



GUIDE VIOLET

PRINCIPES ET TECHNIQUES
DE RÉAMÉNAGEMENT DES SITES MINIERS



LE NICKEL-SLN

GROUPE ERAMET

ÉDITION 2016



Ce guide appartient à :

Site :

Service :

PRINCIPES ET TECHNIQUES DE RÉAMÉNAGEMENT

GUIDE
VIOLET

PRÉSENTATION GUIDE

En application du **Code Minier** fixé par la Nouvelle-Calédonie depuis le 16 avril 2009, la régularisation d'une exploitation existante ou l'ouverture d'un nouveau centre minier est subordonnée, entre autres, à la réalisation d'une étude d'impact des travaux sur l'environnement et à la **réhabilitation des espaces dégradés** du fait des travaux pour lesquels l'exploitant a sollicité l'autorisation.

La réhabilitation d'un site minier (dont les travaux de réaménagement font partie) doit permettre d'aboutir à son « abandon » c'est-à-dire sa rétrocession aux autorités compétentes conformément aux dispositions définies dans le Code Minier. On visera donc à rendre un site dans un **état stabilisé** qui respecte les principaux équilibres mis en évidence par l'étude de l'état naturel du site.

Cet état stabilisé recherché peut se résumer à 3 objectifs essentiels :

- **Objectif n°1 : Sécurité – stabilité** : Assurer la sécurité des personnes et des biens en vérifiant la stabilité à long terme des ouvrages réalisés (fosses, verses, barrages, ...) et des versants.
- **Objectif n°2 : Erosion – Eau** : Gérer les eaux de ruissellement de manière à limiter l'érosion des sols, assurer la qualité des eaux, et respecter les équilibres hydrologiques et hydrogéologiques.
- **Objectif n°3 : Ecologie – Paysage** : Favoriser la réintégration du site dans son environnement (biodiversité, paysage).

Afin d'apporter un outil adapté, la SLN, en collaboration avec le Bureau d'étude MICA Environnement qui a développé une expertise sur le réaménagement des sites miniers depuis les années 2000, a élaboré un guide pour le réaménagement de ses sites.

S'appuyant sur une méthodologie désormais éprouvée sur divers sites miniers de la SLN, notamment pour l'élaboration des schémas directeurs, la réalisation de projets de réaménagement et la gestion des travaux associés, le présent GUIDE VIOLET a pour vocation de compiler les principes et techniques de réaménagement à suivre pour travailler en adéquation avec notre environnement naturel tout en respectant la réglementation en vigueur.

Ce guide vient également compléter les ouvrages techniques déjà existants, Guide Bleu (Ouvrages hydrauliques), Guide Vert (Verses à stériles) et Guide Orange (Gestion du topsoil), auxquels il fait référence dans leurs domaines respectifs.

En souhaitant que chacun y trouve les informations recherchées.

Bonne lecture à tous.
L'équipe du Département Environnement

SOMMAIRE

| | |
|---|------------|
| INTRODUCTION | P6 |
| LE RÉAMENAGEMENT DES SITES MINIERS | P8 |
| Les 7 principes du réaménagement | P10 |
| Les techniques de mise en sécurité et remodelage | P12 |
| Fiche 1 : Traitement des éboulements de talus rocheux ou mixtes | P14 |
| Fiche 2 : Mise en place de merlon ou fosse pare-blocs | P15 |
| Fiche 3 : Traitement des talus rocheux ou mixtes érodables | P16 |
| Fiche 4 : Traitement des talus de latérites | P17 |
| Fiche 5 : Traitement des talus instables par remblais depuis le bas | P18 |
| Fiche 6 : Traitement des talus de remblais sensibles | P19 |
| Fiche 7 : Traitement des plateformes | P20 |
| Fiche 8 : Traitement des pistes | P21 |
| Les techniques de gestion des eaux définitive | P22 |
| Fiche 9 : Banquettes drainantes | P24 |
| Fiche 10 : Descentes d'eau sur talus | P25 |
| Les techniques de végétalisation et d'insertion paysagère | P26 |
| Fiche 11 : Semis hydraulique (hydroseeding) | P28 |
| Fiche 12 : Plantations | P30 |
| Fiche 13 : Fascines | P32 |
| Fiche 14 : Toile de jute | P33 |
| Fiche 15 : Champs semenciers (vergers à graines) | P34 |
| Fiche 16 : Vieillissement de parois | P35 |
| LE RÉAMENAGEMENT DANS L'ACTIVITÉ MINIÈRE | P36 |
| Appliquer les bonnes pratiques minières | P37 |
| Prévoir le réaménagement | P38 |
| Les bonnes pratiques | P39 |

INTRODUCTION

RÉHABILITATION OU RÉAMÉNAGEMENT ?

Afin de clarifier ces deux termes, en voici les définitions :

RÉHABILITATION :

Ensemble des opérations effectuées pour rendre un site apte à un usage donné (dépollution, résorption, contrôles institutionnels, **réaménagement**, démolition, démontage des infrastructures et installations, aménagements pour réutilisation du site).

- La réhabilitation concerne les zones d'exploitation, les accès, les installations fixes, les bureaux, les ateliers, tous stocks ou décharges, etc.
- Ces opérations sont généralement réalisées quand l'activité du site touche à sa fin.
- ***Dans le cadre des dossiers réglementaires et de la future fermeture des sites, sont considérées des actions de réhabilitation.***

RÉAMÉNAGEMENT :

Ensemble des opérations de mise en conformité et de remise en état des sites miniers proprement dits (mise en sécurité et stabilisation, remodelage et terrassement, gestion des eaux, végétalisation, aménagements paysagers).

- Le réaménagement concerne les zones d'exploitation (chantiers, verses, accès, plateformes) et les zones de travaux de recherche (pistes, plateformes); il exclue les opérations de dépollution, de démontage ou démolition des installations, de traitement des infrastructures et stocks autres que stériles miniers.
- Ces opérations peuvent être réalisées progressivement en phase d'activité du site.
- ***Sur mine, nous parlons donc préférentiellement de projets et travaux de réaménagement.***

RÉAMÉNAGEMENT

- Mise en sécurité des chantiers
- Fermeture des verses à stériles
- Traitement des anciennes décharges
- Mise en place d'un dispositif pérenne de gestion des eaux de ruissellement
- Valorisation et utilisation du topsoil
- Revégétalisation
- Réintégration du site dans le paysage

- Comblement des ouvrages et dispositifs ouvant présenter un risque de chute
- Fermeture des pistes
- Nettoyage des aires d'activités et dépollution des sols
- Enlèvement des déchets résiduels ou produits étrangers au site naturel
- Démontage ou suppression de toutes les structures ou installations
- Aménagements éventuels pour valorisation des lieux (utilité future)

SCHÉMA DIRECTEUR DE RÉAMÉNAGEMENT

Actions mises en oeuvre à l'avancement de l'activité

PLAN DE FERMETURE

Actions menées à l'arrêt de l'activité

SITE STABILISÉ ET RÉINSÉRÉ DANS SON ENVIRONNEMENT

FERMETURE ET ABANDON DU SITE



Mine Bonini - Houailou

LE RÉAMÉNAGEMENT DES SITES MINIERS

Cette section a pour vocation de faire un zoom sur les principes et techniques de réaménagement des sites miniers.

Elle ne détaille pas les actions de dépollution des sols, de démontage des infrastructures, de traitement des infrastructures et stocks autres que stériles miniers, de valorisation future du site.

Les standards techniques de RÉAMENAGEMENT adoptés par SLN sont détaillés dans 16 fiches techniques.

Ils ont été établis selon des prescriptions techniques éprouvées issues de l'expérience interne SLN et externe de MICA Environnement adaptées aux spécificités locales.

IMPORTANT

Le réaménagement est une vue à long terme

Les solutions retenues en matière de stabilisation, sécurisation et gestion des eaux doivent être pérennes, définitives, pragmatiques, et nécessitant le minimum d'entretien.

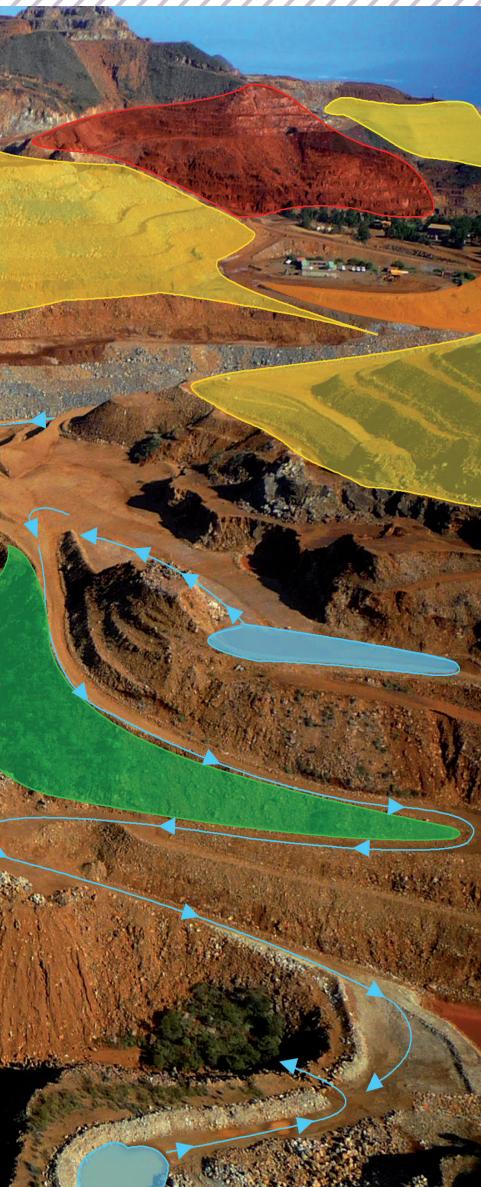


Verse Alpha - Centre de Tiébaghi

LES 7 PRINCIPES DU RÉAMÉNAGEMENT



Mine du Plateau - Centre de Thio



1 - Mise en sécurité des CHANTIERS, par stabilisation des talus et fronts d'exploitation, pistes, bassins, points hauts, etc. :

- Remodelage des zones dégradées,
- Rectification de pente des fronts résiduels si nécessaire,
- Mise en place de merlons ou autres dispositifs de protection.

