

Évaluation de stratégies de contrôle d'émissions de micropolluants dans nos rivières

STEQ: Salon
des Technologies
Environnementales
du Québec – 2010

Québec

17 mars 2010

Peter A. VANROLLEGHEM, Kemi SERIKI et Peter Steen MIKKELSEN

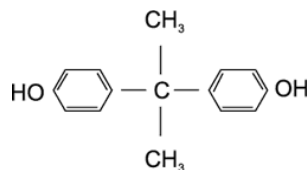


Chaire de Recherche du Canada
en Modélisation de la Qualité de l'Eau



Problématique

- Exemple: Bisphénol-A (BPA)
 - Utilisations
 - Polycarbonates (Bouteilles, CDs)
 - Résines d'époxy (Boîtes de conserve)



2



Problématique

▪ Exemple: Métaux lourds

▪ Provenance

- Pneus (Zinc, Cuivre, Chrome)
- Pièces de voiture (Plomb, Cadmium)
- Toitures (Zinc, Cuivre)



Problématique

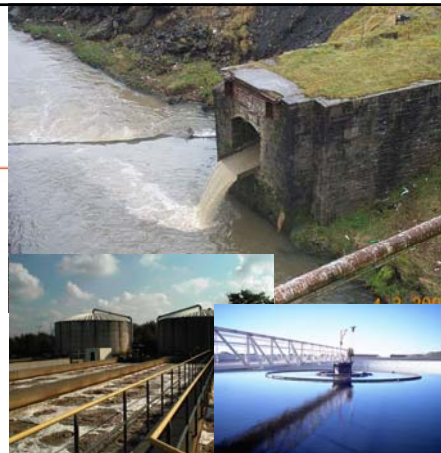
▪ Rejets d'une ville:

▪ Polluants traditionnels

- Matière organique
- Azote
- Phosphore

▪ Produits toxiques

- Composés organiques xénobiotiques (parfums, détergents)
- Métaux lourds



Micropolluants
Polluants émergents
Polluants prioritaires

Problématique

- Rejets d'une ville
- Comment améliorer la situation?
 - Contrôle à la source
 - Substitution de certains produits
 - Limitation volontaire de leur utilisation
 - Législation sur leur utilisation, « phasing out »
 - Minimiser le relâchement à partir des produits qui le contiennent
 - Barrières de rejet
 - Traitement avant rejet

Problématique

- Rejets d'une ville
- Comment améliorer la situation?
 - Contrôle à la source
 - Barrières de rejet
 - Infiltration d'eau pluviale dans le sol
 - Toits verts
 - BMP d'eaux pluviales (bassins de rétention...)
 - Réutilisation
 - Traitement avant rejet



