement l'eau pour contrôler le débit entrant dans l'ouvrage d'infiltration.

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Principes utilisables

- Pollution « visible »
 - filtrer
- Pollution particulaire:
 - décanter
 - filtrer
- Pollution dissoute
 - piéger?

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Cas des séparateurs compacts à hydrocarbures

- Eventuellement utiles pour piéger une pollution accidentelle
- Doivent impérativement être maintenus
- **Totalement inefficaces pour piéger la pollution chronique**

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Solution la plus rationnelle :

Bassin de retenue permettant la décantation

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Dimensionnement hydraulique

- Volume suffisant pour stocker le volume incident moins le volume susceptible d'être infiltré dans le même temps. Voir fiche 1 – «dimensionnement d'un ouvrage de stockage»
- Volume suffisant pour permettre un temps de séjour permettant la décantation des MES. Voir fiche 3 – «Conception et dimensionnement d'un ouvrage de dépollution par décantation»

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception géométrique

- Deux principes de base
 - éviter les lignes d'écoulement préférentielles
 - cloisonner pour faciliter l'entretien
- Contrôle du fonctionnement
 - simulation de longues chroniques de pluies (plusieurs années) : vérification précise du remplissage
 - simulation des écoulements avec des modèles de CFD ou BON SENS

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Exploitation et entretien

- Curer régulièrement pour éviter des remises en suspension ou une perte de volume utilisable (après chaque pluie)
- Trouver une filière d'élimination des boues (lavage ou traitement avec les boues de STEP)

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Ouvrage d'infiltration

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Principes de dimensionnement

- Volume et capacité d'infiltration suffisants pour éviter de déborder pendant une pluie.
- Capacité d'infiltration suffisante pour permettre la vidange entre deux pluies (24 heures)

Voir la fiche 2: «Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration»

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

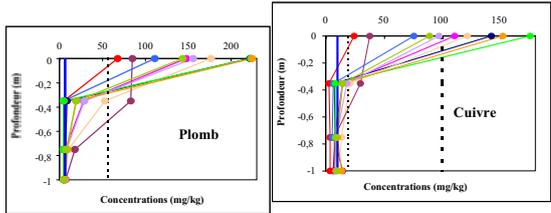
SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception du fond

- Prévoir une épaisseur de zone non saturée de 1 mètre minimum en toute circonstance



GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception du fond

- Préférable de mettre un géotextile à 40 ou 50 cm de profondeur + sol «artificiel» et homogène au dessus pour éviter les lignes d'infiltration préférentielles



GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception du fond

- Prévoir une couche de surface très perméable (galet, gravier) ou végétalisée



GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

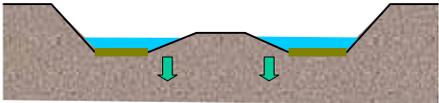
SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception du fond

- Ne pas faire un fond plat.



GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conception du fond

- Prévoir une épaisseur de zone non saturée de 1 mètre minimum en toute circonstance
- Préférable de mettre un géotextile à 40 ou 50 cm de profondeur + sol «artificiel» et homogène au dessus pour éviter les lignes d'infiltration préférentielles
- Prévoir une couche de surface très perméable (galet, gravier) ou végétalisée
- Ne pas faire un fond plat.

GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Exploitation et entretien

- Mettre en place un suivi qualitatif de la nappe à l'aval.
- Contrôler le colmatage (vérification durée de vidange ou essais de perméabilité).
- Contrôler la pollution du sol à différentes profondeurs.
- Prévoir une réhabilitation régulière du bassin (tous les 20 à 30 ans) : curage de la surface et remplacement des matériaux.

GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Questions en suspens

- optimisation des ouvrages de décantation
- limitation du risque de colmatage des ouvrages d'infiltration
- maîtrise du risque de pollution du sol et de la nappe
- devenir des produits de curage
- statut juridique du sol sous les ouvrages

GRANDLYON **gralis** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES

Caractérisation des fonds de bassin d'infiltration : nouveaux paramètres physico- chimiques, et microbiologiques

Cécile DELOLME
ENTPE, Laboratoire des Sciences de
l'Environnement

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractérisation des fonds de bassin d'infiltration : nouveaux paramètres physico-chimiques et microbiologiques

Cécile Delolme, Hélène Larmet
Jean-Philippe Bedell, Thierry Winiarski
Laboratoire des Sciences de l'Environnement
E.N.T.P.E.

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Connaître les matériaux apportés par l'infiltration des eaux pluviales



GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Pourquoi caractériser les matériaux qui s'accumulent en fond de bassin ?

- Pour mieux gérer l'ouvrage d'infiltration
 - Evolution du colmatage
 - Profondeur de sol concernée par la pollution
- Pour connaître le risque de contamination chimique et microbiologique de la nappe réceptrice
- Pour décider de leur devenir en cas de curage
 - Traitement physique ou biologique
 - Filière de valorisation après traitement

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Que mesure-t-on usuellement ?

- Les teneurs totales en polluants
 - Métaux lourds
 - Hydrocarbures
- La granulométrie
- Quelques caractéristiques globales
 - pH, Matière organique, éléments majeurs, nutriments (nitrates, phosphates...)

pH	% M.O.	%vol. particule s < 3,9 µm	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cr mg/kg
7,5	5,8	12,3	12,3	243,1	314,1	1489,4	180,8

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Que permettent ces mesures ?

- Comparaison des niveaux de pollution entre différents matériaux et connaissances des éléments les plus concentrés
- Comparaison à des seuils existant pour des déchets solides ou des sédiments de dragage
- Choix du mode d'élimination

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

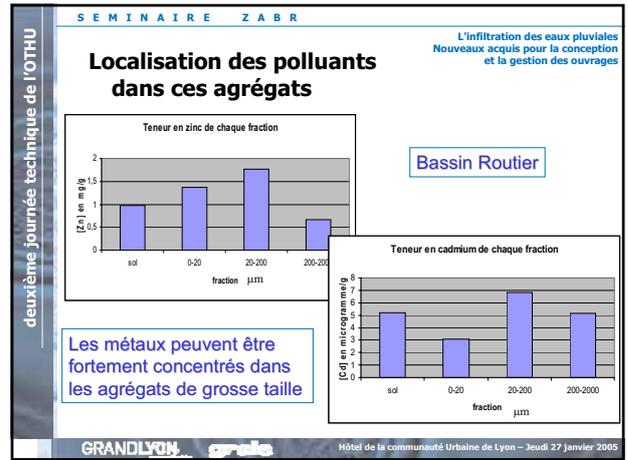
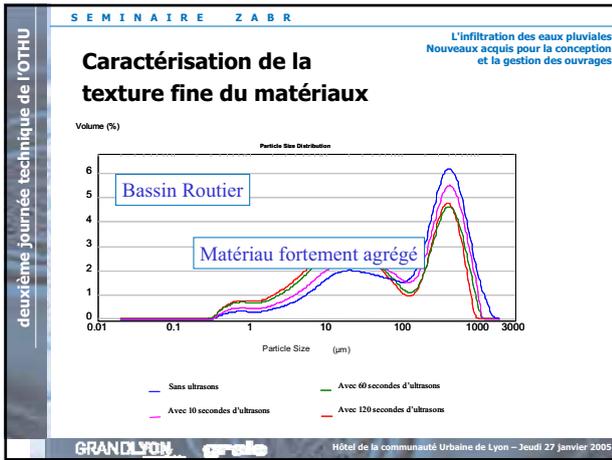
L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

