

# Programme Difpolmine

Diffuse pollution from mine activity



## REALISATION

En 1998, à la suite d'une décision interministérielle, l'ADEME a été chargée de la dépollution du site de La Combe du Saut situé dans l'Aude, au Nord de Carcassonne et au Sud de la Montagne Noire.

En 2002, l'ADEME est sélectionnée par LIFE ENVIRONNEMENT pour réaliser le projet DIFPOLMINE dont l'objectif est de tester à grande échelle la technique de phytostabilisation, et de mettre en œuvre une méthode adaptée de gestion des eaux.

In 1998, following an interministerial decision, ADEME has been entrusted with the reclamation of La Combe du Saut site situated in the department of Aude, North to Carcassonne and South to the «Black Mountain».

In 2002, ADEME is selected by LIFE ENVIRONMENT to realize the DIFPOLMINE project. The target is a large scale test of phytostabilisation protocol combined with an appropriate water management system.

IRH Environnement / Université Hasselt de Limburg (Belgique) / Université de Technologie et d'Économie de Budapest (Hongrie)  
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Avec le soutien financier de la C.E., programme LIFE environnement et de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

**L**a problématique du site de La Combe du Saut (Salsigne) se prêtait idéalement au test de solutions innovantes à grande échelle : une très forte contamination des sols et un site de plusieurs dizaines d'hectares. Les études ayant montré que les volumes de déchets et de sols pollués étaient considérables, il est apparu nécessaire de traiter par confinement les sources concentrées de pollution. Les excavations allaient laisser en surface une teneur résiduelle en arsenic et il fallait imaginer un moyen de minimiser les impacts résiduels vers l'environnement, à savoir, le transfert de l'arsenic par les eaux de ruissellement vers la rivière proche, l'Orbiel.

Plusieurs objectifs ont été fixés au sein du projet Difpolmine :

- Concevoir et mettre en œuvre un système de gestion des eaux adapté, c'est-à-dire élaborer un réseau de collecte des eaux de surface et orienter celles-ci en fonction du niveau de contamination résiduelle.
- Etudier et mettre en œuvre la revégétalisation finale des surfaces en appliquant un protocole de phytostabilisation de façon à renforcer la cohésion du sol, augmenter l'infiltration au détriment du ruissellement (ce qui contribuera à diminuer l'érosion),
- Concevoir et mettre en place un dispositif de suivi permettant d'évaluer le dispositif aussi bien du point de vue des concentrations que des flux massiques,
- Etudier la transférabilité du concept au site de Gyöngyösoroszi dans le Nord de la Hongrie.

**T**he issues raised by the La Combe du Saut site (Salsigne) are ideally suited to the testing of innovative solutions: a very high level of soil contamination and a large-scale site extending over several dozen hectares (one hectare equals 10,000 sq.m or 2.47 acres). Studies conducted have shown that the volumes of waste and polluted soil concerned are substantial and that it seems necessary that a concentrated sources of pollution may be treated by confinement, but it is thought that the excavation will leave soil on the surface with a residual arsenic content, and as a result, means must be found to minimize the residual impact on the environment, in this case the transfer of arsenic via surface runoff to the nearby Orbiel river must be minimized.

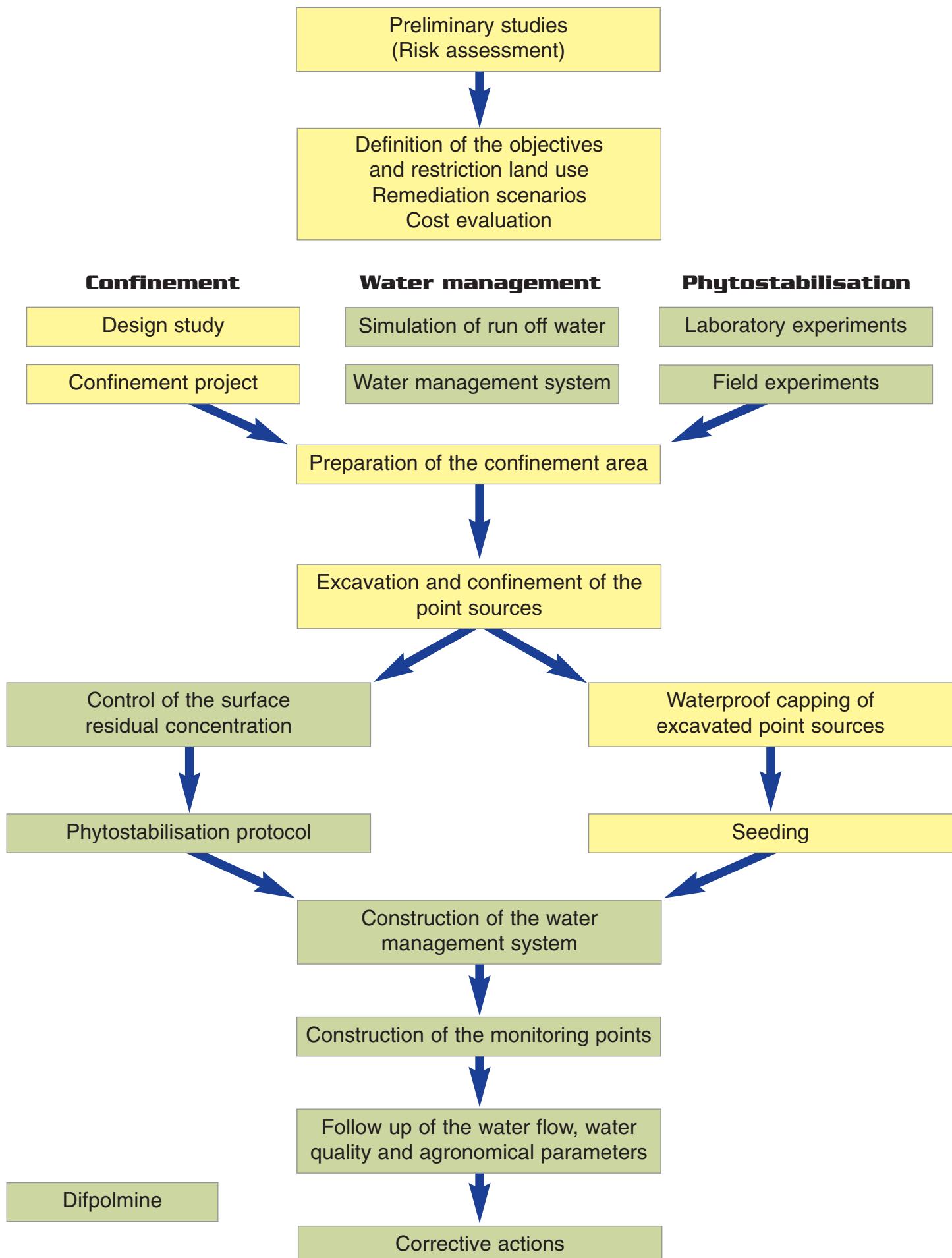
The Difpolmine project has set several objectives :