2 - Fermeture des VERSES A STERILES :

- Fermeture du système de drainage interne et mise en place d'un système de gestion des eaux en surface à l'état final s'insérant dans le plan de réaménagement global,
- Mesures d'intégration écologique et paysagère (topsoil / revégétalisation)

3 - Traitement des anciennes DECHARGES :

- Remodelage si nécessaire et possible,
- Gestion des eaux de surface,
- Traitement des talus par revégétalisation

4 - Mise en place d'un dispositif pérenne de GESTION DES EAUX de ruissellement adapté permettant :

- Le maintien et la gestion de la ressource en eau,
- La maîtrise des écoulements d'amont en aval,
- La mise hors d'eau des chantiers, verses et décharges,
- La retenue des fines au plus près des sources de production,
- Le contrôle des rejets respectant le principe de non concentration des flux et le retour vers la répartition originelle des écoulements dans les cours d'eau naturels,
- De pérenniser le réaménagement dans son ensemble

5 - Valorisation et utilisation du TOPSOIL, matériau essentiel pour lutter contre l'érosion et assurer la reprise de la végétation

6 - VEGETALISATION : afin de limiter l'érosion superficielle des sols, et insérer le site dans son environnement écologique.

- En utilisant des espèces pionnières de maquis minier et des espèces observées sur le site,
- Selon un programme de plantations et de semis répondant aux besoins particuliers de chaque site ;
- En utilisant des techniques de génie-biologique (fascinage...) permettant de traiter certains secteurs ravinés

7 - Réintroduction du site dans le paysage :

- Essentiellement par l'utilisation de végétaux
- À l'aide de techniques de vieillissement de parois rocheuses



LES TECHNIQUES DE MISE EN SÉCURITÉ ET REMODELAGE

LES PREMIÈRES ÉTAPES DU RÉAMÉNAGEMENT PORTENT SUR DES ACTIONS DE MISE EN SÉCURITÉ ET DE REMODELAGE DES DIVERS TERRAINS :

- Fiche 1 : Traitement actif des talus avec risques d'éboulement : purges de talus
- Fiche 2 : Traitement passif par mise en place de merlon ou fosse pare-blocs
- Fiche 3 : Remodelage des talus rocheux ou mixtes érodables
- Fiche 4 : Remodelage des talus de latérites
- Fiche 5 : Traitement des talus instables par remblais depuis le bas
- Fiche 6 : Remodelage des talus de remblais sensibles
- Fiche 7 : Traitement des plateformes
- Fiche 8 : Traitement des pistes



OBJECTIFS

- Sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant ou les ouvrages en aval
- Limiter l'érosion de surface
- Assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site

**TECHNIQUE APPLICABLE SUR :**

- Fronts résiduels rocheux ou saprolitiques
- Talus de pistes et routes, rocheux ou mixtes
- Versants rocheux ou mixtes toutes hauteurs

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Accès en sommet et en pied des fronts
- Stabilité en grand vérifiée mais présence de risques de chutes de blocs localisés

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

- Déclenchement volontaire de la chute des blocs estimés comme instables et pouvant présenter un risque pour les habitations, les zones de circulation ou les ouvrages en aval.
- En fonction de la taille de la zone à traiter et de son caractère à risque, il est possible de réaliser ces opérations manuellement (opérateurs encordés dans talus) ou à l'aide de moyens spécifiques de type pelle araignée munie d'un treuil.
- La zone aval doit être sécurisée - balisage, interdiction de passage, etc.

**MOYENS REQUIS**

- Opérateurs spécialisés encordés pour purge manuelle (barre à mine, verin, explosifs)
- Pelle araignée

**RECOMMANDATIONS**

Il est recommandé de mener une analyse chute de blocs (étude trajectographique) si les enjeux en aval sont importants (axe de circulation, présence de population, etc.)

CAS PARTICULIERS - AUTRES TRAITEMENTS

- Dans certaines conditions (surface à traiter importante, pente trop raide, nombre ou de taille de blocs instables trop importants), il est possible d'opter pour des techniques de confortement de talus (clouage, grillage). Pour ce type d'intervention, une étude géotechnique préalable est nécessaire.
- Dans le cas de sites sans accès ou d'opérations de purge ou de confortement jugées à risque, il est possible d'opter pour la mise en place de merlons pare-blocs en aval, dont la position et la géométrie sont issues d'une analyse de chutes de blocs. *Voir Fiche n°2*

OBJECTIFS

Méthode de mise en sécurité passive des fronts permettant :

- De protéger / Sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant ou les ouvrages en aval
- D'assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site situé aux pieds des fronts



TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

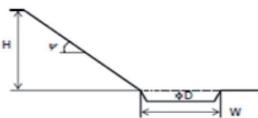
Tous talus affectés d'instabilités superficielles de type chutes de blocs ne pouvant être sécurisés par un autre moyen car trop raides ou non accessibles, et présentant des éléments vulnérables en aval.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

- Pour garantir l'efficacité du merlon, le parement amont du merlon doit être le plus raide possible (mur d'encoche ou technique pneu-sol par exemple).
- Selon les cas, il est possible de faire un fossé de récupération en déblais plutôt qu'un merlon en remblais.

Dimensionnement :

- À l'aide de logiciel de trajectographie : simulation de la trajectoire et de l'énergie lors de chute de blocs
- À l'aide d'un abaque :



W = Largeur (Width) du fossé
D = Profondeur (Depth) du piège en fonction de :
- W = Pente du talus
- H = hauteur du talus

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Réalisation du merlon et/ou fossé
- 2 Végétalisation du merlon par semis et/ou plantation dans le cas de matériaux érodables et/ou présence d'enjeux paysagers (voir fiches n°11 et 12)

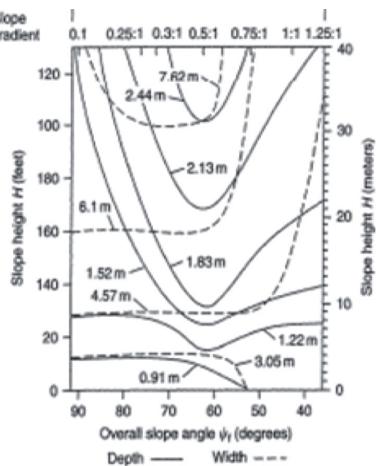
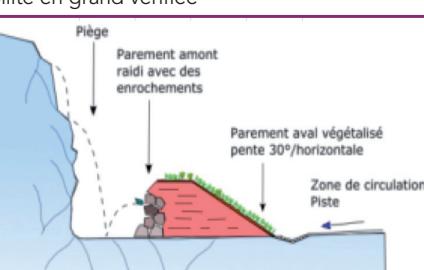
MOYENS REQUIS

1 atelier : 1 pelle + 1 camion + 1 chargeuse

RECOMMANDATIONS

Il est recommandé de mener une analyse chute de blocs si les enjeux en aval sont importants (axe de circulation, présence de population, etc.)

Cette méthode laissant des fronts rocheux à l'affleurement permet également de maintenir les espèces nicheuses dans les fronts et/ou mettre en valeur un affleurement géologique.



OBJECTIFS

Méthode de mise en sécurité passive des fronts permettant :

- D'éviter que le phénomène d'instabilité ne se produise, assurer la stabilité à long terme des talus
- De protéger / sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant ou les ouvrages en aval
- D'assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site
- Favoriser l'implantation de la végétation

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

Fronts résiduels rocheux ou saprolitiques et versants rocheux ou mixtes de pente inférieure à 45° présentant des signes d'instabilités pouvant mobiliser des quantités de matériaux importantes.

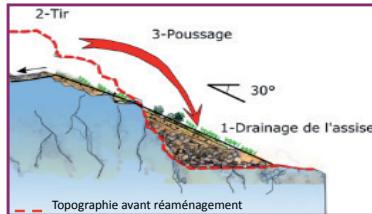
PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Accès des engins en sommet et en pied
- Accès des engins tout les 15m

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT**Terrassement en déblais - remblais avec écrêtage des fronts instables ou mise en place d'une butée de pied**

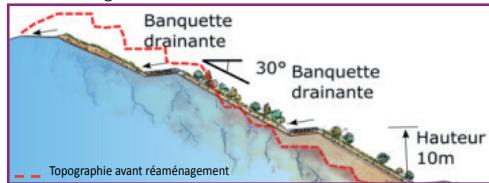
Talus intermédiaires :

- Pente max 30° (pente limite de travail du bull)
- Hauteur max 15m - Idéalement 10m



Si Talus général > 15 m, nécessité de banquettes drainantes avec :

- Largeur banquette 5m
- Contre pente transversale vers talus amont 15%
- Pente longitudinale d'écoulement 3- 4 %



Remarque : Le comblement de fosse constitue une technique de sécurisation active et de stabilisation de fronts et talus.