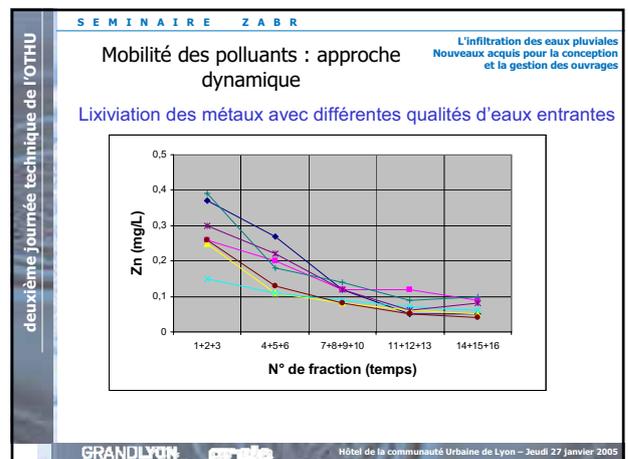
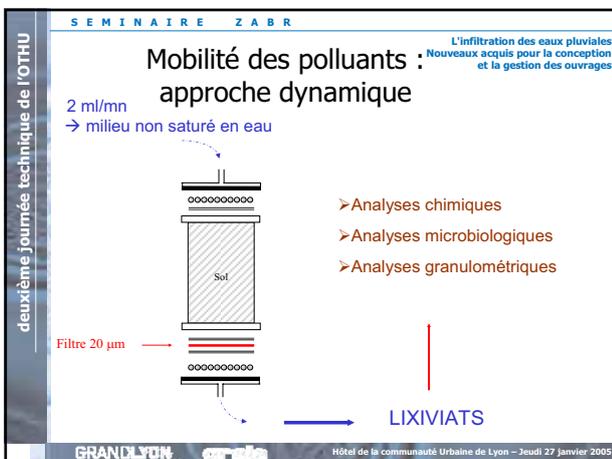
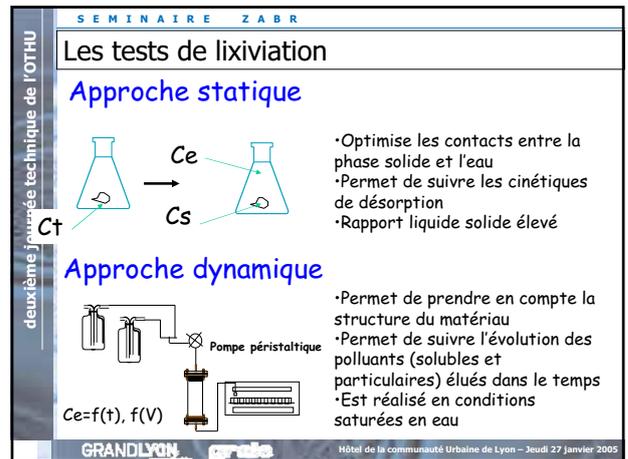
Quels sont les manques ?

- Localisation des polluants
 - Dans certaines phases du solide (matière organique, matière minérale)
 - Dans les différentes fractions granulométriques
- Mobilité des polluants
 - Solubilisation avec l'eau qui traverse le matériau
 - Transport via les particules solides et les colloïdes
- Caractérisation du compartiment microbien
 - Densité et activité de la flore microbienne
 - Rôle dans l'évolution du matériau

GRANDLYON  Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005



- SEMINAIRE Z A B R
- L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages
- ### La connaissance de la texture permet
- deuxième journée technique de l'OTHU
- de mieux comprendre l'évolution de la surface de la zone d'infiltration et son colmatage
 - de juger de la pertinence de traitement physique pour éliminer les polluants
 - De quantifier la présence de particules très petites (proches du micron) et mobiles dans le milieu poreux
- GRANDLYON grato Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005



SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

Mobilité des polluants : approche dynamique

Lixiviation des métaux avec différentes qualités d'eaux entrantes

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

La connaissance de la mobilité des polluants permet de :

- Tester le comportement du matériau dans différents scénarios
 - En fonction de la qualité des eaux s'infiltrant
 - En fonction des phases d'infiltration et de drainage
- Progresser dans le caractérisation du risque de contamination du sol et de la nappe
 - Intégration des concentrations mesurées en sortie de colonne dans des modèles de transport de polluants dans les nappes
 - Connaître les polluants les plus mobiles via des particules ou sous forme soluble

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

La caractérisation du compartiment microbien

Compartiment mal connu dans les bassins d'infiltration

Compartiment difficile à caractériser

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

Milieux très riche en micro-organismes

	Avril		Juillet		Septembre		Novembre	
	Surface	Profondeur	Surface	Profondeur	Surface	Profondeur	Surface	Profondeur
population bactérienne (CFU / g sol sec)	14.46 10 ⁸	2.55 10 ⁷	9.35 10 ⁸	7.59 10 ⁶	5.21 10 ⁸	3.61 10 ⁶	3.44 10 ⁸	7.18 10 ⁶
population fongique* (CFU / g sol sec)	1.48 10 ⁶	7.43 10 ³	N.D.	N.D.	3.80 10 ⁵	1.19 10 ³	4.88 10 ⁵	1.73 10 ⁴
INT activity (µg formazan / g soil DW/24h)	2993 ± 82	620 ± 24	3154 ± 430	198 ± 25	2851 ± 170	160 ± 21	1940 ± 82	260 ± 26

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

Micro-organismes très actifs

Mesure de respiration des échantillons du BI Django Rheinardt

pH	% M.O.	% vol. particule < 3.9 µm	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cr mg/kg
7,0	4,9	10,7	19,10	247,7	401,5	3450,0	333,1

Champignons totaux UFC/g sol sec	Bactéries totales UFC/g sol sec
2,5. 10 ⁸	4,4. 10 ⁷

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception et la gestion des ouvrages

Micro-organismes très divers

```

    graph TD
      A[11 Coccis] --> B[3 Gram-]
      A --> C[8 Gram+]
      B --> D[0 catalase -]
      B --> E[3 catalase + oxydase -]
      D --> F[Acinetobacter]
      E --> F
      C --> G[0 catalase -]
      C --> H[8 catalase +]
      G --> I[Moroccocaceae]
      H --> I
      A --> J[6 Bacilli]
      J --> K[0 Gram+]
      J --> L[6 Gram-]
      L --> M[3 oxydase +]
      L --> N[3 oxydase -]
      M --> O[Vibrionaceae]
      N --> P[Enterobacteriaceae]
  
```

GRANDLYON grato

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Des micro-organismes mobiles

Scenario	Series 1 (Light Blue)	Series 2 (Dark Blue)	Series 3 (Purple)
1+2+3	~220	~140	~100
4+5+6	~170	~130	~100
7+8+9+10	~140	~110	~80
11+12+13	~130	~100	~70
14+15+16	~180	~140	~100

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

La caractérisation du compartiment microbien permet :

- D'évaluer les potentialités du matériau pour des traitements biologiques
- De trouver et d'identifier des souches adaptées à ces milieux extrêmes
- D'évaluer son rôle dans l'évolution du matériau et la dégradation des polluants organiques
- D'évaluer son rôle dans les risques de transfert des polluants

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Les perspectives

- Caractériser l'évolution de la texture et de l'agrégation des matériaux de surface des bassins en fonction des modes de gestion des ouvrages
- Comprendre et modéliser la mobilité des polluants
- Identifier des scénarios de gestion à risque pour la nappe
- Suivre les bactéries pathogènes dans les ouvrages

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

COLMATAGE & REHABILITATION

Éléments sur le colmatage des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales

Sylvie BARRAUD
INSA de Lyon, U.R. Génie Civil Hydrologie
Urbaine

Thierry WINIARSKI
ENTPE, Laboratoire des Sciences de
l'Environnement

COLMATAGE & REHABILITATION

Méthodes disponibles et pratiques actuelles, limites et besoins en recherche-développement

**Sylvie BARRAUD, INSA de LYON U.R Génie Civil Hydrologie Urbaine
Thierry WINIARSKI, ENTPE Laboratoire des sciences de
l'environnement**

Résumé

Le colmatage est une des préoccupations majeures lorsque l'on décide d'implanter des ouvrages d'infiltration d'eaux pluviales.

Le colmatage d'un ouvrage d'infiltration est un phénomène dû aux dépôts de particules dans les pores du milieu poreux. Les particules les plus grosses s'accumulent en surface ou dans les quelques premiers centimètres ; les particules plus fines pénètrent plus profondément dans le sol. A des phénomènes physico-chimiques s'ajoute alors le développement d'algues et de bactéries qui contribue lui aussi au colmatage.

En revanche, le colmatage favorise la rétention des polluants. Le milieu poreux étant plus fin, la filtration mécanique est plus efficace. Les surfaces et les temps de contact augmentant, la rétention physico-chimique et biologique est aussi favorisée.

Enfin le phénomène de colmatage est progressif et généralement assez long (quelques dizaines d'année) sauf cas particuliers.

Dans le cadre de l'OTHU, le colmatage fait bien évidemment partie des préoccupations, aussi tente-t-on au travers des suivis et de mesures ponctuelles de qualifier, caractériser, localiser et surtout suivre son évolution dans le temps. Suivre le colmatage demande que l'on dispose de données sur de longues chroniques de temps et que l'on ait pu maîtriser les données d'entrée au système et les conditions environnementales associées, mais celles-ci ne sont généralement pas disponibles. L'instrumentation fine de systèmes d'infiltration (D. Reinhardt à Chassieu, La Doua à Villeurbanne) va donc permettre d'ici quelques années d'avoir des informations plus fiables sur ces processus.

En attendant d'autres approches ont été explorées et des observations sur sites ont pu être réalisées. Nous présentons ici deux études.

