

Choix du matériel végétal

Dix espèces ont été sélectionnées pour le mélange.

| | Caractéristiques |
|--|--|
| Graminées (40 %) Fétuque élevée (<i>Festuca arundinacea</i> Schreber) Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i> L.) Ray-grass anglais (<i>Lolium Perenne</i> L.) cultivar VERDI Fétuque rouge traçante (<i>Festuca rubra</i> L.) cultivar HERALD | Facilité d'installation Développement rapide Fort pouvoir recouvrant au sol Bonne résistance à la sécheresse Plantes vivaces |
| Légumineuses (44 %) Sainfoin (<i>Onobrychis sativa</i> Lam.) Luzerne (<i>Medicago sativa</i> L.) cultivar Coussouls Luzerne polymorphe (<i>Medicago polymorpha</i> L.) cultivar Mauguio | Capacité à stocker l'azote atmosphérique Biomasse aérienne importante Plantes vivaces |
| Espèces "Sauvages" (16 %) Petite Pimprenelle (<i>Sanguisorba minor</i> Scop.) Psoralée bitumineuse (<i>Psoralea bituminosa</i> L.) Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i> L.) | Ancrage racinaire en profondeur Apport de couleurs au tapis végétal Espèces adaptées au climat méditerranéen Plantes vivaces |

Suivi floristique annuel

| Paramètres de suivi | Objectifs |
|---|---|
| Taux de recouvrement du sol par la végétation | Mode d'installation de la végétation issue du semis |
| Biomasse aérienne | Productivité du couvert végétal |
| Relevés floristiques | Expression du semis - biodiversité - dynamique de végétalisation - retour des espèces locales |
| Développement racinaire | Mode de prospection racinaire - niveau d'ancrage du sol par les racines |



Choix du compost

| Éléments agronomiques | Compost normalisé moyen (% Brut) | Éléments traces | Compost normalisé moyen (ppm/sec) | Seuils normes compost NFU 44-095 (ppm/sec) | Agents indicateurs de traitement | Compost normalisé moyen | Seuils norme NFU 44-095 |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| MS | 71 | Cd | 0,6 | 3 | Escherichia coli | < 10/g de M.B. | 10 ⁴ g de M.B. |
| pH | 8 | Cr | 22 | 120 | Clostridium perfringens | < 10/g de M.B. | 10 ⁴ g de M.B. |
| MO | 35 | Cu | 140 | 300 | Entérocoques | 8 400/g de M.B. | 10 ⁵ /g de M.B. |
| NTK | 1,7 | Hg | 0,5 | 2 | Agents pathogènes | | |
| N-NH ₄ | 0,16 | Ni | 10 | 60 | | Oeufs d'helminthes viables | Absence dans 25 g de M.B. |
| N organique | 1,54 | Pb | 40 | 180 | Listeria monocytogènes | Absence dans 25 g de M.B. | Absence dans 25 g de M.B. |
| C/N | 13 | Zn | 250,8 | 600 | Salmonelles | Absence dans 25 g de M.B. | Absence dans 25 g de M.B. |
| P ₂ O ₅ | 2 | Se | 0,4 | 12 | | | |
| K ₂ O | 0,6 | As | 2,4 | 18 | | | |
| MgO | 0,7 | 7 PCB | 0,08 | 0,8 | | | |
| CaO | 11,2 | Fluoranthène | 0,22 | 4 | | | |
| | | Benzo(b) pyrène | 0,12 | 2,5 | | | |
| | | Benzo(a) pyrène | 0,08 | 1,5 | | | |

LES PARTENAIRES



L'ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie - Délégation PACA.



Le CEMAGREF Grenoble - laboratoire de végétalisation des espaces érodés.



