



Eugenia macrocalyx
Faramea guianensis
Faramea multiflora
Gonzalagunia dicocca
Guatteria punctata
Himatanthus sucuuba
Hirtella racemosa
Hymenolobium excelsum
Inga sarmentosa
Ixora piresii
Justicia cayennensis
Lacistema aggregatum
Lacistema grandifolium
Lecythis confertiflora
Licania heteromorpha var. *heteromorpha*
Mahurea palustris
Mansoa standleyi
Margaritopsis kappleri
Marlierea ferruginea
Mayna odorata
Melicoccus pedicellaris
Miconia diaphanea
Miconia poeppigi
Minuartia guianensis
Mollinedia laurina
Nautilocalyx pictus
Ocotea cinerea
Ocotea nigra
Panopsis rubescens
Paramachaerium ormosioides
Passiflora glandulosa
Paypayrola hulkiana
Peperomia macrostachya
Piper obliquum
Poecilanthe effusa
Pourouma minor
Pouteria guianensis
Pseudima frutescens
Psiguria triphylla
Psychotria poeppigiana
Quararibea ducnei
Rinorea pubiflora
Ryania pyrifera
Siparuna decipiens
Siparuna poeppigi
Sloanea grandiflora
Stenosolen heterophyllus
Stryphnodendron pulcherrimum
Swartzia arborescens
Tachigali amplifolia
Tapura amazonica
Tapura guianensis
Trattinnickia rhoifolia
Zygia racemosa

Plantae/Equisetopsida

Ceiba pentandra
Dipteryx odorata
Hymenaea courbaril
Jacquinella globosa
Lindsaea quadrangularis subsp. *antillensis*
Piper arboreum
Pleurothallis ruscifolia
Randia nitida
Salpichlaena volubilis
Scleria latifolia
Socratea exorrhiza



Vriesea splendens

Plantae/Filicopsida

Adiantum adiantoides

Adiantum argutum

Adiantum paraense

Metaxya rostrata

Trichomanes vittaria

Plantae/Monocotyledones

Aspidogyne foliosa

Calathea maasiorum

Cheiradenia cuspidata

Dichaea cf. picta

Elleanthus caravata

Elleanthus cephalotus

Elleanthus graminifolius

Epidendrum purpurascens

Epidendrum unguiculatum

Ichnanthus breviscrebrus

Ichnanthus panicoides

Ischnosiphon gracilis

Ischnosiphon puberulus

Maxillaria ponerantha

Maxillaria porrecta

Maxillaria uncata

Monotagma spicatum

Octomeria surinamensis

Olyra micrantha

Peristeria cerina

Pleurothallis archidiaconi

Pleurothallis cf. uniflora

Pleurothallis picta

Pleurothallis suspensa

Prosthechea aemula

Prosthechea vespa

Reichenbachanthus reflexus

Scaphyglottis stellata

Trichosalpinx cf. blaisdellii

Xylobium cf. foveatum

Annexe 2 : Convention d'Occupation Temporaire du domaine forestier privé de l'Etat pour activités Minières sur le PEX 01/92 dit « Espérance », faisant aujourd'hui l'objet d'une concession

CONVENTION D'OCCUPATION TEMPORAIRE DU DOMAINE FORESTIER PRIVE DE L'ETAT POUR ACTIVITE MINIERE

Entre les soussignés :

La Société **COMPAGNIE MINIERE ESPERANCE** (numéro SIRET 381 151 760 00018 – code APE 132Z) sise Z.I. TERCA – Carrefour du LARIVOT – 97351 MATOURY, représentée par **Madame Carol OSTORERO**, la Directrice Générale, ci-après désigné le "Bénéficiaire".

d'une part,

Et **Monsieur le Trésorier Payeur Général de la Guyane**, agissant en exécution du Code du Domaine de l'Etat et en vertu de la délégation permanente de signature de Monsieur le Préfet de la Guyane donnée suivant l'arrêté n°3307/2D/3B du 29 décembre 2006,

Monsieur Le Trésorier Payeur Général est assisté de Monsieur le Directeur Régional pour la Guyane de l'Office National des Forêts, établissement public national à caractère industriel et commercial, créé par l'article 1er de la loi n°64.1278 du 24 décembre 1964, ci-après désigné "O.N.F.", dont les bureaux sont à Cayenne – Réserve de Montabo – 97307 CAYENNE.

d'autre part,

Lesquels préalablement à la convention, objet du présent acte, ont exposé et sont convenus de ce qui suit :

EXPOSE :

Par demande en date du 19/07/2004, la Société **COMPAGNIE MINIERE ESPERANCE** a sollicité l'autorisation d'occuper le domaine forestier pour exploitation minière sur le terrain suivant :

- territoire communal de : **APATOU**
- lieu-dit : **ESPERANCE**
- superficie : **25,00 km²**

L'activité du bénéficiaire devra se cantonner exclusivement à l'intérieur des limites du permis exclusif de recherches dit « Permis d'exploitation d'ESPERANCE » **PEX 01/1992**, octroyé par arrêté ministériel du 10/02/2005 qui demeurera annexé à la présente convention.

Ce terrain dépend du Domaine Forestier Privé de l'Etat dont la gestion et l'équipement sont confiés à l'ONF par décrets n°67-207 du 10 mars 1967 et 84-1032 du 20 novembre 1984, à l'exception des propriétés privées qui pourraient éventuellement exister ou des baux et concessions agricoles qui pourraient avoir été accordés à l'intérieur du titre minier.

CONVENTION

ARTICLE 1 :

Aux termes des présentes, le bénéficiaire est autorisé à utiliser les pistes et routes forestières, à occuper à titre temporaire les terrains ci-dessous désignés et à y réaliser les travaux miniers selon les conditions suivantes:

1-1 INSTALLATION DE CAMPEMENT OU BASE VIE

- situation : son emplacement figure sur le plan de situation annexé à la présente convention (ou sera déterminé ultérieurement après accord préalable de l'ONF).
- superficie : celle correspondant à la surface déforestée sur laquelle est implanté le campement, et dont la déclaration sera faite annuellement.

1-2 INSTALLATION DE DZ

Handwritten signature and initials

- situation : son emplacement figure sur le plan de situation annexé à la présente convention (ou sera déterminé ultérieurement après accord préalable de l'ONF).
- superficie : celle correspondant à la surface déforestée sur laquelle est implanté le campement, et dont la déclaration sera faite annuellement.

1-3 UTILISATION DE ROUTES ET PISTES FORESTIERES

- Désignation des voies utilisées :
- Longueur utilisée (pour accéder au titre miniers et au sein du titre minier) :

En cas de pluie, l'ONF se réserve le droit d'interdire momentanément la circulation sur tout ou partie de ces voies privées.

1-4 OUVERTURE ET UTILISATION DE PISTES D'ACCES CREEES PAR LE BENEFICIAIRE

- caractéristiques :
- largeur de l'emprise : 10 m
- longueur : km
- revêtement : terrain naturel

Avant toute ouverture de piste, le bénéficiaire devra obtenir l'accord préalable de l'ONF sur leurs caractéristiques, en particulier: leur tracé, la nature et l'importance des éventuels ouvrages de franchissement, les matériaux mis en place et les déforestages à effectuer.

1-5 DEFORESTATION

Il s'agit des déforestations occasionnées par l'activité minière (création de DZ, orpaillage hydraulique, tranchées ou puits de sondage,...) et y compris le déforestage pour création de piste (cf. 1-3)). Aucune déforestation (autre que pour la création d'une piste) ne pourra être effectuée à moins de 50 m de l'axe d'une piste existante sauf accord préalable de l'ONF.

Le bénéficiaire est soumis à une déclaration annuelle des superficies déforestées.

A cet effet, il remettra à la direction régionale de l'ONF, réserve de Montabo BP 7002 - 97307 Cayenne Cedex, avant le 31 janvier de chaque année, la déclaration des superficies déforestées durant l'année précédente accompagnée d'un plan de localisation des déforestations dont la précision sera au moins celle de l'échelle du 1/50 000è.

1-6 LES EMBLEMENTS DES CAMPEMENTS, PISTES ET ROUTES FORESTIERES, PISTES CREEES PAR LE BENEFICIAIRE ET SECTEURS A DEFORESTER

Ils figurent à titre indicatif sur le plan de situation annexé à la présente convention (ou seront déterminés ultérieurement).

Dans ce cas, le bénéficiaire devra obtenir l'accord de l'ONF sur l'emplacement de ces ouvrages et des secteurs à déforester avant tout début d'exécution.

ARTICLE 2 :

La présente autorisation est accordée jusqu'au 31 juillet 2005, mais est prorogée jusqu'à une date non encore définie, du fait de la demande de transformation en CONCESSION déposée le 30/03/2001, et actuellement en cours de traitement. Dès la publication de la décision du Conseil d'Etat, transformant ce titre minier, cette autorisation sera prorogée par voie d'avenant jusqu'à la date d'expiration de ce nouvel arrêté.

En tout état de cause, la durée de validité de la présente convention ne pourra être supérieure à celle du titre minier octroyé. La validité de la convention pourra être prolongée dans les mêmes conditions et durée que celle du titre minier sur demande écrite du bénéficiaire adressée à l'ONF. La prolongation sera réglée par voie d'avenant, et sera conditionnée par le strict respect des dispositions de la présente convention.

ARTICLE 3 :

En raison de son caractère temporaire, la présente autorisation d'occupation est strictement personnelle et ne pourra faire l'objet ni de cession, ni de sous location. Si cette clause n'était pas observée, la présente convention serait résiliée de plein droit.

ARTICLE 4 :

Le bénéficiaire dégage d'ores et déjà l'Etat et l'ONF de toute responsabilité en ce qui concerne les dommages, dégâts ou sinistres qui pourraient intervenir sur les terrains occupés pendant toute la durée de la convention.

ARTICLE 5 :

Le bénéficiaire sera tenu de réparer, à ses frais et sans délai, tout dégât anormal causé par ses activités à la forêt et ses équipements, non prévu à la présente convention et à l'arrêté d'ouverture des travaux miniers figurant en pièce jointe, à l'exception des déforestations prévues à l'article 1.

ARTICLE 6 :

La présente convention donne lieu au paiement des redevances suivantes :

6-1 REDEVANCES ANNUELLES AU TITRE DE L'OCCUPATION DU DOMAINE FORESTIER

A) campement(s) et DZ :

Neuf centimes d'euros par mètre carré et par an (0,09 €/m²/an) avec un minimum de perception fixé à 152,45 € par an.

B) Pistes

uf 01 h

1) Pistes et routes forestières utilisées par le bénéficiaire pour accéder au titre minier et pour circuler dans le titre minier :
Soixante seize euros et vingt deux centimes par kilomètre et par an (76,22 €/km/an)

2) Pistes d'accès créées et utilisées par le bénéficiaire au sein du domaine forestier privé de l'Etat :
Trente huit euros et onze centimes par kilomètre et par an (38,11 €/km/an)

6-2 REDEVANCES AU TITRE DE LA DEFORESTATION

Elle est fixée à Trois cent quatre vingt un euros et douze centimes par hectare (381,12 €/ha).

La déforestation pour création de pistes d'accès par le bénéficiaire entre dans le calcul de cette redevance, à savoir : Trois cent quatre vingt un euros et douze centimes à la création d'une piste avec emprise déforestée de dix (10) mètres (381,12 €/ha soit 381,12 €/km). Si la largeur moyenne d'emprise était supérieure, la redevance serait augmentée au prorata.

Sont exemptées de cette redevance de déforestation, les pistes créées par le bénéficiaire et qui auront été au préalable reconnues par l'ONF comme étant manifestement utiles pour la gestion forestière future.

6-3 CES REDEVANCES SONT PAYABLES A TERME ECHU AUPRES DU COMPTABLE DE L'ONF

Route de Montabo à Cayenne - CCP 8020-129, au plus tard le 1er février de chaque année, au vu des titres de recette correspondant aux déclarations d'activités prévues à l'article 1 ou dès la résiliation de la convention pour quelle que cause que ce soit.

En l'absence de déclaration d'activités, le relevé des éléments nécessaires au calcul des redevances sera effectué par l'ONF aux frais du bénéficiaire (frais de personnel ONF inclus).

6-4 EN CAS DE RETARD DANS LES PAIEMENTS

Les intérêts, au taux légal en vigueur, courent de plein droit au profit de l'Etat, quelle que soit la cause du retard constaté. Pour la liquidation de ces intérêts, qui seront réglés à l'ONF, chaque mois commencé sera dû en entier.

ARTICLE 7 :

Un état des lieux contradictoire sera effectué entre l'ONF et le bénéficiaire, sur la demande expresse et par écrit de ce dernier, dans le mois suivant l'attribution du titre minier. Cet état des lieux aura également pour but de valider les points d'implantation du titre sur le terrain. A l'expiration de ce délai, les lieux seront réputés vierges de toute exploitation minière et de toute déforestation. Cet état des lieux sera organisé aux frais du bénéficiaire.

Une visite annuelle devra être organisée par le bénéficiaire, à ses frais, afin que l'ONF et les services de l'Etat concernés puissent se rendre compte de l'état d'avancement des travaux.

Notamment, une visite sera organisée à la fin de validité de la convention ou en cas de renoncement avant terme, afin de faire constater par les services de l'Etat et l'ONF la remise en état des lieux en vue de l'obtention d'un nouveau site minier.

ARTICLE 8 :

Le bénéficiaire est tenu de remettre en état les lieux affectés par les travaux de déforestation. La remise en état comprend la mise en sécurité des fronts de taille, le comblement des tranchées, fosses ou puits de sondage, le régalage des terres de découverte préalablement conservées afin d'assurer une repousse végétale naturelle, ainsi que le nettoyage de l'ensemble des terrains qui devront être débarrassés de tous les matériels et matériaux introduits par le bénéficiaire.

ARTICLE 9 :

Conformément à l'arrêté préfectoral n°1232/SG du 08 Juin 2004, l'utilisation du mercure est interdite à compter du 1^{er} janvier 2006.

ARTICLE 10 :

Le bénéficiaire devra stocker les déchets produits, dans l'attente de leur élimination, dans des conditions assurant toute sécurité et ne présentant pas de risque de pollution. Les déchets biodégradables devront être brûlés ou enfouis. Tous les autres seront éliminés dans des installations régulièrement autorisées à cet effet. Notamment les huiles usagées, devront être évacuées des lieux et remises aux sociétés agréées pour leur traitement.

ARTICLE 11 :

Les hydrocarbures seront obligatoirement entreposés sur des aires de stockage étanches équipées d'un dispositif de rétention des fuites éventuelles.

ARTICLE 12 :

Il est rappelé qu'aux termes de l'article 22 de la loi 92-3 du 3 janvier 1992 (loi sur l'eau), repris par l'article L 216.6 du Code de l'Environnement, aucun rejet direct d'effluent pouvant provoquer une pollution n'est admis dans les cours d'eau.

En conséquence, la mise en oeuvre des techniques d'orpaillage hydraulique devra obligatoirement s'accompagner d'une décantation des eaux de lavage dans des bassins prévus à cet effet.

ARTICLE 13 :

Le bénéficiaire devra laisser une libre circulation sur la crique ainsi que sur les berges.

Signature

ARTICLE 14 :

Le bénéficiaire assumera toute responsabilité vis à vis des droits des tiers (limites de propriétés privées,...)

ARTICLE 15 :

L'inobservation sans motif justifié de l'une des obligations contenues dans la présente convention *pourra entraîner* la résiliation de la présente convention sans que le bénéficiaire puisse prétendre à une quelconque indemnité.

En outre, à chaque infraction à la réglementation en vigueur et à la convention constatée par l'ONF ou les services de l'Etat, une pénalité civile s'appliquera aux conditions suivantes, sans préjudice des actions en justice qui pourraient être, le cas échéant, diligentées par l'ONF à l'encontre du bénéficiaire :

- ouverture de piste non prévue à l'article 1 et non préalablement autorisée : pénalité de 1 524,49 € par km ouvert en dépassement
- absence de remise en état du site : pénalité forfaitaire de 4 573,47 €
- préjudice pour dégât anormal à la forêt et à ses équipements causés par les activités du bénéficiaire : pénalité forfaitaire de 1 524,49 € à 4 573,47 €
- tout autre manquement à la réglementation ou à la convention non énuméré ci-dessus, notamment l'absence de déclaration de déforestation : pénalité forfaitaire de 457,35 € à 4 573,47 €

Ces pénalités civiles ne dispensent pas le bénéficiaire de régler les redevances correspondantes et d'effectuer les réparations prévues par la présente convention et notamment de remettre en état les sites et les équipements qui auraient été anormalement dégradés par les activités du bénéficiaire.

Faute par le bénéficiaire de satisfaire à ces dispositions à la fin de la première saison sèche et après mise en demeure par lettre recommandée avec avis de réception, l'ONF pourra faire procéder aux frais du bénéficiaire à la remise en état des sites et des équipements qui auraient été anormalement dégradés. Le montant facturé au bénéficiaire comprendra le coût direct des travaux et la maîtrise d'oeuvre de l'ONF.

ARTICLE 16 :

Le bénéficiaire s'engage à acquitter les contributions, taxes et impôts de toute nature existant ou à venir concernant l'immeuble objet du présent acte. Les droits de timbre et d'enregistrement, si le bénéficiaire en requiert expressément la formalité, seront à sa charge et le bénéficiaire supportera en outre le coût des expéditions à délivrer au Service du Domaine et à l'ONF.

ARTICLE 17 :

Le bénéficiaire s'engage à obtenir les autorisations administratives nécessaires pour l'exercice de son activité. Il se conformera personnellement aux réglementations en vigueur, ainsi qu'aux modifications qui pourraient être apportées à ces réglementations et aux dispositions législatives et réglementaires édictées en la matière.

En aucun cas, la présente convention ne peut être considérée comme remplaçant les diverses réglementations en vigueur.

ARTICLE 18 :

Pour l'exécution des présentes, les parties font élection de domicile en l'Hôtel de la Préfecture à Cayenne.