- La première traite de l'estimation de l'évolution du colmatage au travers de mesures de résistances hydrauliques faites sur des bassins semblables mais d'âges différents. Il s'agit en quelque sorte d'une reconstitution artificielle de la vie d'un bassin d'infiltration.
- La deuxième concerne des observations réalisées sur la réhabilitation du bassin de rétention/infiltration de D. Reinhardt qui s'est colmaté en moins d'une année après sa réfection.

On trouvera également le détail de la présentation dans la fiche OTHU N°11.

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Éléments sur le colmatage des ouvrages d'infiltration

Présentation : **T. Winiarski - ENTPE-LSE**
S. Barraud - INSA-URGC

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Deux études :

- Estimation de l'évolution du colmatage par mesures de résistances hydrauliques sur bassins semblables mais d'âges différents
- Observations réalisées sur la réhabilitation du bassin de rétention/infiltration de D. Reinhardt

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Estimation de l'évolution du colmatage

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Evolution du colmatage

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractéristiques de l'environnement des sites

- Situés à **proximité** les uns des autres (Distance < 2 km)
- Plaine de l'Est Lyonnais
Sol Fluvio-Glaciaire
 $K=10^{-4}$ à 10^{-3} m³/s
- Profondeur de la nappe de **3 à 10 m**
- Pluviométrie comparable
- Urbanisation : **urbain mixte**

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

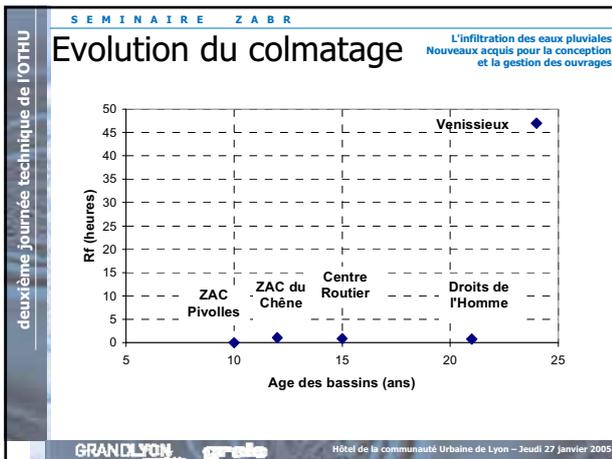
SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Evolution du colmatage

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005



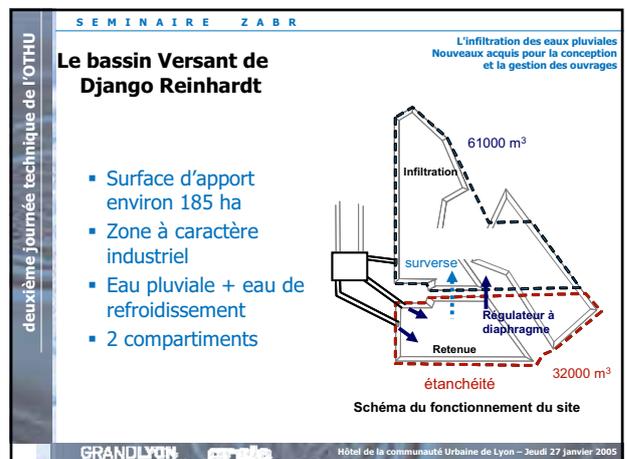
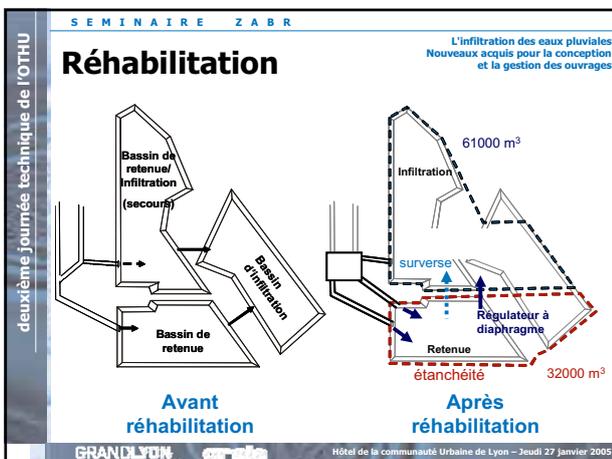
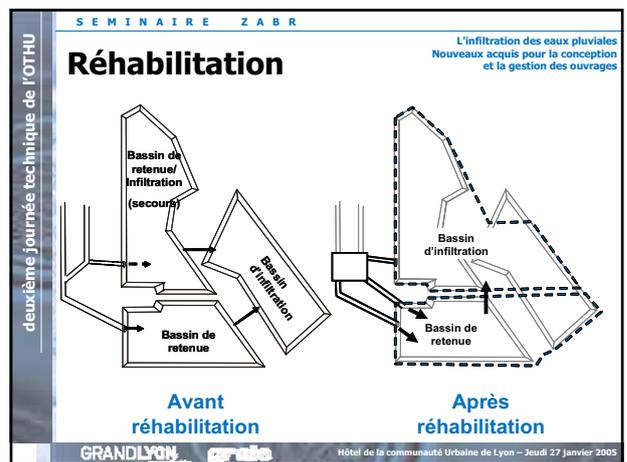
SEMINAIRE ZABR

deuxième journée technique de l'OTHU

Observations réalisées sur le site Django Reinhardt suite à sa réhabilitation

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005



SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Le bassin d'infiltration Django Reinhardt

- Surface d'infiltration de 1 ha
- Capacité d'infiltration 700 l/s
- Fond fluvioglacière
- Pas de géotextile



Formation fluvioglacière

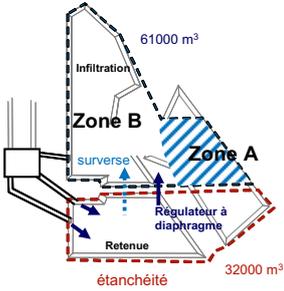


Schéma du fonctionnement du site

61000 m³

32000 m³

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages



Zone B Zone A

Un constat

- 2001: mise en service du bassin
- Moins d'un an après: bassin colmaté

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Causes du colmatage

- Bassin de stockage peu favorable à la décantation
 - Réalisation de compartiments dans le bassin de rétention
- Apports de temps sec douteux
 - Etude diagnostic en cours sur le bassin versant (activités industriels)
- Problèmes au moment des travaux
 - Etude diagnostic du bassin d'infiltration pour curage du bassin d'infiltration

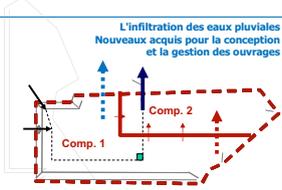
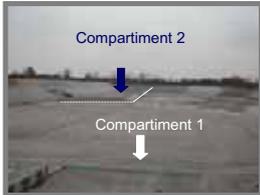
GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Solution technique

- Compartimer le bassin d'infiltration

Compartment 2

Compartment 1

Surverse

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages



Nature du colmatage

- Apport de particules fines
- Diminution de la perméabilité
- Apport de nutriments
- Développement d'un biofilm