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Implanter le projet - entrée en terre, pied du terrassement, ouvrages, etc.
- 2 Préparer l'assise de la partie aval : drain de pied si nécessaire (présence de résurgences)
- 3 Préparer un tir dans le cas de matériaux rocheux non déplaçables directement par engins
- 4 Créer le profil final désigné par poussage des matériaux - régler la surface des talus selon une pente rectiligne (Eviter les talus concaves sensibles à l'érosion) maximale de 30°, sans compacter les matériaux
- 5 Réalisation des banquettes drainantes si talus > 15m (voir fiche n°9)
- 6 Réalisation des descentes d'eau si nécessaire (voir fiche n°10)
- 7 Végétalisation (fonction du substrat - voir fiches n°11 à 14)

MOYENS REQUIS

- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets
- Étape 2 : 1 pelle rétro + 2 camions
- Étape 3 : 1 pelle + camion ou bull
- Étape 4 et 5 : 1 pelle rétro + camions ou bull + compacteur
- Étape 6 : 1 pelle rétro + camions

RECOMMANDATIONS

Pour le développement des végétaux il est impératif de ne pas compacter les matériaux du substrat afin de favoriser l'implantation des graines, leur enracinement, et leur alimentation en eau. Une fois le talus terminé, un chenillage de haut en bas du talus permet de créer des rainures horizontales qui favorise la revégétalisation. Il est important de ne pas laisser de laps de temps trop important entre chaque étape afin de minimiser l'érosion des revêtements mis en place, utiliser les fines favorables à la germination, assurer le développement de la végétation, et ainsi garantir la tenue dans le temps du talus.

NB: En dehors des considérations d'intégration paysagère, dans le cas où les talus rocheux stables ne présentent pas des risques particuliers de sécurité des biens et des personnes, le site peut être laissé en l'état.

OBJECTIFS

- Limiter l'érosion de surface
- Protéger / Sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant ou les ouvrages en amont et aval
- Assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Fronds latéritiques résiduels d'exploitation
- Talus latéritiques de pistes ou routes en déblais
- Terrain naturel latéritique érodé

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand vérifiée
- Pente intégratrice des fronds résiduels 27°
- Accès possibles des fronds résiduels tous les 10m de hauteur

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Technique 1: Terrassement en déblais - remblais : profil talus et banquettes drainantes de pente intégratrice maximale 27°.

Talus intermédiaires :

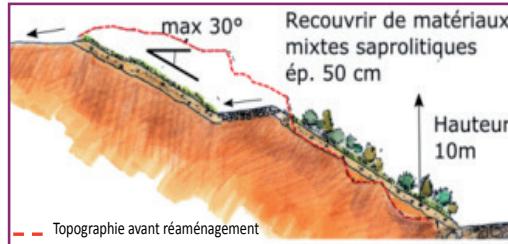
- Pente max 30°
- Hauteur max 10m

Banquettes drainantes :

- Largeur minimale 5m
- Contrepente transversale vers talus 10-15%
- Pente longitudinale d'écoulement 3- 4 %

Recouvrement des talus par :

- Saprolyte terreuse ou topsoil
- Toile de jute si très petite surface
- Ou refus tritou/bloc en dernier recours

**MODE OPÉRATOIRE**

- 1 Implanter le projet - entrée en terre, pied du terrassement, ouvrages, etc.
- 2 Créer le profil final désigné dans les latérites en laissant une surface **irrégulière** de manière à ce que le recouvrement de surface adhère et ne glisse pas : talus avec petits talus-redans. Former les banquettes drainantes en même temps que le profil.
- 3 Étaler les matériaux de recouvrement en formant une surface non compactée mais rectiligne (éviter toute rupture de pente sur la ligne de plus grande pente)
- Saprolyte terreuse / matériaux mixtes sur une épaisseur approximative de 50 cm
- Topsoil (si disponible) sur une épaisseur maximale de 30 cm (Voir Guide Orange)
- Dernier recours refus tritou, blocs, (Si choix de toile de jute se reporter à la fiche n°14)
- 4 Finaliser les banquettes drainantes (voir fiche n°9)
- 5 Réaliser les descentes d'eau si nécessaire (voir fiche n°10)
- 6 Végétalisation (fonction du substrat - voir fiches n°11 à 14)

**MOYENS REQUIS**

- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets
- Étape 3 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 5 : 1 pelle rétro + camions
- Étape 2 : 1 pelle rétro + 2 camions ou bull
- Étape 4 : 1 pelle rétro, 1 bull, 1 compacteur, 1 camion

RECOMMANDATIONS

Attention si les talus à réaménager sont de pente intégratrice > à 30°, terrassement principalement en déblais.

⇒ Les volumes de déblais / remblais ne seront pas équilibrés => prévoir zone de stockage des déblais superflus.

⇒ Pour le développement des végétaux il est impératif de ne pas compacter les matériaux du substrat afin de favoriser l'implantation des graines, leur enracinement, et leur alimentation en eau.

Il est important de ne pas laisser de laps de temps trop important entre chaque étape afin de minimiser l'érosion des revêtements mis en place, utiliser les fines favorables à la germination, assurer le développement de la végétation, et ainsi garantir la tenue dans le temps du talus.

OBJECTIFS

- Limiter l'érosion de surface
- Protéger / Sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant ou les ouvrages en amont et aval
- Assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Fronts résiduels d'exploitation
- Talus de pistes ou routes en déblais

Pour lesquels on dispose de place en pied et pour lesquels la stabilité en grand est mise en doute.

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Accès possibles par le bas

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Technique 2: Terrassement en remblais depuis le bas : profil talus et banquettes drainantes de pente intégratrice maximale 27°.

Talus intermédiaires :

- Pente max 30°
- Hauteur max 10m

Banquettes drainantes :

- Largeur minimale 5m
- Contrepete transversale vers talus 10-15%
- Pente longitudinale d'écoulement 3- 4 %

Recouvrement des talus par :

- Merlon de caillasse puis topsoil ou merlon mixte saprolite

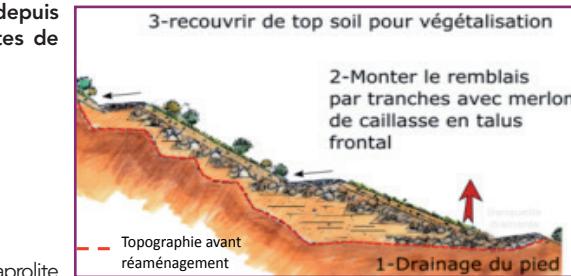
Le comblement de fosse par des matériaux stériles d'exploitation est une technique de réaménagement de fronts / talus.

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Implantation du projet - entrée en terre, pied du terrassement, ouvrages, etc.
- 2 Réaliser le drainage de base
- 3 Monter le remblai depuis le bas en commençant par le merlon de caillasse en bordure. Etaler les remblais par couches derrière le merlon
- 4 Etaler le topsoil (si disponible) sur une épaisseur maximale de 30 cm (Voir Guide Orange) au fur et à mesure que le remblai monte
- 5 Réalisation des banquettes drainantes (voir fiche n°9)
- 6 Réalisation des descentes d'eau si nécessaire (voir fiche n°10)
- 7 Végétalisation (fonction du substrat - voir fiches n°11 à 14)

MOYENS REQUIS

- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets
- Étape 2 : 1 pelle rétro + 2 camions
- Étape 3 : 1 pelle rétro + 2 camions
- Étape 4 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 5 : 1 pelle rétro + 1 camion + 1 compacteur
- Étape 6 : 1 pelle rétro + camion

**RECOMMANDATIONS**

Attention, la largeur en tête du remblai doit toujours être supérieure à 5m pour le travail des engins.

Pour le développement des végétaux il est impératif de ne pas compacter les matériaux du substrat afin de favoriser l'implantation des graines, leur enracinement, et leur alimentation en eau.

Il est important de ne pas laisser de laps de temps trop important entre chaque étape afin de minimiser l'érosion des revêtements mis en place, utiliser les fines favorables à la germination, assurer le développement de la végétation, et ainsi garantir la tenue dans le temps du talus.



OBJECTIFS

- Garantir la stabilité à long terme des talus
- Limiter l'érosion de surface des remblais et ainsi assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site
- Protéger / sécuriser les zones de circulation, les habitations le cas échéant, les creeks ou les ouvrages en aval

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Talus de remblais latéritiques ou mixtes type décharges minières
- Talus de verses sans enrochements frontal

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand vérifiée
- Accès en sommet, en pied de talus et tous les 30m de hauteur

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Terrassement avec profil talus et banquettes drainantes de pente intégratrice maximale 27°

Talus intermédiaires :

- Pente max 30° - Idéalement 26°
- Hauteur max 10m pouvant aller à 15 m dans les matériaux mixtes (mélange saprolites, blocs, décharges...)