Fait à Cayenne,

05 juillet 2010

Le Bénéficiaire
Le Directeur Général de la
COMPAGNIE MINIERE
ESPERANCE

Carol OSTORERO

Le Directeur Régional de l'ONF,



Pierre Jean MOREL

Pour le Préfet de la Guyane et par délégation,
Le Trésorier Payeur Général et empêché,

Didier RAVON

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

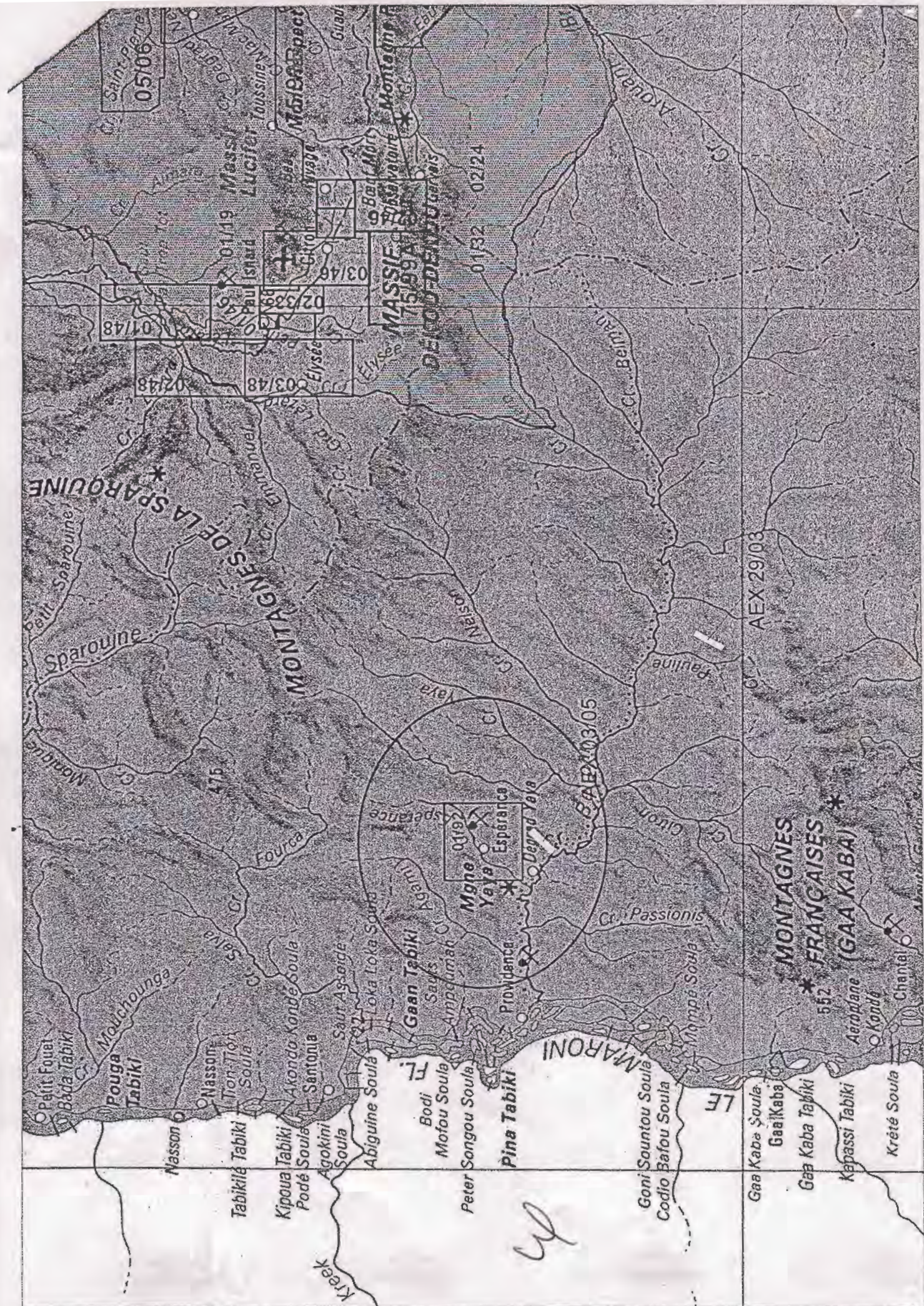
INDUSTRIE

Arrêté du 10 février 2005 prolongeant la validité d'un permis d'exploitation de mines

NOR: INDI0504703A

Par arrêté du ministre délégué à l'industrie en date du 10 février 2005, la validité du permis d'exploitation de mines d'or, métaux précieux et substances connexes dit « Permis d'exploitation d'Espérance » (Guyane), détenu par la compagnie minière Espérance, est prolongée jusqu'au 31 juillet 2005 sur toute l'étendue de sa superficie.





**Annexe 3 : Arrêté ministériel du 4 décembre 2015
prolongeant le PER CME n°18/2010 dit « Nouvelle Espérance »**

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DE L'INDUSTRIE ET DU NUMÉRIQUE

Arrêté du 4 décembre 2015 prolongeant la validité du permis exclusif de recherches de mines d'or et substances connexes attribué à la compagnie minière Espérance dit « Permis Nouvelle Espérance » et réduisant sa surface dans le département de la Guyane

NOR : EINL1529428A

Par arrêté du ministre de l'économie, de l'industrie et du numérique en date du 4 décembre 2015, la durée de validité du permis exclusif de recherches de mines d'or et substances connexes dit « Permis Nouvelle Espérance » et réduisant sa surface à 127,7 km², portant sur le territoire des communes d'Apatou et de Grand-Santi, est prolongée jusqu'au 5 novembre 2018, compte tenu de l'engagement financier minimal de 985 600 euros.

Conformément à la carte au 1/100 000 annexée au présent arrêté (1), le périmètre du permis exclusif de recherches dit « Permis Nouvelle Espérance » est constitué par un polygone à côtés rectilignes dont les points sont définis par les coordonnées suivantes (système RGFG 95, projection de Mercator Transverse Universelle – UTM – fuseau 22) :

POINTS	LOCALISATION DU POINT	COORDONNÉES X	COORDONNÉES Y
1	Extérieur	131 915	509 519
2	Extérieur	125 687	497 799
3	Extérieur	120 464	497 950
4	Extérieur	121 800	501 900
5	Extérieur	124 441	507 411
6	Extérieur	127 049	511 829
7	Extérieur	130 717	517 384
8	Extérieur	139 706	520 996
9	Extérieur	140 442	520 576
10	Extérieur	139 385	517 695
11	Extérieur	135 895	512 278
12	Intérieur	130 787	517 307
13	Intérieur	135 823	517 307
14	Intérieur	135 823	512 352
15	Intérieur	130 788	512 352

Le périmètre du permis exclusif de recherches dit « Permis Nouvelle Espérance » n'englobe pas la concession « Espérance » détenue par la compagnie minière Espérance.

La compagnie minière Espérance s'engage à ne pas effectuer de travaux terrestres dans un rayon de 3 km autour du centre du village d'Apagi, dont les coordonnées sont les suivantes : x = 118 297 et y = 501 570.

(1) L'arrêté intégral et la carte peuvent être consultés à la direction de l'eau et de la biodiversité, sous-direction de la protection et de la gestion des ressources en eau et minérales, bureau de la gestion et de la législation des ressources minérales

non énergétiques, tour Séquoia, 92055 La Défense Cedex, ainsi que dans les bureaux de la direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la Guyane, impasse Buzaré, BP 6003, 97306 Cayenne Cedex.

**Annexe 4 : Article du New York Times relayant la découverte
d'une roche démontrant la présence d'eau sur Mars et
nommée « Espérance » en référence à la mine de la CME
(7/06/2013)**

The New York Times | <http://nyti.ms/13j6UQD>

SPACE & COSMOS

Martian Rock Another Clue to a Once Water-Rich Planet

By KENNETH CHANG JUNE 7, 2013

The discovery of what appears to be a clay-rich rock on Mars adds to the portrait of the planet as one that once — in its youth, more than three and a half billion years ago — was a water-rich world with conditions amenable for life, NASA scientists said Friday.

The rock in question, about the size of a person's forearm, was examined by the Mars rover Opportunity, the older of the spacecraft still in operation on the planet. The newer rover, the Curiosity, landed last August and has been hogging the headlines ever since; in a news conference on Friday, NASA officials proudly called attention to the fact that the Opportunity, launched nearly a decade ago, was still soldiering on with valuable field work.

The newly discovered rock, which scientists named Esperance, is one of the oldest rocks that the Opportunity has looked at during its nine and a half years on Mars. From the abundances of elements like aluminum, calcium and magnesium, the mission's scientists concluded that the rock is very rich in clay minerals, which could have formed from copious water running over volcanic rocks.

"This is powerful evidence that water interacted with this rock and changed its chemistry, changed its mineralogy in a dramatic way," said Steven W. Squyres, the principal investigator.

The Opportunity and a twin rover, the Spirit, landed on Mars in January 2004, intended for a three-month mission. The Spirit got stuck in 2009 and has not been heard from since 2010, but the Opportunity remains in “remarkably good health,” said John Callas, the project manager.

“It is now Sol 3,331 in our 90-day rover mission,” Dr. Callas said. A sol is a Martian day, which is 39 minutes longer than a day on Earth.

The Opportunity has already found many signs of flowing water in Mars’s ancient past, but of very acidic water. “In fact, what Opportunity has mostly discovered evidence for in the past was sulfuric acid on Mars,” Dr. Squyres said.

The clays in Esperance — which means “hope,” but the rock was actually named after a gold mine in French Guiana where a project member had done research — formed in more neutral waters. “This is water you could drink,” Dr. Squyres said. “This is water that was probably much more favorable in its chemistry, in its pH, in its level of acidity, for things like prebiotic chemistry, the kind of chemistry that could lead to the origin of life.”

Last December, Dr. Squyres talked about a light-colored fine-grained rock in the same area, which appeared to possess a thin crust of clays, but otherwise had a composition typical of most Martian rocks.

Esperance contains a much higher concentration of clays, he said.

With its limited instruments, the Opportunity cannot look for carbon-based molecules that could be the building blocks of life. The Curiosity, which landed on another part of Mars, is larger and has a more advanced chemistry laboratory, and Dr. Squyres was asked if he wished that the Opportunity had the same capabilities.

“Absolutely,” he said with a chuckle. “No question about it. This is a treasure trove.”

Opportunity is now headed for a 180-foot hill called Solander Point,

less than a mile away. The slope will allow the rover to tilt its fixed solar panels northward to the Sun as winter approaches. Outcrops at Solander Point could reveal more clay-rich rocks.

Meanwhile, elsewhere on Mars, the Curiosity is about to wrap up its work on a couple of intriguing rocks that have painted a similar story of the planet's early history. It will then head toward its primary goal, an 18,000-foot mountain where rocks near the base are believed to contain clay minerals. That five-mile trip is expected to take about a year.

A version of this article appears in print on June 8, 2013, on page A14 of the New York edition with the headline: Martian Rock Another Clue To a Once Water-Rich Planet.

© 2015 The New York Times Company

Annexe 5 : Mémoire de récolement suite à l'inspection du 6 octobre 2016. Réhabilitation et revégétalisation sur la mine de St-Elie



SOCIETE DES MINES DE SAINT ELIE

Siège Social SMSE : Le BOURG – 97312 SAINT ELIE

Carrefour du Larivot – 97351 MATOURY GUYANE FRANCAISE

Tel 05 94 29 80 01

Fax : 05 94 35 16 58

Mémoire de récolement suite à l'inspection du 6 octobre 2016

Réhabilitation et re-végétalisation sur la mine de St-Elie



Version	Date	Intervenants	
1	08/12/2016	Rédactrice	Laura Lemaire (ingénieur HSE)
		Validation	Alexandre Cailleau (géologue)
		Validation	Nicolas Ostorero (directeur)

Table des matières

1	Contexte : Inspection par survol de la DEAL	4
2	SMSE suit l'avancement de la déforestation	4
2.1	Surfaces déforestées selon les données de l'ONF	4
2.1.1	Déforestation par année	4
2.1.2	Déforestation par secteur	5
2.2	Occupation du sol sur la mine de St-Elie	6
3	SMSE a mis au point des méthodes de re-végétalisation	7
3.1	Objectifs	7
3.2	Elaboration d'une méthode	7
3.3	Protocole pour les zones d'exploitation alluvionnaires	8
3.3.1	Restructuration des terrains	8
3.3.2	Production du matériel végétal	12
3.4	Re-végétalisation de zones d'exploitation primaires	13
4	SMSE présente des remises en état réussies	14
4.1	Résultats de revégétalisation en alluvionnaire	14
4.2	Résultats de revégétalisation en primaire	17
4.3	Revégétalisation spontanée	18
5	La revégétalisation est une préoccupation majeure de la SMSE	20
5.1	Actions de réhabilitations entreprises par SMSE en 2016	20
5.2	Actions de réhabilitation prévues pour fin 2016 et 2017	22
6	Gestion des digues et bassins	25
6.1	Contrôle des eaux de surface	25
6.2	Qualité d'un système de digues et bassins	26
6.3	Exemple : Digues et bassins du secteur Michel	27

1 Contexte : Inspection par survol de la DEAL

Le 6 octobre 2016, l'unité Mines & Carrières du service Risques, Energie, Mines et Déchets de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, a procédé à une inspection par survol en hélicoptère de la mine de St-Elie.

Cette mission a donné lieu à un compte rendu officiel daté du 20 octobre 2016 et reçu par la Société des Mines de Saint-Elie le 27 octobre 2016.

Il a été relevé une absence de réhabilitation et de revégétalisation pour une partie du site. Les terrains à nu peuvent ainsi présenter des signes d'instabilité au niveau des digues et d'effondrement au niveau des talus et fronts de taille. Des problèmes d'écoulement, d'érosion et de ravinement sont également répertoriés à travers les planches photographiques annexées au rapport de l'inspection.

Dans son courrier, la DEAL informe la SMSE de son obligation de fournir un mémoire de récolement pour justifier des moyens mis en œuvre pour traiter ces non conformités.

Suite à la réception de la lettre, Mme Lemaire du service HSE de la SMSE a contacté M. Louboutin, un des responsables de l'affaire à la DEAL. Il a fait part de son souhait d'une communication plus efficace entre nos services, souhait évidemment partagé.

Le 16 novembre 2016, une visite de la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) a eu lieu sur la mine de St-Elie en présence de la DEAL, de l'ONF et d'un gendarme. Le sujet de revégétalisation a de nouveau été abordé. La SMSE a expliqué sa démarche en matière de revégétalisation à partir de cartes. Une visite des secteurs Pactole et Mirabelle, déjà revégétalisés, a permis de montrer nos résultats de manière plus concrète.

Le présent rapport permet de répondre à la demande de la DEAL en détaillant la méthodologie employée pour la re-végétalisation, les résultats obtenus et les essais effectués. Les travaux prévus pour l'année à venir sont également mentionnés mais le planning final est encore susceptible d'évoluer.

2 SMSE suit l'avancement de la déforestation

2.1 Surfaces déforestées selon les données de l'ONF

2.1.1 Déforestation par année

La déforestation est indissociable de l'exploitation minière (création de pistes, barranques, zones d'extraction...). La SMSE tient un registre des surfaces déforestées année après année et paye une redevance de 381,12 € par hectare déforesté à l'ONF.

La société a conscience de l'impact sur l'environnement de ses pratiques et la déforestation est toujours motivée par un besoin réel lié à l'extraction minière.

Date de déforestation	Surface (ha) ¹
2005	11
2006	9
2007	26
2008	6
2009 à 2012	107
2013	38
2014	25
2015	19
TOTAL SMSE	241
Autres opérateurs	344
TOTAL GENERAL	585
% SMSE	41 %

Au total, depuis le début de l'exploitation, la SMSE a déforesté environ **241 hectares** sur la concession de St-Elie.

Ce chiffre est à comparer aux 344 hectares déforestés sur le même territoire par d'autres opérateurs. En effet, le site de St-Elie a commencé à être exploité il y a plusieurs dizaines d'années.

Ainsi, la SMSE est responsable d'environ 41 % de la déforestation sur sa concession de St-Elie.

2.1.2 Déforestation par secteur

Le détail des surfaces déforestées par secteur est présenté dans le graphique ci-dessous (voir la cartographie des secteurs en annexe).

Tous les secteurs exploités par la SMSE ont été en partie déforestés par d'autres opérateurs. Sur certains secteurs la part de déforestation imputable à d'autres opérateurs est majoritaire (cas du secteur Louise ou St-Auguste par exemple).

¹ Surface calculée par SMSE en se basant sur les cartes fournies chaque année par l'ONF. Prochaine mise à jour en janvier 2017

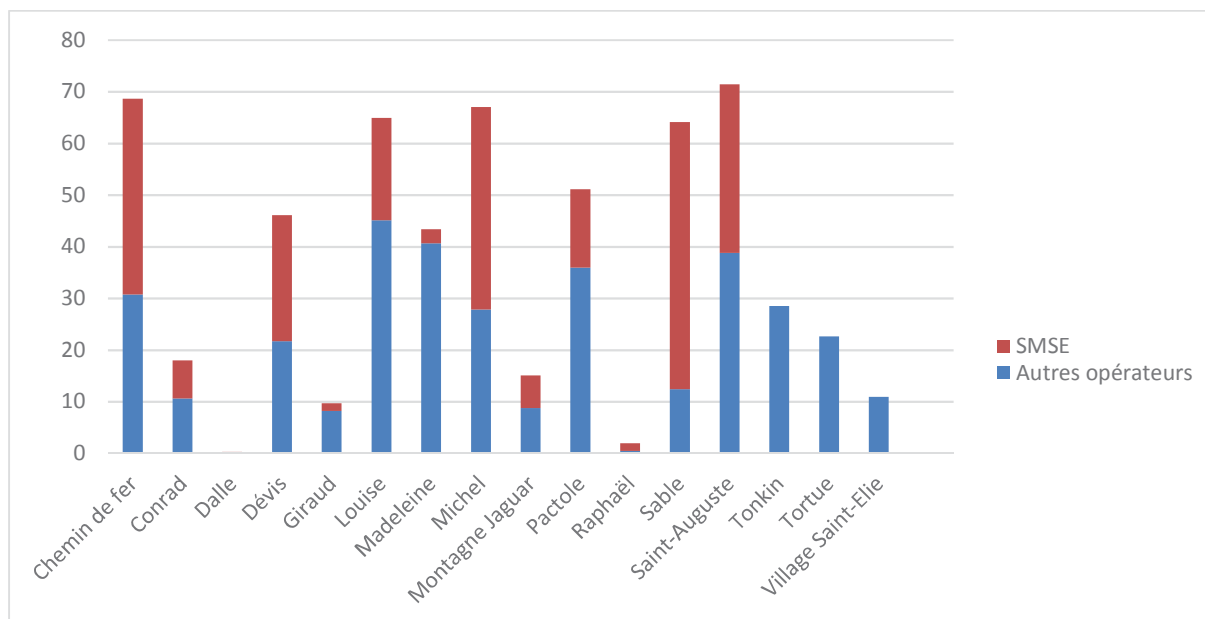


Figure 1 : Déforestation par secteur et par opérateur

Remarque : Le secteur Pedral devra être ajouté à ces synthèses dès que les informations seront suffisantes.

2.2 Occupation du sol sur la mine de St-Elie

Les données suivantes sont issues d'un fichier cartographique interne qui recense les différentes zones utilisées sur la mine. L'occupation du sol varie régulièrement (bassins, verses à stériles...) il est donc difficile de le tenir à jour, d'autant plus que les photos aériennes ne sont pas toujours disponibles. SMSE envisage de recourir à un drone afin d'avoir plus de matériel pour travailler.