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

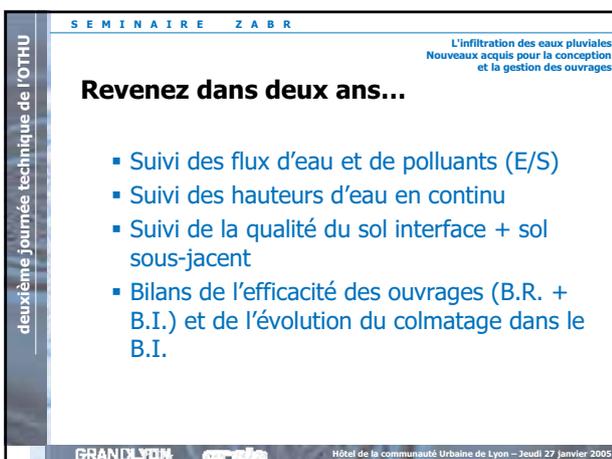
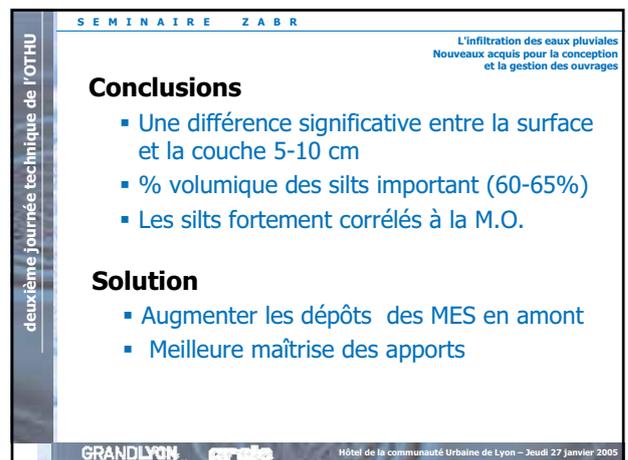
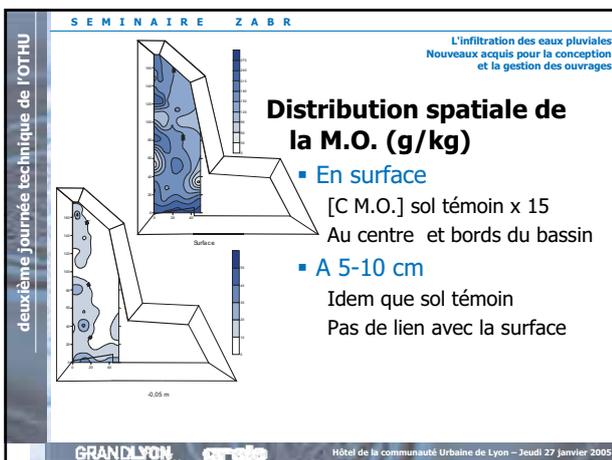
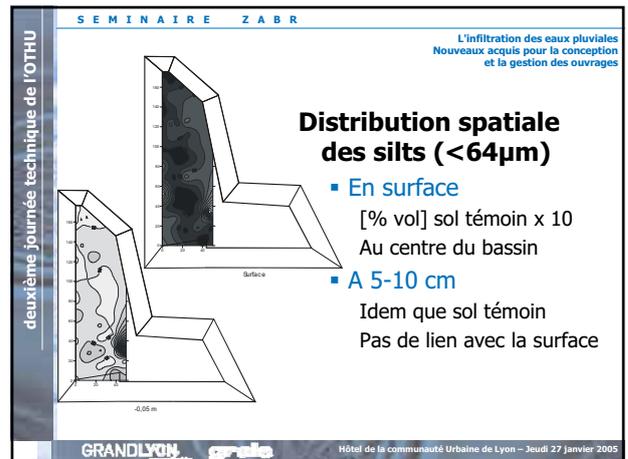
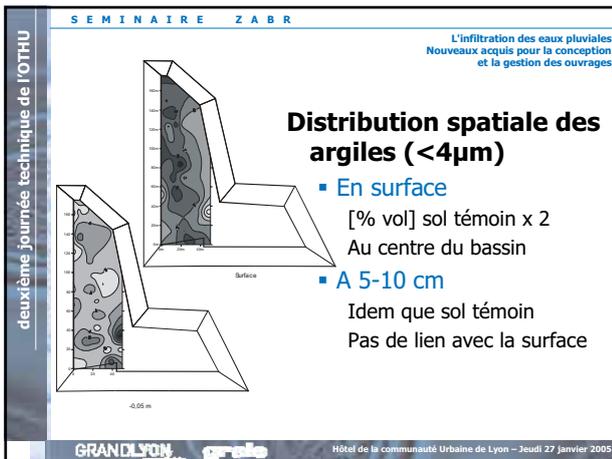
L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Etudes diagnostics mises en œuvre sur le B.I.

- Étude sur la zone B
- 57 points ont été prélevés en surface et à 5-10 cm de profondeur.
- Chaque point est séparé de 12 m.
- Granulométrie laser sur la fraction inférieure à 800 µm (NF-ISO 13320-1)
- La matière organique mesurée par perte au feu (NF-EN 12879).



GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005



IMPACTS SUR LA NAPPE

Méthodologie de suivi des impacts d'un ouvrage sur la nappe

Florian MALARD
Université Lyon 1, Equipe Hydrobiologie des
Eaux Souterraines

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Méthodologie de suivi des impacts d'un ouvrage sur la nappe

F. Malard, T. Datry, F. Mermillod Blondin,
G. Bouger, D. Martin, J. Gibert.

LEHF – Equipe HBES
CNRS/Université Lyon 1

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Spécificités de l'infiltration

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Spécificités de l'infiltration

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Résultats de recherche: Localisation du piézomètre

Au sein du panache

Hors panache

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Piézomètres aval et amont

	Conductivité électrique (µS/cm)	Composés organiques volatils (µg/L)
Sous le bassin (pluie)	627	9,2
Sous le bassin (sec)	738	19,0
Amont immédiat	815	40,4
Amont éloigné	917	77,5

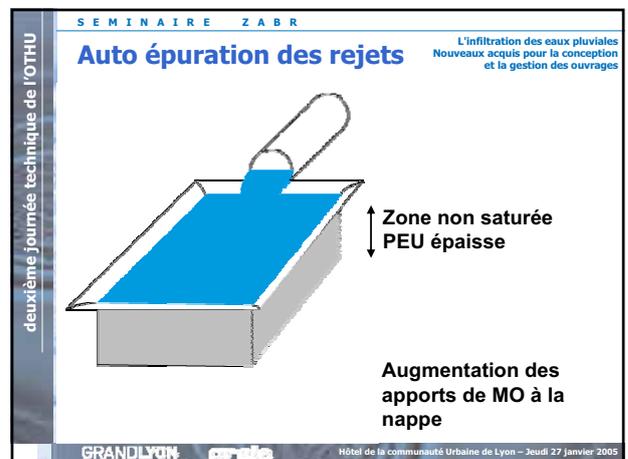
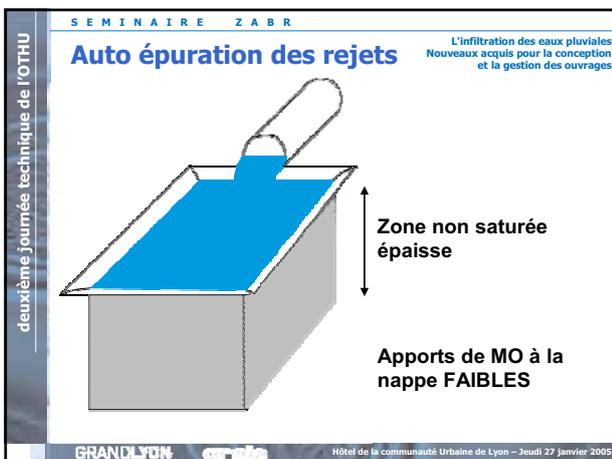
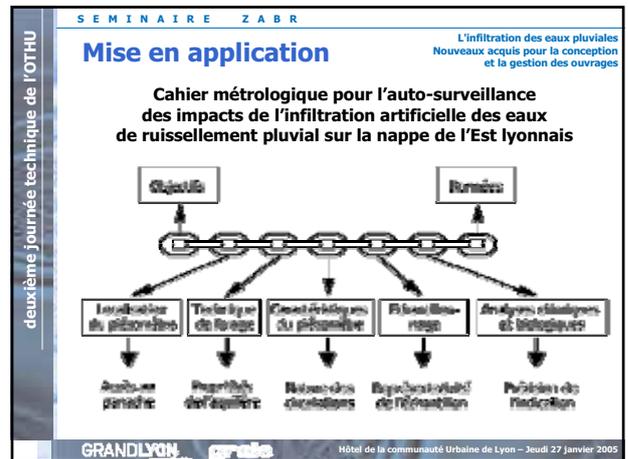
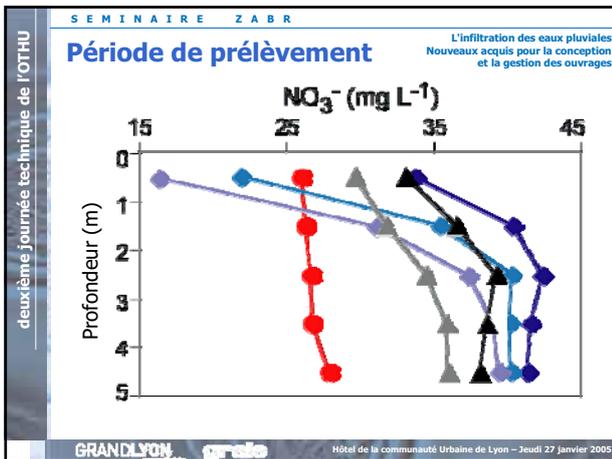
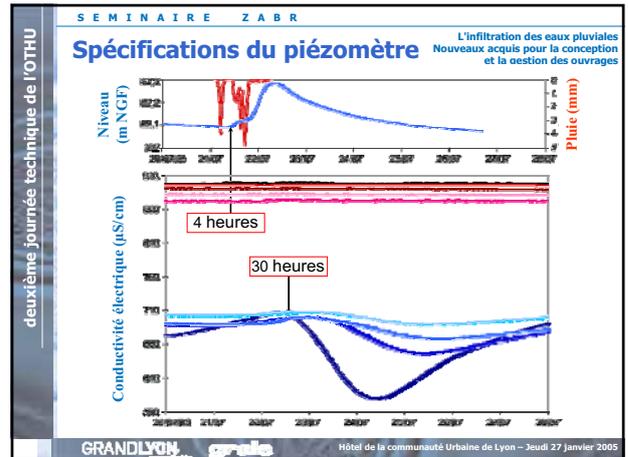
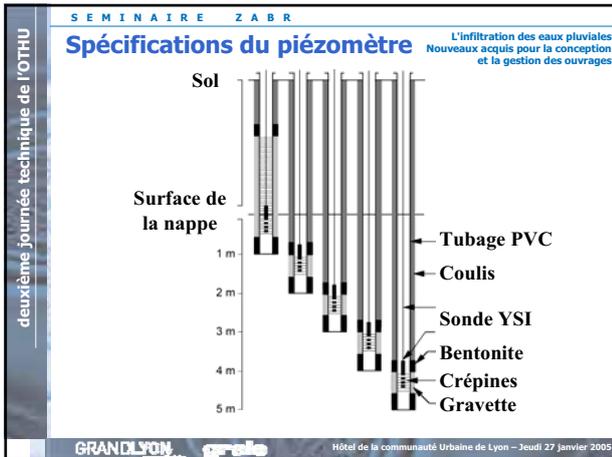
Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