- To design and implement an appropriate water management system (i.e. devise a surface water collection network aimed at minimizing soil erosion and at directing the water to the proper channel depending on the level of residual contamination).
- To study and implement a plan for the final revegetation of surface areas by applying a phytostabilization protocol designed to strengthen the cohesion of the soil, increase infiltration to the detriment of runoff (which will consequently contribute to a decrease in erosion).
- To design and implement follow-up measures for the evaluation of this plan of action from the point of view of both concentrations and mass flow rates.
- To study the transferability of the concept to the Gyöngyösoroszi site in the North of Hungary.

## SOMMAIRE

# DÉROULEMENT DU PROJET

## PROGRESS OF THE WORK



# PHYTOSTABILISATION : METHODOLOGIE

## PHYTOSTABILIZATION : METHODOLOGY

La phytostabilisation des sites pollués par des métaux ou des métalloïdes utilise les plantes, souvent combiné avec l'apport dans le sol d'un amendement immobilisant, pour réduire l'impact négatif du site. Cette stratégie « douce » de réhabilitation par les plantes a pour objectif de réduire l'exposition des organismes vivants, la percolation et l'érosion des métaux par l'eau. La chimie du sol, la cristallographie, la biologie des plantes, l'écotoxicologie et les pratiques agricoles sont les sciences de base pour le développement de la phytostabilisation (Mench et al., 2006).

Phytostabilization of metal or metalloid contaminated sites refers to the use of plants (revegetation), often in combination with the use of metal immobilizing soil amendments, to reduce the negative environmental impact of a site. This mild, plant-based remediation strategy aims to reduce metal exposure of living organisms, of metal percolation and of water erosion. Soil chemistry, crystallography, plant biology, ecotoxicology and agricultural practices give a broad background for the development of phytostabilization strategies (Mench et al., 2006).



Figure 1: The site of La Combe du Saut before the start of the remediation works.

La conception d'un protocole adapté de phytostabilisation est une démarche spécifique à chaque site. Les étapes suivantes ont été suivies pour préparer l'application à l'échelle industrielle sur le site de La Combe du Saut.

The design of a suited phytostabilization protocol is a site-specific process. The following steps were followed to prepare the full scale implementation of phytostabilization at the site of La Combe du Saut.

Step 1 : Preliminary selection of potentially suited plant species (*Table 1*)

Step 2 : Laboratory experiments with soil samples of the site :  
- evaluation of soil phytotoxicity  
- beneficial effect of soil additives

Step 3 : Small scale field plots :  
- performance selected species in field conditions  
- optimization of seed mixture  
- evaluation of additional needs for plant growth? (nutrients,...)  
- evaluation of differences in pollution migration in untreated versus phytostabilized plots

Table 1: Criteria for the preliminary selection of a seed mixture\*

1. An inventory of the most **characteristic plants of the site and the nearby area**.
2. The inclusion of **different groups** of plants in the seed mixture: **grasses**: because of their good surface cover and their ability to form a dense rooting system, **leguminosae**: because of their ability to fix nitrogen from the air, **other species**: because of their aesthetic value or other desired properties (e.g. limited accessibility for visitors).
3. The **commercial availability** of seeds.
4. Results of sowings previously done at the site.

\* fine-tuning of the mixture is done later based on results of lab experiments with the selected species and based on small scale field results.

### Evaluation of soil phytotoxicity, and reduction of As mobility by soil additives

Pour réussir une opération de phytostabilisation sur un site pollué, le niveau de phytotoxicité doit être suffisamment bas (*Table 2, Figure 2 and 3*). Du fait que l'arsenic était le contaminant majeur, l'effet de la grenaille d'acier a été évalué pour réduire sa mobilité, sa biodisponibilité et sa phytotoxicité sur des échantillons de sol prélevés en différents endroits du site (*Table 2, Figure 2 et 3*).

**La grenaille d'acier** est un produit industriel contenant 97 % de Fer métal. Plusieurs études ont montré que la grenaille a un effet positif pour immobiliser les métaux et l'arsenic dans les sols (Mench et al., 1998; Boisson et al., 1999). L'immobilisation de l'arsenic est la conséquence de son adsorption sur les oxydes de fer produits et de sa précipitation (Mench et al., 1998; Boisson, 1999b).