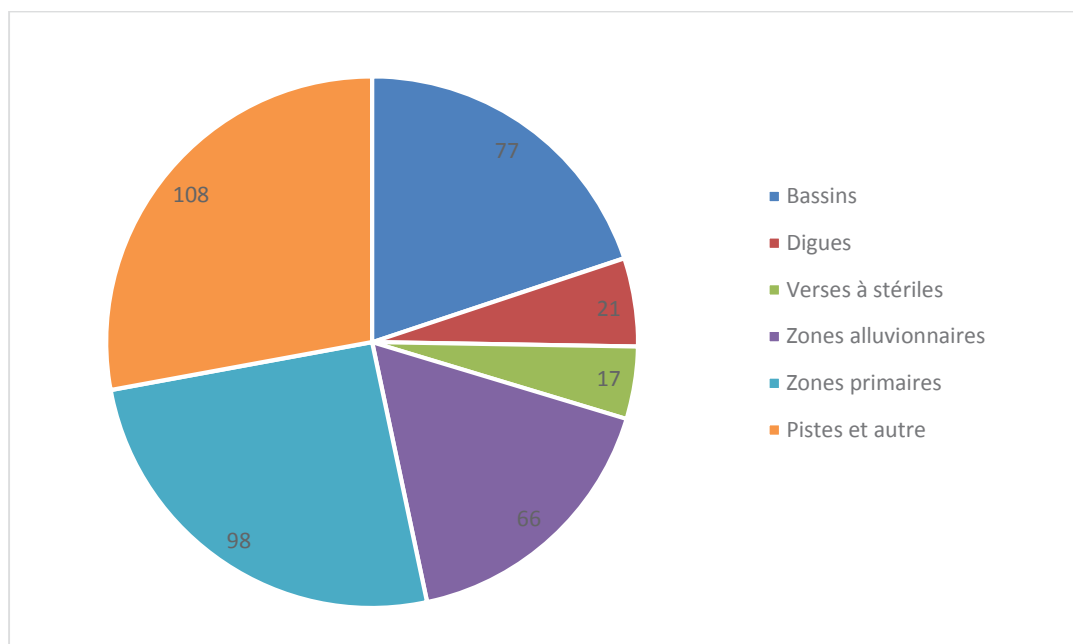


Figure 2 : Occupation du sol (ha) sur la mine de St-Elie

Comme nous l'avons vu, la déforestation sur la mine de St-Elie n'est pas uniquement imputable à la SMSE. Sur les 387 hectares exploités par SMSE depuis 2005, seuls 241 ont effectivement été déforesté par la société.

La répartition entre zones d'exploitations primaires et secondaires est assez équilibrée sur la mine de St-Elie. Les pistes, bords de pistes, pentes et autres surfaces (camp...) représentent également une part importante de l'occupation du sol.

Nota : Ces données sont fournies à titre indicatif. En effet, il y a certaines incohérences entre nos photos aériennes et les cartes de déforestation émises par l'ONF. Un rendez-vous est prévu courant janvier entre l'ONF et le pôle environnement de la SMSE afin d'harmoniser nos cartes.

SMSE a conscience de l'importance des surfaces déforestées et est investie dans la remise en état des sites. Elle a mis au point des protocoles de re-végétalisation présentés dans la partie suivante.

3 SMSE a mis au point des méthodes de re-végétalisation

3.1 Objectifs

Après l'exploitation d'un secteur pour l'or alluvionnaire, ou l'or primaire, la réhabilitation est un travail qui a pour objectif de remettre la zone exploitée dans un état le plus proche possible de l'état naturel d'origine. L'objectif n'est pas de re-végétaliser la totalité des surfaces déforestées mais de permettre une reforestation naturelle le plus rapidement possible. Ainsi, la création de corridors reliant des îlots re-végétalisés doit être recherchée. En alluvionnaire, environ 30% des surfaces sont reforestées.

La re-végétalisation a également un rôle dans les secteurs toujours exploités pour stabiliser les terrains, gérer les eaux et lutter contre l'érosion. Ces problématiques sont particulièrement importantes dans les zones d'exploitation primaires.

SMSE exploite actuellement environ 387 hectares dont 241 qu'elle a déforesté. Afin de ne pas laisser de larges zones non reforestées et parce que la délimitation n'est pas évidente sur le terrain, même les surfaces déforestées à l'origine par d'autres opérateurs peuvent faire l'objet d'une re-végétalisation par la SMSE. C'est le cas par exemple sur les secteur Louise et Mirabelle.

3.2 Elaboration d'une méthode

Aucun protocole n'existe à ce jour en Guyane pour faire ce type de travaux. Des renseignements ont été pris auprès des différentes personnes compétentes en la matière pour optimiser les essais : paysagistes sur Cayenne, bureaux d'études spécialisés tels que SOLICAZ, spécialistes du CIRAD-INRA Martinique-Guadeloupe-Réunion, Pôle Technique et Minier de Guyane, données disponibles sur le site de Changement, réhabilitation faite par lamgold, livret Technique de Denis LOUBRY...

Extrait de la bibliographie utilisée :

D. Loubry, 2002. *Livret technique pour la conduite de la revégétalisation sur les surfaces minières alluvionnaires de Guyane*. Institut de Recherche pour le Développement

RITA, INRA, SOLICAZ, 2015. *Guide de la fertilité organique en Guyane, Un sol vivant pour nourrir vos cultures*.

SOLICAZ, 2012-2015. « Conservation et utilisation durable d'espèces végétales indigènes pour développer des filières locales » Rapport final 2012-2014 - GUYAFIX – Mise en place d'une production de plantes fixatrices d'azote endémiques de Guyane pour la restauration des sites dégradés

Bio-Savane GUYANE, 2015. *Cultivons autrement : exemples locaux de techniques agro-écologiques*.

APAPAG, Agronomie Service, RITA Guyane, Région Guyane - *Fiche sol n°1 – Activateur de sol*

La méthodologie de remise en état des sites évolue au fil des essais et des résultats obtenus. En alluvionnaire, le protocole utilisé est plus développé et abouti qu'en primaire. En effet, nous avons déjà obtenu des résultats très concluants, notamment sur la crique Pactole, réhabilitée dans le cadre du projet GUYAFIX.

Que ce soit en primaire ou en alluvionnaire, la réhabilitation passe par un travail de restructuration des terrains, puis par la mise en place d'une nouvelle couverture végétale.

3.3 Protocole pour les zones d'exploitation alluvionnaires

3.3.1 Restructuration des terrains

Lors d'un chantier alluvionnaire, la crique est déviée et des barranques sont creusées dans son ancien lit. Dans un premier temps, la réhabilitation doit permettre de rendre à la crique un cours proche de son état initial. Le protocole établi par la SMSE est détaillé dans les figures pages suivantes. Il vise à redonner au cours d'eau un maximum de ses fonctionnalités naturelles : alimenter la plus grande surface possible de berges en graines et matières organiques, réguler la progression de l'eau dans le flat, en saison sèche comme en saison des pluies, réguler les grands paramètres physiques et chimiques du milieu aquatique : température, oxygène dissous, turbidité, ...

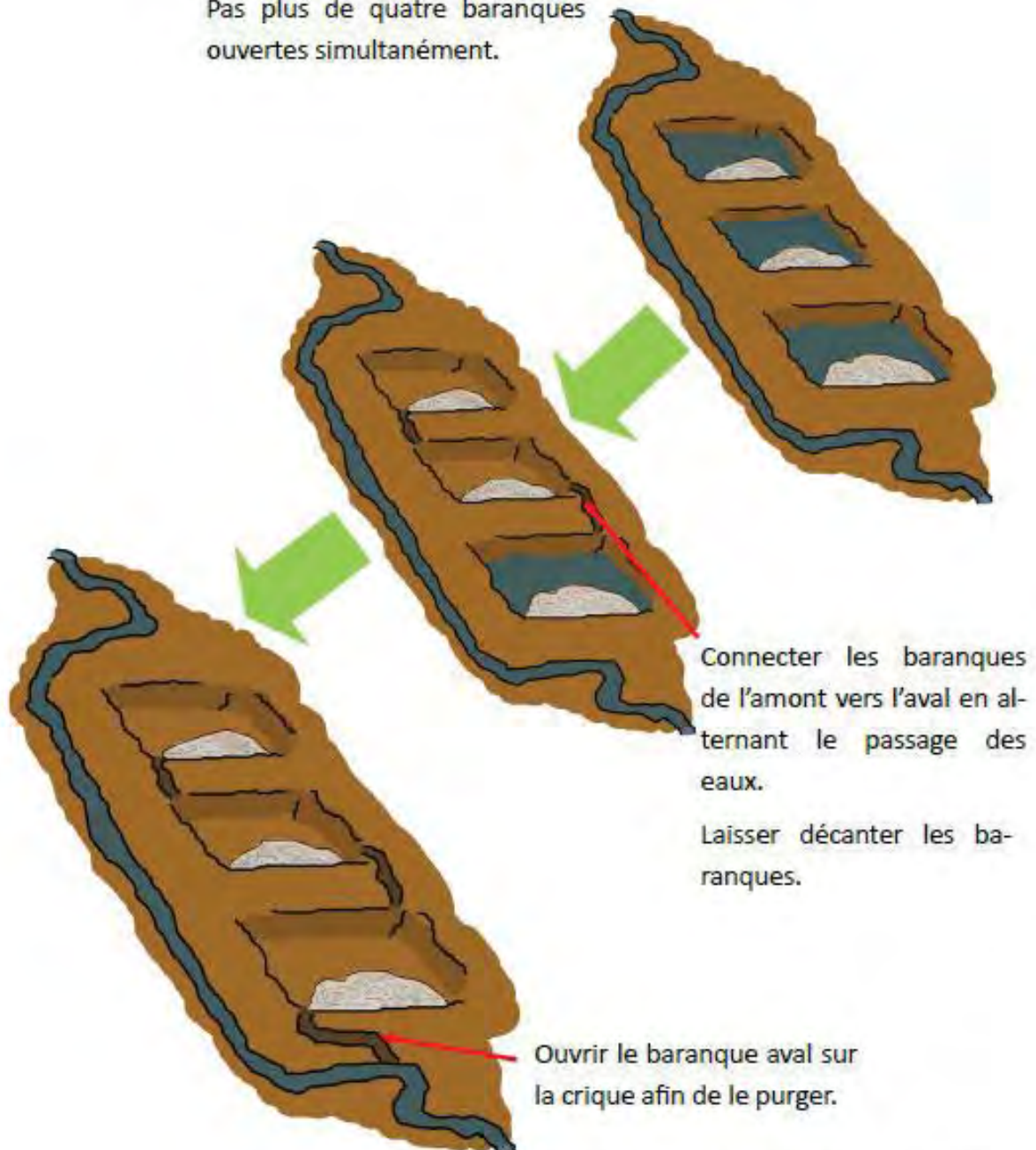
Ce travail est réalisé par le personnel de la mine, au bulldozer et à la pelle, et suivi par le chef de mine. Bien entendu, ces grands principes doivent être adaptés au cas par cas, en fonction de la quantité de matériaux disponibles, du relief, de la largeur du flat... et des conditions de terrain en général.



SOCIÉTÉ DES MINES DE SAINT-ÉLIE
Réhabilitation des chantiers alluvionnaires

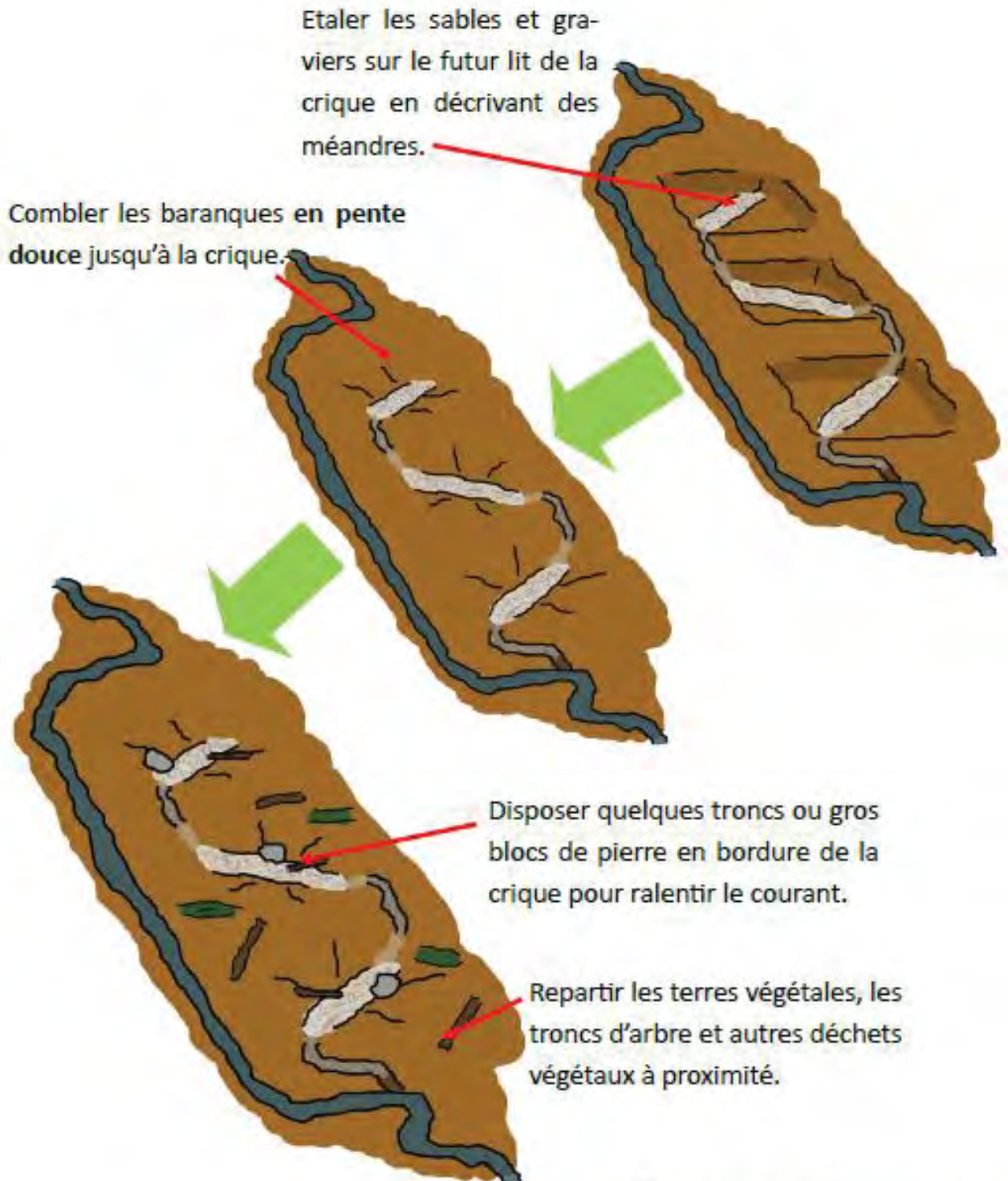
Fiche 1 : Purger les baranques

Pas plus de quatre baranques
ouvertes simultanément.





Fiche 2 : Retaluter le flat





SOCIÉTÉ DES MINES DE SAINT-ÉLIE
Réhabilitation des chantiers alluvionnaires

Fiche 3 : Mettre en eau



Objectif de la réhabilitation :

- ⇒ Retour des conditions naturelles ;
- ⇒ Préservation de la forêt et des écosystèmes.



3.3.2 Production du matériel végétal

Une fois la zone réhabilitée, la re-végétalisation peut débuter. Le sol des zones alluvionnaires est généralement très pauvre et sableux. Il n'y a pas de problématique d'érosion ou de ravinement majeure contrairement aux zones primaires, la re-végétalisation peut donc être effectuée directement par une plantation d'arbres.



Figure 3 : Exemple de sol sableux, crique Louise, octobre 2016

Le protocole utilisé a été développé lors du projet Guyafix en partenariat avec SOLICAZ.

SMSE utilise des plants d'Inga (7 espèces) et de Clitorias pour leurs caractéristiques :

- Héliophiles : se développent en plein soleil
- Fixateurs d'azote : enrichissent le sol et ne nécessitent pas d'engrais,
- Mobilisateurs de phosphore : grâce à la mycorhization
- A croissance rapide.

Etant donné les difficultés pour développer suffisamment de plants sur la pépinière de St-Elie, SMSE a décidé de recourir à SOLICAZ pour la fourniture de plants inoculés et mycorhizés.

L'inoculation fournit aux plants les bactéries symbiotiques nécessaires à la formation de nodules pour assimiler l'azote atmosphérique. La mycorhization permet quant à elle un meilleur développement racinaire.



Figure 4 : Production des plants



Figure 5 : La pépinière de St-Elie

3.4 Re-végétalisation de zones d'exploitation primaires

En primaire, nous sommes confrontés à des problématiques d'érosion et de ravinement importantes. De plus, les sols, très argileux, sont extrêmement compacts.



Figure 6 : Illustration de sols érodés et de ravinement sur le secteur Chemin de Fer

La re-végétalisation nécessite d'importants travaux de terrassement (création de banquettes, réduction des pentes, aplanissement avant le passage du tracteur...).

Les premiers essais concluants concernent les verses à stériles. La verse des matériaux stériles par les tombereaux s'effectue progressivement dans un endroit adapté de par sa morphologie et son confinement. Lorsque la verse des matériaux se termine, un bulldozer et une pelle excavatrice assurent la mise en forme du terrain pour en assurer la gestion des eaux (limitation de l'érosion) et permettre le passage d'un engin agricole pour la re-végétalisation.

Ensuite, un hersage est réalisé au tracteur afin d'aérer le sol compacté par les engins. Enfin, des graines d'espèces herbacées sont réparties sur la surface conjointement à un apport de fertilisant relativement important. Les espèces d'herbacées sont choisies pour leur capacité à maintenir le sol (*Bracaria*) et/ou à l'enrichir en azote (légumineuse comme *Calapogonium* et *Crotalaria*). Le problème est que ces dernières espèces nécessitent un apport de bactéries pour réaliser la symbiose qui permet de capter l'azote. Des tests devront être réalisés pour associer la bactérie directement à la graine (prévu en 2017).



Figure 7 : Matériel de semis, graines et fertilisants

La couverture végétale doit être établie le plus rapidement possible. En effet, les pluies tropicales conduisent à une érosion rapide des terrains argileux (creusement de ravines, glissements de terrain).

Ce protocole peut également être appliqué à d'autres zones (banquettes, digues, ...) à condition que le passage du tracteur soit possible.

La réhabilitation des fosses minières demande un important travail mécanique pour créer des conditions acceptables pour la re-végétalisation. Nous n'avons pas encore d'exemple de réalisation à ce jour mais cela fait partie des projets pour 2017/2018.

4 SMSE présente des remises en état réussies

4.1 Résultats de revégétalisation en alluvionnaire

Les criques Pactole et Mirabelle ont été re-végétalisées en 2012 dans le cadre du projet Guyafix, en partenariat avec Solicaz et Ecofog. La surface concernée est d'environ 12 ha.

Sur Pactole, seuls des Ingas inoculés ont été plantés. Les plants se sont plus ou moins bien développés selon les secteurs. Malgré les analyses de sols réalisées, il est difficile d'établir la raison pour laquelle certains secteurs ont très bien fonctionné et d'autres pas du tout (voir photos ci-dessus). En effet, de multiples facteurs peuvent intervenir : teneur en éléments minéraux (azote, phosphore...), pH, texture du sol (sableux, argileux...), teneur en matière organique, profondeur de la nappe d'eau souterraine...

Il est nécessaire de poursuivre la recherche dans ce domaine, c'est pourquoi SMSE souhaite continuer le partenariat avec SOLICAZ. La mycorhization, qui n'avait pas été mis en place en 2012, devrait permettre aux plants de puiser de l'eau à plus grande distance.