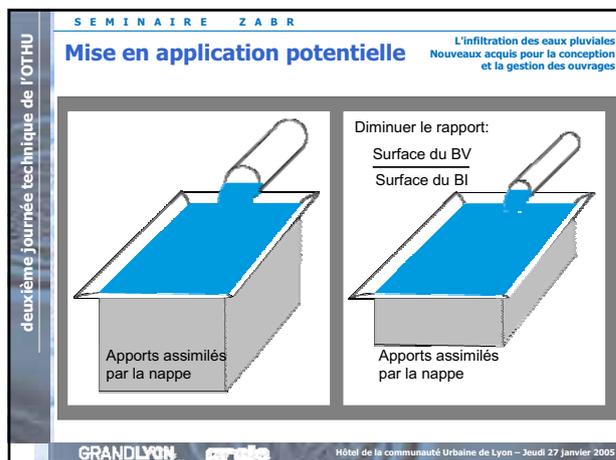
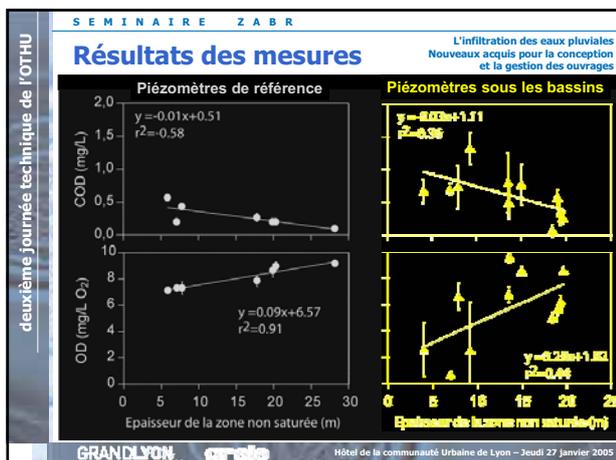
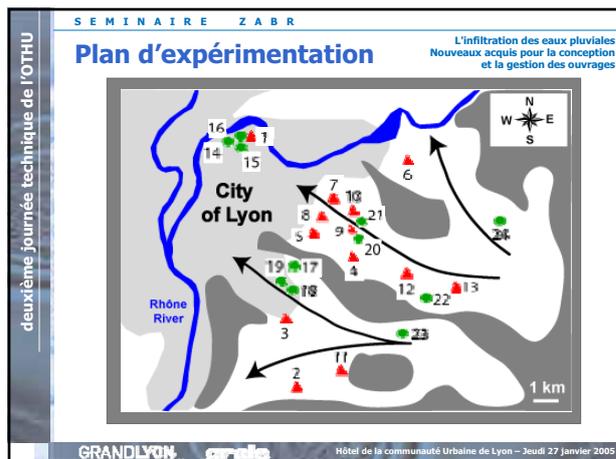
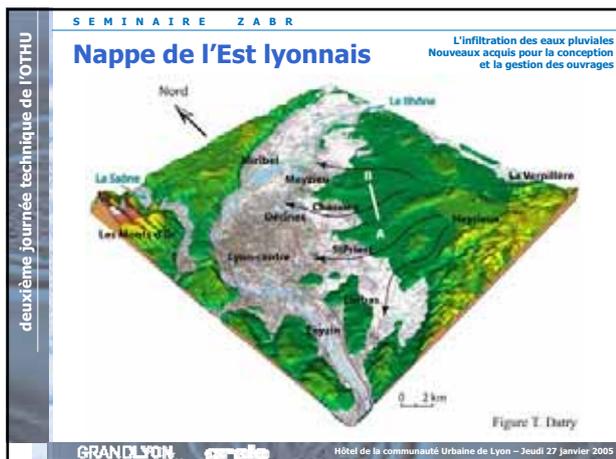
SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Réalisation du piézomètre

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005





- SEMINAIRE ZABR
- L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages
- ## Développements futurs
- ➔ La dynamique du COD et de l'OD constitue un voyant témoin permettant d'apprécier si l'infiltration va au-delà des capacités d'assimilation de la nappe.
 - ➔ La zone non saturée (ZNS) est un milieu épurateur des matières biodégradables dans la mesure où elle est suffisamment épaisse.
 - ➔ Le dimensionnement des ouvrages est actuellement réalisé sur la base de critères hydrauliques (perméabilité du sol).
 - ➔ Les résultats incitent à moduler le rapport BV/BI en fonction de l'épaisseur de la ZNS.
 - ➔ Une "règle de modulation" couplée à une cartographie de l'épaisseur de la ZNS à l'échelle de la nappe de l'Est lyonnais constituerait un outil de choix pour une gestion durable des ressources en eau souterraine de l'agglomération lyonnaise.
 - ➔ Les recherches sur les capacités d'assimilation de la nappe se poursuivent afin de définir cette règle de modulation.
- GRANDLYON gratio
- Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005



TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitabilité biologique des sédiments issus de la gestion des bassins d'infiltration des eaux pluviales

Valérie DESJARDIN, Sophie GENDRAULT,
Rémi GOURDON,
INSA de Lyon, laboratoire LAEPSI

TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitabilité des sédiments issus de la gestion des bassins d'infiltration des eaux pluviales

**Valérie DESJARDIN, Sophie GENDRAULT, Rémi GOURDON,
INSA de LYON, Laboratoire LAEPSI**

Résumé

Ce travail a porté sur la traitabilité biologique des sédiments issus de la gestion des ouvrages de collecte et d'infiltration d'eaux de ruissellement urbaines. Les sédiments utilisés pour cette étude sont issus du bassin d'infiltration de Django-Rheinardt (69).

Les polluants majeurs sont les hydrocarbures (12 000 mg.kg⁻¹ de matière sèche), le cuivre (330 mg.kg⁻¹), le plomb (180 mg.kg⁻¹) et le Zn (3000 mg.kg⁻¹).

L'objectif de cette étude est de proposer un traitement biologique simple et efficace qui permette de réduire la charge organique et plus particulièrement les hydrocarbures présents dans ces sédiments sans affecter la mobilité des métaux. Ce traitement biologique pourrait se substituer à ceux déjà existants (incinération, lavage...) ou plus vraisemblablement venir en complément en tant que pré-traitement.

Après une étape de caractérisation des sédiments et de tests préliminaires de biodégradabilité, nous avons mis en place des essais de faisabilité du traitement biologique en colonnes avec aération forcée et en lysimètres avec aération par retournement.

Les résultats ont montré que :

- ces sédiments possèdent une microflore endogène aérobie active
- les tests sur les échantillons en suspension permettent une meilleure biodégradation du déchet, par un apport de milieu nutritif minéral
- les sédiments possèdent une fraction de matière organique biodégradable en conditions aérobies.
- Les expériences en lysimètres ont permis de réduire la teneur de HCT de plus de 75 % sans que les métaux étudiés ne soient davantage mobilisés.

Ce traitement biologique permet de réduire considérablement la teneur en hydrocarbures des sédiments. Des expériences complémentaires sont mises en place actuellement afin d'optimiser celui-ci (augmentation de l'efficacité, diminution de la durée d'incubation). Il conviendra aussi d'évaluer l'impact de ce pré-traitement biologique sur les traitements ultérieurs que subissent les sédiments.

