

Phyto-épuration de l'air à l'échelle de la ville et du bâtiment



Marc-Antoine CANNESAN



Sommaire



- La phytoremédiation
- Partenaires
- Contexte, enjeux et objectifs
- Programme « Air intérieur »
 - Mise en place, Résultats et perspectives
- Programme « Air extérieur »
 - Mise en place, Résultats et perspectives

La phytoremédiation



Utilisation de plantes (avec ou sans microorganismes) pour extraire, accumuler et/ou dégrader les contaminants du milieu où elles se développent.

La phytoremédiation comprend :

- La phytodégradation
 - plantes qui transforment les polluants en substances toxiques
- La rhyzodégradation
 - phytodégradation au niveau des racines
- La phytoextraction
 - végétaux qui absorbent les polluants dans leurs tissus

La phytoremédiation



Deux dimensions:

- L'épuration passive
→ utilisation de l'appareil foliaire
 - L'épuration active
→ utilisation du substrat => BIOFILTRATION : l'air pollué passe par dans le substrat des plantes pour y être épuré.
- } Programme
Précédent PHYT'AIR

Contexte et enjeux



- Utiliser les végétaux pour améliorer la qualité de l'air au sein des villes mais aussi à l'intérieur des habitats ce qui offre de nouvelles perspectives pour la filière horticole.
- Différents ouvrages, notamment de murs végétalisés, ont été initiés en vue de limiter l'exposition des personnes aux polluants atmosphériques sur différents sites : stations d'épuration, parkings, gares...
- Une réelle efficacité n'a que rarement été évaluée et nécessite encore une approche systématique.

Objectifs



Développer des solutions techniques, basées sur la biofiltration végétale, pour diminuer les concentrations en polluants atmosphériques (intérieurs et extérieurs) :

⇒ des modules végétalisés,ensemencés en micro-organismes et ventilés

Ce développement intègre le choix des végétaux les plus adaptés aux contraintes des installations ainsi que la caractérisation des performances épuratrices.

Partenaires principaux du projet



- ASTREDHOR Seine-Manche ↔ Arexhor Seine-Manche est un organisme de recherche appliquée et d'expérimentation horticole et de l'aménagement des espaces
- Université de Lille : Pr Damien Cuny E.A. 2690, toxiques et cancérogènes professionnels et environnementaux, Laboratoire des Sciences Végétales et Fongiques, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques.



Partenaires principaux du projet



- Université de Lille : Dr. Benjamin Hanoune MR CNRS 8522, Physico-chimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A), Université des Sciences et Technologies de Lille
- Plant'air pur est une association qui promeut l'usage des plantes dépolluantes en s'appuyant sur des recherches scientifiques.



Partenaires principaux du projet



- Société DFA: Degrémont France Assainissement, Suez Environnement, Eau de Normandie



- Commune de Fauville en Caux (76), Association Plante & Cité,



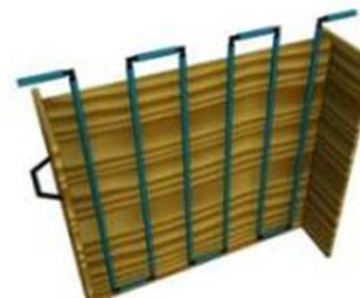
- Premier Tech Faliénor



Programme « Air Intérieur »



Utilisation de modules végétalisés raccordés à une pompe



3 modules qui représentent 1 m²,
incluant 16*3 plantes soit 48
plantes

Espèces végétales sélectionnées



			
<u>Tradescantia pallida</u>	<u>Nephrolepis oblitterata</u>	<u>Hedera helix</u>	<u>Dracaena ker gawl</u>
			
<u>Chlorophytum comosum</u>	<u>Aglaonema commutatum</u>	<u>Spathiphyllum sweet chico</u>	<u>Crassula portulacea</u>

Substrat sélectionné



- Substrat de chez Falienor Premier Tech composé de tourbe blonde irlandaise F1, de fibre de coco medium, de perlite moyenne, de fibre de bois WoodTech et contenant de la chaux et 1.2 kg/m³ Topsusbtra 12-12-17.
- Biotisation : mycorhize P-501 (Premier Tech) et de *Bacillus pumilus* GHA 180 (Premier Tech).