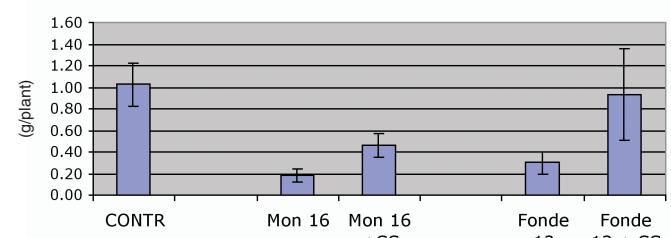
|             | Location     | Total As<br>(aqua regia)<br>(mg/kg DW) | Water-soluble As<br>(mg/kg DW) | % Reduction |
|-------------|--------------|--|--------------------------------|-------------|
| Control     |              |  | <0.25                          |             |
| CAU 1       | (location 1) | 14200                                  | 584 ± 112 (a)                  |             |
| CAU 1+SS    |              |  | 360 ± 44 (b)                   | 39%         |
| CYAN 4      | (location 2) | 380                                    | 1.6 ± 0.1 (a)                  |             |
| CYAN 4+SS   |              |  | 0.29 ± 0.07 (b)                | 82%         |
| CYAN 10     | (location 3) | 1250                                   | 7.1 ± 0.3 (a)                  |             |
| CYAN 10+SS  |              |  | 4.5 ± 0.4 (b)                  | 36%         |
| FONDE 13    | (location 4) | 815                                    | 17.6 ± 0.4 (a)                 |             |
| FONDE 13+SS |              |  | 3.6 ± 0.6 (b)                  | 79%         |
| MON 16      | (location 5) | 115                                    | 8.3 ± 0.2 (a)                  |             |
| MON16+SS    |              |  | 0.4 ± 0.1 (b)                  | 95%         |

Table 2: Addition of Steel Shots reduced As-concentrations in water-extracts of soil samples taken at different location of the site.

In order to achieve a successfull phytostabilisation on a contaminated site, the degree of soil **phytotoxicity** should be sufficiently **low**. Because As was shown to be the main contaminant at the site, the effect of **steel shots** was evaluated to reduce As mobility, bioavailability and phytotoxicity in soil samples taken at different locations of the site (*Table 2, Figure 2 and 3*).

**Steel shots** are an industrial material containing 97% metallic Fe. Several studies have reported that steel shots are an effective soil additive for the immobilization of metals and arsenic in soils (Mench et al., 1998; Boisson et al., 1999). The mechanisms of As immobilization by steel shots are likely related to the adsorption of As on newly formed iron oxides and the formation of As precipitates (Mench et al., 1998; Boisson, 1999b).

#### Root biomass



#### Roots-GPOD

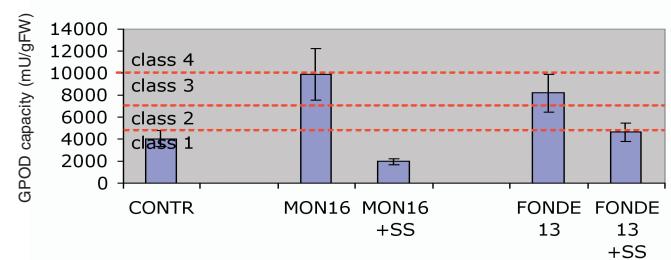


Figure 2: Addition of steel shots reduced phytotoxic responses in bean plants grown on soil samples taken at different locations of the site. Increases in root growth and reduction in guajacol peroxidase capacity (GPOD='stress enzyme') were observed.



Figure 3 : Plant growth tests with the selected plant species on soil samples of the site, with and without addition of steel shots. The figure on the right demonstrates chlorotic symptoms on several species in the untreated soil (arrows).

# PHYTOSTABILISATION : ESSAIS SUR LE SITE

## PHYTOSTABILIZATION : FIELD EXPERIMENTS

Cinq planches tests (5X20 m) ont été installées en différents endroits et ensemencées pour moitié avec le mélange sélectionné. Sur toutes les planches (sauf la 3 où il n'y a pas eu d'apport de grenaille) la végétation s'est développée (Figure 4).



Five field plots (5X20 m) have been installed at different locations of the site and partially sown with the selected seed mixture. On all plots (except on location 3 where no steel shots had been added) a vegetation started to develop (Figure 4).



Figure 4:  
Picture of field plot n°2 in june 2005  
(16 month after sowing).  
left subplot = unsown part,  
right subplot = sown part,  
small pictures = details of  
sown subplot.

La revégétalisation d'un site pollué peut augmenter le transfert de l'As dans la chaîne alimentaire, par la consommation de plantes riches en As par des herbivores. De façon générale, la concentration en As des plantes non lavées (mesurée pour différentes espèces - figure 5) est élevée en comparaison aux valeurs guides pour l'alimentation animale (2 mg/kg MS). Une forte réduction est cependant constatée après lavage (Figure 6), ce qui montre qu'une grande partie de l'As provient des dépôts atmosphériques. On peut donc espérer que ce dépôt diminuera après la fin des travaux. *Inula viscosa* est la seule espèce qui a été retirée du mélange final à cause de son taux d'accumulation élevé.

Because the revegetation of a contaminated site may increase food chain transfer of As, due to consumption of As-rich plants by herbivores. In general very high As contents of the (unwashed) plants (measured for different species - figure 5) were observed compared to the guideline value for animal feed (2 mg/kg DW). A strong reduction of plant As concentrations after washing the plants however (Figure 6) demonstrates that a significant amount of As was externally present on the plants (atmospheric deposition). It can be expected that this deposition factor will become lower after the end of the remediation works. *Inula viscosa* was the only species removed from the final seed mixture because of its very high As accumulation.