Au Nord de la crique Pactole, une zone a donné des résultats particulièrement bons. Les arbres se sont bien développés et un grand nombre de nouvelles espèces se sont implantées, recréant un véritable couvert végétal.



Figure 8 : Crique Pactole avant et après re-végétalisation

Sur la crique Mirabelle, la revégétalisation s'est effectuée à partir de Clitorias inoculés. En 2016, soit 4 ans après leur plantation, les Clitorias sont en graines pour la première fois. L'apport de graines permettra de poursuivre la production de plants sur la pépinière de St-Elie.



Figure 9 : Revégétalisation de la crique Mirabelle (photo aérienne 2015 et photos SMSE 2016)



Figure 10 : Illustration du protocole GUYAFIX mis en œuvre sur le site de St-Elie (Source : Solicaz 2013, 2015)

4.2 Résultats de revégétalisation en primaire

Sur St-Elie, l'exploitation de l'or primaire est relativement difficile à prévoir, ce qui impacte la réhabilitation. En effet, certains secteurs qui ne sont plus exploités actuellement pourront l'être de nouveau dans quelques mois ou servir de versés à stériles. De plus, la méthodologie n'est pas encore développée et les coûts de remise en forme des terrains très élevés. Ainsi, la réhabilitation des secteurs primaires est pour l'instant assez limitée.

Certaines digues et bords de piste sont enherbées ou utilisées pour des plantations (ananas et cajou) ce qui permet, en plus de donner des fruits aux personnel, de lutter contre l'érosion et le ravinement. L'enherbement des digues n'est pas systématique et concerne principalement les digues à enjeux mineur. En effet, il est important de pouvoir réaliser un contrôle visuel des plus grandes digues (écoulements, fissures éventuelles...).

Deux versés à stériles sont réhabilités sur le secteur CHEMIN DE FER. Elles sont nommées V CDF 2 et V CDF 3.

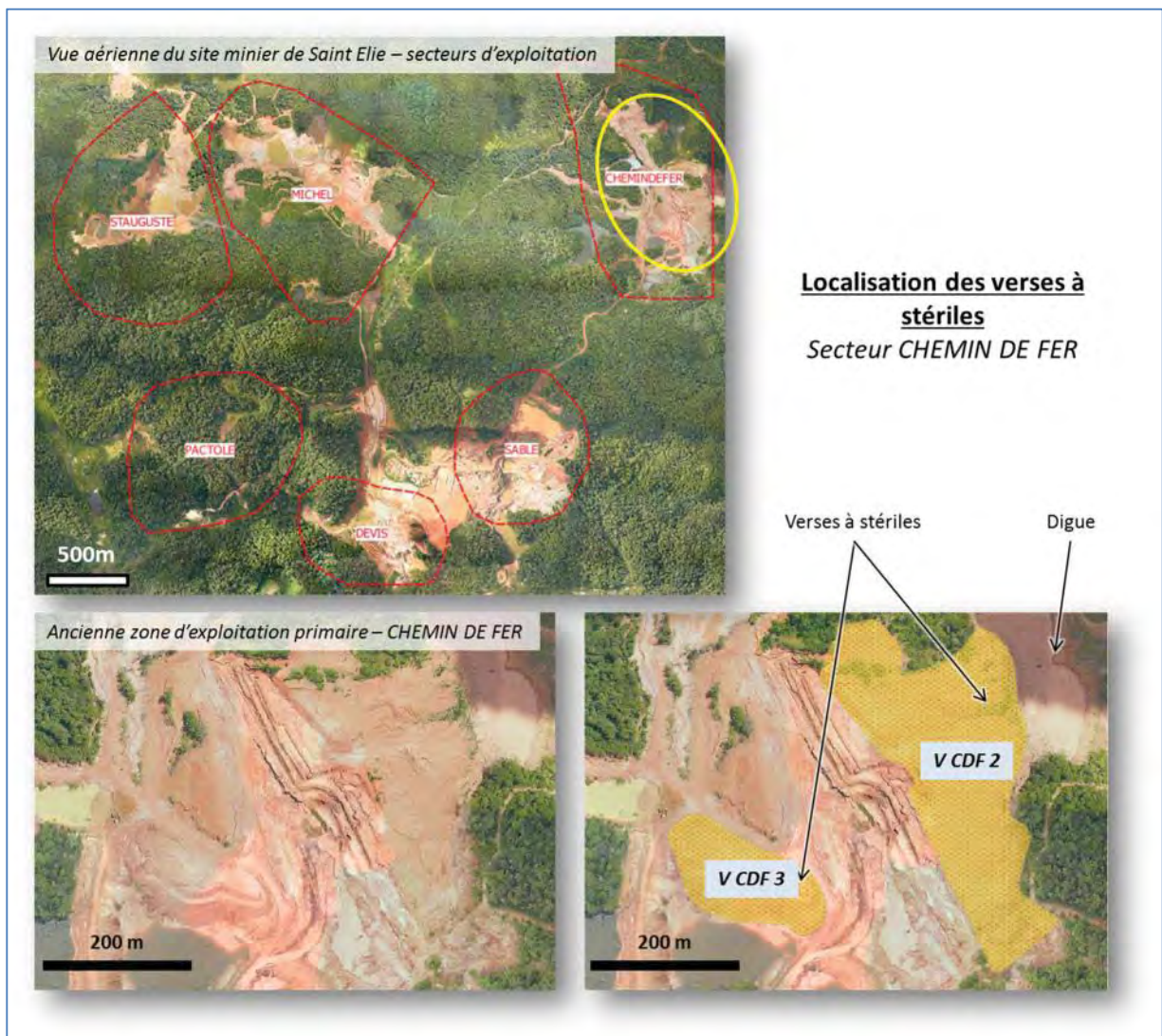


Figure 11 : localisation des versés à stériles Chemin de Fer réhabilités en juin 2016

Le semis des espèces herbacées a eu lieu en juin. En effet, même s'il est préférable de semer durant la saison des pluies, il faut semer le plus rapidement possible après le talutage sinon des crevasses se forment et il n'est plus possible de passer le tracteur.

Malgré la période de semis non optimale, nous avons obtenu de bons résultats sur les 2 verses à stériles ensemencés avec une couverture végétale relativement homogène et bien développée. Les graminées (*Bracaria*) ont bien poussé. En revanche, on retrouve très peu de *Crotalaria* et aucun *Calapogonium*. Le semis en période humide devrait permettre un meilleur taux de germination.

Ce type de revégétalisation permet de maintenir les sols et de les enrichir en matière organique. Les plantes vont fournir des graines permettant un renouvellement du couvert végétal pour l'année suivante. Cependant, le développement des plantes dépend de l'apport en engrais. Il est probable que pour maintenir un tel couvert il soit nécessaire de fertiliser de nouveau l'année prochaine.

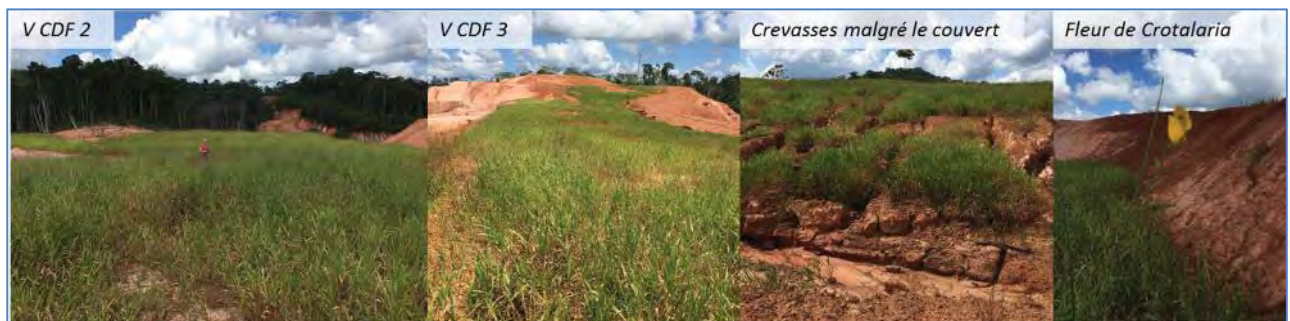


Figure 12 : Revégétalisation des verses à stériles de Chemin de Fer - octobre 2016

4.3 Revégétalisation spontanée

Sur certains secteurs, nous avons observé une importante re-végétalisation spontanée. C'est le cas en lisière de forêt mais également au niveau d'îlots à l'intérieur des zones exploitées.

Sur Michel par exemple, cette re-végétalisation s'explique par l'étalement de troncs d'arbre issus de la déforestation sur certaines banquettes, visible sur les photos ci-après.

Cette revégétalisation est visible en superposant les photos aériennes. Elle représente environ 15 hectares.

La couverture du sol par du mulch, du BRF ou directement par des troncs d'arbres favorise la reprise de la végétation. Des tests utilisant ces techniques seront mis en place durant l'année 2017 pour améliorer la fertilité des sols, en particulier dans les zones primaires où la revégétalisation est plus difficile à mettre en œuvre.

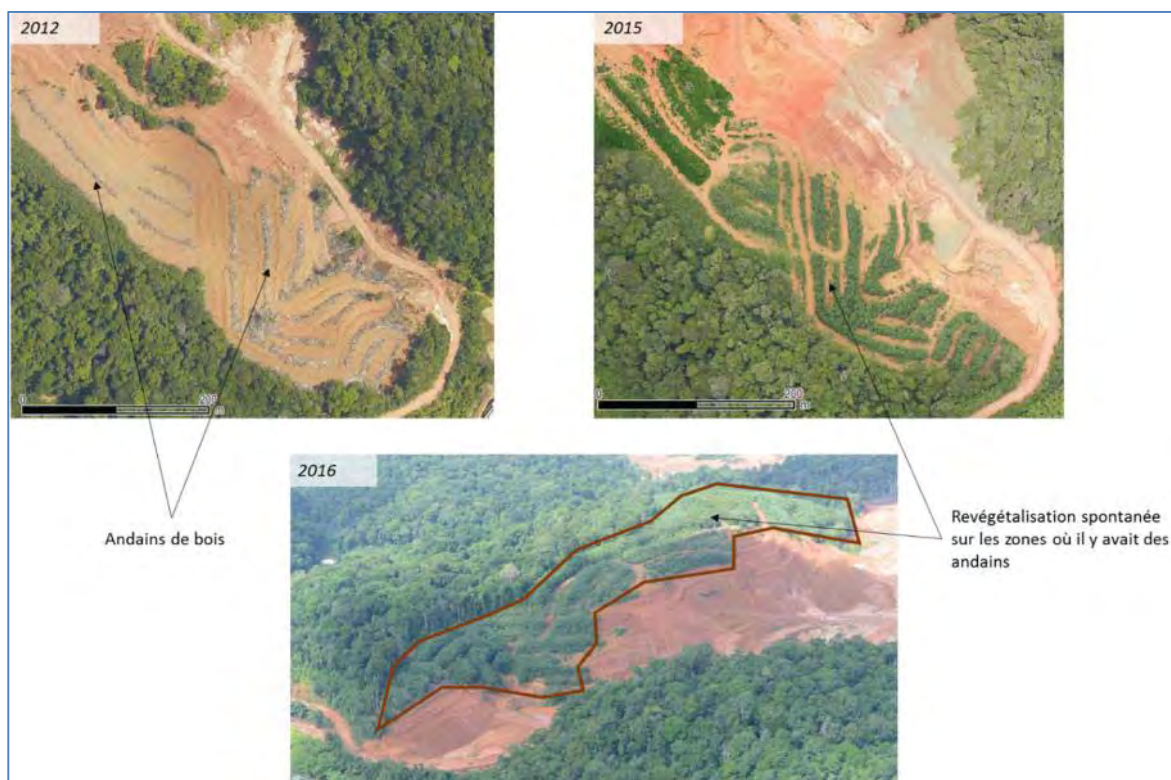
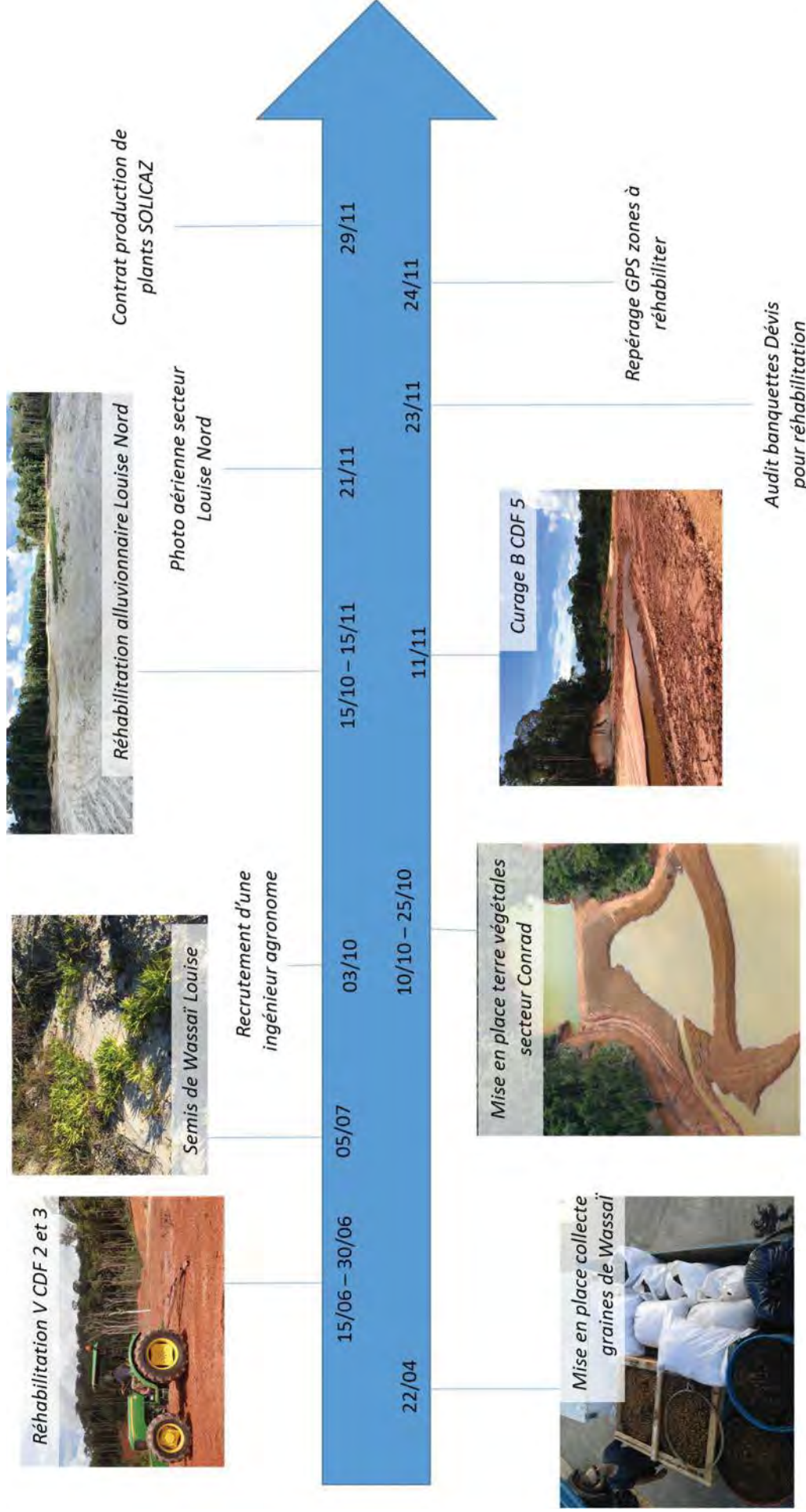


Figure 13 : Illustration de revégénéralisation spontanée sur le secteur Michel

5 La revégétalisation est une préoccupation majeure de la SMSE

5.1 Actions de réhabilitations entreprises par SMSE en 2016



Durant les mois d'octobre et novembre 2016, de nombreuses actions ont été entreprises afin de mettre en place une production de plants efficace sur la mine de St-Elie. Ainsi, des devis pour du matériel d'irrigation, des sacs de semis, des conseils ou du matériel divers ont été demandés. SMSE a également diffusé plusieurs offres d'emploi pour recruter une personne chargée du suivi de la pépinière sur la mine (voir devis et offre d'emploi en annexe).

Malheureusement, ces démarches n'ont pas abouti, notamment à cause de la difficulté à recruter du personnel qualifié sur un site isolé.

Il a finalement été décidé de recourir à SOLICAZ pour la production de plants. En effet il apparaissait difficile de parvenir à recruter quelqu'un de compétent dans un délai raisonnable, tout en mettant en place le matériel et en récoltant suffisamment de graines (plus de 10 000) avant le mois de février. En effet, les plants doivent avoir 4 à 6 mois avant d'être planter et cette opération doit être effectuée idéalement en début de saison humide.

5.2 Actions de réhabilitation prévues pour fin 2016 et 2017

Rencontre ONF : mise en
commun des cartes de
déforestation

Enherbement

- terre végétale CONRAD
- D MIC 7

Semis Wassai

- B CDF 5
- Pactole et Mirabelle

Plantation

- 10 000 plants inoculés
- Crique Louise

2016

Stage 1

Stage 2

2018

J

F

M

A

M

J

J

A

S

O

N

D

Pelle

- piste Chemin de Fer
- Banquettes Dévis
- Bassins Pactole

Pelle

- St Auguste piste +
bassins Ouest
- Carrière Sable

Pelle + Bull

- Chemin de Fer

Enherbement

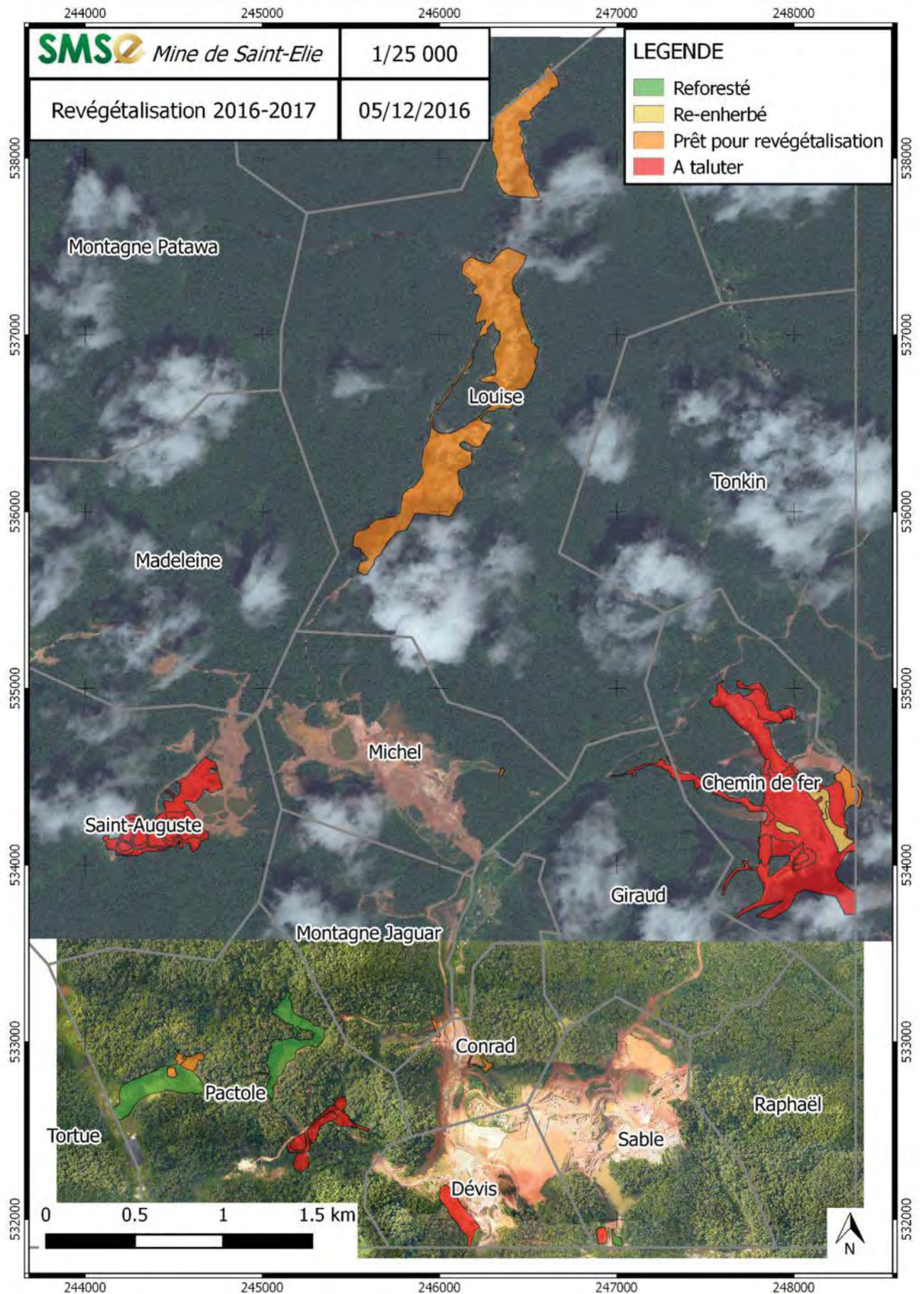
- piste Chemin de Fer
- Banquettes Dévis

Enherbement

- Saint auguste
- Carrière

Enherbement

- Chemin de Fer



Le planning présenté ci-dessus est un prévisionnel assez ambitieux. Des modifications pourront avoir lieu suivant les contraintes climatiques, de personnel, logistiques...