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Traitabilité des sédiments issus de la gestion des bassins d'infiltration des eaux pluviales

V. DESJARDIN/ S. GENDRAULT/
R. GOURDON –
LAEPSI-INSA de Lyon

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Problématique

- Entretien des ouvrages de rétention et d'infiltration des eaux de ruissellement
- Extraction de résidus solides

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractéristiques des sédiments de bassins d'infiltration

- Siccité de 60 à 90 %
- Taux de matière minérale importante (60 à 80 %)
- Proportion de particules fines importante
- Concentrations en métaux lourds élevées
- Teneur en hydrocarbures généralement supérieure à 500 mg.kg⁻¹ de MS
- Mobilité relativement faible des polluants

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Devenir des résidus de « curage »

- Mise en décharge réservée aux déchets ultimes (loi 1er juillet 2002)
- Criblage-lavage-essorage pour valorisation des sables en remblais
- Incinération avec les OM et/ou les boues de STEP
- Autres : physico-chimiques ou biologiques

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Filière type actuelle (ELSA)

Ensemble de Lavage des Sables d'Assainissement

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Limitations

- Installations de grande capacité : équipement important et onéreux
- Pas de traitement sur site
- Coût énergétique et environnemental élevé
transport des sédiments,
fonctionnement des machines,
débouchés des refus

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Objectifs de l'étude

- Étudier la faisabilité d'un traitement pour réduire la charge polluante des sédiments
 - pré-traitement avant lavage

Incorporation de sédiments fortement pollués est susceptible de nuire à la qualité des sables lavés.

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Approche expérimentale

- Faisabilité d'un traitement biologique
 - Réduction de la charge organique/polluant cible
 - Hydrocarbures => traitement aérobie
 - Incidence sur la mobilité des métaux

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Évaluation de la biodégradabilité

- Mesure consommation d'O₂
 - Indicateur de l'activité microbienne aérobie
 - Indicateur dégradation matière organique
- 2 types d'essais
 - Biodégradabilité en milieu dispersé (DBO liquide)
 - Respiration en jarres sur déchets bruts (DBO solide)

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Site étudié

- Bassin de Django-Rheinardt (Chassieu, 69)
 - Fonctionnement : 20 ans
 - Bassin versant de 185 ha

Vue du dessus du site après réhabilitation février 2002

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Composition déchet

Paramètres	résultats
pH	7,1
MS (% matière brute)	40
MM (% MS)	81
MO (% MS)	19,2
COT (g.kg ⁻¹)	66,8
CIT (g.kg ⁻¹)	73,2
CT (g.kg ⁻¹)	140
HCT (mg.kg ⁻¹)	12 000
Cu total (mg.kg ⁻¹)	330
Pb total (mg.kg ⁻¹)	180
Zn total (mg.kg ⁻¹)	3000

Mobilité des polluants

Paramètres	résultats
COT (mg.L ⁻¹)	252
HCT (mg.L ⁻¹)	< 0,05
Cu total (mg.L ⁻¹)	< LD
Pb total (mg.L ⁻¹)	< LD
Zn total (mg.L ⁻¹)	0,15

Après test de lixiviation pre EN 12457-2

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractérisation de la biodégradabilité

- Tests de DBO liquide (Demande Biochimique en Oxygène)
 - 3 réplicats
 - température : 30°C
 - Durée : 28 jours

Mesure du COT et des métaux après incubation

10 g échantillon dans 50 ml milieu nutritif (DBO)

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractérisation de la biodégradabilité

- Tests de DBO (demande Biochimique en Oxygène)

Déchets Django-Reinardt

Ouverture des flacons

Paramètres	résultats	Avant traitement
% de biodégradation	17	-
COT en solution	324	252
Cu total (mg.L ⁻¹)	< de 0,1 %	< LD
Zn total (mg.L ⁻¹)	< de 0,1 %	0,15

Biodégradabilité moyenne
Légère augmentation du COT
Métaux peu mobilisés

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractérisation de la biodégradabilité

- Tests de DBO solide (Demande Biochimique en Oxygène)

Tête OXITOP

- 3 réplicats
- température : 30°C
- Durée : 28 jours
- Renouvellement air
- Renouvellement soude

Bécher contenant soude liquide

Mesure des HCT

100 g échantillon brut humide

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Caractérisation de la biodégradabilité

- Tests de DBO (demande Biochimique en Oxygène)

Déchets Django-Reinardt

Paramètres	résultats	Avant traitement
% de biodégradation	5,4	-
HCT (mg.kg ⁻¹)	9 600	12 000

Biodégradabilité faible
20 % des HCT dégradés

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Essais en colonnes

Humidification régulière

Extraction air

Sédiment, avec ou sans matériau nutritif et structurant

Gravier ou autre matériau

Humidification de l'air

Pompe à Air

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Essais en lysimètres

2 scénarios

- Déchets seul à 40% humidité
- Déchets 40 % d'humidité + compost à 50 % d'humidité (50/50 masse)

compost
Pour aérer le déchets
Pour apporter flore microbienne

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Essais en lysimètres

Paramètres	Déchets seul	Déchets + compost
HCT (mg) départ	12 000	6 800
Pour 1 kg de matière dans le lysimètre		
HCT (mg.kg ⁻¹)	2 500	1 500
% de HCT dégradés	79 %	77 %

-75 % HCT

Les métaux Cu, Pb et Zn ne sont pas plus mobilisables qu'avant traitement

L'ajout de compost ne permet pas d'améliorer le traitement

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

S E M I N A I R E Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conclusion

- Activité microbienne capable de réduire considérablement la charge organique des sédiments et en particulier les polluants cibles (hydrocarbures)
- Les métaux testés Cu, Zn et Pb ne sont pas plus mobilisables après traitement
- Les expériences DBO liquide donnent de meilleurs résultats de biodégradation que DBO solide

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

S E M I N A I R E Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Perspectives

- Optimisation :
 - Envisager des tests en réacteurs agités et aérés
 - Tester l'apport de flore microbienne en réacteurs et en lysimètres
 - Tester différents taux d'humidité expériences en lysimètres
 - Tester différentes températures
- Intégration de différentes données :
 - Volume de sédiments à traiter
 - Coûts économiques
 - Incidence sur la filière lavage des sables

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

S E M I N A I R E Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Coordonnées

Laboratoire d'Analyse Environnementale des Procédés et des
Systèmes Industriels
INSA de Lyon
9 rue de la Physique
69621 VILLEURBANNE Cedex

Tel : 04.72.43.87.53
E-mail : valerie.desjardin@insa-lyon.fr

GRANDLYON **gralo** Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitabilité physique de sédiments de bassins d'infiltration

Blandine CLOZEL, BRGM
Véronique RUBAN, LCPC
& al.

TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Traitement physique de sédiments de bassins d'infiltration

Blandine CLOZEL-LELOUP*, **Véronique RUBAN****, **Pierre CONIL***,
Cédric DURAND**, **François DERUELLE****, **Jean-Yves VIAU****
* BRGM, ** LCPC, ***St Dizier Environnement

Le développement croissant des villes, des réseaux routiers et autoroutiers au cours des dernières décennies et l'imperméabilisation qui en résulte ont fait de la maîtrise du ruissellement l'une des priorités de l'urbanisation. En effet, les eaux pluviales véhiculent d'importantes quantités de polluants (métaux lourds, hydrocarbures), sous forme dissoute ou particulaire et d'origines diverses (poussières atmosphériques des usines proches, résidus de combustion de l'essence, usure des pneumatiques et mobilier urbain...). Pour gérer ces effluents, des bassins de retenue et infiltration des eaux pluviales sont fréquemment mis en place, depuis une vingtaine d'années. Les sédiments qui s'accumulent au fond de ces bassins doivent être curés pour maintenir ou restituer les fonctions de ces ouvrages. Cependant il s'avère, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de l'origine des matériaux, que ces sédiments sont fréquemment chargés en polluants (métaux lourds, hydrocarbures dont en particulier des HAP, etc). De ce fait, ces matériaux ne peuvent pas être mis en dépôt sans précautions et leur élimination s'avère souvent problématique. Parmi les solutions de traitement/valorisation de ces sédiments qui peuvent être envisagées, la faisabilité technique et économique des traitements physiques est étudiée.

La communication d'aujourd'hui porte sur les essais de traitement physique qui ont été réalisés sur des sédiments de deux bassins d'infiltration des eaux pluviales routières et urbaines.