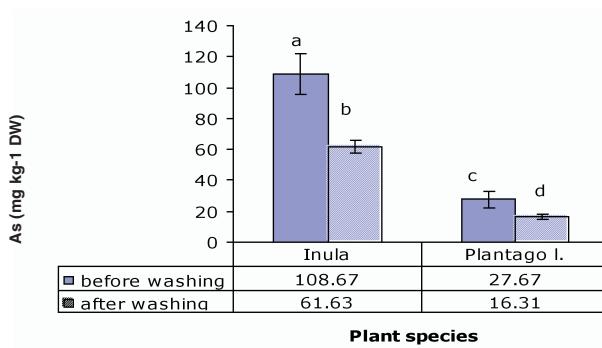


Figure 5: As concentrations of some plant species grown at location 2 with and without steel shots addition (unwashed plants). The absence of a significant effect of steel shots addition on plant As can likely be explained by the large amount of As externally present on the plants (see Figure 6).

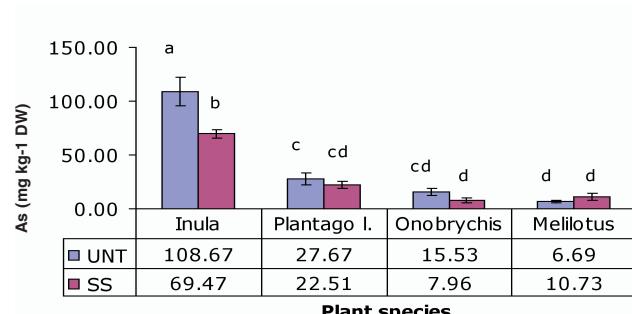


Figure 6: A strong reduction of plant As concentrations after washing the plants demonstrates that a significant amount of As was externally present on the plants (atmospheric deposition).

# LA SIMULATION DES EAUX DE RUISELLEMENT

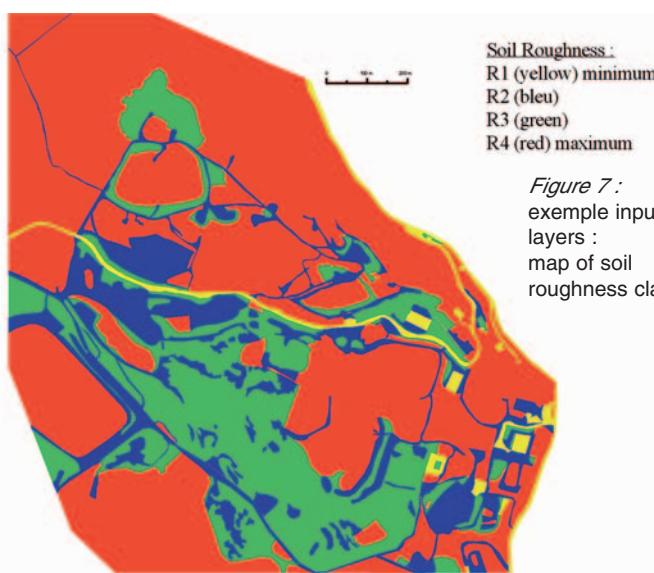
## THE SIMULATION OF RUN OFF WATER

### Model features

- Based on a GIS – input data organised in layers (slope, vegetation cover, soil roughness, soil sealing stage, numerical terrain model) *Figure 7*
- Temporal scale : rainfall event
- Spatial scale : catchment

### Caractéristiques du modèle

- Basé sur un SIG – data organisé en couches (pente, couvert végétal, rugosité du sol, battance du sol, modèle numérique du terrain) *Figure 7*
- Echelle temporelle : événement pluvieux
- Echelle spatiale : bassin versant

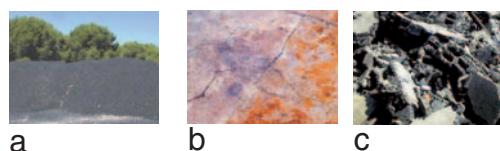


### Overall model *Figure 8*

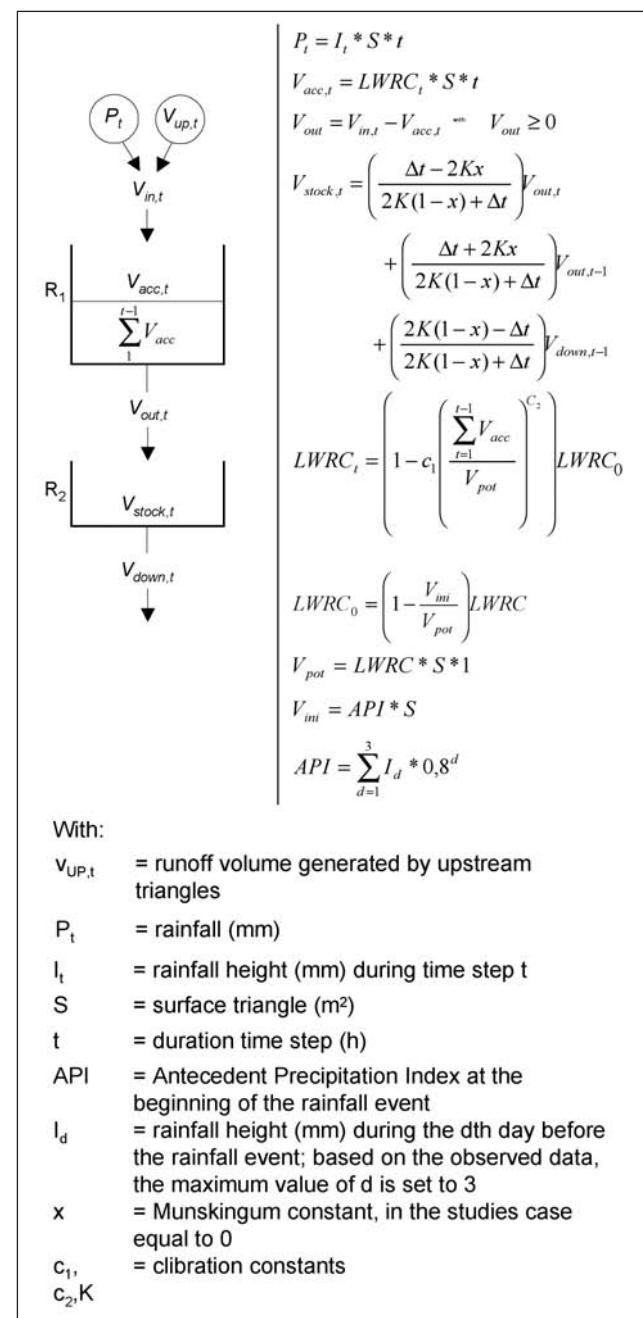
Each surface element (triangle of 12.5 m<sup>2</sup>) can be considered being a reservoir (R1) that is filling up over the rainfall event. The amount of runoff water ( $V_{out,t}$ ) generated is calculated as the difference between the volume entering ( $V_{in,t}$ ) and the volume accumulated ( $V_{acc,t}$ ). The amount of runoff water is being considered being a second reservoir (R2). This reservoir is emptied by using the Muskingum equation.