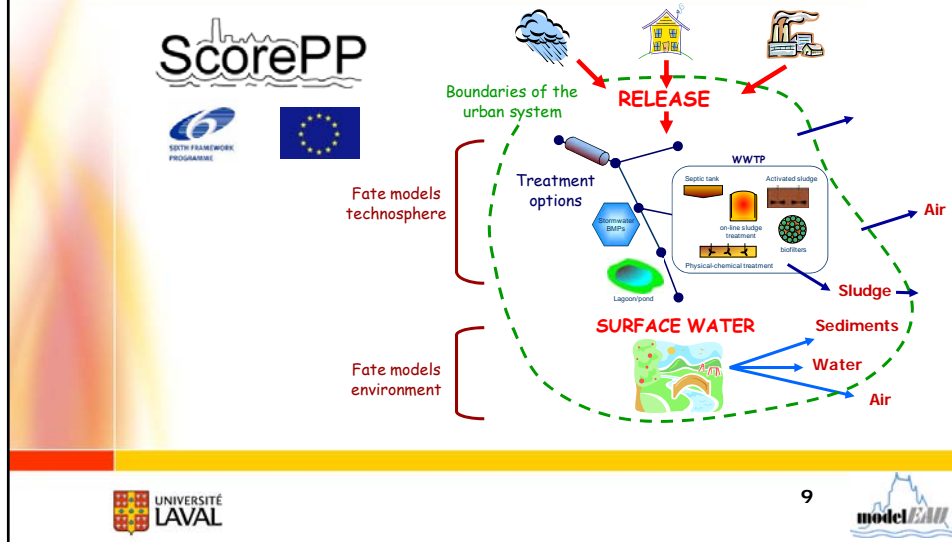
Problématique

- Rejets d'une ville
- Comment améliorer la situation?
 - Contrôle à la source
 - Barrières de rejet
 - Traitement avant rejet
 - STEP
 - Traitement d'eaux industrielles
 - Traitement individuel et réutilisation d'eaux grises
 - Épandage des boues en terres agricoles

Problématique

- Rejets d'une ville
- Comment améliorer la situation?
 - Contrôle à la source
 - Barrières de rejet
 - Traitement avant rejet
- Problématique complexe et large
 - Base de données (caractéristiques de la ville, traitement, usage et propriétés des produits chimiques, gouvernance, ...)
 - Système d'information géographique
 - Modélisation (comportement des produits chimiques)

Le projet ScorePP



Le projet ScorePP

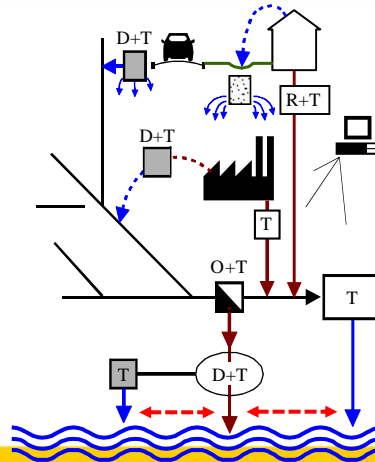
ScorePP
Sixth Framework Programme
European Union

- Source Control Options for Reducing Emissions of Priority Pollutants
- *Options de contrôle à la source pour la réduction de rejets de substances prioritaires*

Logos for Université Laval, the number 10, and the modelEAM logo are located at the bottom of the slide.

Le projet ScorePP: un exemple

ScorePP



Le projet ScorePP

- Projet de recherche européen (5.0 M\$) débuté en Octobre 2006, pour une durée de 3.5 ans
- Directive Cadre de l'Eau de l'UE
Améliorer l'état des eaux de surfaces et souterraines
- Objectif du projet:
Développer des stratégies adéquates que les autorités (villes, agences de l'eau et industries chimiques) pourront utiliser pour réduire les émissions des 33 substances prioritaires en zone urbaine

ScorePP: Partenaires et villes cas



Partenaires:

1. DTU, Danemark
2. MU, Royaume-Uni
3. UGent, Belgique
4. AR, France
5. ENVICAT, Belgique
6. UL, Slovénie
7. ESTUDIS, Espagne
8. MF, Suède
9. modelEAU, Canada

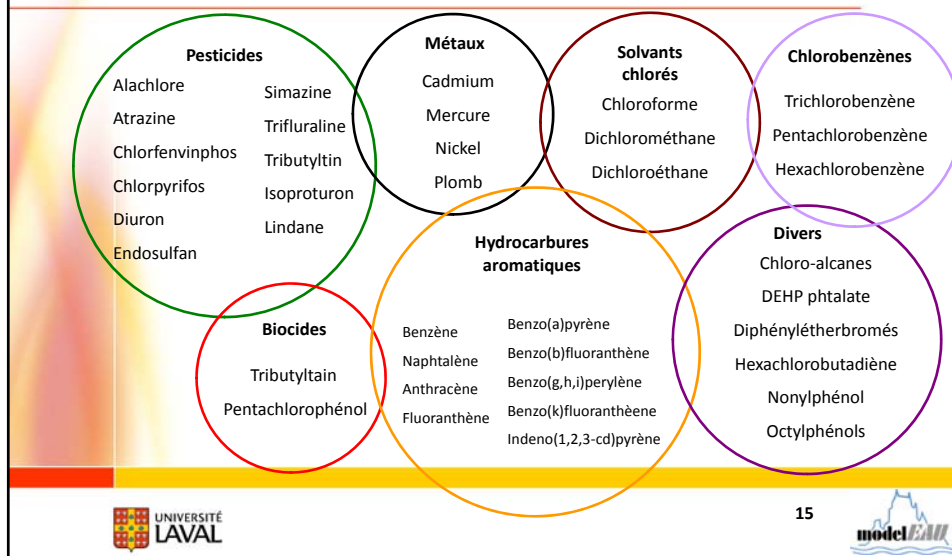
Villes cas:

- Stockholm, Suède
- St. Malo, France
- Prague, République Tchèque
- St. Sebastian, Espagne

Les polluants prioritaires: en UE

- Substances considérées comme dangereuses ou nocives par le parlement et le conseil Européen
Décision de réduire leurs émissions ou de les bannir
- 33 substances et groupes de substances
(annexe X de la Directive Européenne sur l'eau 2000/60/CE)

Les polluants prioritaires

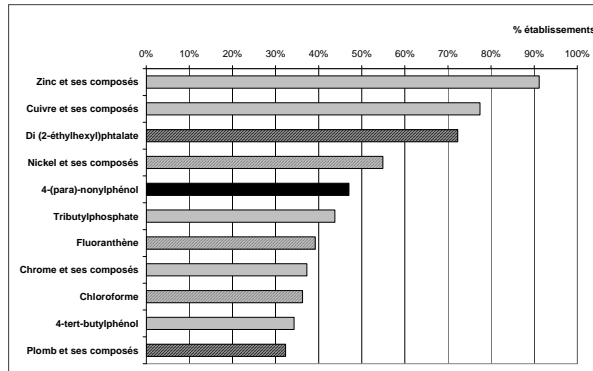


Les polluants prioritaires: Canada

- Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999 (LCPE)
- Catégorisation des quelque 23 000 substances existantes introduites au Canada, en évaluant
 - Persistance (P)
 - Bioaccumulation (Bi)
 - Toxicité intrinsèque pour l'environnement (T)
- Substances prioritaires canadiennes: 393 d'entre elles classées « Haute priorité » sur les 3 critères P/BiT

Les polluants prioritaires

- Substances dangereuses les plus fréquemment quantifiées dans les rejets industriels (Action Nationale de Recherche, France)



ScorePP: L'approche

ScorePP



ScorePP: L'approche

Develop **Source Classification Framework**



Compile data on sources & releases



Classifying using the **Emission String** concept



Establish releases based on the compiled data

Source Classification Framework: The **Emission String** Concept

▪ Requirements

- Content should be structured/organised in a harmonised way
- Ensure that the different sources can be distinguished
- To be valid EU wide
- Dynamic and to be used after ScorePP ends

▪ Inspiration

- US EPA Source Classification Code
- TGD (EU Technical Guidance Documents)
- Harmonised codes like CN, NACE and NOSE
- EINECS, CAS#

CN: *Common Nomenclature*

NACE: *National Classification of Economic Activities*

NOSE: *Nomenclature for Source Emissions*

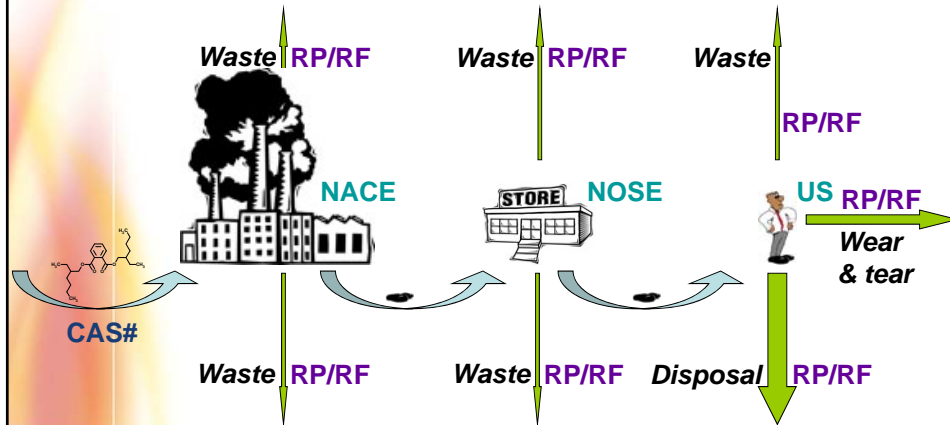
Source Classification Framework: The Emission String Concept