Calendrier de la première série



- Végétalisation des modules en serre de Fauville-en-Caux de septembre à novembre.
- Livraison en décembre 2014 à l'Université de Lille.
- Début des tests de janvier à début février.
- Analyse des données brutes Mars-Mai



Comportement des plantes dans les modules

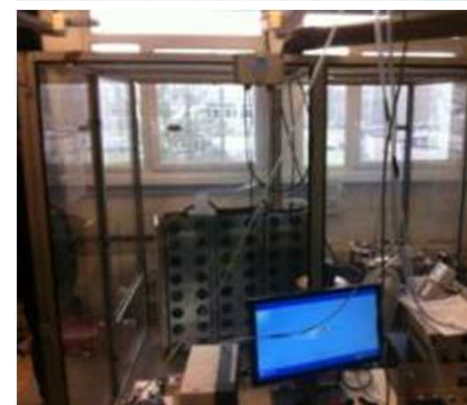


	Biotisé	Non biotisé	Adaptation
<i>Tradescantia pallida</i>	++	++	ok
<i>Nephrolepis oblitterata</i>	++	++	~ ok
<i>Hedera helix</i>	+	+	~ ok
<i>Dracaena ker gawl</i>	++	++	ok
<i>Chlorophytum comosum</i>	+++	++	ok
<i>Aglaonema commutatum</i>	+++	++	ok
<i>Spathiphyllum sweet chico</i>	+++	++	ok
<i>Crassula portulacea</i>	+	+	~ ok

Test de dépollution



- 2 mois après végétalisation, modules placés en enceinte d'exposition de 8 m³.
 - ➔ Evaluer les capacités des systèmes à diminuer les concentrations en une gamme de polluants atmosphériques dans des conditions proches de celles des habitations :
 - ▶ Enceinte ventilée et éclairage naturel
 - ▶ Sources de polluants réalistes : bâton d'encens



Test de dépollution : 1^{ère} série



Cinq premières modalités testées dans l'enceinte polluée :

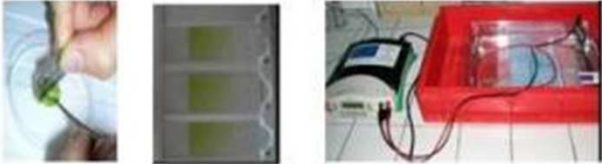
- Module sur support sans substrat sans plantes
- Module sur support avec substrat nonensemencé avec plantes
- Module sur support avec substrat nonensemencé sans plantes
- Module sur support avec substrat semencé avec plantes
- Module sur support avec substrat semencé sans plantes

Impact des polluants sur les végétaux



- La formation de nécroses foliaires ; l'atteinte de la photosynthèse : mesure de la fluorescence de la chlorophylle grâce à un fluorimètre portatif.
- Suivi des atteintes à l'ADN grâce au test des comètes

Test des comètes
→ Technique électrophorétique



Les noyaux sont extraits dès la fin des expositions.

Ils sont déposés sur les lames gélées qui sont ensuite disposées dans un bain d'électrophorèse permettant la migration des fragments d'ADN.

Les noyaux sont observés à l'aide d'un microscope à fluorescence. Les dégâts sont exprimés par l'O.T.M.

O.T.M. = Longueur de la queue x pourcentage d'ADN dans celle-ci



ADN intact ADN cassé



tête queue

« comète »