The accumulation of the water depends on a local factor : the Local Water Retention Capacity (LWRC). This LWRC depends on the local soil roughness and soil sealing stage *Figure 9*. Four classes of soil roughness and soil sealing stage have been defined, their local value has been estimated and mapped. The LWRC has then been defined by means of a table giving the value of the LWRC for each combination of soil roughness and soil sealing stage.

The model has been calibrated by flow-rate measurements obtained for rainfall events with different characteristics (rainfall height and intensity).



*Figure 9:* examples of low soil sealing stage (a), high soil sealing stage (b), low roughness (b) and high roughness ( c ).



*Figure 8:* model schema and calculations.

### Modèle global *Figure 8*

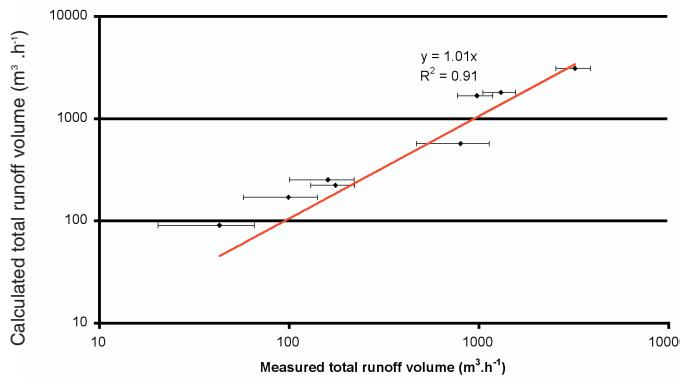
Chaque élément de surface (triangle de 12,5 m<sup>2</sup>) est considéré comme un réservoir (R1) qui se remplit pendant une pluie. La quantité de ruissellement ( $V_{out,t}$ ) est calculée comme la différence entre l'eau qui entre ( $V_{in,t}$ ) et le volume accumulé ( $V_{acc,t}$ ). L'eau de ruissellement est un deuxième réservoir (R2). Ce réservoir se vide selon l'équation de Muskingum. L'accumulation de l'eau dépend d'un facteur local : la capacité de rétention en eau (LWRC). Cette capacité dépend de la rugosité et de la battance du sol *Figure 9*. Quatre classes ont été définies pour la rugosité et la battance, leur valeur locale a été estimée et cartographiée. Le LWRC a été défini à l'aide d'une table de correspondance. Le modèle a été calibré à l'aide des mesures de débit fait pour des événements pluvieux avec des caractéristiques différentes (hauteur et intensité).

# LA SIMULATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

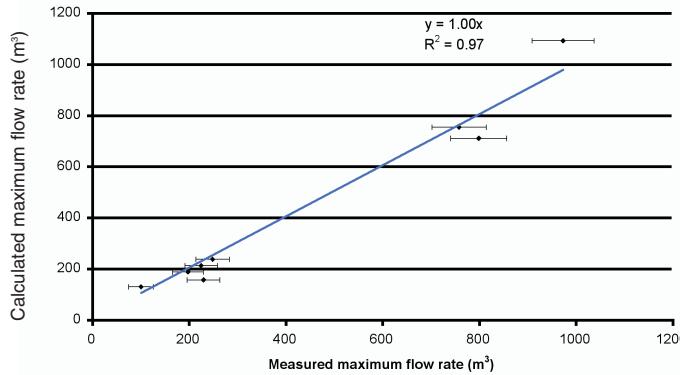
## THE SIMULATION OF RUN OFF WATER

Le modèle de ruissellement calibré permet de décrire un hydrogramme complexe (*Figure 10*).

The calibrated GIS-based runoff model is able to describe very well a complex hydrograph (*Figure 10*).