- CAS #: unique identification of each substance
- NOSE: unique identification of emission processes
- NACE: unique identification of economic activities related with the source
- The ScorePP defined descriptors of
 - Urban Structure (US), comprising e.g.
 - Construction sites
 - Facilities; e.g. factories, dentists, slaughter houses (i.e. legal entities)
 - Households, Roads, Waste sites/landfills, Rivers
 - Release Pattern
 - Temporal releases on a daily, weekly and yearly basis
- Release Factor
- All data are stored in a database

Source Classification Framework: The Emission String Concept

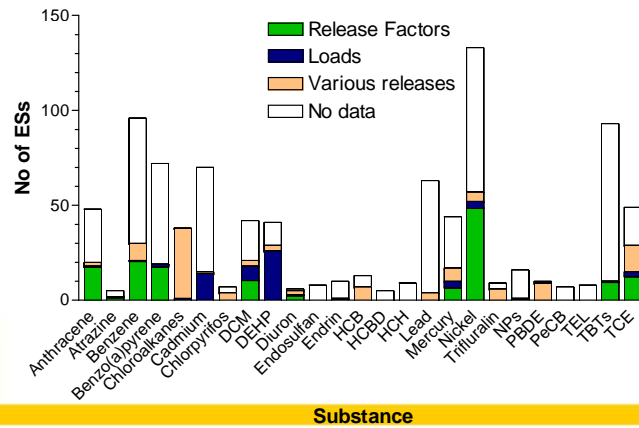
- Compiling data:
 - Risk Assessment Reports from EU
 - Hazardous Substance Data Bank and Household Product Database from US NLM
 - Handbooks and electronic compilations, e.g. the Merck Index, Rippen, the e-Pesticide Manual, Kirk-Othmer's Encyclopedia of Chemical Technology
 - Research articles

ScorePP: Using the ES concept



ScorePP: Using the ES concept

Number of ESs for each PP



Environmental releases due to vehicular transport on roads

- Anthracene: 5,2-28 µg/kg fuel burned, depending on vehicle/fuel type
- Benzene: 4-10 mg/km driven, depending on vehicle type
- Benzo(a)pyrene: 1-8 µg/km driven, without and with catalyst
- Cadmium: 7 kg/year is released in Stockholm with 780.000 inh. (from both break linings, tyres, fuel and asphalt)
- DEHP: 200 kg/year is released in Stockholm with 780.000 inh. (from undercoating)
- Mercury 4-240 µg/km depending on vehicle type (tyres)
3-17 µg/km depending on vehicle type (roads)
- Nickel 21-107 and 3,2-2310 ng/km driven, for gasoline/diesel
91-182 ng/km (brake-linings, tyres and asphalt)

Environmental releases due to vehicular transport on roads

Data on driven km and use of fuel (Danish Statistics, 2009)

Person cars (both diesel and gasoline)	35 · 10 ⁹ km
Taxis (both diesel and gasoline)	51 · 10 ⁷ km
Motorbikes	76 · 10 ⁷ km
Mopeds	90 · 10 ⁶ km
Total	36 · 10⁹ km

Vans (both diesel and gasoline)	79 · 10 ⁸ km
Lorries	14 · 10 ⁸ km
Semi trailers	92 · 10 ⁷ km
Busses	62 · 10 ⁷ km
Total	11 · 10⁹ km