L'objectif de ces traitements physiques, qui peuvent s'utiliser pour une large gamme de contaminants, est de réduire la masse de matériaux contaminés en séparant les particules polluantes des particules "propres". Cela permet, à partir des sols ou sédiments initiaux, d'obtenir deux matériaux distincts :

- d'un côté, un produit correspondant à une part importante des solides du sol ou sédiment, ne contenant plus qu'une infime proportion des polluants présents au départ, avec une teneur permettant de banaliser ces matériaux,
- d'un autre côté, un résidu, de volume réduit, renfermant la quasi-totalité des polluants. Le confinement ou l'inertage ne porte alors que sur cette fraction résiduelle, d'où une réduction importante des coûts.

Ces techniques sont basées sur l'existence et l'amplitude de critères physiques (taille, densité, susceptibilité magnétique, physico-chimie des surfaces) discriminants entre les phases porteuses de polluants et les autres constituants du sédiment. Ces techniques sont généralement bien adaptées au traitement des pollutions mixtes - organique et polymétallique – à la différence des méthodes chimiques.

Les deux bassins étudiés sont les bassins de Ronchin (Lille) et de Chéviré (Nantes). Ces deux bassins d'infiltrations des eaux pluviales sont situés dans un contexte routier.

Dans un premier temps, différents prélèvements ont été effectués au sein des bassins afin d'évaluer la variabilité des sédiments en terme de granulométrie, pourcentage de matière organique et de teneurs en polluants organiques (essentiellement HAP) et métalliques.

Les concentrations des principaux métaux lourds sont présentées dans le tableau 1. Il est observé une certaine variabilité des concentrations (entre 20 et 40% pour les éléments Cu, Zn, Pb).

Echantillons	MO %	Cd mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹
Ronchin R1	15	9	88	261	60	644	1493
Ronchin R2	20	8	92	270	63	670	1472
Ronchin R3	14	8	89	256	59	647	1513
Ronchin R4	18	8	92	263	60	653	1473
Ronchin R5	nm	6	77	222	54	550	1136
Cheviré C1 amont	14	1.6	80	237	33	359	1576
Cheviré C2	15	1.7	92	297	42	376	1894
Cheviré C3 aval	16	2.0	91	279	40	522	2070

Tableau 1 : Teneurs en matière organique (déterminée par perte de masse à 550°C) et en métaux pour les différents prélèvements effectués sur Ronchin et Cheviré.

Afin d'appréhender la mobilité potentielle de ces métaux, des attaques chimiques de force croissante ont été réalisées selon le schéma harmonisé du BCR. Quatre fractions sont ainsi définies (fraction des métaux échangeables et/ou liés aux carbonates, fraction des métaux associés oxyhydroxydes de fer et de manganèse, fraction des métaux liés à la matière organique, fraction résiduelle des métaux -métaux présents dans des phases résistantes-).

Ces extractions, menées sur chaque prélèvement, ont montré que la variabilité observée en terme de concentration, ne se répercute pas sur la nature des principales phases porteuses des métaux (telles que définies lors des extractions). La répartition des polluants entre les différentes phases porteuses est très semblable d'un prélèvement à un autre et ceci pour tous les métaux étudiés (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr). La Figure 2 présente l'exemple de quatre éléments (Zn, Cd, Cr, Cu).

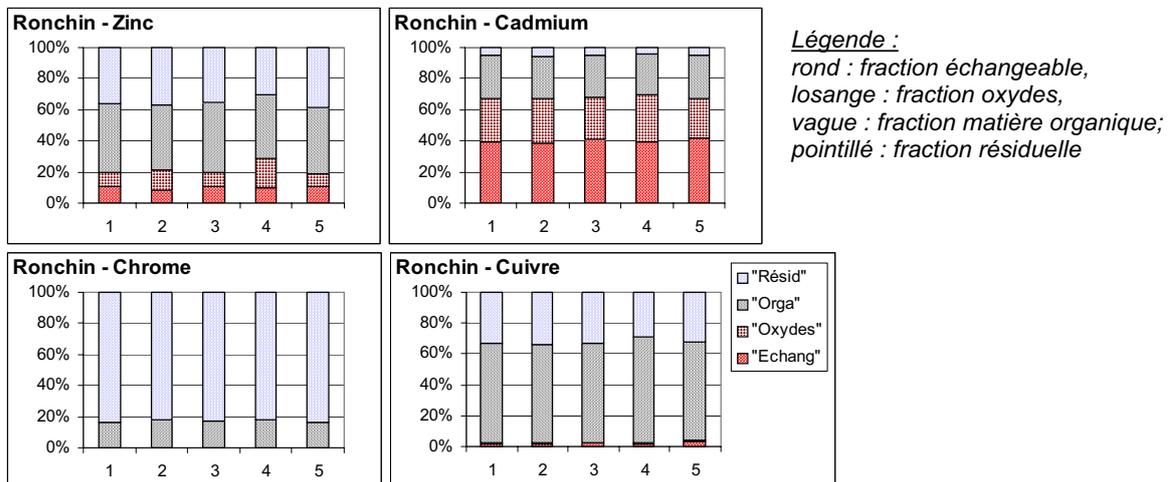


Figure 2 : La répartition des métaux Zn, Cd, Cr et Cu entre les différentes fractions obtenues lors des extractions chimiques

Cette homogénéité minéralogique et granulométrique (établie par ailleurs) permet de considérer qu'un composite (constitué d'une part pondérale à peu près équivalente de chacun des prélèvements) sera représentatif du bassin lors des essais de traitements physiques.

Parmi les premiers essais qui permettent d'orienter la faisabilité technique et économique de traitements physiques, la distribution granulométrique constitue la première étape informative. La courbe de distribution granulométrique obtenue par tamisage (avec ajout d'un dispersant) indique, pour les deux composites, qu'une proportion pondérale supérieure à 60% de particules est de diamètre inférieur à 63µm. Economiquement parlant, il est communément considéré qu'au delà de 40% de fines (<63µm), il n'est pas rentable de traiter un sol ou un sédiment. En effet, cette fraction fine (<63µm) ne fait, en général, pas l'objet de traitement (contraintes techniques fortes) et est donc évacuée telle quelle, limitant l'intérêt du traitement à la seule fraction supérieure à 63µm. Néanmoins, si l'enrichissement en métaux sur les particules les plus fines est très significatif, les traitements physiques peuvent être appliqués dès 30 à 40µm car l'équilibre économique peut être maintenu entre le gain en terme de volume traité et les contraintes techniques générées à abaisser le diamètre de traitement. Avant de tenter cette possibilité, il convient de connaître la distribution des polluants en fonction des fractions granulométriques. Les trois fractions granulométriques suivantes : inférieures à 40 (< 40µm), comprises entre 40 et 315µm (40-315µm) et supérieures à 315µm (> 315µm) ont été analysées (tableau 3).

	Fractions	poids %	Pb		Zn		Cu		Cd		Cr		Ni	
			mg/kg	distribution%										
Ronchin	> 315 µm	30.5	428	22.2	1030	22.4	205	22.8	2	21.9	80	23.2	35	23.1
	40-315 µm	9.1	744	11.5	1722	11.2	372	12.3	4	13.1	120	10.4	53	10.4
	< 40 µm	60.4	645	66.3	1542	66.4	295	64.9	3	65.0	116	66.5	51	66.5
Cheviré	> 315 µm	24.0	385	22.6	1882	23.2	402	23.6	2	24.0	88	17.8	28	18.4
	40-315 µm	18.7	447	20.5	2094	20.1	393	18.0	2	18.7	116	18.2	37	18.9
	< 40 µm	57.3	406	56.9	1933	56.7	417	58.4	2	57.3	133	64.0	40	62.7

Tableau 3 : Teneurs (mg/kg) en Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni en fonction des fractions granulométriques pour les deux composites de Ronchin et Chevirié; distribution des polluants au sein des composites (teneur pondérée par l'importance de la fraction granulométrique).

Il est observé que la fraction fine (<40µm) n'est pas significativement enrichie en métaux relativement aux autres fractions, contrairement à ce qui est communément décrit pour les sols et sédiments (voire dans certain cas, elle a des teneurs plus faibles que des fractions plus grossières, comme dans le cas de Ronchin). Cette absence d'enrichissement relatif en polluants pour la fraction fine s'avère être une caractéristique fréquente de sol ou sédiment pollués en raison de la diversité des formes et sources des polluants.

En pondérant la concentration en polluant dans chaque fraction granulométrique par l'importance relative de cette fraction, la distribution du polluant au sein du sédiment est très proche de la distribution pondérale, ce qui implique que la séparation et l'élimination d'une quelconque fraction du sédiment n'aura pas un impact significatif sur la teneur du sédiment résiduel. Ceci exclu tout type de traitement physique par tri granulométrique sur ces deux sédiments (à l'exclusion de celui, préliminaire à l'application d'autres techniques de tri physique).