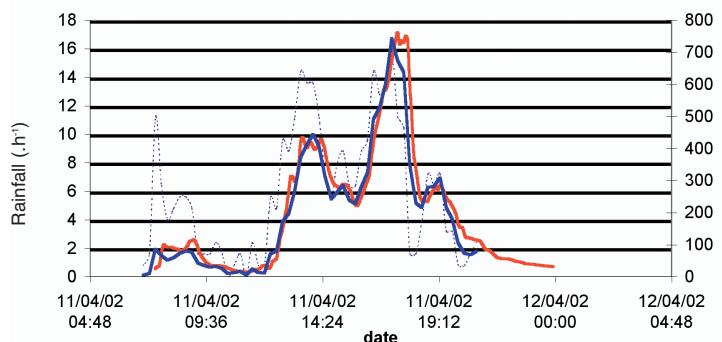
*Figure 11* : correlation between the calculated and measured volume of runoff water for different rainfall events



*Figure 12* : correlation between the calculated and measured maximum flow rates of runoff water for different rainfall events.

Le modèle peut être utilisé pour calculer les dimensions des caniveaux qui collectent les eaux de ruissellement. Cependant, les résultats ne doivent pas extrapolés pour des événements pluvieux extrêmes (temps de retour > 10 ans). *Figure 12*

The model can be used for the calculation of the size of the ditches intercepting the runoff water. However, care has to be taken as to the extrapolation of the results to extreme rainfall events (return time > 10 years). *Figure 12*



*Figure 10*: observed and modelled water flow for the rainfall event of 11-04-2002 (duration 14h, height 83 mm).

**L**e modèle permet une estimation correcte du volume des eaux de ruissellement et du débit maximum (*Figure 11 et 12*). L'utilisation de seuls 4 paramètres a permis de prendre en compte l'eau de ruissellement générée pendant une période de 16 mois. Dans l'analyse de sensibilité, la valeur de chaque paramètre a été modifiée de 5 et de 10 % et l'impact de cette modification pour deux pluies. Le *Table 2* montre que le modèle est plus sensible au paramètre décrivant la capacité locale de rétention en eau et que la valeur de ce paramètre doit être déterminée avec précision.

**T**he model allows for an accurate prediction of runoff volumes and maximum water flow rates (*Figure 11 et 12*). The use of only 4 parameters allowed to take into account all runoff generated during a period of 16 months.

In a sensitivity analysis, the value of each parameter has been modified by 5 and 10 % and the impact of these changes on two rainfall events have been calculated. *Table* shows that the model is most sensitive to the value of the local water retention capacity and that this value has to be determined with precision.

| Parameter | Variation (%) | Total runoff volume (Variation in %) |        | Maximum flow rate (Variation in %) |        |
|-----------|---------------|--------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|
|           |               | Rain 1                               | Rain 2 | Rain 1                             | Rain 2 |
| K         | 5             | 0.2                                  | 0.5    | 1.4                                | 2.2    |
|           | 10            | 0.5                                  | 1.0    | 2.9                                | 4.5    |
| C1        | 5             | 0.8                                  | 0.5    | 0.8                                | 0.3    |
|           | 10            | 1.6                                  | 1.0    | 1.5                                | 0.6    |
| C2        | 5             | 1.7                                  | 2.7    | 1.1                                | 1.7    |
|           | 10            | 3.5                                  | 5.6    | 2.2                                | 3.5    |
| LWRC      | 5             | 8.9                                  | 7.2    | 9.8                                | 5.4    |
|           | 10            | 15.0                                 | 13.0   | 16.0                               | 10.2   |

*Table 2*.

# LA REALISATION DE LA RÉHABILITATION THE REALISATION OF THE RECLAMATION PROJECT

## 1. EXCAVATION ET CONFINEMENT

Le projet a consisté à terrasser sur 20 hectares, 475 000 m<sup>3</sup> de matériaux pollués qui ont été transportés dans une zone de confinement de 10 hectares. Les déchets les plus pollués ont été confinés dans une alvéole entièrement étanche. La configuration géologique du site (perméabilité du socle de 1.10<sup>-8</sup> à 1.10<sup>-9</sup>) a permis de limiter le confinement des autres déchets à leur couverture étanche par une géomembrane bitumineuse. Celle-ci est ensuite recouverte par un géocomposite de drainage et un mètre de terre propre prélevée localement. Les déchets sont ainsi protégés de l'érosion éolienne et de la percolation des eaux de pluie. Un dispositif de tranchée drainante permet de les isoler des circulations souterraines. Le contrôle est assuré par la pose d'un drain en fond de confinement et de piézomètres en aval.

## 2. CONTROLE DES SUIVIES

En fin de terrassement, les sols de surface sont analysés pour vérifier que la concentration en arsenic ne dépasse pas 3 000 mg/kg en arsenic, objectif fixé par les autorités.

## 3. PHYTOSTABILISATION

Sur les zones réceptionnées après terrassement, est appliqué le protocole de phytostabilisation : épandage et mélange de grenaille d'acier à un taux de 1% en masse sur 15 cm de sol suivi d'un ensemencement hydraulique des semences sélectionnées. L'objectif est de maîtriser l'érosion des sols et de minimiser le transfert par les eaux de ruissellement.

## 4. SYSTEME DE GESTION DES EAUX

Un réseau séparatif intercepte et canalise les écoulements. Les eaux propres sont rejetées à l'Orbiel. Les capacités des réseaux sont basées sur une pluie exceptionnelle de septembre 2005 (pluie centennale), avec un coefficient de ruissellement de 70 %. Les eaux seront traitées dans une station physico-chimique jusqu'à que la qualité soit compatible avec un rejet direct dans la rivière.