Durant l'année 2017, plusieurs chantiers de réhabilitation seront menés, que ce soit en alluvionnaire ou en primaire :

- Secteur alluvionnaire : plantation d'arbres inoculés sur les criques Louises et Louise Nord
- Secteur primaire : travaux de talutage à la pelle mécanique puis enherbement
 - o Ancienne piste de chemin de fer
 - o Banquettes de Dévis
 - o Ancienne carrière du secteur Sable
 - o Secteur Saint-Auguste (partie Ouest)
 - o Secteur chemin de fer (à définir plus précisément)

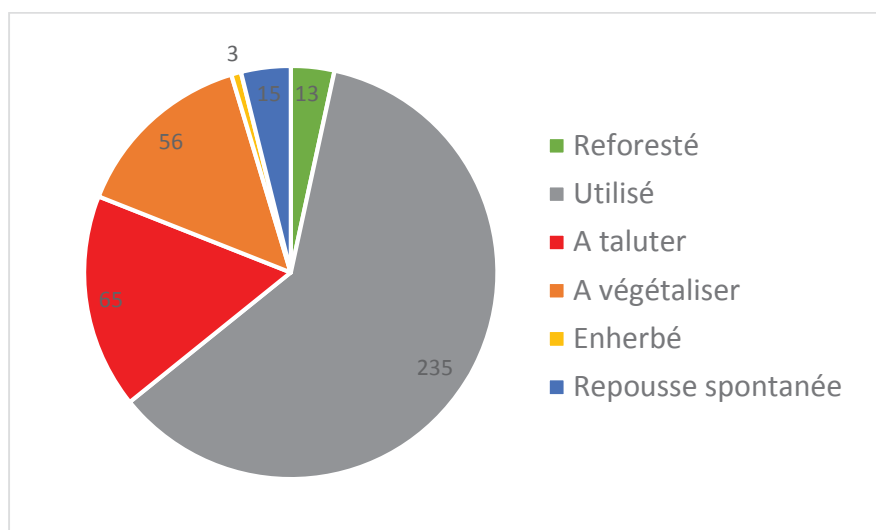


Figure 14 : Répartition des surfaces en fonction de la re-végétalisation

Environ un tiers des surfaces exploitées devraient être remises en état en 2017, la moitié par plantation d'arbres et l'autre moitié par enherbement et semis de wassai et de cajou.

En primaire, afin de maintenir les sols suite au talutage, il y aura mise en place d'un couvert végétal (mélange graminées légumineuses). L'année suivante, des arbres inoculés pourront éventuellement être plantés dans ce couvert.

Une pelle sera mise à disposition pour la réhabilitation durant environ 4 mois, ce qui permettra de mettre en forme les terrains pour leur revégétalisation. Celle-ci aura lieu durant la saison humide dans la mesure du possible et au plus proche du retalutage pour éviter les phénomènes d'érosion.

Le secteur Chemin de Fer nécessitera un important travail mécanique avant d'être prêt pour la revégétalisation. Les travaux exacts (pente, nombre de banquette etc) devront être validés durant le premier trimestre 2017 ainsi que les zones concernées. En effet, certains secteurs pourront encore être exploités.

Deux stages sont d'ores et déjà prévu autour de l'activité de réhabilitation. Le premier sujet portera davantage sur la cartographie et la planification. Le second stagiaire, issu de l'école

d'agronomie de Montpellier et ayant une expérience dans la réhabilitation de sites miniers en Nouvelle Calédonie, réalisera des tests de réhabilitation afin d'établir de nouveaux protocoles.

6 Gestion des digues et bassins

La mine de St-Elie comprend un important système de digues et bassins afin de gérer ses eaux de surface.

Une étude a été réalisée en mars et avril 2016 afin de décrire avec précision :

- La circulation de l'eau sur le site,
- Les zones de décantation
- L'état des digues.

Le bon fonctionnement de ces systèmes est primordial pour assurer des rejets conformes dans le milieu naturel.

Les données suivantes sont extraites du rapport d'étude réalisé en avril 2016.

6.1 Contrôle des eaux de surface

Un modèle numérique de terrain (MNT) permet d'identifier les bassins versants et d'anticiper le parcours des eaux de surface.

La mise en place de digues et de bassins, dont le dimensionnement peut être calculé par des géotechniciens, permet d'assurer un contrôle des eaux de surfaces par décantation (réduction de la teneur en matière en suspension, de la turbidité etc) et par tamponnage des débits.

Les surfaces d'exploitation étant importantes, plusieurs digues et plusieurs bassins sont mis en place pour chaque bassin versant.

Lorsque l'activité est moindre, **l'ouverture des digues** permet de soulager la pression exercée sur celles-ci et de les préserver. Le maintien d'une partie des digues seulement suffit pour contrôler la qualité des eaux de rejets hors du site minier (exemple : secteur St Auguste).

Au niveau d'une digue active, l'écoulement de l'eau en sortie est assuré par un passage sous forme de canal latéral creusé dans le terrain naturel. La **surverse**, ou évacuation par débordement, est ainsi assurée. La profondeur des structures de surverses définit le niveau d'eau maximum dans un bassin.

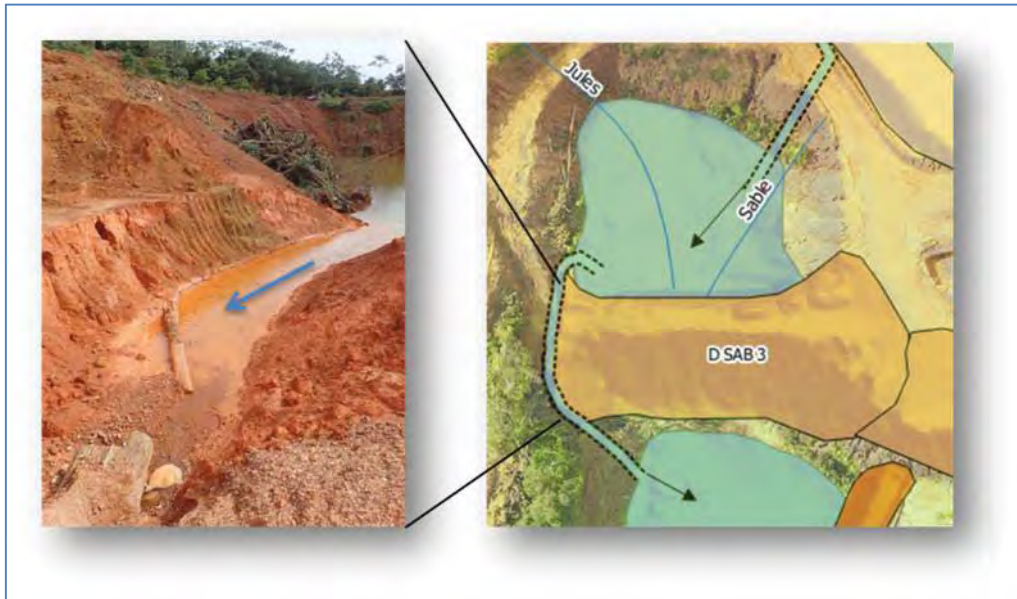


Figure 15 : photographie de la surverse de la digue D SAB 3, avril 2016. Cette surverse est ici sous la forme d'un petit canal de débordement.

6.2 Qualité d'un système de digues et bassins

L'état des digues et l'état des bassins fait l'objet d'une vérification visuelle mensuelle. Ceci permet d'anticiper les corrections à apporter au système pour mieux contrôler la qualité des eaux de surface rejetées.

La qualité d'une digue est évaluée par son tassement, la présence de ravinements ou de fissures sur les flancs de sa structure, la présence de végétaux (pouvant traduire une meilleure stabilisation et préservation, ou au contraire un laisser-aller), et ses dimensions.

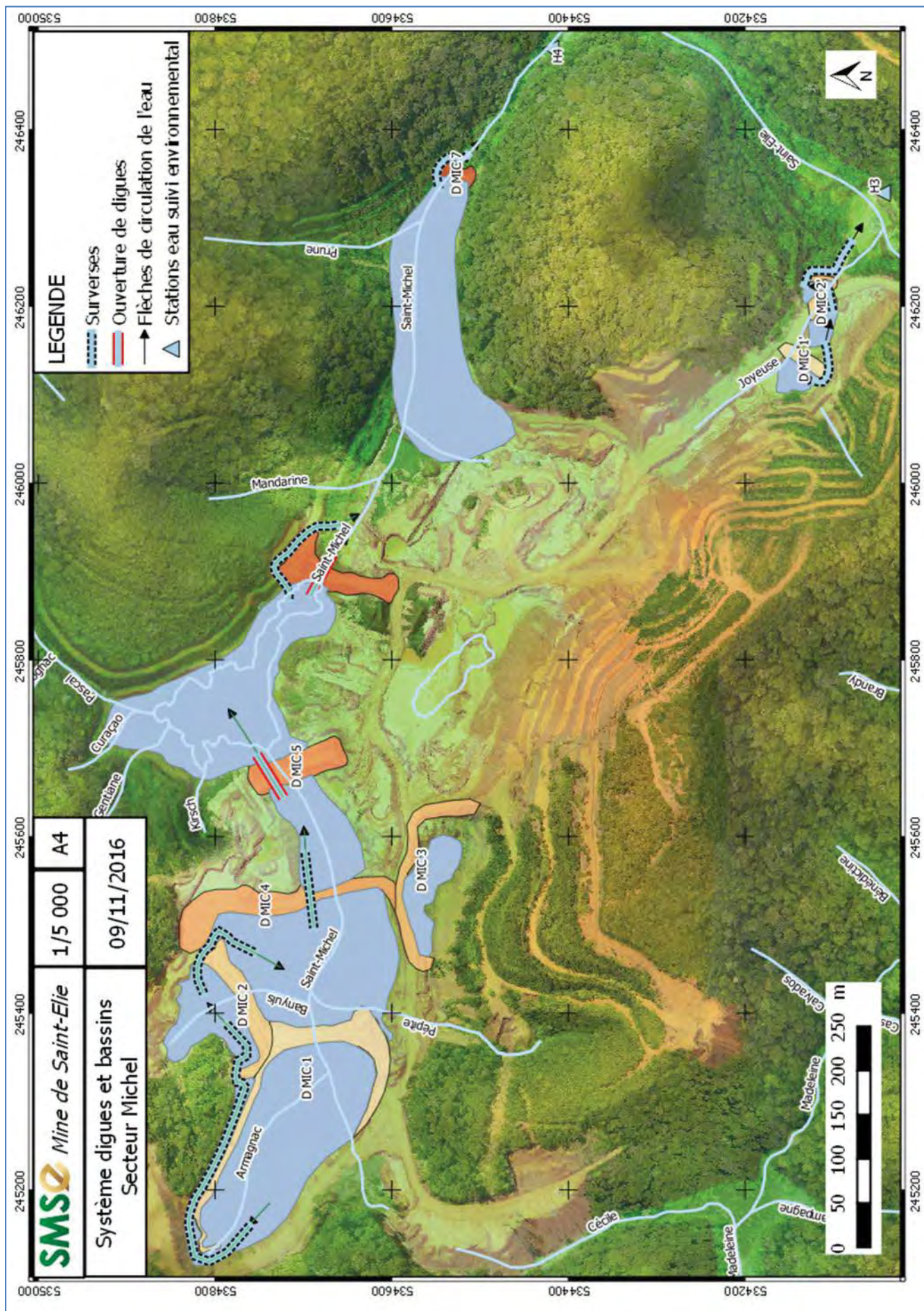
La qualité d'un bassin s'évalue selon le type de rejet qui s'y accumule et la hauteur de l'eau dans le bassin par rapport à celle de la digue. En effet les bassins accumulent des argiles avec le temps ; lorsque le bassin est plein, il convient soit de curer les matériaux décantés, soit de rehausser la digue associée pour assurer de nouveau une décantation dans ce bassin.



Figure 16 : photographie de la digue D DEV 7, la digue est en très bon état, en plus d'être correctement végétalisée. Elle assure la retenue du bassin « delta » ou B DEV 7, assurant la décantation des eaux de surfaces issues de l'usine et du campement.

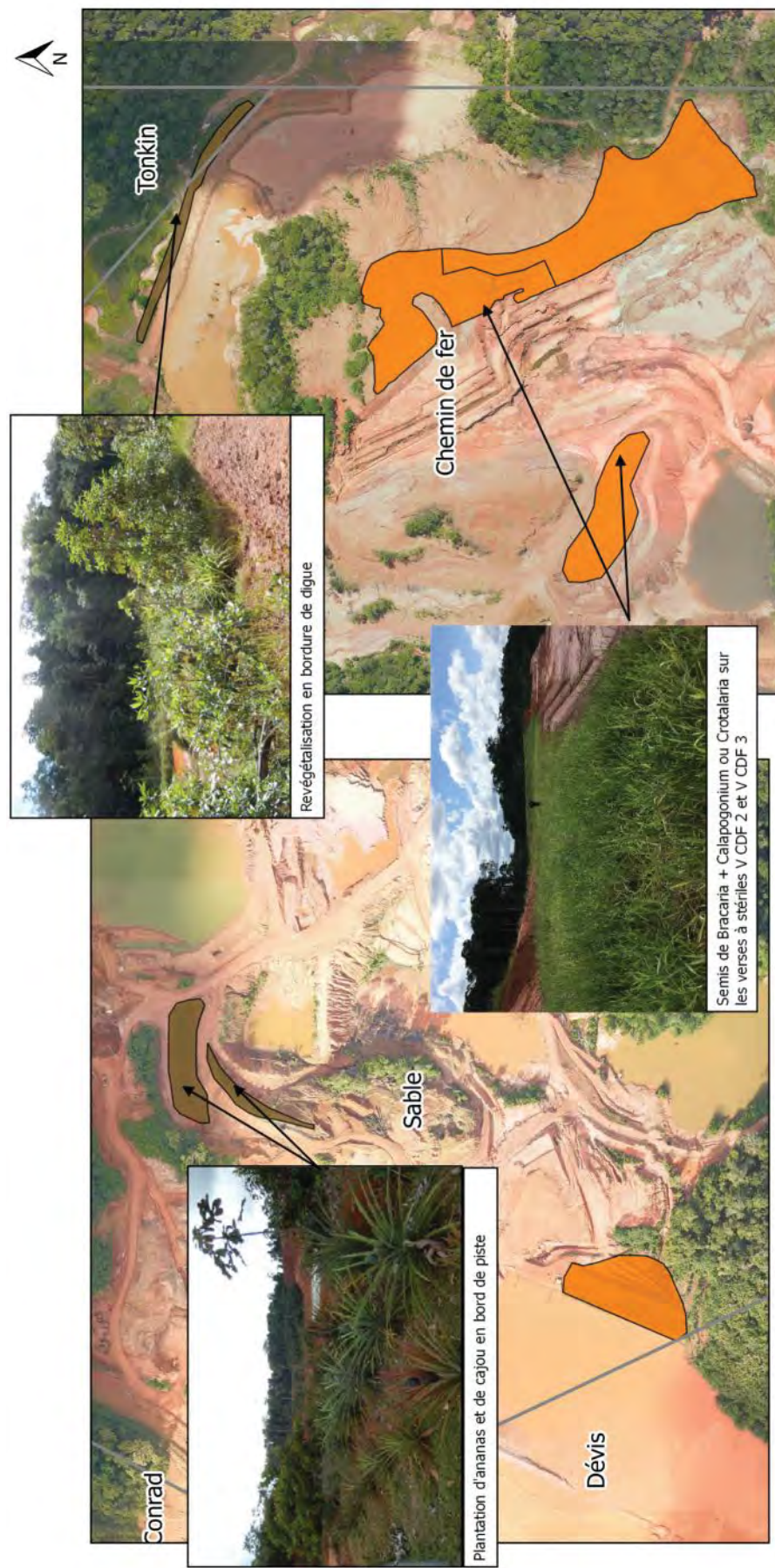
6.3 Exemple : Digues et bassins du secteur Michel





Secteur	MICHEL								
Criques concernées	Saint-Michel, Armagnac, Banyuls, Pépîte, Gentiane, Curacao, Cognac, Pascal, Kirsh.								
Date	21/03/2016								
Nomenclature	Digues								
Digue	Bassin	Surface (m²)	Etat de la digue		Végétalisation	Fonctionnement de la digue	Surface (m²)	Type de bassin	Niveau de l'eau
			Général	Notes					
D MIC 1 (amont)	B MIC 1	7671	B	Etat Moyen. Longue digue, la surverse a la particularité de se trouver sur la partie amont du bassin formé. La partie aval du bassin n'est pas occupée par le plan d'eau (accumulation de sédiments en base de digue).	NON	Surverse	27960	Eau claire (pas d'activités)	Bas
D MIC 2	B MIC 2	3558	B	Etat Moyen. La forme de la digue est bien conservée, cependant des ravinements métriques témoignent du travail de la digue.	NON	Surverse	6894	Eau claire (pas d'activités)	Normal
D MIC 3	B MIC 3	6972	A	Bon Etat. C'est en réalité une "fausse" digue créée par le parcours de la route. Le bassin formé ne fait pas partie de la chaine linéaire des autres bassins.	NON	Surverse	23602	Eau claire (pas d'activités)	Normal
D MIC 4	B MIC 4	3779	A	Bon Etat. La digue "route" est bien tassée. La surverse est assurée par un tronc d'arbre creux.	En partie et localement. Des herbes ont poussé sur le flanc amont, et de la végétation semi-aquatique existe au niveau de la surverse.	Surverse	8011	Eau claire (pas d'activités)	Normal
D MIC 5 (aval)	B MIC 5	3619	A/B	Bon Etat. La digue est bien tassée par la route. Quelques petites ravines.	NON, quelques herbacées	Ouverte	4381	Eau claire (pas d'activités)	Bas à nul
D MIC 6 (aval)	B MIC 6	4217	A/B	Bon Etat. La digue est bien tassée par la route. Quelques petites ravines.	OUI, un peu de manière inhomogène (herbacées)	Ouverte	26085	Eau claire (pas d'activités)	Bas
D MIC 7	B MIC 7	833	A/B	Bon Etat. La digue est bien tassée par la route. Quelques petites ravines.	OUI, un peu de manière inhomogène (herbacées)	Ouverte	25723	Eau claire (pas d'activités)	Bas
D MIC 1'	B MIC 1'	208	à évaluer fin novembre				1264	à évaluer fin novembre	
D MIC 2'	B MIC 2'	881	à évaluer fin novembre				1001	à évaluer fin novembre	
D MIC 3'	B MIC 3'	650	à évaluer fin novembre				481	à évaluer fin novembre	



ANNEXES

Illustration de re-végétalisation effectuée en zone d'exploitation primaire



 <i>Mine de Saint-Elie</i>		LEGENDE	
1/5000		Illustration de quelques travaux de remise en état réalisés sur les secteurs d'exploitation primaire Sable et Chemin de Fer	
02/12/2016		 Revégétalisation arborée	
		 Revégétalisation herbacée	
		 Jardinage (ananas, cajou...)	