Fuel used for vehicle engines 2,4 · 10⁹ kg

Environmental releases due to vehicular transport on roads

- Depending on fuel and vehicle type:

- Anthracene: 12-67 kg
- Nickel: 4,4-117 kg

- Benzene from busses, lorries etc: 105 tonnes

- Cadmium: 49 kg

- Mercury: 0,3-12 tonnes



Release of nickel from Danish highways: 108 kg

• Benzene: 154 tonnes

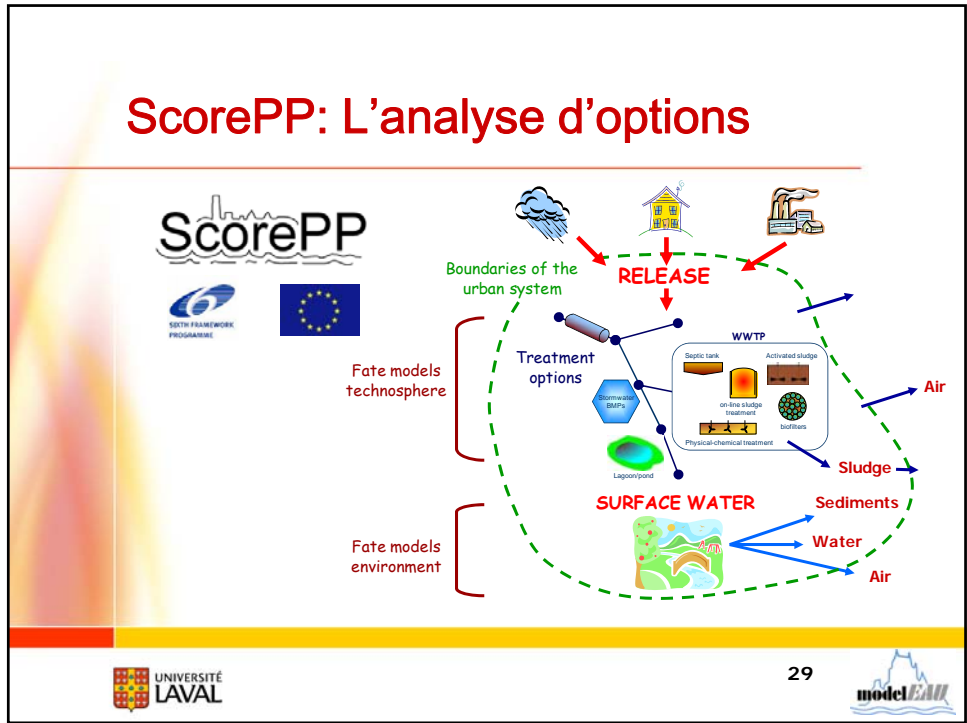
• Benzo(a)pyrene: 360 tonnes

• DEHP: 1,41 tonnes

Conclusions I

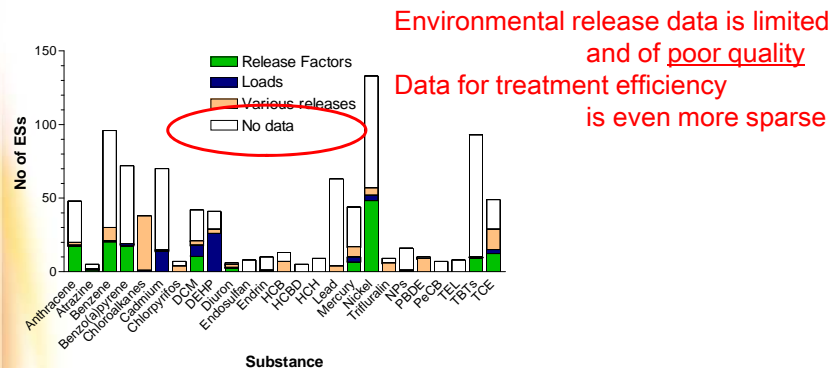
- SCF established – based on literature knowledge about sources
- About 900 ESs established for the 33 WFD substances
 - 16% with concrete knowledge about release quantities
 - 65% without any quantitative data on release into the technosphere
- WFD substances occur in a wide variety of sources and activities in urban settings and are released to all studied compartments
 - Most sources are related to production activities
 - Other large categories are households, waste disposal, agriculture, construction and transport
- Classifying the sources according to the Urban Structure descriptor enables
 - Sources to be linked to GIS, thus enhancing visualisation
 - Better targeting of mitigation options and Emission Control Strategies