## 1. EXCAVATION AND WASTE CONTAINMENT

The project consisted in excavating 475,000 cu.m of polluted material extending over 20 hectares, which was then transported to a confinement zone of 10 hectares. The most highly polluted waste was confined in a fully impervious cavity. The geological configuration of the site (the permeability of the basement ranges from 1.10<sup>-8</sup> to 1.10<sup>-9</sup>) made it possible to limit the confinement of the other waste to an impervious cover through the installation of a bituminous geomembrane. The geomembrane was then covered by a geocomposite drainage system and one metre of clean soil found locally. The waste is thus protected from wind erosion and from the percolation of rain water. A drainage trenching system is used to isolate pollution from subsurface water circulation. Verification is ensured by the installation of a drain at the bottom of the confinement zone and piezometers are set up downstream.

## 2. CONTROL OF

At the end of the excavation stage, the surface soils are analyzed to verify that the arsenic concentration does not exceed the objective set by the authorities by more than 3,000 mg/kg.

## 3. PHYTOSTABILIZATION

The phytostabilization protocol is applied on the accepted zones after excavation. It involves the spreading and blending of steel shot at a percentage of 1% by weight in 15 cm of soil, followed by hydraulic seeding of selected plants. The objective is to control soil erosion and minimize pollution migration by surface run-off.

## 4. WATER MANAGEMENT SYSTEM

A separate sewer system intercepts and channels the flows. The clean water is discharged into the Orbiel. The capacities of the drainage system are based on an exceptional rain of September 2005 (a one-hundred year rainfall), assuming a runoff coefficient of 70%. The polluted water, in reduced volume, will be treated in a physico-chemical station until the water quality is compatible with direct discharge into the river.