Exemple de devis réalisé pour du matériel de pépinière (pots forestiers)

Stuewe and Sons, Inc.

31933 Rolland Dr.
Tangent, Oregon 97389
541-757-7798

QUOTE

10202016

Customer

Name LAURA LEMAIRE
Address TO FOLLOW
Address
City MATOURY
Email katka.skacel@volny.cz

Country French Guiana

Date 10/20/2016
Customer # N/A
Rep Tina
CFR PARAMARIBO
SURINAME

Qty	Description	Unit Price	TOTAL
25	CASES - D40L	\$108.900	\$2,722.50
1,030	EACH - D20T	\$4.950	\$5,098.50
0		\$0.000	\$0.00
0		\$0.000	\$0.00
SHIPPING INFORMATION: VIA RADIANT LOGISTICS UN-CLEARED TO PARAMARIBO, SURINAME PORT TRANSIT TIME IS APPROX. 40 DAYS FROM SHIP DATE			

Subtotal \$7,821.00

Shipping \$4,960.00

TOTAL \$12,781.00

US DOLLARS

Payment Details

- ☒ Prepaid
☐ SEE WIRE
☐ INSTRUCTIONS
☐

Thank you for doing business with us!

Exemple de devis réalisé pour du matériel de pépinière (pots forestiers)

BARTHELEMY

BP 36 Veyrines
43600 SAINTE SIGOLENE

TEL . 04 71 66 61 32 FAX 04 71 66 15 02

N° SIRET : 35145327900017 N.A.F : 252C
N° intracommunautaire : FR16 351453279

SOCIÉTÉ DES MINES DE SAINT ELIE
Carrefour du Larivot
Lot Amphithéâtre
97351 MATOURY Guyane Française

DATE : 28/10/16

DEVIS

N° FOURN.	NUMERO	N° CLIENT	Réf. CLIENT
	CO02338	C870030	

Lieu de livraison
VOTRE TRANSITAIRE

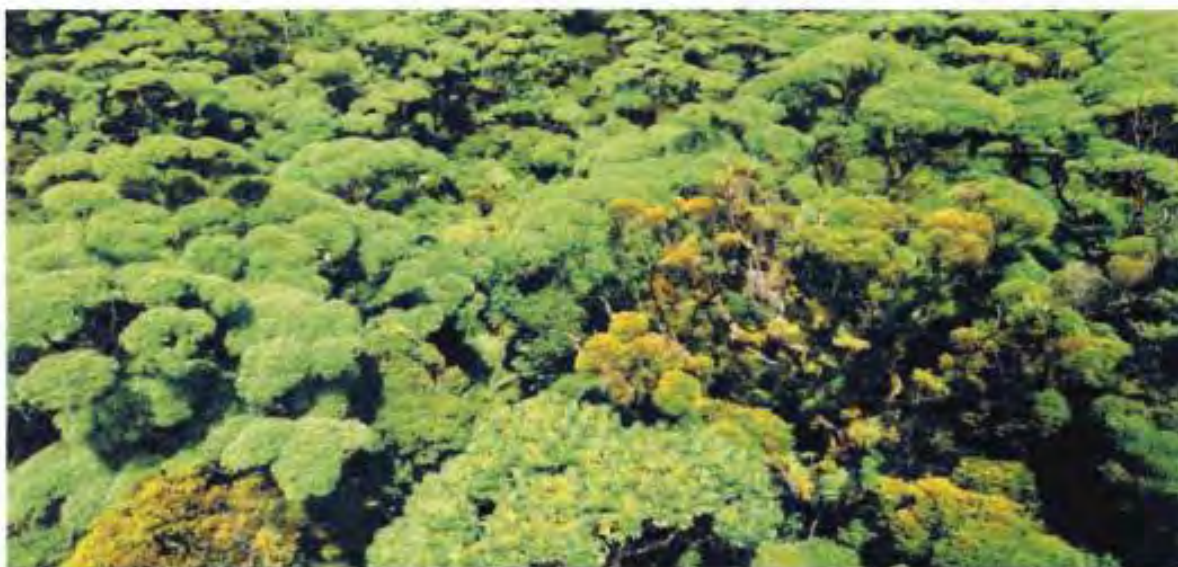
Quantité cde	Désignation	Px Unit/Ct		Montant HT
10 000	<p>SUITE A VOTRE DEMANDE VIA NOTRE SITE INTERNET LE 18/10/16</p> <p>POTS FORESTIERS 1 000 cm3 - H 25 cm (40 cartons x 250) - Prix : 110,80 € / carton</p> <p>FRANCO DE PORT pour une livraison chez votre transitaire dans le dpt 76 ou 13</p> <p>Marchandise non disponible - Délai à date de commande</p> <p>Collage : 40 cartons x 250 sur 1 palette Dimensions de la palette : 100x120x230 cm Poids : 280 kg</p>	110,800€		4432,00€

Base	Taux	Montant	Total HT	Escompte	Total TTC	Acompte	NET A PAYER
			4432,00€	0,00€	4432,00€	0,00€	4432,00€

Dans le cas où le paiement intégral n'aurait pas été effectué à la date prévue par les parties, le vendeur se réserve le droit de reprendre la chose livrée et de résilier le contrat. En cas de paiement anticipé application d'un escompte de 1%. Tout retard de paiement engendre des pénalités calculées sur la base du taux d'intérêt légal en vigueur.

Conditions de règlement : 4432,00€ CHEQUE Au 28/10/16

Contrat de production de plants par SOLICAZ



Production de plants fixateurs d'azote



I. CONTEXTE

Afin de répondre à un besoin de revégétalisation de leurs sites d'exploitation aurifère, la mine SMSE engagé des démarches pour se fournir en plants.

C'est dans ce cadre que SMSE fait appel à SOLICAZ qui a développé un process basé sur la restauration de la fertilité des sols par l'utilisation de plantes fixatrices d'azote.

Cette demande fait suite à une première collaboration entre SMSE et SOLICAZ dans le cadre du projet « Guyafix », lauréat de l'appel à projet Stratégie National pour la Biodiversité 2011-2020. SMSE avait participé au projet en mettant à disposition des sites sur lesquels ont été effectuées les expérimentations.

Aujourd'hui, SMSE souhaite passer d'une phase expérimentale à la mise en pratique de ces méthodes, sur les sites devant être revégétalisés.

Solicaz a acquis un savoir-faire sur les systèmes écologiques des forêts tropicales et plus particulièrement sur les interactions plantes/sols ainsi que sur le fonctionnement microbiologique du sol.

L'exploitation minière est un des secteurs sur lequel Solicaz intervient pour proposer des solutions de revégétalisation adaptées aux conditions du terrain. La spécificité de ces techniques vient d'une approche qui s'intéresse, avant tout, à la restauration de la qualité du sol.

Solicaz a mis en place des process visant à restaurer la fertilité des sols grâce à la combinaison d'un expertise de terrain et l'utilisation de plantes pionnières fixatrices d'azotes sélectionnées.

Ce document détaille le cadre partenarial entre SOLICAZ et SMSE pour la production de 10 000 plants fixateurs d'azote.



II. Modalités du partenariat

La production des plants fixateurs d'azote sera réalisée dans la pépinière de SOLICAZ.

SMSE, souhaitant s'impliquer dans cette production, propose de fournir les graines qui seront prises en charge par SOLICAZ du semé à la phase finale de développement en pépinière (4 à 6 mois après semé)

Le taux de germination étant directement dépendant de la qualité de la graine sélectionnée et de sa méthode de conservation, SOLICAZ fera, pour chaque session, un compte rendu de l'état initial du lot de graine fourni par SMSE. Un lot étant un sac de graines fourni à un instant T. Chaque sac apporté à des dates différentes sera considéré comme un lot différent.

Ce compte rendu intégrera :

- des photos représentatives des graines fournies
- le nombre de graines
- le poids total de graines et le poids moyen d'une graine
- le pourcentage de graines répondant et ne répondant pas aux critères de qualité selon l'expertise de SOLICAZ (critères de qualité détaillé en annexe)
- les observations sur l'état général des graines

Un suivi sera ensuite réalisé chaque semaine pour comptabiliser le pourcentage de germination des graines par lot, jusqu'à 3 semaines après semé (3 semaines étant le temps moyen pour s'assurer de la viabilité d'une graine).

Un tableau sera fourni par SOLICAZ à SMSE chaque semaine, durant la phase de germination, pour recenser ses informations

Ce tableau sera également amendé pour tenir informé des étapes d'inoculation, de mycorhization et autres interventions réalisées sur les plants durant la phase de suivi et de développement.

Durant la phase de production et à la suite des informations fournies par SOLICAZ à SMSE sur le développement des plants, SOLICAZ informera SMSE du délai restant pour atteindre la production des 10 000 plants souhaités. La période de plantation étant conditionnée par la saison des pluies (de décembre à juin), la production doit être atteinte au minimum 4 mois avant la fin de celle-ci, soit vers le mois de février (fin de saison des pluies vers juin).

Au mois de janvier, SMSE devra informer SOLICAZ, si elle est en capacité de fournir les graines complémentaires ou si SOLICAZ devra prendre le relais en complétant le nombre de plants manquant par la production issue de ses propres graines.

III. Modalités tarifaires

- Pour les Plants fixateurs d'azote issus de graines fournies par SMSE :

Le prix de prise en charge (état des graines, compte rendu, semis et suivi de germination) de chaque graine est fixé à vingt centimes (0,20 €) la graine. Seules les graines semées seront comptabilisées (à partir de la date de signature du devis). Un premier tri sera réalisé par SMSE et complété par SOLICAZ lors de leur réception, pour éliminer les graines n'ayant aucune chance de germer (cf. annexe technique « critère de qualité d'une graine d'*Inga edulis* »).

Après validation de la germination de la graine, la phase de développement (incluant les étapes 3 à 8, en annexe « étapes de production des plants ») est fixée pour un montant de deux euros et soixante huit centimes (2,68 €).

Un plant germé atteignant son optimum de développement sera facturé pour un montant total de deux euros et quatre vingt huit centimes (2,88 €), intégrant le prix de prise en charge de la graine de 0,20 € et le prix de la phase de développement de 2,68 €.

- Pour les plants fixateurs d'azote issus de graines fournies par SOLICAZ : le prix est fixé à trois euros et vingt six centimes (3,26 €) le plant.

Le devis présenté à SMSE est basé sur la fourniture de 10 000 graines par SMSE pour la production des 10 000 plants avec un taux de germination de 100%, soit un total de 28 800 €. Suite à l'accord passé entre SMSE et SOLICAZ, la facture du solde sera revue selon les modalités présentées ci-dessous « IV. Modalités de règlements ».

IV. Modalités de règlements

Les règlements seront effectués comme suit :

- Treize mille huit cent vingt quatre euros (13 824 €) à la signature du devis.

Le solde sera effectué à la récupération par SMSE des plants à la pépinière. Ce solde intégrera le montant du nombre de graines fournies par SMSE et semées par SOLICAZ, le montant du nombre de plants issu des graines de SMSE ayant été mené jusqu'à leur optimum de développement et le montant du nombre de plants issus de graines complétés par SOLICAZ.




Les paiements seront réalisés à la réception des factures dans un délai de 30 jours maximum.

A, Matoury le 29/11/2016

En deux exemplaires
(Document paraphé à chaque page)

Signature SMSE
(Mention « bon pour commande »)



Nicolas OSTORERO
Bon pour commande

Signature SOLICAZ



Fiche de poste diffusée par SMSE (pôle emploi, lycée agricole, Blada...)



OFFRE D'EMPLOI : ouvrier spécialisé ré-habilitation

La Société des Mines de St-Elie (SMSE) recherche un ouvrier spécialisé en espace vert/agriculture pour gérer sa pépinière et effectuer des travaux de réhabilitation et re-végétalisation sur la mine d'or de St-Elie. Le poste sera entièrement basé sur la mine. La SMSE souhaite améliorer la remise en état des sites en fin d'exploitation en créant un poste dédié à cette activité sur la mine. Les objectifs de re-végétalisation pour 2016 sont de l'ordre d'une quinzaine d'hectares.

POSTE :

Vous serez placé sous la responsabilité de l'ingénieur environnement situé dans les locaux administratifs à Matoury et du chef de mine.

Vous serez la personne référente concernant l'activité de re-végétalisation et vous assurerez le relais entre le terrain et les bureaux. Vous pourrez être amené à gérer une équipe lors de certaines grosses opérations. Vous devrez respecter les règles de sécurité et veiller à leur respect par votre équipe le cas échéant (conduite du quad, tracteur, manègement d'équipements dangereux, déplacement en forêt et sur des terrains accidentés...).

Vous serez en charge et participerez aux opérations suivantes :

- Recherche de matériel végétal :
 - Suivi de l'état de maturation des graines des espèces principalement utilisées pour la re-végétalisation (Inga, Clitoria...)
 - Récolte et préparation des graines (conditions de stockage différentes selon les espèces...)
 - Récolte de boutures et taille des arbres aux périodes adéquates
- Gestion de la pépinière de la mine :
 - Entretien courant (réparation des ombrières, nettoyage...)
 - Mélange de la terre et mise en pot,
 - Préparation des semis et des boutures,
 - Suivi des plants,
 - Surveillance de l'irrigation.
- Travaux de re-végétalisation :
 - Travail du sol au tracteur,
 - Semis d'espèces herbacées à la main,
 - Plantation de milliers d'arbres issus de la pépinière.
- Reconnaissance terrain et autres activités :
 - Relevé GPS de parcelle,

SOCIÉTÉ DES MINES DE SAINT ELIE
Siège Social SMSE : Le BOURG – 97312 SAINT ELIE
Carrefour du Larivot – 97351 MATOURY GUYANE FRANÇAISE
Tel : 05 94 29 80 01 / Fax : 05 94 35 14 58



- Identification de type de sol,
- Recherche de nouvelles espèces,
- Proposition et test de nouvelles techniques de réhabilitation.

Polyvalents, vous pourrez également réaliser d'autres travaux en lien avec l'activité minière.

Vous participerez aux discussions concernant les stratégies de re-végétalisation et apporterez vos connaissances du terrain. Les décisions finales seront prises au niveau des locaux administratifs et vous serez chargé de leur mise en application avec l'aide de l'ingénieur environnement.

CONDITIONS :

Poste basé à St-Elie

CDI en forfait mensuel de 190 heures sur la base annuelle de 46 semaines de travail + 6 semaines de congés

Salaires mensuel de 2 392.72€ brut

Avantages : logement et nourriture

PROFIL RECHERCHE :

Bac agricole, Bac pro, BTS

Soigneux, organisé, autonome, passionné par le monde du végétal

Bilingue Portugais/Français

Expérience en espaces verts : connaissance des végétaux, maintenance des arrosage automatiques, opération de bouturage et de semis, conduite de tracteur et de quad.

Permis B indispensable

A Matoury, le 24/10/2016

L'ingénieur environnement : Laura LEMAIRE

SOCIÉTÉ DES MINES DE SAINT ELIE
Siège Social SMSE : Le BOURG – 97312 SAINT ELIE
Carrefour du Larivot – 97351 MATOURY GUYANE FRANÇAISE
Tel : 05 94 29 80 01 / Fax : 05 94 35 16 58

Société des Mines de Saint-Elie
SAS au capital de 7 622,45 €
Siège Social: Bourg de Saint-Elie - 97312 ST-ELIE
Courrier: Carrefour du Larivot - 97351 MATOURY
Tél.: 0594 29 80 01 - Fax: 0594 35 16 58
Siret: 304 322 037 040 34 - APE: 0724 Z

Annexe 6 : Sélection de plantes fixatrices d'azote endogènes de Guyane pour la restauration des sites dégradés, restitution finale

Ministère de l'Écologie Stratégie Nationale pour la biodiversité 2012 - 2020



« Sélection de plantes fixatrices d'azote endogènes de
Guyane pour la restauration des sites dégradés »

Restitution finale

Projets GUYAFIX et MOM (2012-2015)

30/10/2015



Géraldine PAUL

Une approche innovante

✿ Pourquoi s'intéresser à la **vie du sol** pour revégétaliser les sites miniers ?

✿ Quel est le véritable intérêt des **plantes fixatrices d'azote pionnières** ?



DE QUOI EST FAIT UN SOL ?