ScorePP: L'analyse d'options



ScorePP: L'analyse d'options

Number of ESs for each PP



ScorePP: L'analyse d'options

But we have data for inherent properties of PPs

- Chemical IDs; CAS#, EINECS, Merck #
- Molecular formula
- Physical appearance
- Density (ρ), g/mL
- Molecular weight (M_w), g/mole
- Melting point (T_m), °C
- Boiling point (T_b), °C
- Water Solubility (S_w), mg/L
- Lipid solubility of neutral species ($\log K_{OW}$)
- Lipid solubility of ionized species ($\log D_{OW}$)
- Vapour pressure, mm Hg
- Acid dissociation constant (pK_a)
- Henry's law constant (K_h), atm×m³/mole
- Diffusion coefficient, m²/d



For database, see www.scorepp.eu



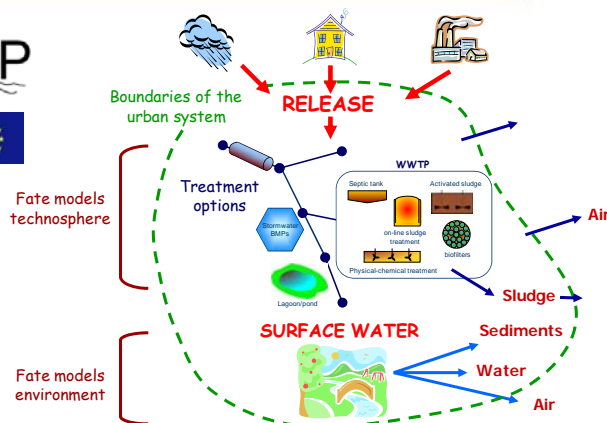
ScorePP: L'analyse d'options

ScorePP



IUWS
model
with PPs

IUWS=
Integrated Urban
WW system

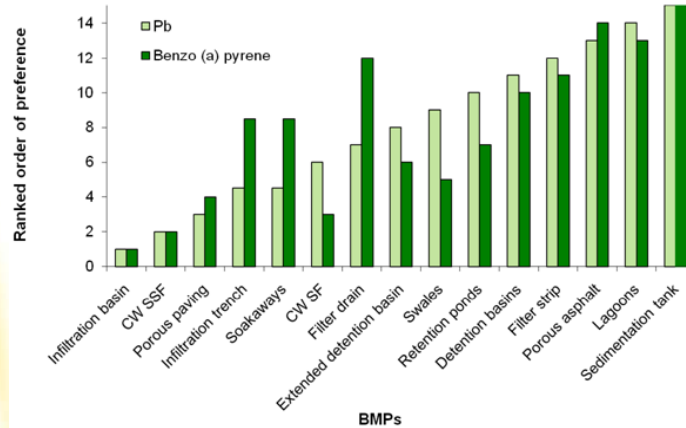


Vezzaro et al. (UDM2009)
Benedetti et al. (WEFTEC2009)