Résultats et perspectives



Résultats

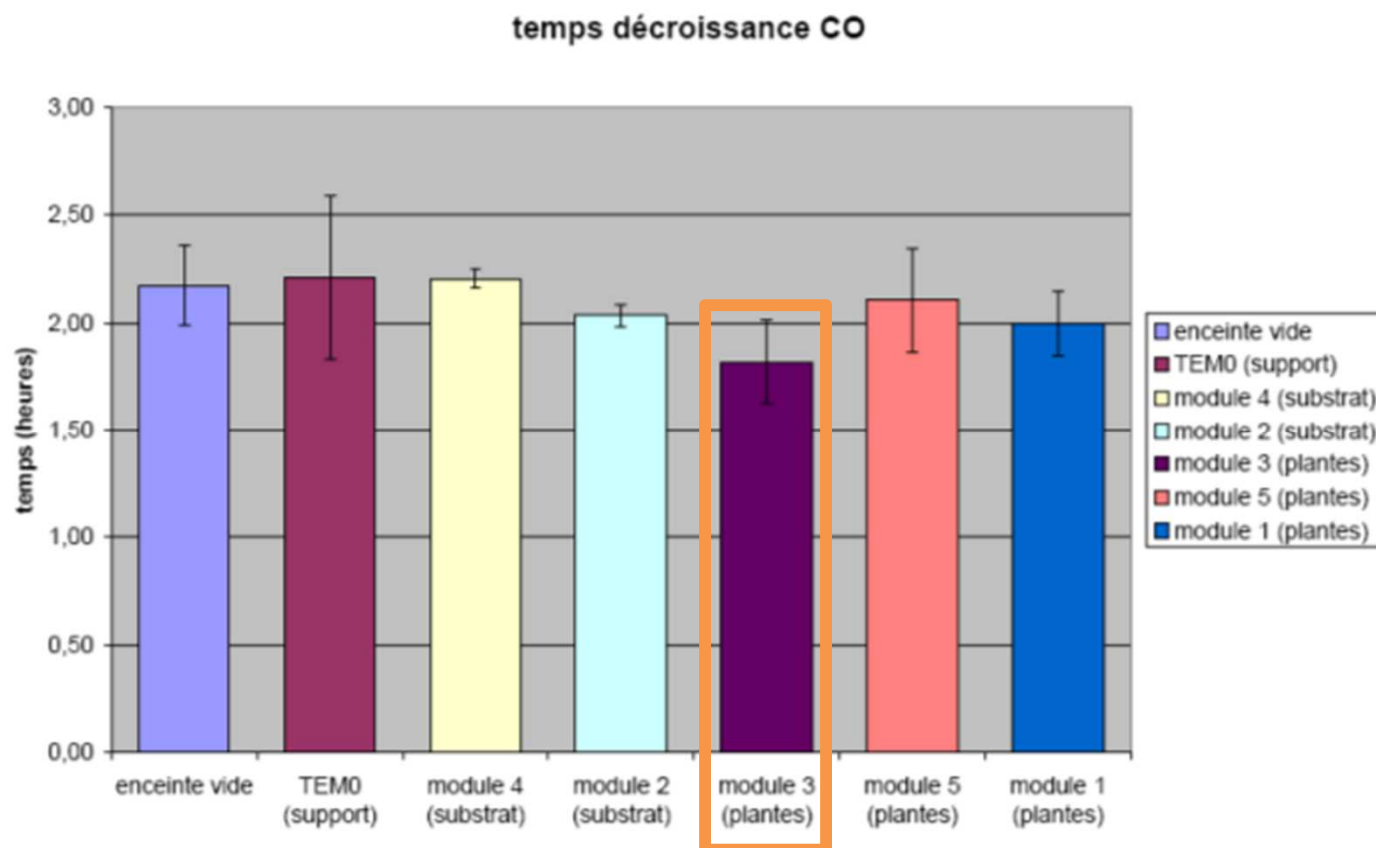
En cours d'analyse pour la 1^{ère} série :

- Impact sur végétaux : (Fluorescence)
- Suivi des concentrations de polluants (CO, O₃, NO, NO₂, SO₂, COV dont BTEX, particules).

Résultats et perspectives



Résultats



Module végétalisé et enrichi ↴

Résultats et perspectives



En cours

2^{ème} série en test pour mai-Juin :

- Même substrat, mêmes plantes
- Nouveaux microorganismes et Effets doses
- Livraison 5 juin 2015