Banquettes drainantes :

- Largeur minimale 5m
- Contrepartie transversale vers talus 15%
- Pente longitudinale d'écoulement 3- 4 %

Recouvrement des talus par :

- Saprolite terreuse ou topsoil
- Toile de jute si très petite surface
- Merlon de cailloux et Topsoil sur remblais latéritique

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Implantation du projet - entrée en terre, pied du terrassement, ouvrages, etc.
- 2 Opérations de terrassement selon le profil étudié pour stabilisation de l'ensemble.
- 3 Dans le cas de matériaux de remblais purement latéritiques, recouvrir les talus de matériaux végétalisables en formant une surface régulière non compactée: Saprolite terreuse / matériaux mixtes (épaisseur 50 cm) ou Topsoil (épaisseur max 30 cm) (Voir Guide Orange) ou merlon de cailloux et Topsoil si remblai monté depuis le bas.
- 4 Réalisation des banquettes drainantes (voir fiche n°9)
- 5 Réalisation des descentes d'eau si nécessaire (voir fiche n°10)
- 6 Végétalisation (fonction du substrat - voir fiches n°11 à 14)

MOYENS REQUIS

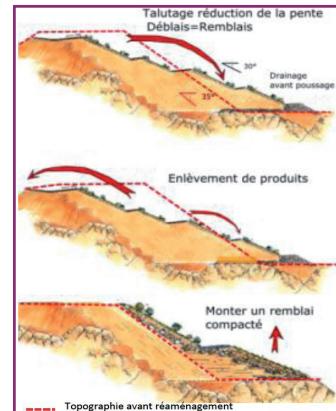
- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets
- Étape 2 : 1 pelle rétro, 1 bull, 2 camions
- Étape 3 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 4 : 1 pelle rétro, 1 bull, 1 compacteur, 1 camion
- Étape 5 : 1 pelle rétro + camion

RECOMMANDATIONS

Pour le développement des végétaux il est impératif de ne pas compacter les matériaux du substrat afin de favoriser l'implantation des graines et leur alimentation en eau.

Former des talus rectilignes dans le sens de plus grande pente. Construire les banquettes pendant le talutage.

Il est important de ne pas laisser de laps de temps trop important entre chaque étape afin de minimiser l'érosion des revêtements mis en place, utiliser les fines favorables à la germination, assurer le développement de la végétation, et ainsi garantir la tenue dans le temps du talus.



OBJECTIFS

- Protection des talus contre l'érosion par mise hors d'eau
- Stabilité des talus

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Plateformes de verses
- Plateformes d'exploitation
- Plateformes d'installations

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Accès maintenu
- Opération de dépollution / dégagement des infrastructures ou friches effectuée
- Exutoires de gestion des eaux gravitaires prévus

Dans le cas des plateformes sommitales de verses à stériles, ces opérations doivent être précédées par des opérations de fermeture de verse (plateforme, mèches et tapis drainants). Voir Guide Vert.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT**Réglage en déblais - remblais des plateformes****Remodelage final avec fils d'eau central et pentes de la plateforme en direction du fil d'eau central :**

- Privilégier les formes en cuvette avec une très faible pente en direction du fil d'eau central (3% sur les verses- 1% à 4% sur les plateformes chantier)
- Ne pas conserver de surface horizontale
- Pentes d'écoulement du fil d'eau central 3% sur les verses, 1% à 3% sur les plateformes chantier.

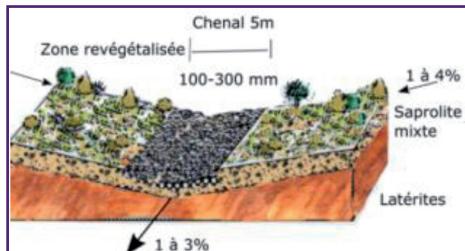
Fil d'eau central = Chenal

- Forme de V évasé - pentes transversales 5 à 10 %, largeur environ 5 m (à dimensionner) - écoulement axial régulier 1 à 3% vers un exutoire
- Traitement de surface par compactage puis empierrements sur écoulements prolongés et importants (possibilité d'enherbement si très faible pente et écoulements occasionnels)

Selon le type de plateforme possibilité de réaliser des cuvettes (plateformes chantier sur péridotites) pour stocker un volume d'eau.

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Implantation du projet - fils d'eau
- 2 Terrassement par poussage pour donner la forme finale
- 3 Compactage des surfaces
- 4 Encaissement des chenaux en 100 - 300 mm (épaisseur 50 cm)
- 5 Dans le cas de matériaux purement latéritiques, recouvrement de la plateforme par des matériaux végétalisables non compactés :
 - Saprolite terreuse / matériaux mixtes (épaisseur 50 cm)
 - Topsol (ep. max 30 cm) (Voir Guide Orange)
- 6 Végétalisation (voir fiches n°12 et 15)

**MOYENS REQUIS**

- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets compacteur
- Étape 2 : Bull ou grader
- Étape 3 : Compacteur
- Étape 4 : Pelle rétro, camion, compacteur
- Étape 5 : 1 pelle rétro + 1 camion

**RECOMMANDATIONS**

Eviter toute rupture de pente sur le chemin hydraulique

OBJECTIFS

- Assurer la stabilité des talus en aval
- Limiter l'érosion de surface et les débits de ruissellement
- Assurer la pérennité du système de gestion des eaux du site

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Pistes d'exploitation
- Pistes de sondages
- Pistes d'accès VL

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand des talus vérifiée
- Talus amont traité contre l'érosion (remodelage/végétalisation) et sécurisé (Purge de blocs, merlons, etc.)
- Utilisation future décidée (maintien accès?)

Les pistes sont sources de ruissellement et d'érosion. Une piste non utile doit être réaménagée.

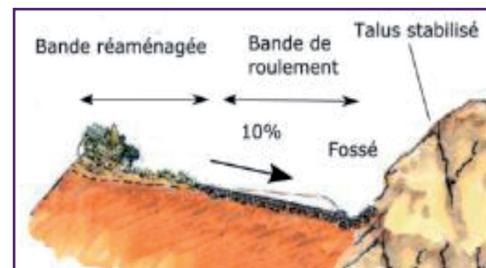
PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Réduction de la largeur de la bande roulante au minimum nécessaire et réhabilitation de la bande condamnée par terrassement, gestion des eaux et végétalisation.

- Si piste de largeur < 6 m => réhabilitation selon même prescriptions que banquettes drainantes
- Si piste de largeur > 6 m => Réduire la largeur de la bande roulante- Végétaliser la bande condamnée

Bandes roulante :

- Contrepente de 10% à 15% transversale vers le fossé en pied de talus amont
- Si bande roulante constituée de matériaux érodables => recouvrement par encaissement compacté

**Bandes condamnées :**

- Contre pente vers talus 10-15% (ou plus) vers bande roulante
- Recouvrement par matériaux végétalisable si revêtements latéritiques, rocheux ou indurés non propices au développement de la végétation.
- Mise en place de merlon en bordure dans le cas d'impact paysager

Gestion des eaux : aménagement d'un fossé ou fil d'eau de type banquette drainante, en fonction des débits à évacuer. Si pente d'écoulement sup à 3% : enrochements sup à 700mm, Si pente inf à 3% : enrochement 200-700mm compactés

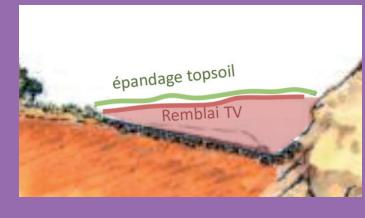
MODE OPÉRATOIRE

- 1 Terrassement pour créer profil final de la piste avec fossé ou fil d'eau
- 2 Compaction de la surface de la bande roulante et/ou recouvrement si matériau érodable.
- 3 Renforcement du fossé ou fil d'eau par enrochements sur les tronçons sensibles
- 4 Recouvrement de surface de la bande condamnée par matériaux végétalisables si nécessaire
- 5 Végétalisation de la bande condamnée et des merlons (voir fiche n°12)

MOYENS REQUIS

- Étape 1 : 1 bull ou grader + 1 pelle pour fossé
- Étape 2 : compacteur, pelle, camion, bull si recouvrement
- Étape 3 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 4 : 1 pelle rétro + 1 camion

NB: Dans le cas de petits tronçons de pistes devenues inutiles (ex : pistes de sondages), il est possible de les remblayer totalement et recréer le profil original de la topographie.

**RECOMMANDATIONS**

La végétalisation et la sécurisation des talus en amont garantissent la pérennité de la réhabilitation des pistes et du système de gestion des eaux associé.

L'utilisation future de la piste est essentielle à déterminer avant le choix du profil type de réaménagement. Les pistes sur lesquelles il n'est pas nécessaire de maintenir un accès, peuvent être réaménagées totalement sans laisser de bande de bordure, mais en conservant le fossé de bordure.



LES TECHNIQUES DE GESTION DES EAUX DÉFINITIVE

En complément du guide bleu, les fiches qui suivent apportent des précisions sur la gestion des eaux définitive dans les talus à travers la réalisation de descentes d'eau et de banquettes drainantes.

