



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie



# Siterre

**(Procédé de construction de Sols à partir de matériaux Innovants  
en substitution à la TERRE végétale et aux granulats de carrière)**

**Fabienne MULLER**

Service Gestion et Prévention des Déchets  
**ADEME – Angers**

**Olivier DAMAS**

**Plantes et Cité**  
Angers



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



# Siterre

(Procédé de construction de Sols à partir de matériaux Innovants en substitution à la TERRE végétale et aux granulats de carrière)

**Contexte**

**Enjeux du projet**

**Objectifs du projet**

**Partenaires du projet**

**Présentation du projet**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Contexte du projet

### 1 Pratiques des professionnels des espaces verts en reconstitution de sols fertiles en milieu urbain

- Terres issues du décapage agricole
- Granulats de carrière



Matériaux non  
renouvelables

Quantités annuelles de terre estimées  
pour les nouveaux aménagements publics  
= 3 millions de m<sup>3</sup> / an  
= éq. à 1000 ha/an de décapage  
= éq. Volume de la dune dy Pyla en 20 ans ...





Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Contexte du projet

2

### Difficultés d'approvisionnement de Terres végétales et de granulats

- Éloignement des zones d'extraction des zones d'utilisation
- Augmentation des coûts (*entre 15 et 25 €/m<sup>3</sup> terre*)

3

### Crainte de raréfaction de la ressource

- nouvelles politiques de planification urbaine
- valorisation de plus en plus optimisée des matériaux sur site





Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Enjeux du projet

### Enjeux sols

- Reconnaissance des sols comme composante majeure de l'environnement
- Constat : les sols se dégradent
- Menaces sur les sols : Érosion, contamination, baisse des teneurs en matière organiques, diminution de la biodiversité, artificialisation, salinisation, et désertification
- Mise en place par la commission européenne d'une stratégie de protection des sols, de restauration des sols dégradés et de préservation des paysages

→ Projet de Directive cadre



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Enjeux du projet

### Enjeux Déchets

- Loi GRENELLE
- Obligation d'augmentation du recyclage déchets, doublement de la valorisation organique des déchets d'ici 2012

→ Nécessité de développer de nouvelles filières de valorisation de ces matières premières secondaires

- Trouver des nouveaux débouchés pour différents types de matières organiques, pour les quantités de composts d'origine diverse, produits suite à la mise en place des objectifs grenelle.
- Trouver des opportunités d'usages pour les quantités de déchets inertes qui partent en centre de stockage



## Objectifs du projet

### Quel potentiel de construction de sols fertiles à partir de ces matériaux?

→ Objectif : matériaux terreux alternatifs avec traits fonctionnels proches ou identiques

- **Contexte réglementaire lacunaire ?**

→ Objectif : renseigner les connaissances pour aller vers l'opérationnel



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Partenaires

- **Plante & Cité** Association au service des collectivités (Angers)
- **LCPC** - Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (Nantes)
- **BRGM** - Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Orléans)
- **INPL-GISFI** – Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles (Nancy)
- **Agrocampus Ouest** centre d'Angers Institut National d'Horticulture et de Paysage
- **RITTMO** Agroenvironnement (Colmar)
  - Centre de recherche appliquée, d'expertises et de prestations techniques dans les domaines de la fertilisation organique et de l'agroenvironnement
- **TVD** – gestion/valorisation des déchets et biomasse, réhab. sites (Nancy et autres sites)
- **Luc Durand** – entreprise Travaux publics + représentant syndical (Angers)
- **ACTéon** – Bureau de conseil en politiques publiques et environnement (Colmar)





Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Présentation du projet

- **Structuration en 5 tâches :**

- Typologie des matériaux utilisables (TYPO)
- Caractérisation individuelle des matériaux (CaractMAT)
- Formulation et propriétés des matériaux en mélange (ForMEL)
- Evolution des Technosols (EvoISOL)
- Vers l'élaboration de la filière par une méthode multicritères (Elab)

- **Travail de recherche**

- en conditions contrôlées et fermées / risques environnementaux et sanitaires

- **Phase finale de transfert de connaissance** et d'OAD vers future filière

- Pas d'expérimentations ou de démonstration en conditions réelles d'aménagement
- Phase suivante de ce projet avec le réseau **Plante & Cité**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



1

## Typologie des matériaux utilisables

Plante & Cité, BRGM, INPL-GISFI, Durand TP et TVD

**Sous tâche 1 :** Élaboration d'une grille de critères en vue de la sélection des matériaux de substitution susceptibles d'entrer dans la composition de Technosols

**Sous tâche 2 :** Identification d'une première liste de matériaux potentiellement utilisables pour la construction de Technosols

**Sous tâche 3 :** Synthèse des données bibliographiques sur les caractéristiques principales des matériaux figurant sur la liste élaborée ci avant

**Sous tâche 4 :** Définition de typologies de matériaux



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

2



## Caractérisation individuelle des matériaux

LCPC, BRGM, INPL-GISFi, RITTMO

Sous tâche 1 : Caractérisation agronomique

Sous tâche 2 : Caractérisation mécanique

Sous tâche 3 : Caractérisation de la minéralogie des matériaux

Sous tâche 4 : Caractérisation des contaminations éventuelles

Sous tâche 5 : Caractérisation écotoxique



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



**3**

## Formulation et propriétés des matériaux en mélange

TVD, Agrocampus Ouest, INPL-GISFI, LCPC, BRGM, Rittmo Agroenvironnement, consultation des partenaires industriels

**Sous tâche 1 :** Recenser les différents aménagements visés en typologie d'usages

**Sous tâche 2 :** Définir les propriétés « idéales » du sol par type d'usage

**Sous tâche 3 :** Définir un modèle de formulation de matériaux

**Sous tâche 4 :** Réaliser plusieurs modalités de mélanges représentatifs

**Sous tâche 5 :** Réaliser une caractérisation agronomique des mélanges

**Sous tâche 6 :** Réaliser une caractérisation mécanique des mélanges

**Sous tâche 7 :** Réaliser une caractérisation des contaminations éventuelles des mélanges

**Sous tâche 8 :** Réaliser une caractérisation écotoxique des mélanges





Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



4

## Évolution des Technosols

INPL-GISFI, TVD, Agrocampus Ouest, LCPC, BRGM

**Sous tâche 1 :** Évolution des propriétés physiques : agrégation

**Sous tâche 2 :** Altération chimique des matériaux constitutifs des Technosols

**Sous tâche 3 :** Modélisation de l'évolution du profil des sols construits, conséquences sur la qualité des eaux et aptitudes à être le support d'une végétation pérenne ou d'un trafic routier

→ Étude de la pédogenèse de sols construits , prédiction de l'aptitude à remplir leurs fonctions (support de végétaux – support de trafic routier)



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



5

## Vers l'élaboration de la filière par une méthode multicritères

(réglementaire, environnementale, technico-économique, et sociétale)

**TOUS les partenaires**

**Sous tâche 1 : Analyse réglementaire**

**Sous tâche 2 : Évaluation environnementale** : valeurs de références, fonds géochimiques, Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires

**Sous tâche 3 : Analyse technico-économique** : coûts de production, Analyse Coût/Efficacité, Analyse Coût/Bénéfice)

**Sous tâche 4 : Analyse sociétale** (perception sociétale) : travail bibliographique détaillé, enquête grand public, atelier « acteurs locaux »

**Sous tâche 5 : Analyse multicritères** (synthèse des approches) : définition d'indicateurs, seuils et classes de notation, pondération des critères