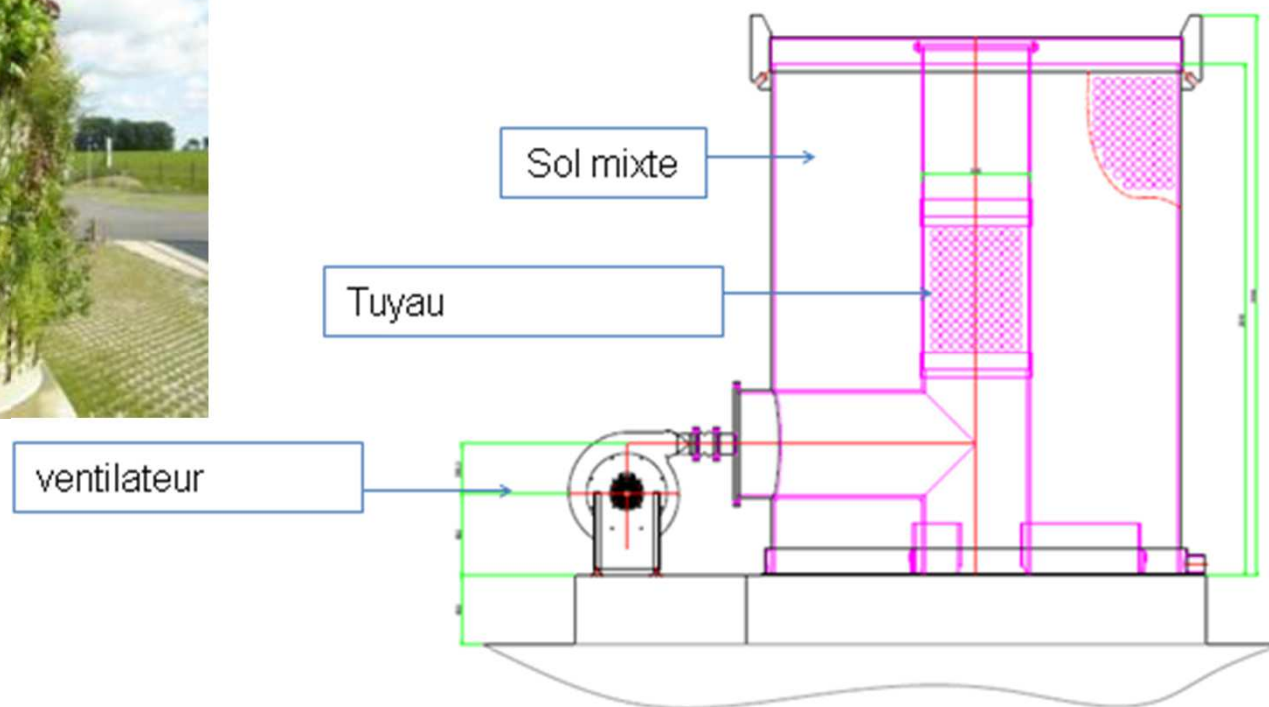
Programme extérieur



Station d'épuration de « Fauville-en-Caux » (76)



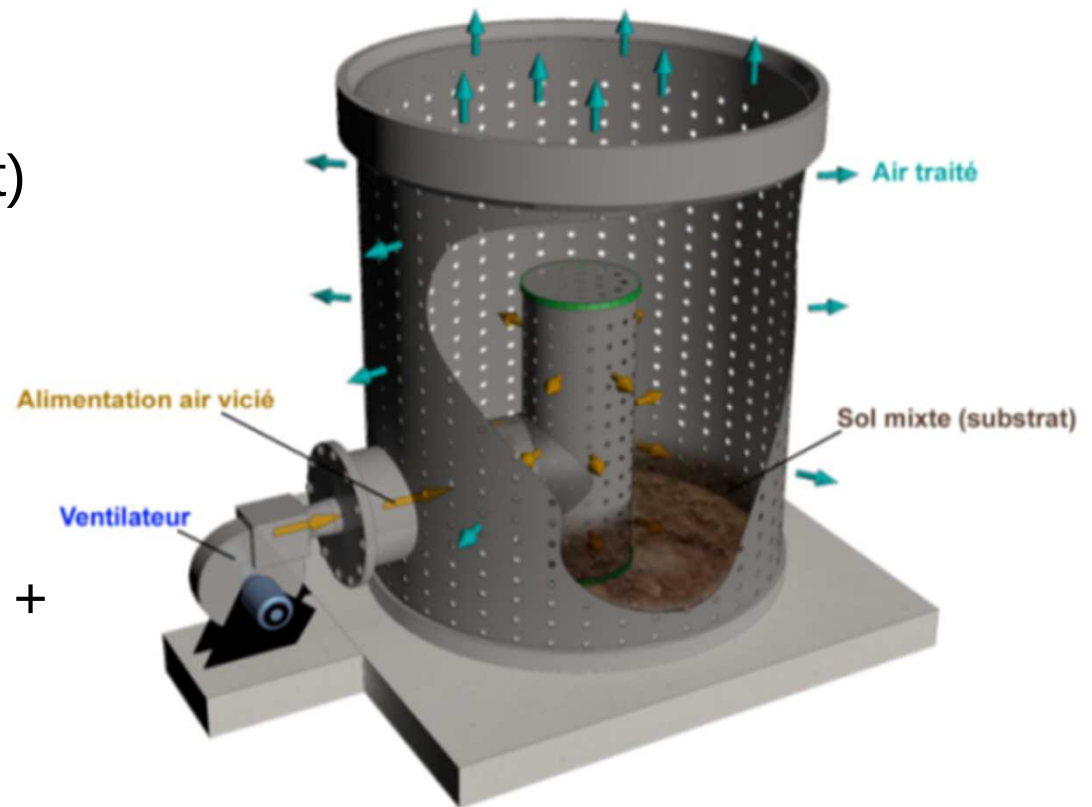
Juin 2012



Détail du prototype



- Tour cylindrique végétalisée (3 m de haut)
- Ventilateur (1000 m³/h)
- Tuyau d'alimentation
- Sol mixte :
 - ▶ Squelette minéral : pouzzolane 15-20
 - ▶ Terre sablo limoneuse + matière organique



Matériel végétal



Variables mesurées :

- Croissance et développement des plantes
- Sensibilité aux conditions de développement racinaire
- Résistance aux contraintes de l'installation
- Mesure du pouvoir de désodorisation