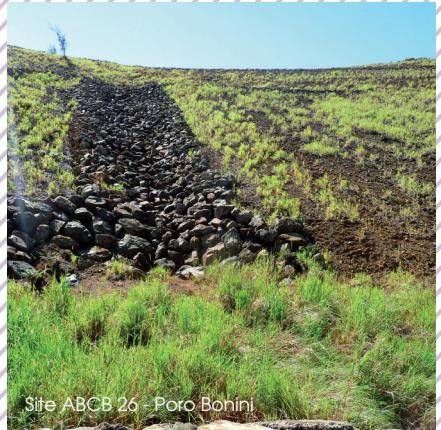
- Fiche n°9 : Banquettes drainantes
- Fiche n°10 : Descente d'eau sur talus



Site ABCB 26 - Poro Bonini



Verse Principale - Centre de Tiébaghi



Site ABCB 26 - Poro Bonini



Verse Principale - Centre de Tiébaghi

OBJECTIFS

- Gestion des eaux dans les talus (découpage en bassin versant élémentaires, allongement des chemins hydrauliques et augmentation du temps de concentration)
- Limiter l'érosion de surface - Protéger le talus aval

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

Tous talus

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand vérifiée
- Exutoires gravitaires prévus

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT**Ouvrages de drainage réalisés en travers de la pente des talus****Talus raides (pente > 10°)**

Banquettes confectionnées lors du remodelage général du talus

**Dimensions :**

- Largeur 5 - 6 m
- Contrepette transversale vers talus 10-15%
- Pente longitudinale d'écoulement 3- 4 %
- Longueur maximale d'écoulement 300 m

Prescriptions particulières :

- Profil rectiligne et angle marqué banquette / talus
- Eviter toute rupture de pente sur le chemin hydraulique
- Compactage indispensable de la banquette
- Recouvrement de surface par matériaux rugueux (200 -500 mm) sur env 50 cm d'épaisseur

MODE OPÉRATOIRE

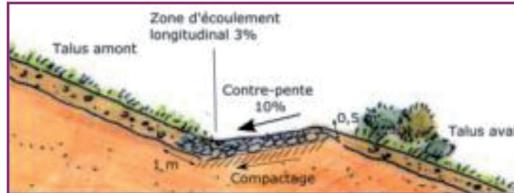
- 1 Implantation du projet - fil d'eau /pied talus amont-sommet talus aval
- 2 Terrassement pour créer profil final du matériaux d'assise avec contrepette transversale et pente longitudinale
- 3 Compactage de la surface du matériau d'assise
- 4 Recouvrement de surface 50 cm (200-500 mm)
- 5 Compactage du recouvrement
- 6 Végétalisation des talus (voir fiches n°11 à 14)

MOYENS REQUIS

- Étape 1 : Matériel de topographie / piquets
- Étape 2 : 1 bull ou 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 3 : 1 compacteur
- Étape 4 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 5 : 1 compacteur

RECOMMANDATIONS

La végétalisation des talus amont garantit la pérennité des banquettes = évite l'accumulation de fines sur le fil d'eau. Il est important de ne pas laisser de laps de temps trop important entre chaque étape afin de minimiser l'érosion des revêtements mis en place et garantir la tenue à long terme.



OBJECTIFS

Gestion des eaux dans les talus à pente forte ($> 10\%$) : récupération des eaux de ruissellement des plateformes et des banquettes drainantes si pas de possibilité de connexion directe avec un talweg ou creek naturel.

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Talus en remblais (verses / décharges)
- Talus naturels érodables

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand des talus vérifiée

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Forme en V ou trapézoïdale

Largeur : à dimensionner (voir Guide Bleu Fiche n°4)

Longueur limite: 200 m

Pente d'écoulement $< 20^\circ$ =>

pavage de blocs jointifs

Localement (longueur max 20m)

la pente longitudinale peut être

portée **jusqu'à 30° =>**

placer blocs imbriqués en forme de marches d'escalier

Taille des blocs pour protection

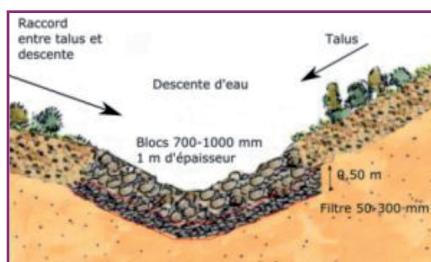
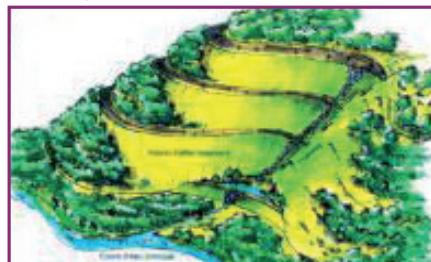
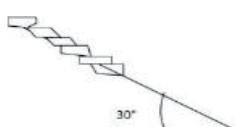
finale : **700-1 000 mm**

Interface entre TN ou remblais et blocs : **blocs 50-300 mm**

sur 50 cm d'épaisseur (filtre) ou géomembrane

Pentes latérales du profil en V ou trapézoïdal min 10%

Raccord soigné des banquettes à la descente d'eau

**MODE OPÉRATOIRE**

- 1 Implantation du projet - Haut et pied de talus
- 2 Terrassement pour créer profil final en V ou trapézoïdal dans matériaux d'assise (décaissé de l'épaisseur des enrochements + filtre)
- 3 Compactage de la surface du matériau d'assise (si possibilité selon la pente et la taille de l'ouvrage)
- 4 Mise place du filtre granulométrique ou de la géomembrane
- 5 Mise en place des blocs 700-1000 mm pour protection finale par encastrement et agencement soigneux des blocs à la pelle mécanique
- 6 Finition des connexions de la descente d'eau avec les ouvrages périphériques : bassins et banquettes drainantes.

MOYENS REQUIS

- Étape 1 : Matériel de topographie / Piquets
- Étape 2 : 1 pelle rétro + 1 camion
- Étape 3 : Compacteur
- Étape 4 à 6 : 1 pelle rétro + 1 camion

**RECOMMANDATIONS**

Il est recommandé d'aménager un bassin dissipateur en pied d'ouvrage.

La pente de la descente d'eau doit être régulière et suivre celle du talus, ne pas marquer de rupture de pente qui pourrait être le siège d'érosion et donc de défaillance de l'ouvrage.

Dans le cadre d'ouvrages longs, ou s'il est nécessaire de casser l'énergie de l'eau, il y a possibilité de réaliser des seuils avec les enrochements (pas avec le matériau d'assise).



Mine Pimpin (verso SMMO 86) - Poya

LES TECHNIQUES DE VÉGÉTALISATION ET D'INSERTION PAYSAGÈRE

LES TECHNIQUES DE VÉGÉTALISATION REMPLISSENT PLUSIEURS OBJECTIFS:

- Stabilisation des talus – limitation de l'érosion superficielle
- Insertion écologique – reprise de la végétation
- Insertion paysagère

Ces techniques sont variées : semis, plantations, toile de jute, fascines, vergers à graines.

Il existe également des techniques qui n'ont pour seul objectif l'atténuation de la perception paysagère des éléments du site comme le vieillissement de parois et les plantations en bandeaux en bordure de site.

- Fiche n°11 : Semis hydraulique ou hydroseeding
- Fiche n°12 : Plantations
- Fiche n°13 : Fascines
- Fiche n°14 : Toile de jute
- Fiche n°15 : Champs semenciers (vergers à graines)
- Fiche n°16 : Vieillissement de parois



• Semis hydraulique sur toile de jute - Pinpin



• Fascines - Secteur Verse J - Poro



• Plantations - secteur Verse J - Poro



• Plantations sur plateforme - Centre de Kouaoua

OBJECTIFS

- Limiter l'érosion de surface et réguler les débits hydriques sur les zones traitées.
- Rétablir les conditions écologiques indispensables pour permettre la retour de la végétation initiale.
- Intégrer le site dans le paysage.

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Substrat saprolitique hétérogène.
- Tout venant avec cailloux et blocs.
- NON applicable directement sur latérites

⇒ En priorité les talus sensibles à l'érosion et les surfaces dont l'impact visuel est fort.

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Stabilité en grand des talus vérifiée.
- Ecoulements gérés en amont et ravinements stoppés
- Talus non lissés au godet / Surfaces non compactées

Et si possible

- Accès par le haut tous les 50 m de hauteur.
- Accès par le bas, hauteur limitée à 20 m.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT**Talus raides (pente > 10°)**

Banquettes confectionnées lors du remodelage général du talus

Talus peu pentés (pente < 10°)

Banquettes peuvent être constituées par apport et surimposition de matériaux

PRINCIPE

Cette technique permet d'installer une couverture végétale sur de grandes surfaces même impraticables. Elle est réalisée à l'aide d'un semoir hydraulique (ou hydroseeder) qui permet de semer en même temps les graines, les fertilisants et autres adjuvants nécessaires. Le semoir hydraulique se compose d'une citerne d'eau munie de pales rotatives pour maintenir en suspension les différents constituants du mélange à semer et d'une pompe hydraulique pour projeter le mélange en sortie de cuve. Des tuyaux à rallonge peuvent être fixés en sortie de pompe pour permettre d'atteindre des surfaces éloignées.

**EXEMPLE****Sur verses à stériles**

- Talus hétérogènes avec fines ou recouvert de produits saprolitiques terreux ou de topsoil.
- Pas de semis sur enrochements (masque drainant).

Sur anciennes décharges minières

- Traitement à adapter en fonction de la composition.
- Assistance par un spécialiste en travaux acrobatiques souvent nécessaire.