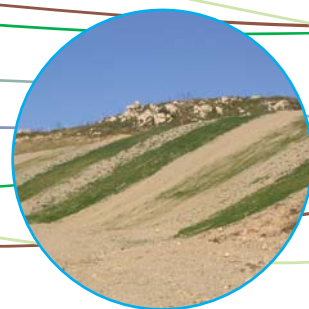
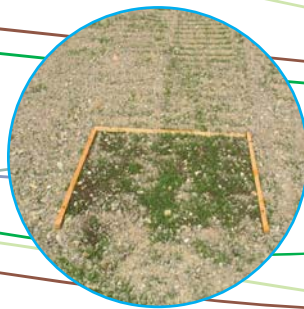
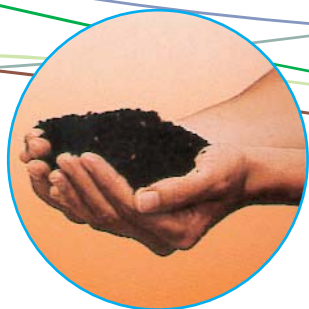
Lafarge Granulats - Région Sud-Est - Carrière de l'Estaque.



L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.



SEDE Environnement, société spécialisée dans le traitement, la valorisation et l'élimination des boues et sous-produits des Industries et Collectivités.



Végétalisation et reconstitution de substrat en réhabilitation de carrières

**Essai expérimental avec valorisation
de compost de boues d'épuration urbaines
en milieu méditerranéen**

LA VEGETALISATION DE CARRIERE

10 octobre 2003



Vue générale de la carrière d'essai

En sortie d'exploitation, les carrières doivent faire l'objet d'une réhabilitation. Celle-ci comprend généralement une intégration paysagère par implantation d'un couvert végétal. Le plus souvent stérile, le sol des carrières doit être amendé pour réussir cette implantation. L'apport de matière organique nécessaire peut alors être envisagé à partir de **compost de boues d'épuration urbaines** dont la garantie environnementale est assurée par la **norme NFU 44-095**.

Les partenaires techniques de cette étude sont : **Lafarge, SEDE Environnement** et le **Cemagref**.
Le financement externe est assuré par l'**ADEME PACA**, et l'**Agence de L'Eau Rhone-Méditerranée-Corse**.

But des essais

- **Démontrer l'efficacité de la terre enrichie** sur l'implantation et le développement du couvert végétal,
- **Vérifier l'innocuité de cette pratique** sur l'environnement.
- **Elaborer un cahier des charges** de mise en oeuvre destiné aux exploitants de carrières.

20 novembre 2003



Parcelle enrichie en compost (dose D2)

Calendrier des essais

| | |
|------------------------------|--|
| Janvier 2001 - décembre 2001 | Etude phyto-écologique du site de la carrière dans l'objectif de proposer un mélange de semences adapté aux conditions de vie du milieu. |
| Janvier 2002 - décembre 2002 | Essais en laboratoire pour caractériser les matières premières (compost et stériles seuls ou en mélange) du point de vue de leurs propriétés agronomiques, hydriques ainsi que leur innocuité environnementale. |
| Juin 2003 - septembre 2004 | Mise en place de l'essai sur la carrière incluant la réalisation du protocole, la préparation et l'apport de substrats reconstitués ainsi que l'ensemencement des parcelles expérimentales. |

UNE FILIERE PERENNE

Les conclusions des essais

Le sol

L'apport de compost à la dose D2 (1/3 compost pour 2/3 stérile) a généré :

- Une réserve en eau 1,5 fois supérieure se traduisant par une plus grande résistance à la sécheresse
- Un apport conséquent d'humus de 8 à 11 kg/m² qui se maintient au bout d'un an d'essai
- Une diminution des phénomènes érosifs au cours du temps 3 à 4 fois plus de colmatage des ravines
- Un triplement de la CEC (capacité d'échange cationique) entraînant une mise à disposition plus grande d'éléments nutritifs majeurs et secondaires
- Un accroissement de la vie biologique et une amélioration des conditions de développement racinaire

La végétation

L'apport de compost à la dose D2 s'est traduit par :

- Un taux de recouvrement 40 fois plus important
- Une production de biomasse aérienne 4 fois plus élevée
- Une biodiversité jusqu'à 1,5 fois plus importante
- L'expression d'une meilleure dynamique de végétation

Les performances de végétation à travers l'ensemble des critères sont supérieures sur les traitements amendés.