Matériel végétal



- *Dianthus superbus*
- *Erica tetralix*
- *Iris pseudacorus*
- *Juncus effusus* 'Spiralis'
- *Mentha aquatica*
- *Caltha palustris*
- *Carex riparia*
- *Carex acutiformis*
- *Rumex montanum*
- *Rumex arifolius*
- *Epilobium hirsutum*
- *Eupatorium rugosum*
- *Filipendula vulgaris*
- *Geum rivale*
- *Lysimachia nummularia*
- *Lythrum salicaria*
- *Myosotis palustris*
- *Symphytum officinale*
- *Luzula sylvatica*
- *Galium odoratum*
- *Dryopteris cartusiana*
- *Dryopteris dilata*
- *Athyrium filix-femina*
- *Blechnum spicant*
- *Osmunda regalis*
- *Thelypteris palustris*

Evolution



Juin 2012



Février 2013



Mai 2013



Avril 2014

Bilan : matériel végétal



- Replantation de certaines variétés en mai 2014 :
 - ▶ *Carex acutiformis*
 - ▶ *Carex riparia*
 - ▶ *Gallium odoratum*
 - ▶ *Geum rivale*
 - ▶ *Luzula sylvatica*
- Efficacité du dispositif car très peu d'odeur
- Résistance des végétaux au cours des hivers
- Fougères non adaptées (pH basique)
- Tassement du substrat
- Surveillance régulière indispensable

Bilan : matériel végétal



- Espèces envahissantes :
 - ▶ *Mentha aquatica*
 - ▶ *Eupatorium rugosum*
 - ▶ *Symphytum officinale*
- Espèces adaptées :
 - ▶ *Dianthus superbus*
 - ▶ *Iris pseudacorus*
 - ▶ *Carex riparia*
 - ▶ *Carex acutiformis*
 - ▶ *Rumex montanum*
 - ▶ *Rumex arifolius*
 - ▶ *Geum rivale*
 - ▶ *Lysimachia nummularia*
 - ▶ *Lythrum salicaria*
 - ▶ *Luzula sylvatica*
 - ▶ *Galium odoratum*

Analyses sur plantes



Analyses (Laboratoire SAS) sur 6 plantes à différentes hauteurs de la tour faite en hiver, et une nouvelle à venir mi-juin

- Éléments majeurs : N, P, K, Ca, Mg totaux
- Oligoéléments : Cu, Zn, Mn, S
- Taux de sulfates et nitrates (répétés au cours des saisons sur différentes plantes).

Analyses du substrat et des microorganismes



- pH basique (8,2) et taux de MO élevé (7,6% du sol sec)
- Cependant la biomasse microbienne est plutôt faible (1,34 % du carbone organique).
- Seconde analyse de la biomasse microbienne faite en profondeur par carottage (4 * 25 cm)
- Cette analyse sera répétée au cours des saisons et réalisée dans la partie basse de la tour (Juin 2015).
- Pb hydromorphie?
- Analyse (juin) sur l'abondance, la diversité et l'activité des champignons et bactéries du sol.

Tests amorcés sur 2015



Evaluation des capacités épuratrices du système :

- Réalisation des mesures des concentrations en polluants, en amont et en aval du dispositif :
 - ▶ Composés soufrés à l'origine des odeurs : (nuisance particulièrement présente au niveau des stations d'épuration).
 - ▶ Capteurs pour composés soufrés

Tests amorcés sur 2015

- 2 Prélèvements pour mesures olfactométriques (selon norme EN13725 par un laboratoire Suez Environnement), fin d'hiver et été.
- Mesures en temps réel par deux capteurs autonomes pour composés soufrés :
 - ▶ 1 capteur de sensibilité 0-20 ppm
 - ▶ 1 capteur de sensibilité 0-2 pmm (1 an, N/E/O/S, et différentes hauteurs)



Tests amorcés sur 2015

- Installation des capteurs 29 mai 2015
- Vérification des premières données 9 juin 2015



Merci pour votre attention



Manifestations a venir



FLORYSAGE®

ASTREDHOR
SEINE-MANCHE
Archer Seine-Manche

Journée technique
MURS ET TOITURES VÉGÉTALISÉS

23 juin
Cergy-Pontoise (95)

en partenariat avec
l'ADIVET et la Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise

avec le parrainage de Val'hor

adivet
CERGY-PONTOISE
l'agglomération

Val'hor

Journée technique annuelle
ASTREDHOR Seine Manche
Saint Germain en laye
23 sepetembre 2015



Mercredi 03 juin 2015 « 8^{ème} édition du club U2B''