**Sur fronts d'exploitations**

- Substrat : fines à granulométrie hétérogène avec blocs et cailloux
- Substrat non compacté et non lissé.

Sur talus latéritiques

- Pente < 30° et hauteur < 10 m (Fiches n°4 et 5)
- Il est **impératif** de recouvrir le talus avec (par ordre de préférence) : Topsoil (30 cm max.) ou Saprolites terreuses / Matériaux mixtes (50 cm max.) ou Toile de jute et compost (cf. fiche 12).

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Définition des surfaces à végétaliser au minimum une année avant les travaux d'ensemencement (selon schéma directeur de réaménagement, dossier DAEM, séquence d'exploitation minière)
- 2 Vérification de la faisabilité : substrat, pente, érosion, impact visuel, accessibilité, distance à l'eau, fréquentation par les cerfs / Etat des lieux et Projet
- 3 Choix des espèces à semer / Définition des mélanges => Consultation des entreprises avant le début des collectes (octobre).
- 4 Récolte de graines natives sur le massif et massifs proches puis autres massifs / Commande des produits.
- 5 Préparation des accès et finition des surfaces de travaux (décompactage, régâlage, travaux de génie biologique: fascine, toile...)
- 6 Semis de fin décembre à avril (pendant la saison des pluies) / Contrôle des mélanges pendant la mise en œuvre.
- 7 Suivi des résultats / Suivi des travaux d'entretien et de reprise pendant la durée des garanties (2 ans)

Composition type d'un mélange à semer :

- Semences (2500 graines /m²)
- Engrais
- Matière organique
- Mulch (paillis fin)
- Colloïde organique (alginates)
- Eau (support de projection)
- Dosage moyen d'un semis : 5 à 6 L /m² de mélange
- Dosage moyen en produits secs : 5 à 8 t /ha

MOYENS REQUIS

- Pelle-retro pour la préparation des surfaces.
- Hydroseeder équipé d'une cuve de 3000L à 5000L / sur un camion 4X4 recommandé.
- Camion pour le transport des fournitures + équipements pour le chargement - déchargement des fournitures.
- Camion-citerne ou bâche à eau en cas de difficultés d'accès à l'eau.
- Rallonges de tuyaux à dimensionner en fonction des distances à atteindre.
- Équipement spécifique pour travaux encordés (talus > 50 m et/ou pente talus > 37°).
- EPI adaptés pour les semis sur substrats fibrogènes.

RECOMMANDATIONS

Les travaux de végétalisation se réalisent rapidement après la fin des terrassements pour limiter l'érosion. Pour un traitement des surfaces par végétalisation, il est impératif que la surface des talus soient hétérogènes (blocs, cailloux...) et que le substrat soit légèrement meuble afin de favoriser l'implantation des graines et leur alimentation en eau => **Lissage ou compactage à proscrire !**

Attention aux cerfs !

L'utilisation de graminées ou légumineuses dans les mélanges de graines est restreinte aux surfaces à fort enjeu d'érosion pour lesquelles le recouvrement par la végétation doit être immédiat. Dans ce cas, il faut vérifier que les surfaces à semer seront naturellement inaccessibles aux cerfs (pente > 37° et/ou surface isolée par un enrochement) sinon il faut prévoir une protection par clôture anti-cerfs (terrassements en périphérie de la zone à prévoir).

UNE VARIANTE : LE SEMIS A SEC

Il s'utilise sur :

Petites surfaces < 1000 m² / Substrats hétérogènes meubles / Accès difficile mais sécurisé à pied. Les mélanges sont constitués des mêmes produits que pour les semis hydrauliques mais sans eau / Ils sont mélangés à l'avance et conditionnés en sacs «prêts à l'emploi». Le mélange est semé à la volée. Dans la mesure du possible, les colloïdes sont mouillés par pulvérisation d'eau par dessus le mélange semé. Il faut compter environ 1 sac de 40 L/25 m² et 1/2 L d'eau /m².

Moyens requis

- Petit outillage (barre à mine, pelle, pioche...) pour la préparation du sol.
- Pulvérisateur à dos pour humidifier les colloïdes.
- Semis 100% manuel / parfois possible avec un semoir à graines monté sur quad.
- Approvisionnement des fournitures par véhicule 4x4 ou par hélicoptère.

OBJECTIFS

- Participer au retour des conditions écologiques du milieu.
- Diminuer l'impact visuel.
- Augmenter la richesse spécifique de la végétation réimplantée.
- Créer des vergers à graines (cf. fiche n°15).
- Générer du travail pour la main d'œuvre de proximité.

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Plate-forme et banquette de verre (hors banquette de gestion des eaux)
- Talus de faible pente <20°
- Substrat fin à terreux
- Plate-forme de latérites à éviter.

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

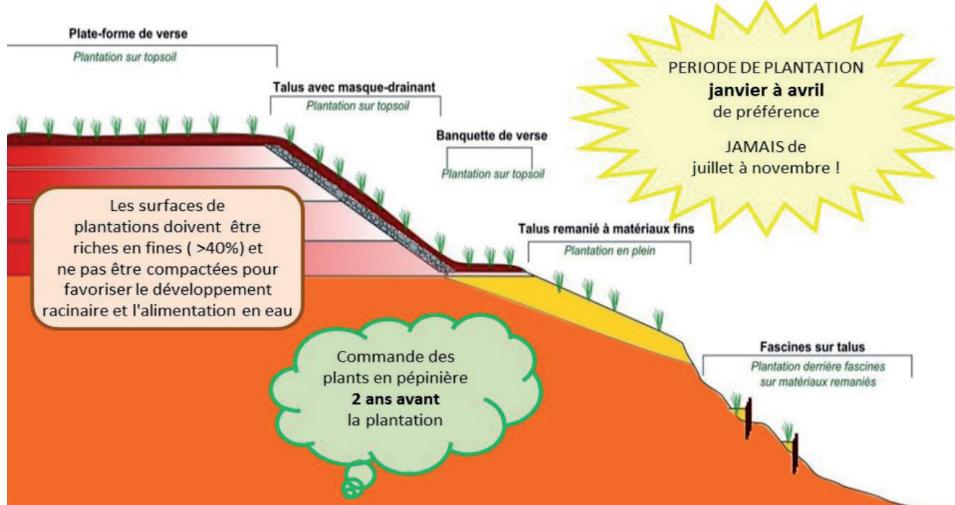
- Stabilité en grand des ouvrages vérifiée
- Surface non compactée / ou à décompactier
- Accès conservés

Et si possible

Epandage de 30 cm de topsoil / saprolites terreuses

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT**Quelques techniques et utilisations possibles (non exhaustif)**

- Plantation en vergers à graines : sur plate-forme => 2,5 U /m² (cf. fiche n°15)
- Plantation en plein : sur faible pente / recouvre toute la surface => densité normale 0,45 U /m² (1,5 x 1,5 m).
- Plantation en bosquets : sur substrat hétérogène dans les zones de fines ou en complément de la végétation ou d'un semis / les plants sont regroupés en bosquets de forme irrégulière (ajustée au terrain) => densité normale 0,2 U /m² [15 U /bosquet, 10 mL entre bosquets et 0,45 U /m² (1,5 x 1,5 m) dans bosquet].
- Plantation en rideau végétal : pour constituer un écran visuel / peut s'accompagner de fascines, butée de pied etc... / plants en quinconce sur plusieurs lignes => 1,5 mL entre plants sur la ligne, 2 mL entre les lignes.
- Plantation en cordons : plantation en lignes serrées en travers de la pente pour limiter le transport des fines /sur pente faible /souvent associée à des petits travaux réalisés à la main (drains, cordons rocheux, fascines...) => 1 à 2 U /mL sur la ligne, 2 mL entre les lignes (à ajuster en fonction de la pente et de l'érosion).

Un exemple de végétalisation par plantation sur un profil type

MODE OPÉRATOIRE

- 1 Commandes des plants en pépinière.
- 2 Collecte des graines et boutures sur le massif / Mise en production des plants (18 à 24 mois d'élevage).
- 3 Aménagement des accès et surfaces (décompactage, étalement du topsoil, pré-fertilisation, fascines...)
- 4 Contrôle de la qualité des plants en sortie pépinière / Contrôle du transport et site de stockage à proximité du site.
- 5 Plantation / Privilégier l'intervention des associations locales.
 - Trouaison : 30x30cm pour des plants forestiers / profondeur du trou toujours > à la hauteur de la motte.
 - Déposer 1/2 dose d'engrais en fond du trou + recouvrir d'une couche de terre (pas de contact entre l'engrais et les racines).
 - Enlever le plant de son conteneur sans abîmer la motte / Le déposer bien droit et au centre du trou en ayant soin d'ajuster la hauteur pour que le collet se retrouve au ras du sol une fois le trou rebouché.
 - Mélanger la matière organique et l'hydrorétenteur (à sec ou pré-humidifié) à la terre déblayée et remplissage du trou.
 - Former la cuvette (2 à 3 cm de profondeur max.) / Vérifier la hauteur du collet / déposer 2e 1/2 dose d'engrais en couronne autour du plant.
 - Déposer le paillage et le fixer par quelques pierres ou à défaut par une poignée de terre.
 - Arrosage abondant du plant pour tasser la terre (ou plombage), cette dernière opération est obligatoire même si l'hydrorétenteur est pré-humidifié ou si le sol est humide.
- 6 Entretien et remplacement des plants morts sur une période minimum de 2 ans (période de garantie).