Fraction minérale
50%

Argiles, limons, sables



Fraction organique
5%

Organismes vivants



Matière organique



Eau
30%

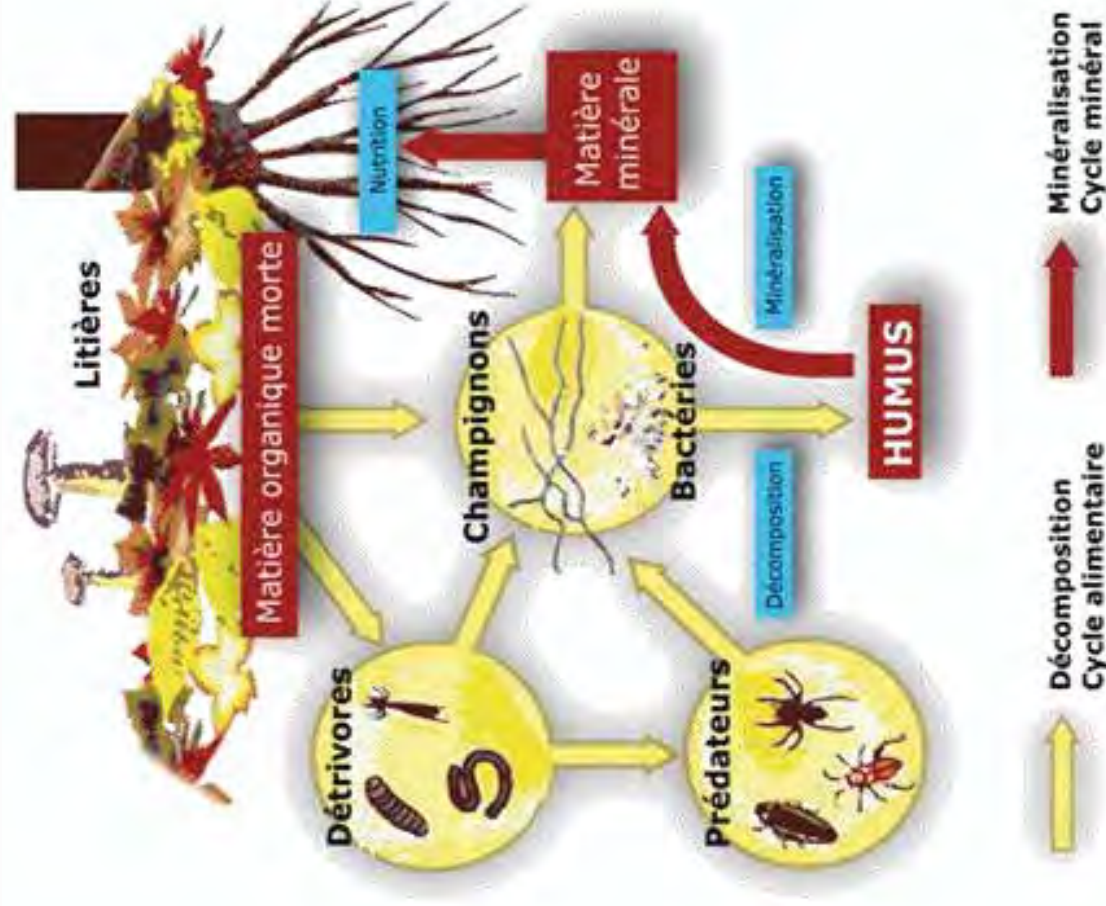
Porosité



Air
15%



UN SYSTÈME DYNAMIQUE ET VIVANT !



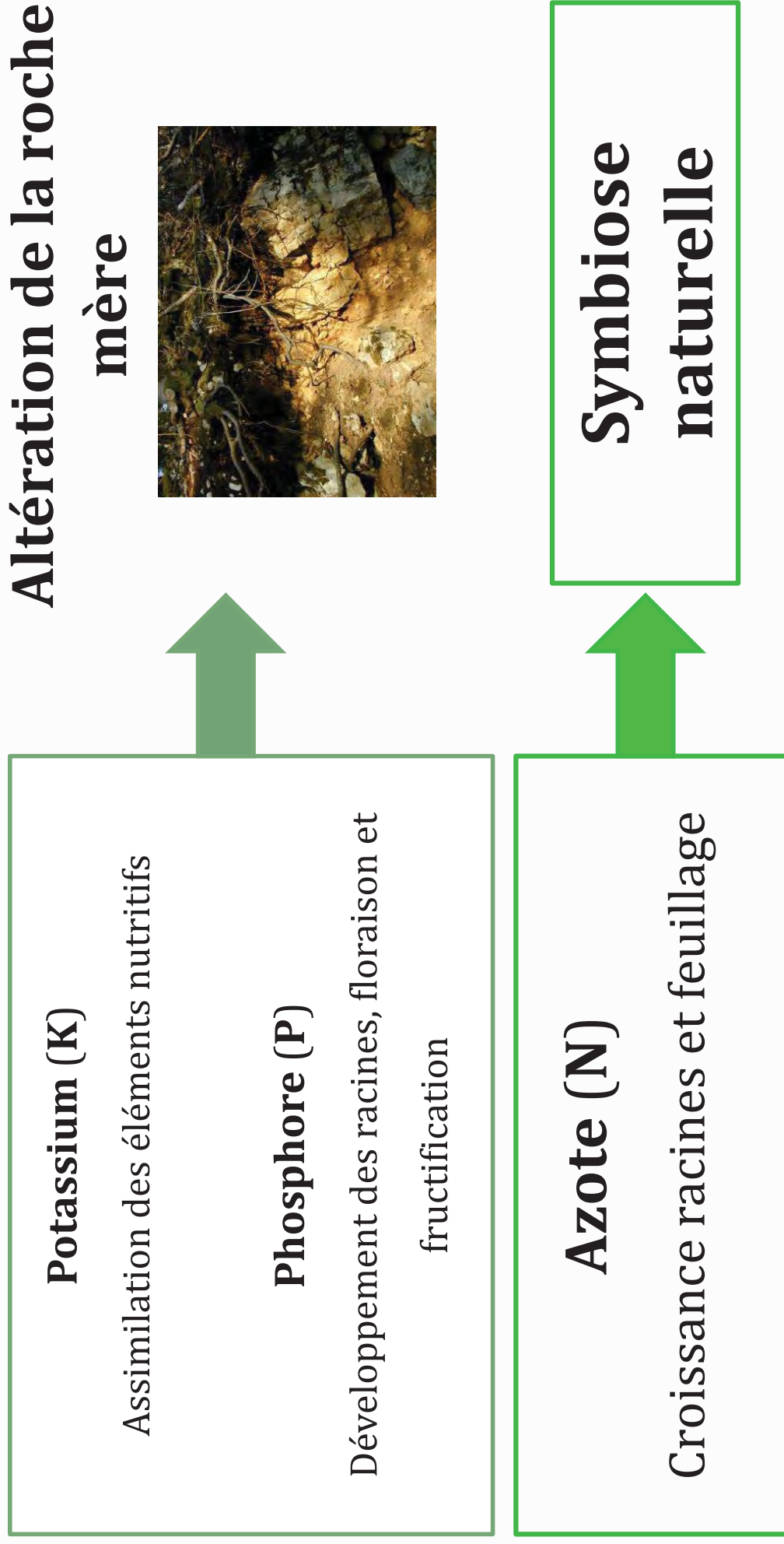
Matière organique

Actions des
micro-organismes

Éléments disponibles et
assimilables par les plantes

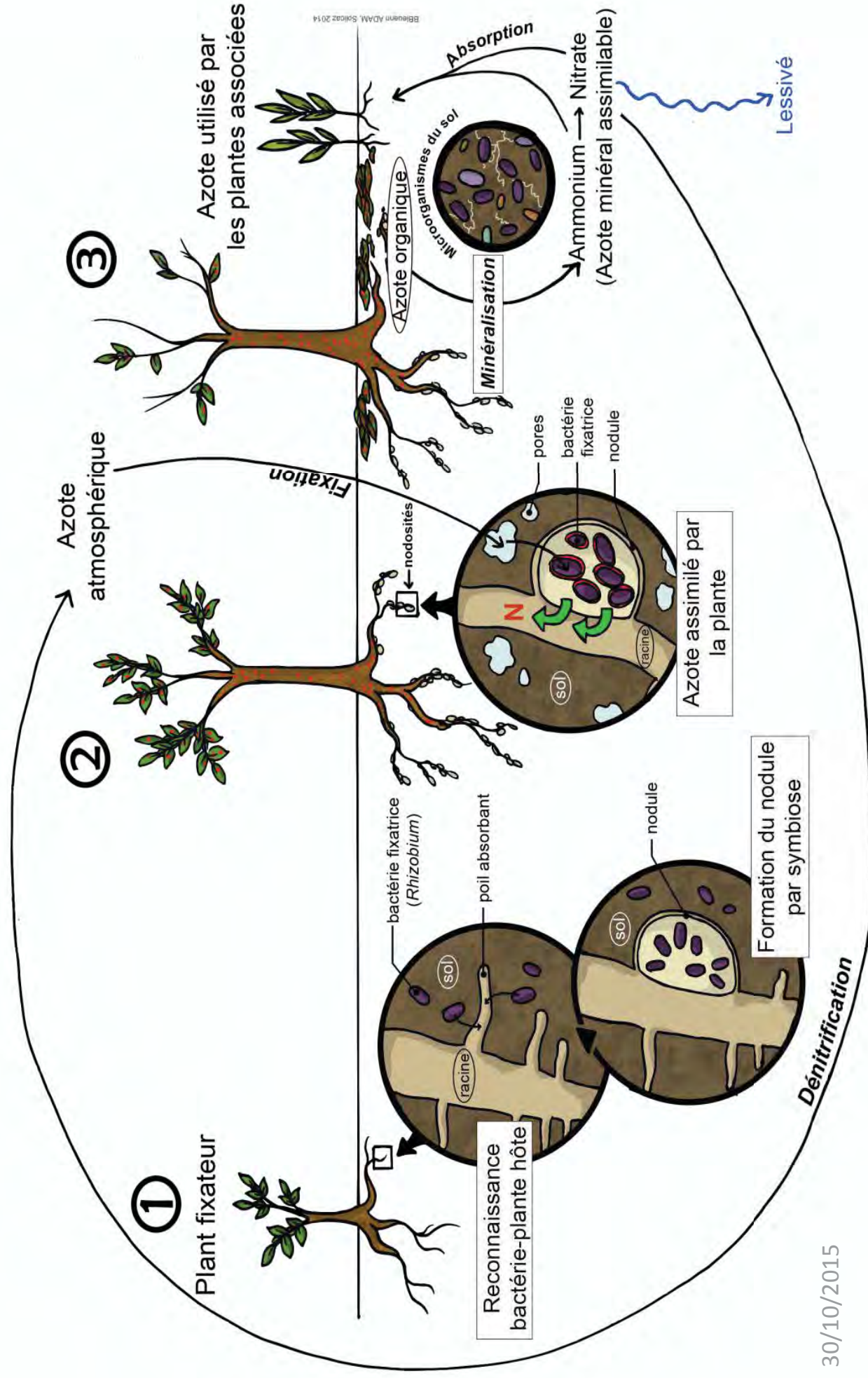


LES BESOINS D'UNE PLANTE





L'IMPORTANCE DES ESPÈCES FIXATRICES D'AZOTE





Rechercher des espèces **fixatrices** d'azote **pionnières** adaptées aux sols miniers

Pionnier

- ⇒ Résistance aux conditions extrêmes
- ⇒ Persistance des espèces sur site

Fixateur

- ⇒ Nutrition autonome des plants
- ⇒ Ré-enclenchement de la vie du sol

Favoriser l'installation des espèces forestières

- ⇒ Profiter de l'ombrage des espèces pionnières
- ⇒ Bénéficier de la litière créée riche en azote et carbone



OBJECTIFS DU PROJET



1

Sélection des espèces

2

Implantation sur site minier

3

Contrôle et suivi

4

Etude technico-économique

SÉLECTION DES ESPÈCES



Sélection des espèces

Critères de sélection

Identification des espèces

Collecte des graines

Reproduction en pépinière

Tests de fixation de l'azote

LES CRITÈRES DE SÉLECTION ET OBJECTIFS

Héliophile ⇨ Répondre aux conditions d'un site minier

Fixateur d'azote ⇨ Restaurer la fertilité du sol

Reproduction en pépinière ⇨ Permettre une multiplication aisée des espèces

Croissance rapide ⇨ Recréer les conditions d'un milieu forestier

Présentes en Guyane française ⇨ Développer des espèces locales



16 espèces identifiées

- *Ormosia coccinea*
- *Abarema jupunba*
- *Clitoria fairchildiana*
- *Tachigali melinonii*



- 3 espèces de *Swartzia* : *Swartzia leblondii*, *S. panacoco*, *S. grandifolia*

- 9 espèces d'*Inga* : *Inga cayennensis*, *I.stipularis*, *I.rubiginosa*, *I.leiocalycina*,
I.ingoides, *I.edulis*, *I.macrophylla*, *I.pezizifera*, *I.thibaudiana*.



**Sélection des
espèces**

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Reproduction
en pépinière

Tests de
fixation de
l'azote

OBJECTIFS

- ✓ **Récolte des graines en milieu naturel**
- ✓ **Mise en production en pépinière**
 - ✓ Taux de **germination**
 - ✓ **Multiplication** par bouturage
- ✓ **Tests de l'efficacité de la fixation**



Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Tests de
fixation de
l'azote

Reproduction
en pépinière

COLLECTE DES GRAINES DANS LE MILIEU NATUREL

Absence de fructification

- *Tachigali melinonii*
- *Abarema jupunba*
- *Inga cayennensis*, *I.stipularis*, *I.rubiginosa*

Fructification suffisante

- + *Ormosia coccinae*
- + *Clitoria fairchildiana*
- + *Inga leiocalycina*, *I.lingoides*, *I.edulis*,
I.macrophylla, *I.pezizifera*, *I.thibaudiana*





Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Reproduction
en pépinière

Tests de
fixation de
l'azote

Ormosia coccinea

- ✓ Multiplication par graines = 10% de germination
- ✓ Multiplication par bouturage = à tester





Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Reproduction
en pépinière

Tests de
fixation de
l'azote

Clitoria fairchildiana

✓ Multiplication par bouturage = 90 % de réussite



Octobre 2012



Janvier 2013

✓ Multiplication par graines = possible



30/10/2015



Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Reproduction
en pépinière

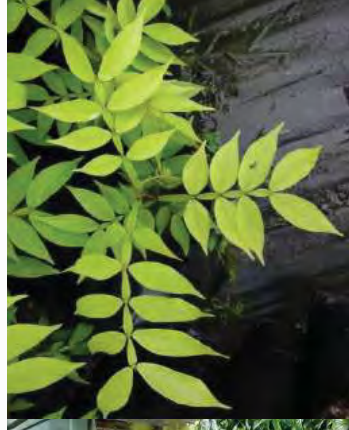
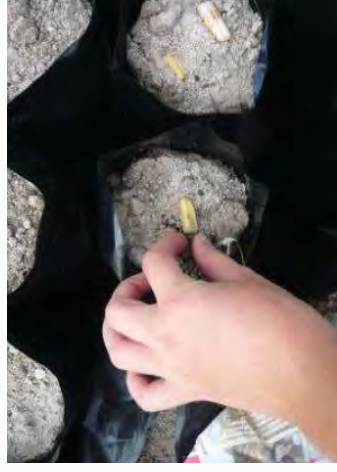
Tests de
fixation de
l'azote

Les 6 espèces d'*Inga*

✓ Multiplication par bouturage = 0 % de réussite



✓ Multiplication par graines = 75% de germination





Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

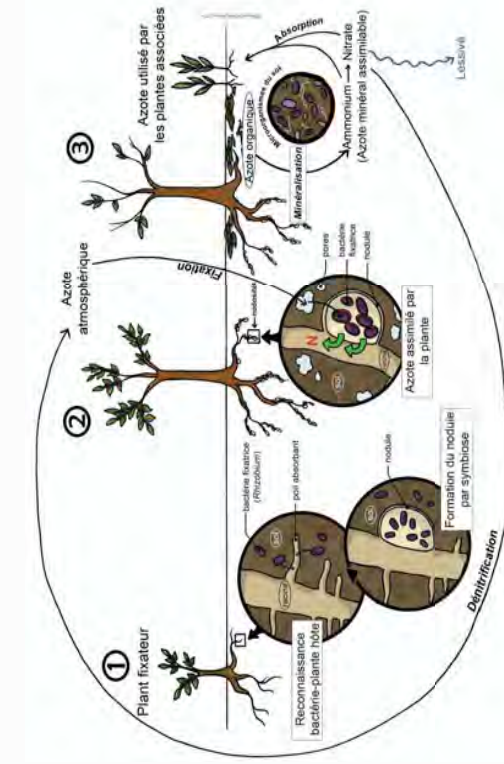
Tests de
fixation de
l'azote

Reproduction
en pépinière

INOCULATION DES PLANTS

⇒ Assurer la symbiose entre la plante et la bactérie (fixation de l'azote)
Spécificité souche bactérienne/plante hôte
Quantité de bactéries = milieu forestier

⇒ Inoculation à 2 mois





Sélection des
espèces

Critères de
sélection

Identification
des espèces

Collecte des
graines

Reproduction
en pépinière

Tests de
fixation de
l'azote

TEST EFFICIENCE DE LA FIXATION

- ⇒ **Infectivité** = apparition et renouvellement des nodules
- ⇒ **Effectivité** = mesure de l'azote fixé par les nodules
- ⇒ **Teneur en azote** = 2.1% à 2.7% d'N selon les espèces = niveau de fixation équivalent à la forêt
- ⇒ Apport d'azote dans le sol = jusqu'à **400 Kg d'N/ha/an**

(Roggy et al. 1999)

(Sierra et al. 2003)





CONCLUSION

- Meilleure connaissance des espèces**
- 7 espèces retenues
 - Multiplication par graines et bouturage
 - Fixation de l'azote assurée