Des essais basés sur des différences de comportement densimétrique des particules ont été également menés sur des particules > 40µm des deux sédiments. Dans un premier temps, à l'échelle du laboratoire, une séparation densimétrique est effectuée avec une liqueur dense, de densité d=2.9, pour séparer les principaux constituants naturels du sol (quartz, calcite, argiles, matière organique..) de densité inférieure à 2.9, d'autres phases pouvant être enrichies en métaux (scories anthropiques, fragments d'alliage, oxyhydroxydes de fer naturels ou anthropiques...). Les particules denses ainsi séparées sont enrichies en métaux mais présentes en trop faibles proportions pour avoir un impact significatif sur la concentration totale. Des essais sont néanmoins réalisés à l'échelle du petit pilote en utilisant une table à secousses. Le sédiment (Ronchin), mis en suspension, est placé sur un plateau animé d'un mouvement rotatif qui entraîne les particules les moins denses vers l'extérieur de la table alors que les plus lourdes restent au centre. Ce type de séparation densimétrique est à « densité

équivalente », c'est à dire que des particules petites mais denses vont avoir le même comportement que des particules plus grosses mais plus légères. Une fraction « lourde » représentant environ 30% du sédiment est obtenue, elle présente des teneurs en métaux Cu, Pb, Zn significativement plus basses (2 à 3 fois) que le sédiment de départ. En contrepartie, les 70% restant du sédiment sont d'autant plus riches en métaux, ce qui tend à limiter l'intérêt du résultat précédent. D'autres tris (autres techniques comme la spirale ou autre réglage) pourront être testés (et ont été testés sur des déssableurs) et un abaissement des teneurs pourra être obtenu sur une partie du matériau, néanmoins, d'expérience, il ne pourra s'agir que d'une légère amélioration, pas d'une réduction significative.

Les techniques de tri en fonction de la susceptibilité magnétique ont été testées à l'échelle du laboratoire. Les résultats ne sont pas assez probants pour qu'un passage à l'échelle du petit pilote soit mené.

En conclusion, les techniques de tris physiques ne se sont pas révélées être adaptées aux deux sédiments étudiés. Ces deux sédiments sont trop fins pour être aisément traitables dans des conditions technico-économiques réalistes. Il n'existe pas de fraction granulométrique, densimétrique ou magnétique qui soit suffisamment enrichie et significativement représentative pour que son élimination impacte favorablement la teneur du sédiment résiduel. La caractérisation des matériaux a mis en évidence une très grande diversité des phases porteuses de la pollution, ce qui explique les comportements observés.

Ces travaux ont bénéficié d'un financement dans le cadre du RGCU (décisions d'aide N°02V0498, 02V0499, 02V0500, 02V0501).

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Traitement physique de sédiments issus de bassins d'infiltration

B. Clozel-Leloup - BRGM
V. Ruban - LCPC
avec la collaboration de C. Durand - LCPC, P. Conil - BRGM, F. Deruelle et J.Y. Viau - St Dizier Environnement.

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

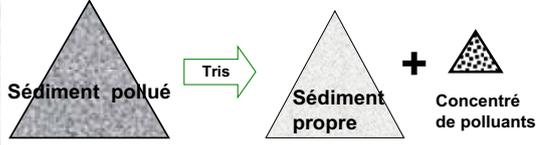
SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Traitement physique (1/3)

- Principe



- Adapté aux pollutions complexes
 - métal-organique

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Traitement physique (2/3)

- Basé sur existence et amplitude de critères physiques discriminants entre les phases porteuses de polluants et les autres constituants du sédiment
- Critère/techniques :
 - taille /tamisage, coupure hydrodynamique
 - densité /spirales, tables à secousses
 - susceptibilité magnétique/ basse - haute intensité
 - physico-chimie des surfaces /flottation

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Traitement physique (3/3)

- Procédés ex situ
- Adapté aux particules > 60 µm
- Traitements complémentaires
 - séparation solide - liquide :
 - décantation, filtration
 - gestion des solutions / effluents :
 - régénération, recyclage
 - neutralisation, élimination des contaminants dissous

GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Sédiments étudiés

- Bassins routiers d'infiltration des eaux pluviales
 - Pollution urbaine ou routière = grande similitude
 - principaux polluants rencontrés
 - principales caractéristiques des sédiments :
 - finesse des particules
 - nature des constituants
 - Cheviré (Nantes)
 - Ronchin (Lille)

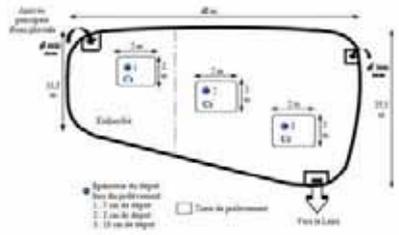
GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Bassin de Cheviré



GRANDLYON gratio Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Bassin de Ronchin

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Méthodologie

- Du laboratoire à l'échelle pilote
- Caractérisation
 - Essais d'orientation
 - Essais d'évaluation
 - Pilote
- Interprétation des résultats
- Evaluation technico-économique

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Caractérisation

- Représentativité des échantillons : teneurs

	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Ronchin 5 échantillons	220 à 270	550 à 670	1140 à 1510
Chevire 3 échantillons	240 à 300	360 à 520	1580 à 2070

- Comportement lors d'attaques chimiques d'« agressivité » croissante

- Homogénéité : utilisation de composites

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Caractérisation

- Granulométrie (composite)

- Sédiments fins ($d_{60} < 60\mu\text{m}$)

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Essai d'orientation

- Répartition chimique par tranche granulométrique

Ex : Ronchin/cas des métaux

Fraction fine n'est pas la plus riche en polluants

Pas d'enrichissement significatif

Tri granulométrique exclu

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE ZABR

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

Essais d'orientation

- Tris magnétique et densimétrique
 - Tri magnétique : barreau aimanté (phases ferromagnétiques)
 - Tri densimétrique : coupure à $d = 2.9$ – séparation des principales phases naturelles ($d < 2.9$)
- Fractions séparées enrichies mais quantité très faible. Rendement insuffisant
 - Tris magnétique exclu
 - Tri densimétrique testé dans d'autres conditions

deuxième journée technique de l'OTHU

GRANDLYON gratio

Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon – Jeudi 27 janvier 2005

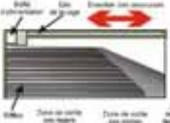
SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Essais d'orientation

- Tri gravimétrique (particules dans l'eau)
 - densimétrie équivalente : particule dense, petite = grosse, légère.
- Exemple Table à secousses :



Principe : sédimentation + secousses

 - Présence de riffles sur la surface :
 - rôle : stratification et évacuation des produits lourds

30% du sédiment significativement appauvri en polluants
- Flottation non envisageable en raison de la finesse des particules

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

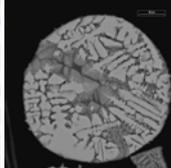
SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

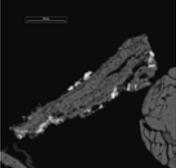
deuxième journée technique de l'OTHU

Interprétation

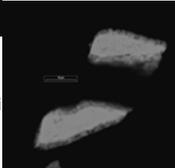
- Origine de certains polluants



Oxyde Fe Zn
combustion industrielle



Sulfate de Plomb
sur particule de sol



alliage à Cr Ni
corrodé

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Conclusions vis à vis du traitement

- Matériaux très fins : Plus de 60% < à 60µm
 - limite technique et économique à 40%...
- Pas d'enrichissement de la fraction fine
 - diversité des phases porteuses de la pollution
 - diversité des mécanismes qui s'opèrent entre l'émission du polluant et son arrivée dans le bassin.
- Sédiments de bassins étudiés : non traitables par des méthodes physiques

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

SEMINAIRE Z A B R

L'infiltration des eaux pluviales
Nouveaux acquis pour la conception
et la gestion des ouvrages

deuxième journée technique de l'OTHU

Perspectives

- Observations extrapolables aux autres bassins d'infiltration ?
- L'amélioration des bassins d'infiltration implique l'amélioration de la décantation et va entraîner une augmentation des volumes de sédiments : Quel devenir ces matériaux ?

Ces travaux ont bénéficié d'un financement RGPU

GRANDLYON gralo Hôtel de la communauté Urbaine de Lyon - Jeudi 27 janvier 2005

**Partenaires
de la journée**



GRUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU
BP 2132 - 69603 Villeurbanne cedex - France
Tél. : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77
E.mail : asso@graie.org - www.graie.org