# LES TRAVAUX DE RÉHABILITATION

## THE RECLAMATION WORK

### Réseaux

### Water collection systems

Superficiel Nord

Run off North

Superficiel Sud

Run off South

Superficiel

Confinement

Run off

Containment

Drain Confinement

Drain Containment

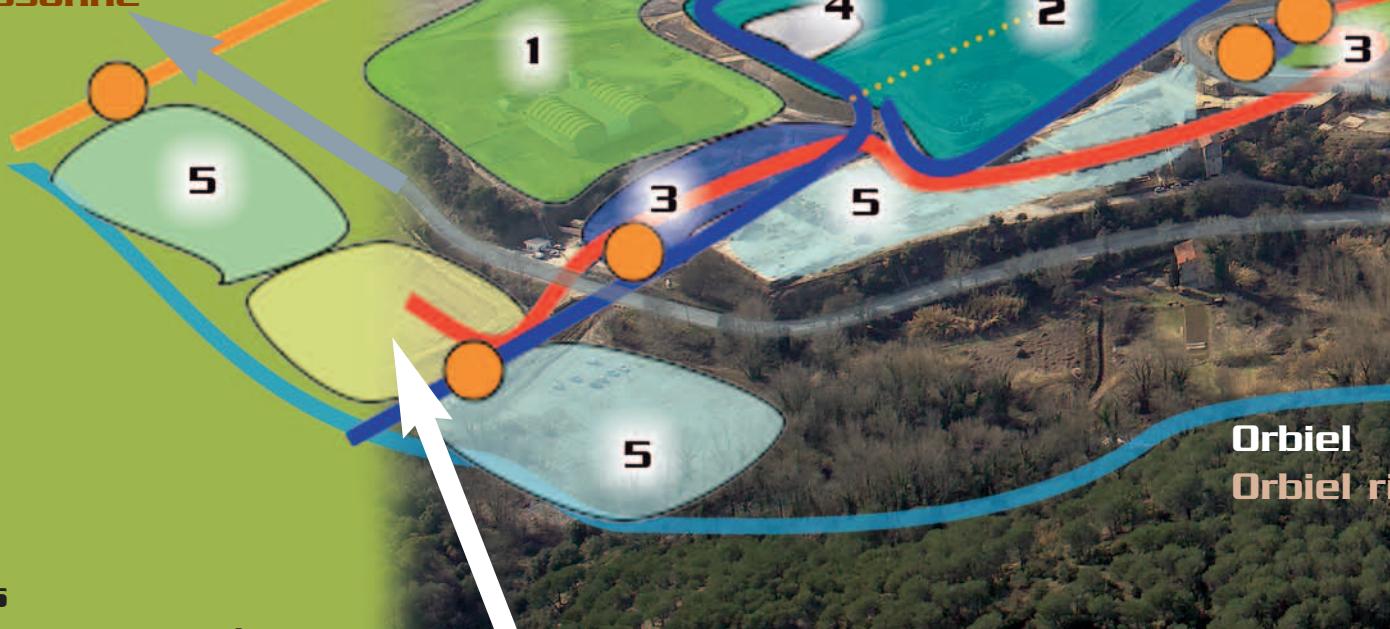
Points

de mesure

Monitoring

points

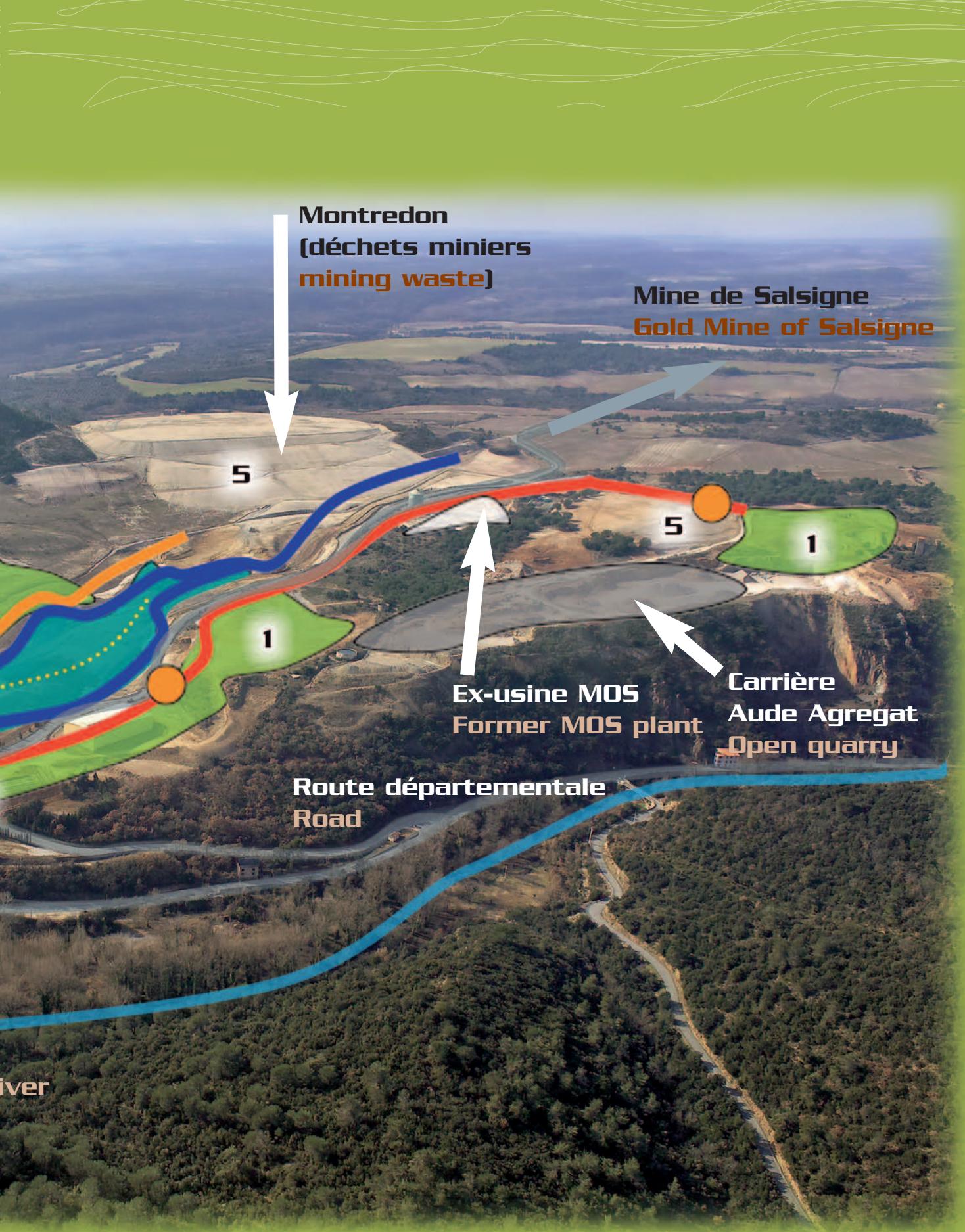
Carcassonne



Artus

(stockage de stériles  
miniers / tailing)

Bassin d'infiltration  
Seepage lagoon



**1 - Phytostabilisation / Phytostabilisation**

**2 - Confinement / Waste containment**

**3 - STEP / WTP**

**4 - Stockage des boues de STEP/ Sludge storage**

**5 - Terre propre et ensemencement hydraulique**

**Clean soil and seeding**

# ELEMENTS FINANCIERS

## FINANCIAL ISSUES

Afin d'apporter une réponse adaptée, les scénarios suivants ont été considérés.

Le projet de réhabilitation est une combinaison des scénarios 2 et 4.

In order to provide an appropriate response, the following scenarios were considered

The reclamation project is a combination of the 2nd and 4th scenario.

### **1. No excavation (Long term run off and underground water treatment)**

### **2. Clean soil cover (Long term underground water treatment)**

### **3. In Situ Confinement**

### **4. Partial excavation + confinement (diffuse or residual pollution) + 4.1 phytostabilisation or 4.2 clean soil cover**

### **5. Total excavation + confinement**

| Spendings  | € plus VAT        |
|--|-------------------|
| Waste  | 2 800 000         |
| Demolition                                       | 3 500 000         |
| Water treatment plant investment                 | 500 000           |
| Studies  | 1 500 000         |
| Monitoring and water treatment (1999-2006)       | 4 000 000         |
| Excavation, confinement, WMS, phytostabilisation | <b>11 000 000</b> |
| <b>Total</b>                                     | <b>23 300 000</b> |

Table 3: Total cost of the project.

| Spendings   | € plus VAT        |
|---|-------------------|
| Prime constructor                                       | 1 000 000         |
| Excavation + solidification 6000 T                      | 4 500 000         |
| Clean soil cover  | 1 200 000         |
| Other cost for landscape treatment                      | 400 000           |
| Water management system                                 | 1 000 000         |
| Confinement<br>(waterproof area and waterproof capping) | 2 000 000         |
| Phytostabilization, seeding, trees                      | 500 000           |
| Water treatment plant investment                        | 300 000           |
| <b>Total</b>  | <b>11 000 000</b> |

Table 4 : Details of final reclamation work  
(excavation, confinement, Water Management System and phytostabilization).

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Excavation and an confinement : | around 15 €/m <sup>3</sup>  |
| Clean soil cover :              | around 6 €/m <sup>3</sup>   |
| Steel shots addition :          | around 2 €/m <sup>2</sup>   |
| Seedings :                      | around 0,7 €/m <sup>2</sup> |

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Surface of the confinement : | 100 000 m <sup>2</sup> |
| Surface phytostabilization : | 100 000 m <sup>2</sup> |
| Other surface :              | 200 000 m <sup>2</sup> |
| Excavated volume :           | 475 000 m <sup>3</sup> |

Phytostabilization is competitive with other technique bus  
La phytostabilisation est compétitive avec les autres techniques