32

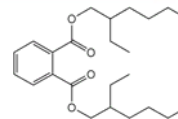


Résultats d'analyse: Préférence de BMPs



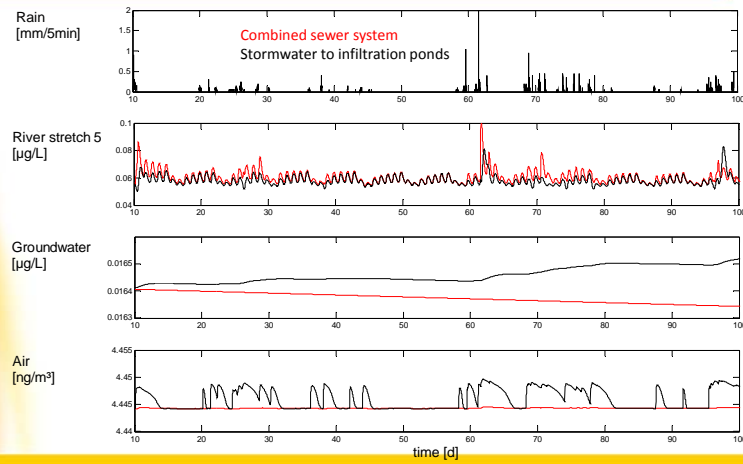
Résultats d'analyse: Micropolluant DEHP

- Endocrine disruptor, probable effects on (male) fertility
- Uses:
 - Plasticizer in manufacturing of PVC articles
 - Hydraulic and dielectric fluid
- Produced and used in large quantities (595.000 tons/year in EU)
- Properties:
 - Low vapor pressure
 - Low water solubility
 - Degradability: mainly photolysis and aerobic biodegradation

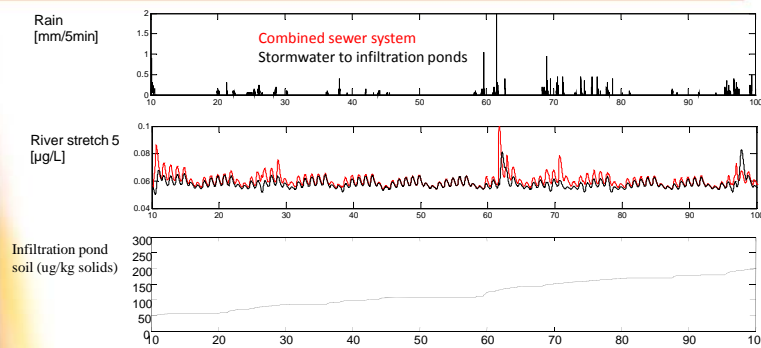


Bis(2-ethylhexyl)phthalate

Résultats d'analyse: Effect of Infiltration Pond

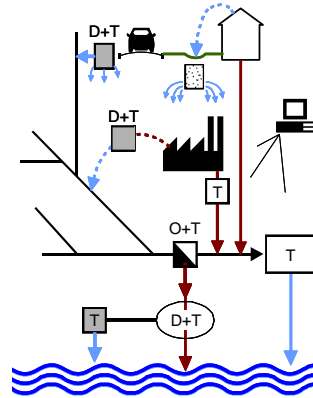


Résultats d'analyse: Effect of Infiltration Pond



ScorePP: Démontrer le potentiel

- **Pre-Application Control:**
Voluntary and regulatory initiatives, legislation, preventative measures, phasing out, substitutions etc
- **Pre-Environmental Release Treatment:** municipal and industrial WWTPs and greywater, as well as combined sewer overflow treatment etc
- **Post-Environmental Release Control and Treatment:**
structural and non-structural stormwater BMPs, management of sinks, etc



ScorePP: Démontrer le potentiel

- **Case city Stockholm**
- **Pre-application control campaigns (1995-2003)**
 - Stricter EU and national legislations
 - New technologies (batteries)
 - Voluntary initiatives e.g., artists paint (Cd), anglers (Pb), dentists (Hg)
- Substance flow analyses showed a reduction in the stocks of Cd and Hg by approximately 25 % to 30 %.

Conclusions II

- Problématique vaste
 - Ville au complet
 - Nombre de produit chimiques élevé
 - Multimédia (gas, eau de surface/souterraine, sol)
 - Aspects sociaux, de gouvernance, économique

Conclusions: L'approche ScorePP

Develop **Source Classification Framework**



Compile data on sources & releases



Classifying using the **Emission String** concept



Establish releases based on the compiled data