**MOYENS REQUIS**

- Pépinière confirmée en production de plants d'espèces du maquis et capable de réaliser des collectes spécifiques sur le massif / Privilégier les pépinières locales si possible.
- Pelle hydraulique/rétro pour terrassements et préparation du sol.
- Camion bâché ou remorque fermée pour le transport des plants et fournitures / Aménagements pour le site de stockage des plants (arrosage, ombrage, abri du vent)
- Petit outillage pour la trouaison et la plantation : barre à mine, pioche, pelle, râteau... / parfois possible avec outils spécifiques type Potti-Putki ou Hamilton Tree Planter sur les plates-formes recouvertes de topsoil.
- Véhicule léger avec cuve à eau ou arroseuse / tuyaux / arrosoirs

**RECOMMANDATIONS**

Pour la plantation en plein ou en bosquets les plants ne sont pas alignés pour donner l'impression que la végétation a repris naturellement.

Le désherbage des plants doit être régulier et contrôlé => supprimer la concurrence / éviter d'attirer les cerfs (graminées) / éviter d'introduire des espèces (respect de la biodiversité).

OBJECTIFS

- Diminuer la vitesse d'écoulement des eaux lors des ruissellements sur les talus ou en fond de ravines
- Filtrer le ruissellement et sédimerter
- Aider le développement des plants en les protégeant de l'érosion
- Réaliser des travaux de végétalisation dans les zones d'accès difficiles par des engins

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Talus et bord de piste
- Petites ravines de versant
- Substrats saprolitiques à latéritiques

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

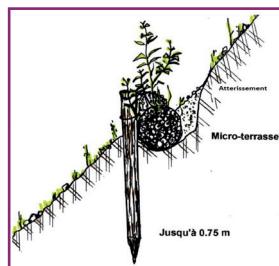
- Stabilité en grand des talus vérifiée
- Pente du talus <45°
- Gestion des eaux en amont des ravines

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Les fascines sont constituées de fagots de branchages étroitement liés de fil de fer et fixés en travers de la pente par des pieux en bois dur (Gaiac ou Bois de fer). En cas de lignes de fascines discontinues, elles sont positionnées en quinconce avec chevauchement d'une ligne à l'autre.

La fascine se décompose de la manière suivante :

- Des micro-banquettes sont préalablement creusées à la main sur 0,30 m de largeur.
- Les fagots sont empilés de façons rectiligne jusqu'à atteindre une hauteur minimale de 0,30 m.
- Les pieux en bois sont enfouis de chaque côté du fagot sur une profondeur 0.70 m,
- La distance entre deux lignes de fascines dépend de la pente du talus soit 2 à 3 m maximum.



Poro-Française + 5 ans
Plantation sur fascine continue
associée à une petite butée en
pied de talus.

**MODE OPÉRATOIRE**

- 1 Commande des plants en pépinière (cf. fiche n°12) / Commande des fagots et pieux en bois
- 2 Mise hors d'eau des zones traitées
- 3 Approvisionnement en fagots et pieux.
- 4 Mise en place des fascines
- 5 Plantation derrière les fascines (cf. fiche n°12)
- 6 Entretien pendant 2 ans minimum / corrections après les grosses pluies

**MOYENS REQUIS**

- Pelle hydraulique / camion pour mise hors d'eau
- Camion, véhicule léger pour approvisionnement
- Pelle à main, pioche, rateau, masse, perforatrice, tronçonneuse cf. fiche n°12 pour la plantation

RECOMMANDATIONS

Elles sont conçues pour résister 3 à 4 ans afin que les plants aient le temps de se développer pour prendre le relais.

OBJECTIFS

- Diminuer le lessivage du sol lors des pluies sur les talus ou en fond de petites ravines
- Aider au maintien des graines après le semis, lors de la germination et des premiers stades de la plantule.

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

- Talus et bord de piste
- Petites ravines de versant
- Substrat lisses / surtout les latéritiques

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

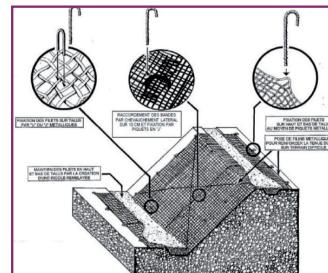
- Stabilité en grand des talus vérifiée
- Gestion des eaux en amont des ravines
- Surface assez régulière.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

Le talus est entièrement recouvert de toile tissée en fibres de jute avant réalisation du semis.

Pour être efficace contre l'érosion par ruissellement, la toile doit rester en tout point en contact avec le sol.

- La toile de jute plus souple et plus rapide à s'humidifier, est préférée à la toile de coco
- Toile de jute de densité $\geq 500 \text{ g /m}^2$ // recouvrement $> 50\%$ // doit résister à l'ensOLEILlement 2 ans minimum.
- Ancrage par des fers à béton recourbés en «J» ou en «U» : $\text{Ø} \geq 5 \text{ mm}$ // longueur totale 50 cm // densité d'ancrage $\geq 1 \text{ u /m}^2$
- Ancrage en tête et pied de talus dans des rigoles creusées avant à la pose de la toile puis rebouchées après ancrage (2 piquets /mL) / Selon le cas, la rigole peut être remplacée par des tiges de fer à béton.
- Epandage d'une couche fine de compost sous la toile de jute pour les talus de latérites.



MODE OPÉRATOIRE

- 1 Egalisation du terrain : comblement des petits ravinements ou griffes de godet, purge des éléments grossiers et/ou instables, taille éventuelle des végétaux présents pour les faire passer à travers la toile (les fibres de jute sont écartées mais jamais coupées).
- 2 Epandage du compost sur le sol dans le cas des latérites.
- 3 Mise en place de la toile de jute / Les bandes sont coupées au fur et à mesure de la pose pour s'ajuster à la hauteur du talus / Elles doivent rester d'un seul tenant (pas de raccord en milieu de talus) / Chevauchement latéral des bandes : 10 cm + piquets d'ancrage $\geq 1 \text{ u /mL}$ (éviter l'effet boutonnier) / Ancrage de la toile en tête et pied de talus et en milieu de bande.
- 4 Semis (cf. fiche n°11)



MOYENS REQUIS

- Pelle hydraulique ou pelle araignée si nécessaire pour égaliser le terrain
- Petit matériel de terrassement manuel : barre à mine, pioche, rateau
- Camion de transport avec équipement de levage (1 balle $\approx 500 \text{ kg}$) / véhicule 4x4
- Echelle, missette, perceuse dans le cas des substrats rocheux
- Équipement spécifique pour travaux encordés (talus $> 5 \text{ m}$ ou pente talus $> 37^\circ$)
- Matériel, véhicules et engins pour le semis (cf. fiche n°11)



RECOMMANDATIONS

La toile ne doit pas être tendue afin d'épouser les reliefs du sol et doit être correctement fixée au fond de chaque relief (notamment dans le cas des ravines).

Les talus sous-cavés ne sont recouverts de toile de jute que s'ils ont pu être purgés (purge manuelle parfois suffisante).

OBJECTIFS

- Rétablissement les conditions écologiques propres au milieu.
- Récolter des graines plus efficacement et d'origine contrôlée pour alimenter les travaux de semis hydraulique.
- Disposer de plus grandes quantités de graines d'espèces pour lesquelles les quantités collectées dans la nature sont toujours insuffisantes.
- Diminuer l'impact des collectes sur la régénération naturelle.

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

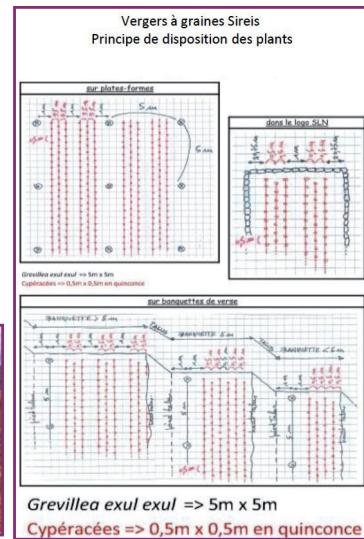
- Plate-forme de verve présentant une superficie suffisante et facile d'accès.
- Substrat de type topsoil ou saprolites terreuses
- Sol à composition de fines >50%

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

- Topsoil / matériau terieux mis en place sur une épaisseur de 30 à 50 cm (Cf guide orange)
- Stabilité en grand des ouvrages (verve, talus de verve)
- Accès ouverts et entretenus
- Clôture contre les cerfs

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

- Plantation sur plates-formes et banquettes de verve ou talus de faible pente après recouvrement des surfaces par du topsoil ou saprolites terreuses
- Pléntation lâche d'arbres (5 x 5 m) et plantation intercalaire d'espèces herbacées à maille serrée (0,5 x 0,5 m) afin d'optimiser les surfaces.
- Amendements supplémentaires à la plantation puis lors des entretiens
- Aménagement d'allées régulièrement espacées pour faciliter les récoltes puis permettre la mécanisation
- Protéger par une clôture contre les cerfs si impact avéré.