Préconisations

- Matière organique sous forme de compost normalisé NFU 44-095
- Ratio de mélange volumique stérile (2/3) /compost (1/3)
- Epaisseur du substrat de 20 cm ajouté au talus
- Création de mini-dépressions dans le sens opposé à la pente par passage de bulldozer
- Réalisation du chantier en période automnale
- Taux d'ensemencement à minimiser
- Sur talus sans risque d'érosion, mélange de graines à dominante native du milieu méditerranéen
- Sur talus à risque d'érosion, mélange de graines à dominante de graminées (fixation rapide du talus)

10 mai 2005



Effet visuel de l'apport de compost sur la végétation

E DE VALORISATION DES COMPOSTS

Les essais de laboratoire

Objectif : Détermination des ratios de mélange stérile-compost les plus appropriés.

Modalités :

- Analyses physico-chimiques,
- Evaluation de 6 classes de substrats.

Conclusions sur le plan agronomique

- Amélioration de la capacité de rétention en eau (jusqu'à 3 fois plus importante que celle des stériles seuls)
- Effet bénéfique du compost sur la productivité aérienne des plantes (jusqu'à 2 fois plus importante que celle observée sur les stériles seuls)
- Apport conséquent d'humus (matière organique stable) sur le long terme (7 à 12 kg d'humus/m² la première année)
- Apport en éléments fertilisants minéraux (P, K, Ca, Mg, Na, SO₃)
- Salinité acceptable pour des substrats lessivés
- Bonne structure pédologique
- Bonne résistance à l'érosion
- Apport de vie microbienne sur le long terme
- Densités comprises entre 1,15 et 1,7 (similaires à celles des sols naturels)

Conclusions sur le plan environnemental

- Absence d'effets phytotoxiques sur la germination et la croissance des plantes
- Absence d'écotoxicité sur les mœurs aquatiques et terrestres
- Respect des teneurs réglementaires en éléments traces métalliques et en composés traces organiques pour le stérile et le compost, seuls ou en mélange⁽¹⁾
- Respect des seuils de lixiviation d'éléments traces métalliques préconisés par la réglementation⁽²⁾
- Risques de lessivage limités dans le temps
- Taux de minéralisation pour l'azote inférieur à 4 % pour le compost "fin" et à 2 % pour le compost grossier

(1) Seuils fixés pour les sols par l'Arrêté du 8 janvier 1998 relatif à l'épandage agricole des boues d'épuration

(2) Seuils fixés par la Circulaire "Mâchefers" du 9 mai 1994

Les essais de terrain

Le protocole a été mis en place au début du mois d'octobre 2003 sur un talus d'une surface d'environ 3 000 m² et d'une pente de l'ordre de 30 %.

10 octobre 2003



Mise en place du dispositif expérimental

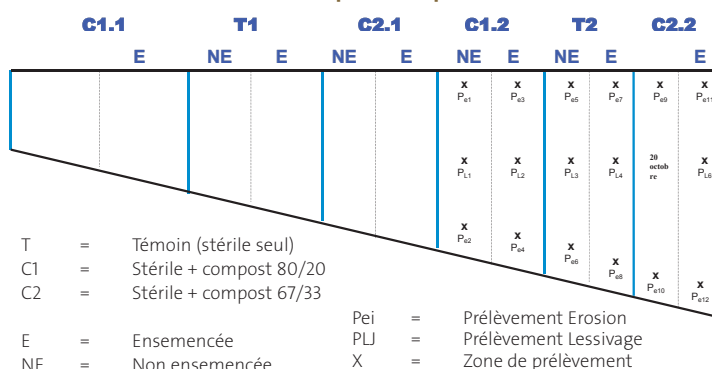
L'essai porte sur :

- Vingt-quatre parcelles d'environ 90 m² chacune
- Trois traitements avec deux modalités d'ensemencement
- Quatre répétitions
- Deux doses de compost :

D1 = 20 % compost pour 80 % stérile, soit 100 tonnes MS compost/ha

D2 = 1/3 compost pour 2/3 stérile, soit 180 tonnes MS compost/ha

Schéma du dispositif expérimental



20 novembre 2003



Parcelle amendée en compost dose D2