**MODE OPÉRATOIRE**

- 1 Choix des espèces à mettre en vergers / Commande en pépinière 2 ans minimum avant la plantation.
- 2 Collecte des graines et boutures sur le massif ou massifs proches.
- 3 Sous-solage si nécessaire, puis mise en place du matériau de recouvrement (topsoil, saprolites terreuses).
- 4 Clôture contre les cerfs.
- 5 Arrachage des espèces spontanées du topsoil le cas échéant.
- 6 Plantation avec amendements organiques supplémentaires / Techniques de mécanisation à l'étude.
- 7 Suivi de la croissance des plants et entretien régulier.
- 8 Mise en place possible d'expérimentations de forçage des plants (taille, amendements, arrosage...).
- 9 Récolte manuelle / Mécanisation dès que possible.

MOYENS REQUIS

- Pelle rétro - Dumper articulé pour la préparation des surfaces.
- Plantation => cf. fiche n°12 / utilisation d'engins agricoles possible.
- Associations locales / Organismes de recherche / Gestion externe

OBJECTIFS

- Intégration paysagère des affleurements rocheux de fort impact visuel en accélérant le processus de patine naturelle de la roche (couleur plus foncée de la roche, développement d'algues, mousses et lichens...).
- Améliorer les conditions de milieu et permettre le cas échéant à la végétation naturelle de s'implanter (dans fissures, zones d'altération, redans...).

TECHNIQUE APPLICABLE SUR :

Surfaces et affleurements rocheux non végétalisables :

- Chantier et carrière d'exploitation
- Déblai de piste.
- Masque drainant de verre / Enrochement
- Ancienne décharge de versant en arasement.

PRÉ-REQUIS NÉCESSAIRES :

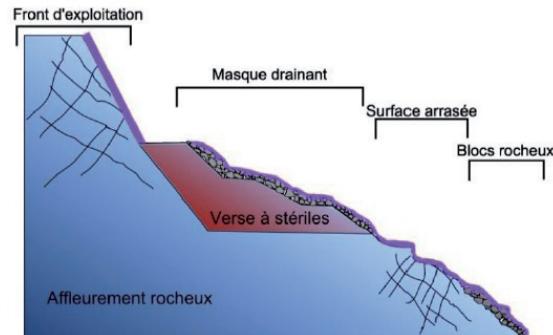
- Stabilité en grand des talus vérifiée
- Hauteur des fronts <80m
- Mise en sécurité du site
- Accès conservés
- Accès à l'eau.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES / DIMENSIONNEMENT

La technique consiste à projeter un mélange sur la roche à l'aide d'un hydroseeder.

⇒ C'est un semis hydraulique sans graines.

- Les parois rocheuses doivent être préalablement purgées de tous les éléments susceptibles de se décrocher.
- Il n'existe pas de limite à cette technique hormis l'accès pour la projection à l'hydroseeder.
- Le mélange est fait exclusivement d'engrais, de matière organique et d'alginate.



MODE OPÉRATOIRE

- 1 Purge des parois rocheuses : cf. fiche n°1
- 2 Epandage du mélange : cf. fiche N°11.

MOYENS REQUIS

- Pelle hydraulique pour la purge des parois ou manuellement en travaux acrobatiques.
- Matériel pour semis hydraulique : cf. fiche n° 11.
- Equipement spécifique pour travaux encordés (talus > 50 m et/ou pente talus > 37°).

RECOMMANDATIONS

- Dans le cas de roches fissurées avec petits redans d'altération ou accumulation de cailloutis, le mélange semé peut être complété de mulch afin de créer une matrice favorable au développement de graines et végétaux déjà présents.
- Les oxydes métalliques et autres agents colorants sont à éviter en raison des risques de toxicités pour l'environnement ou de leur effet limité dans le temps (produits en milieu tropical).



Mine Tiébaghi - Koumac

LE RÉAMÉNAGEMENT DANS L'ACTIVITÉ MINIÈRE

APPLIQUER LES BONNES PRATIQUES MINIÈRES

Forts de leur expérience, les acteurs SLN ont acquis des bonnes pratiques qui contribuent à une meilleure insertion des activités dans l'environnement naturel et vont dans le sens de la réhabilitation des sites.

Ces bonnes pratiques sont intégrées dès les projets :

POUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE

- Priorité donnée aux techniques les moins impactantes (géophysique et sondages héliportés dans les premières phases / sondages terrestres dès lors que la prospection devient plus détaillée) ;
- Réutilisation des pistes existantes privilégiée ;
- Prise en compte des aspects environnementaux dans le cas d'ouverture de nouveaux accès (circulation des eaux, flore, récupération et réutilisation de topsoil) ;
- Evaluation préalable de la sensibilité des formations végétales.

POUR LES TRAVAUX D'EXPLOITATION

- Gestion des eaux contrôlée de l'exploitation, de manière à limiter les phénomènes érosifs ;
- Contrôle géotechnique des fosses d'exploitation ;
- Optimisation de l'exploitation intégrant les techniques modernes (comblement de fosse, conservation d'un merlon naturel, récupération du topsoil en phase de décapage, optimisation du transport des matériaux, etc) ;
- Construction des verses à stériles selon les règles de conception et suivi géotechnique ;
- Conservation de la végétation naturelle dans la mesure du possible, et en particulier les zones à forts enjeux écologiques ;
- Gestion raisonnée des déchets produits par l'activité et de toutes les substances dangereuses ou nocives utilisées pour l'exploitation.

Les bonnes pratiques minières permettent la réduction des impacts des activités sur l'environnement et par conséquent limitent les besoins et les dépenses de réhabilitation.

PRÉVOIR LE RÉAMÉNAGEMENT

Afin de prévoir les actions de réaménagement et les intégrer dans la vie de la mine, un schéma directeur de réaménagement (SDR) doit être réalisé et suivi. Le SDR doit répondre aux objectifs préalablement fixés : sécurité, stabilité, maîtrise des circulations d'eaux pour la lutte contre l'érosion et la préservation de la ressource en eau, insertion écologique et paysagère, etc.

LE SDR D'UN SITE TIENT COMPTE :

- De l'ensemble des résultats issus de l'étude d'impact de l'activité,
- Des composantes techniques (exploitation, accès) et environnementales du site,
- Des contraintes extérieures d'ordre géographique, naturel, patrimonial ou industriel, existantes sur la zone d'activité (servitudes, zones classées, monuments, réseaux, ressources, installations et activités diverses)

Il est donc basé sur une phase d'étude approfondie du site et de son fonctionnement environnemental.

Le schéma directeur de réaménagement se présente sous forme de plans et coupes.

Il indique les principes et mesures retenues pour la remise en état des surfaces concernées par les travaux miniers, au fur et à mesure et en fin d'exploitation.

Le SDR est aujourd'hui un document intégré aux dossiers réglementaires.

⇒ Chaque choix technique devra alors se conformer à ce schéma directeur pour conserver l'harmonie du projet tout au long de sa réalisation.

⇒ Les principes de ce schéma seront précisés au fur et à mesure de la vie du site afin de les adapter à la réalité du terrain et de réaliser des calculs de dimensionnement.

⇒ Ce schéma sera mis à jour régulièrement pour tenir compte des modifications de projets miniers afin de disposer d'un guide environnemental cohérent à l'avancement.

La **réussite** d'un schéma directeur découle de l'application d'une méthodologie structurée garante de l'intégration de l'ensemble des composantes environnementales et techniques du site, dans les projets et travaux :



Les principales étapes de la méthodologie à suivre sont variables en fonction de l'état du site (site en activité / passif). Elle sont détaillées dans la procédure SLN n°DE/P/0018.



Schéma Directeur de Réaménagement - Secteur Alpha - Centre de Tiébaghi

RÉAMÉNAGER À L'AVANCEMENT

Les principes de réhabilitation doivent être réfléchis en phase projet en intégrant systématiquement les contraintes environnementales dans les projets d'exploitation.

Le schéma directeur de réaménagement permet de séquencer les actions en fonction de l'avancement de l'activité.

Les travaux de réaménagement sont menés par différents acteurs (exploitants/ sous-traitants) et interviennent dans les différentes phases de l'activité SLN :

- Ouverture de site et travaux de recherche ;
- Travaux d'exploitation ;
- Fermeture de sites.

⇒ **Le réaménagement à l'avancement fait partie du processus minier. Il coûte moins cher qu'agir uniquement au moment de la fermeture.**

⇒ **Réalisé à toutes les étapes de la vie d'un site, le réaménagement contribue à une meilleure insertion de l'activité minière dans son environnement naturel et humain. Il permet de « cicatriser » le site au fur et à mesure de son exploitation.**





Décharge ABCB26 réaménagée - Poro Bonini



Mine de Kongouhaou réaménagée - Camp de Sapins - Centre de Thio

EXEMPLES PHOTOGRAPHIQUES



CE DOCUMENT A ÉTÉ RÉALISÉ SOUS LA DIRECTION DU DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT DE LA SLN AVEC LA COLLABORATION DE MICA ENVIRONNEMENT ET DE VÉGÉCAL NC ET L'AIMABLE PARTICIPATION DES CENTRES SLN.
IL EST LA PROPRIÉTÉ DE LA SLN ET NE PEUT ÊTRE REPRODUIT, MEME PARTIELLEMENT, SANS L'AUTORISATION DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA SLN (OU DE SES REPRÉSENTANTS AUTORISÉS)

CRÉDITS PHOTOS : REMERCIEMENT AUX CENTRES MINIERS SLN, MICA ET VÉGÉCAL.

GUIDE VIOLET