IMPLANTATION SUR SITE

MINIER



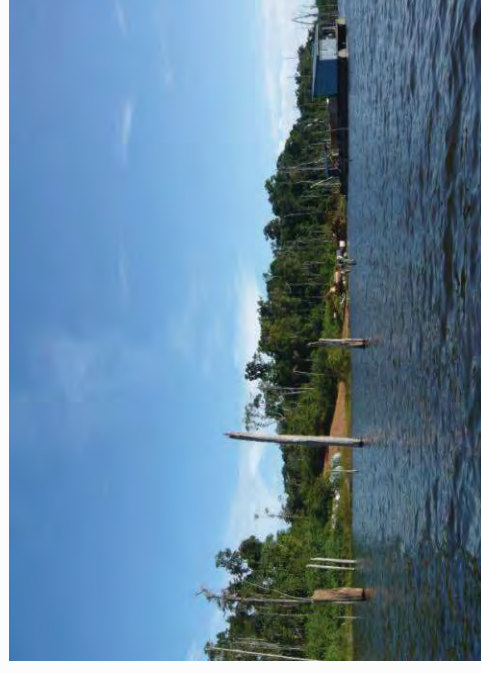
Implantation
sur site

Transport

Présentation
des parcelles

Plantation

TRANSPORT



30/10/2015

⇒ Camion, 4x4 et voie fluviale



Implantation
sur site

Transport

Présentation
des parcelles

Plantation



N

Crique Pactole

3ha

Pactole

2012



N

Crique Sable

0.3ha

Sable

2012

Association espèces d'*Inga*

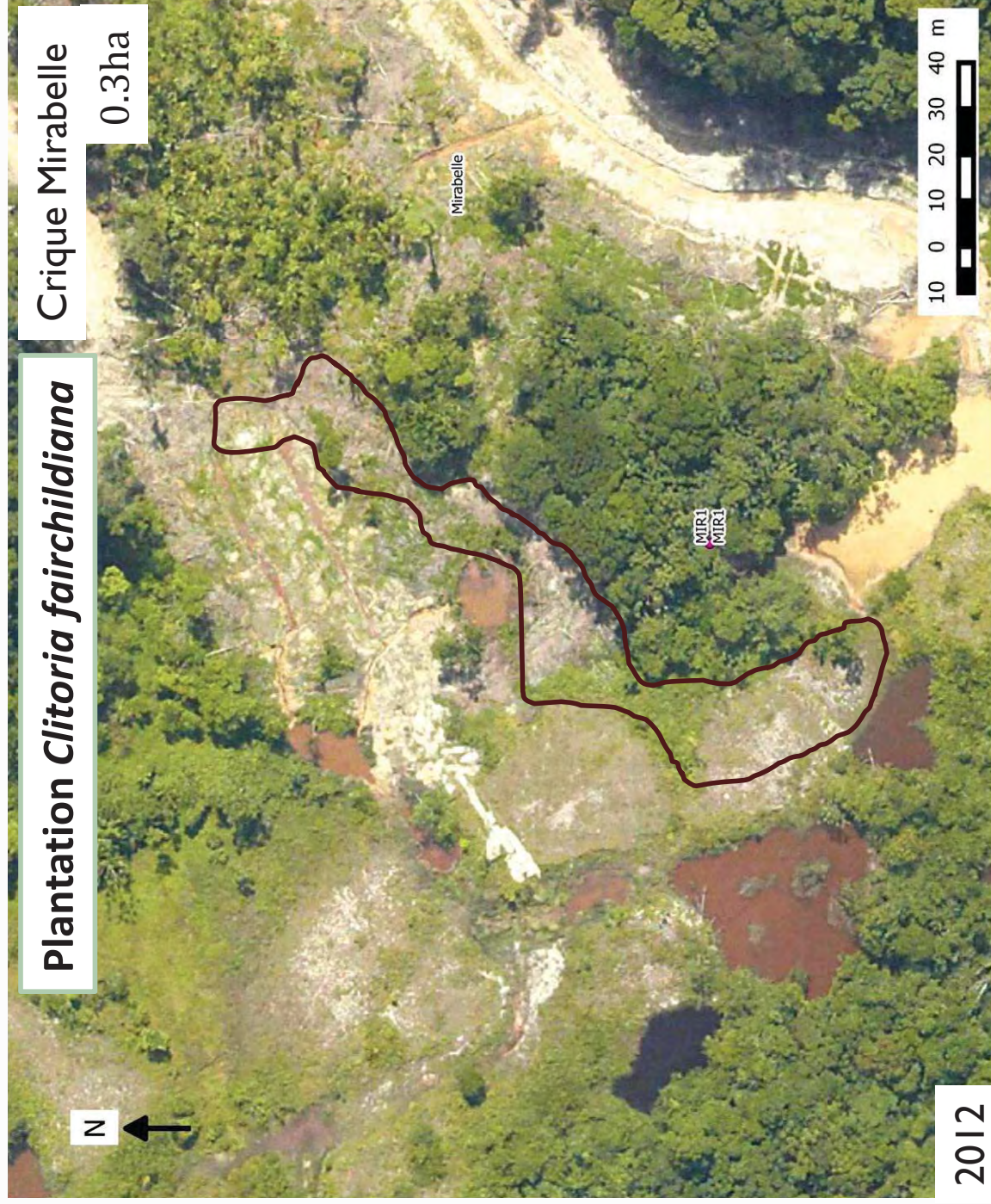


Implantation
sur site

Transport

Présentation
des parcelles

Plantation





Implantation sur site

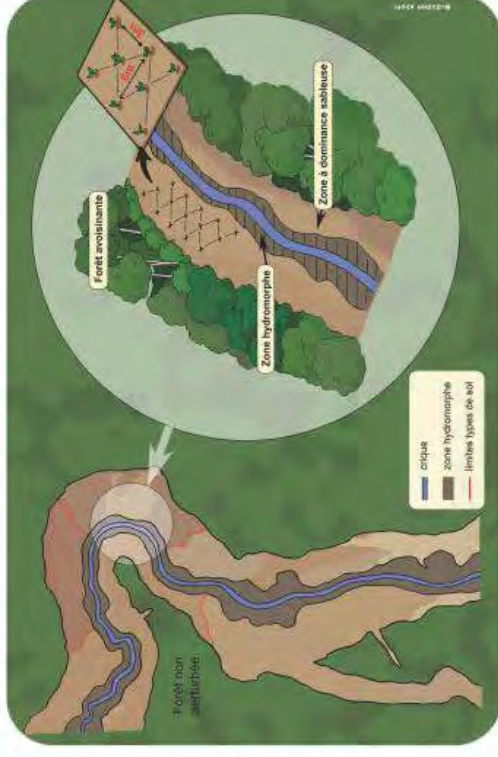
Transport

Présentation
des parcelles

Plantation



1^{ère} session de plantation
Parcelle test = **crique sable**



3^{ème} session de plantation
Crique Mirabelle

Juin 2012

Février-Avril 2013

Avril-Mai 2013

2^{ème} session de plantation
Crique pactole



CHAPITRE 3

CONTRÔLE ET SUIVI



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

OBJECTIFS

- ✓ Evaluer la qualité du sol après réhabilitation
- ✓ Etudier l'effet de la revégétalisation sur la fertilité du sol
- ✓ Mesurer le développement des plants
- ✓ Comparer les plantations dont l'apport de bactéries a été contrôlé et non





**Contrôle
et suivi**

Fertilité du sol

**Effet des arbres
fixateurs**

**Développement
des plants**

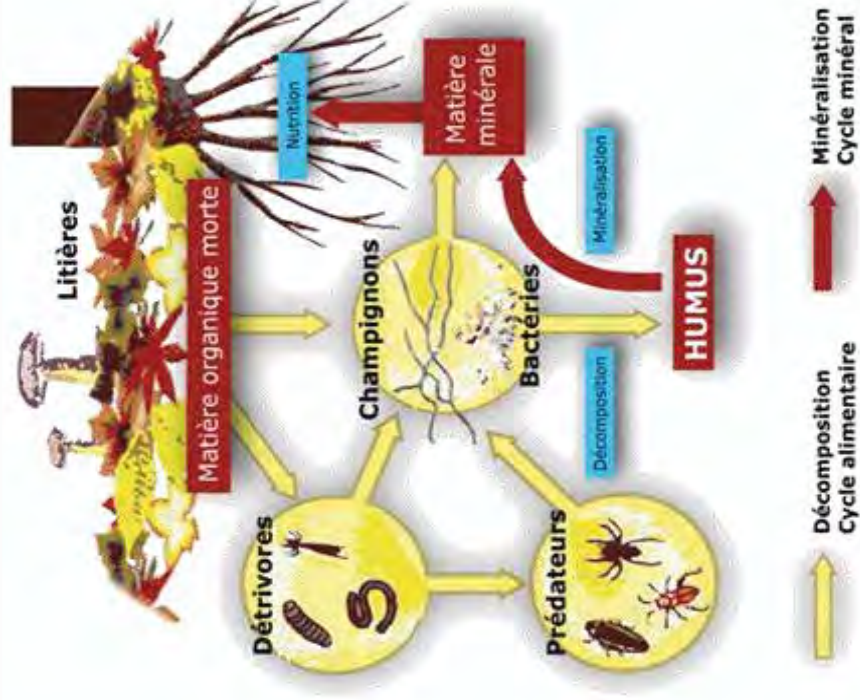
Analyses physico-chimiques des sols des parcelles

Groupes	Argiles %	Limons %	Sables %
1	29,1	35,6	35,0
2	16,3	27,1	56,6

⇒ Variations granulométriques sur sol minier



Analyses biologiques = les bio-indicateurs



Abondance microbienne

⇒ Respiration ($C-CO_2$ $\mu g/gsol/h$)

Diversité microbienne

⇒ Dénitrification ($N-N_2O$ $\mu g/gsol/h$)



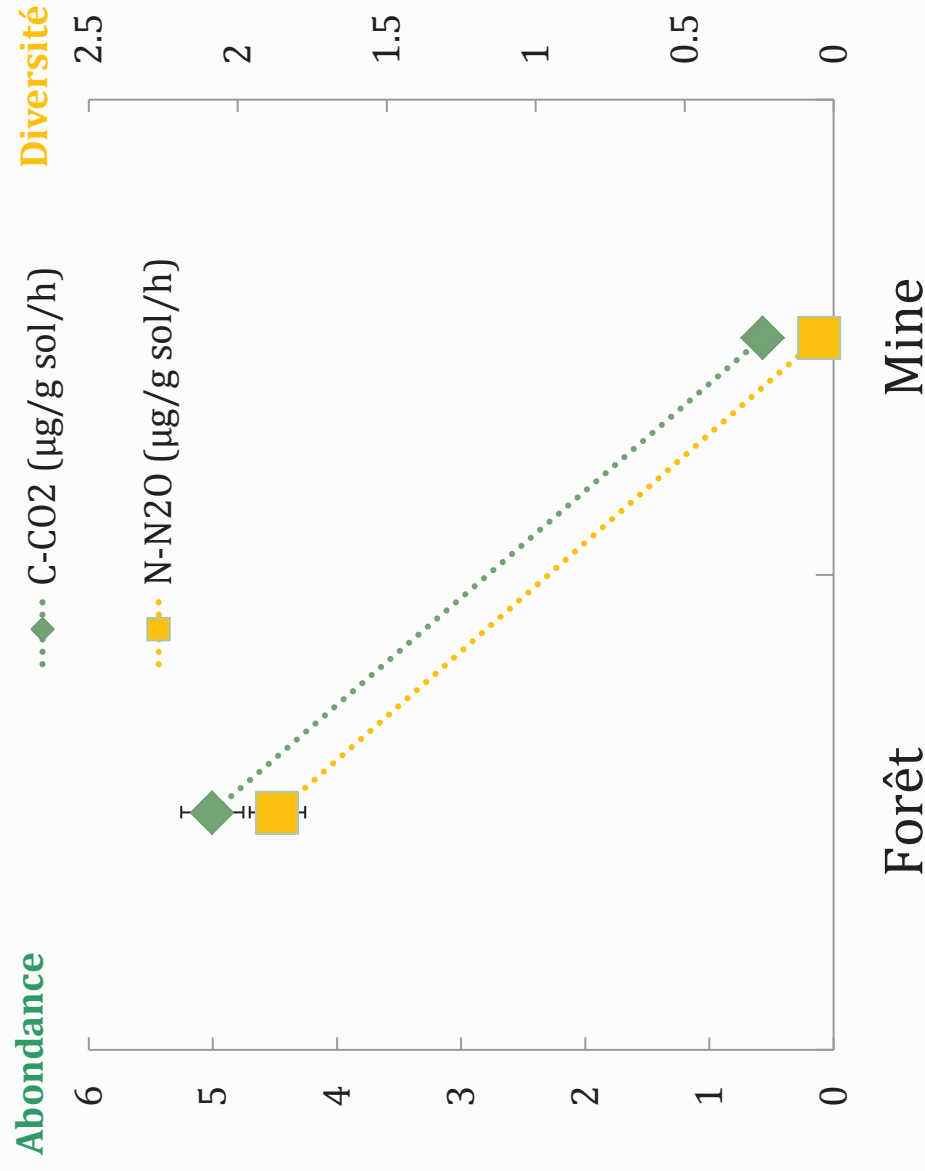
Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Analyses biologiques des sols \Rightarrow Etat du sol avant plantation





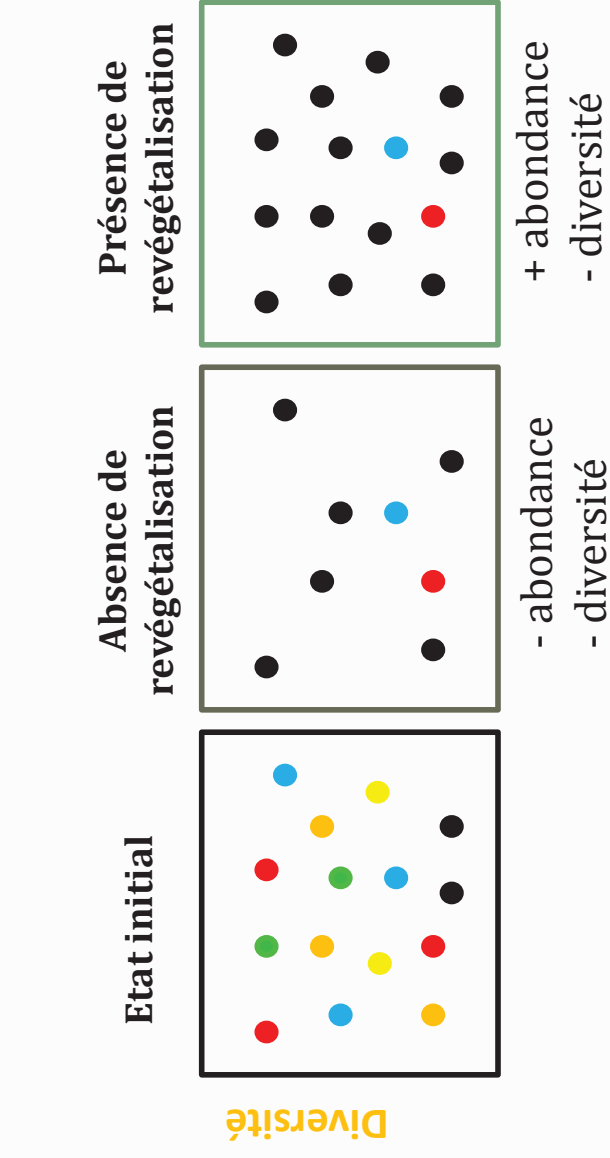
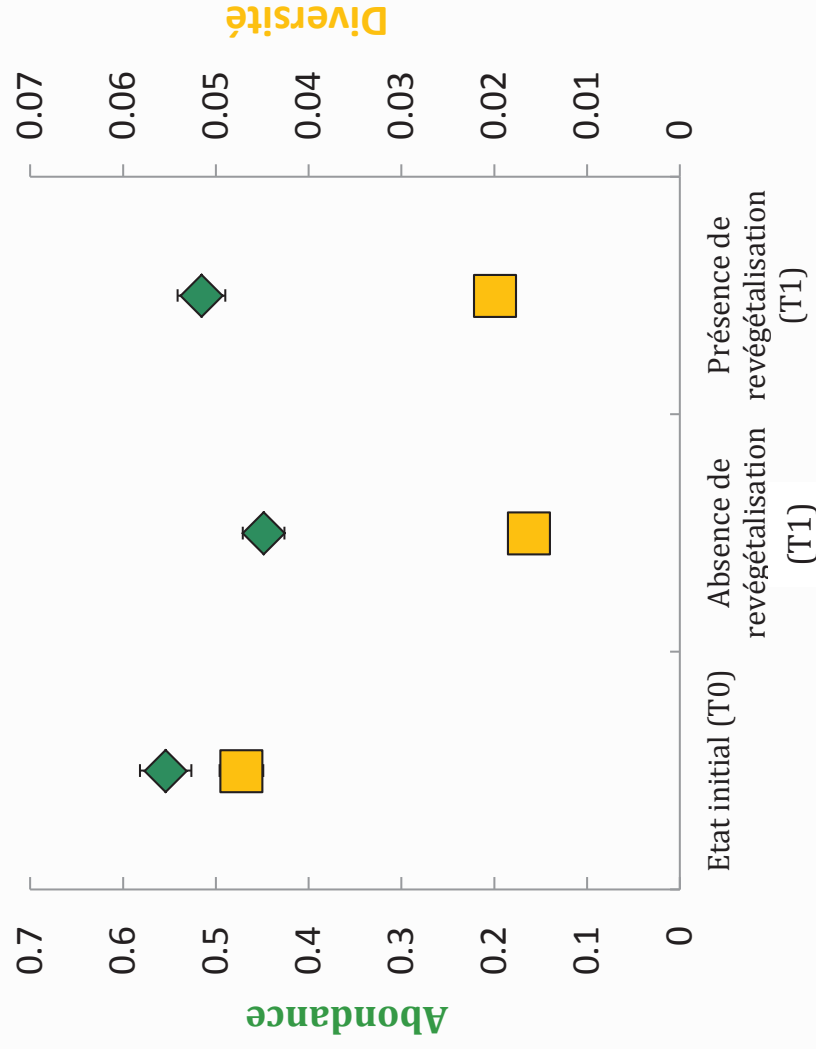
Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Analyses biologiques des sols \Rightarrow Etat du sol 1 an après plantation



1 an après, la revégétalisation n'a pas encore eu d'effet sur la diversité



Contrôle
et suivi

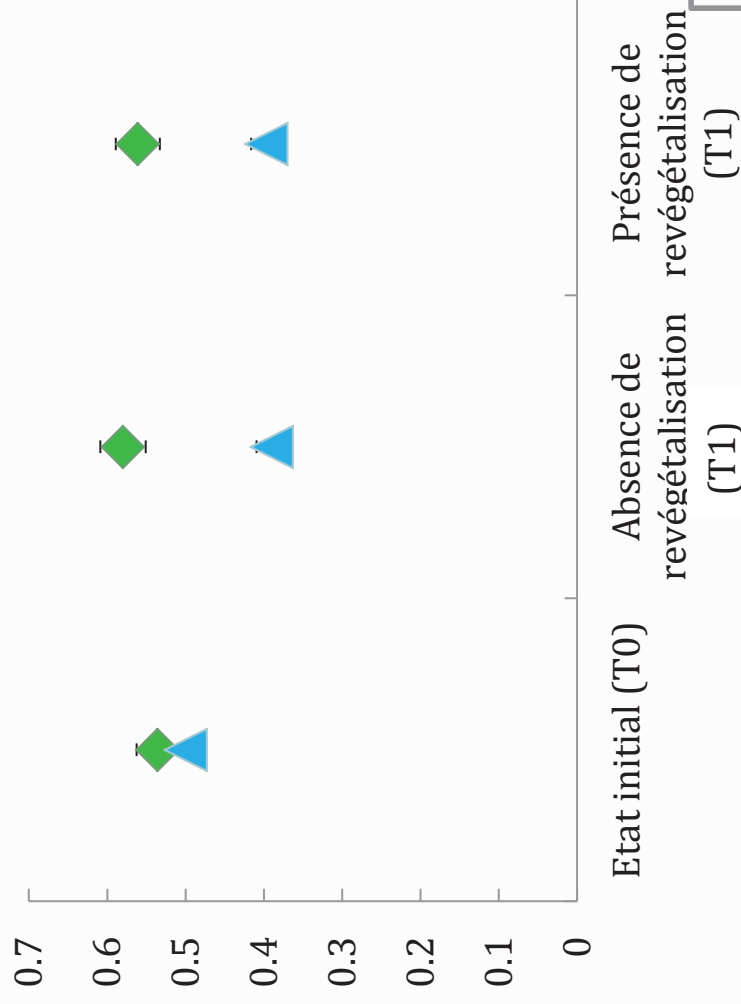
Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

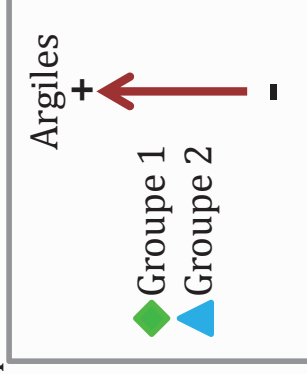
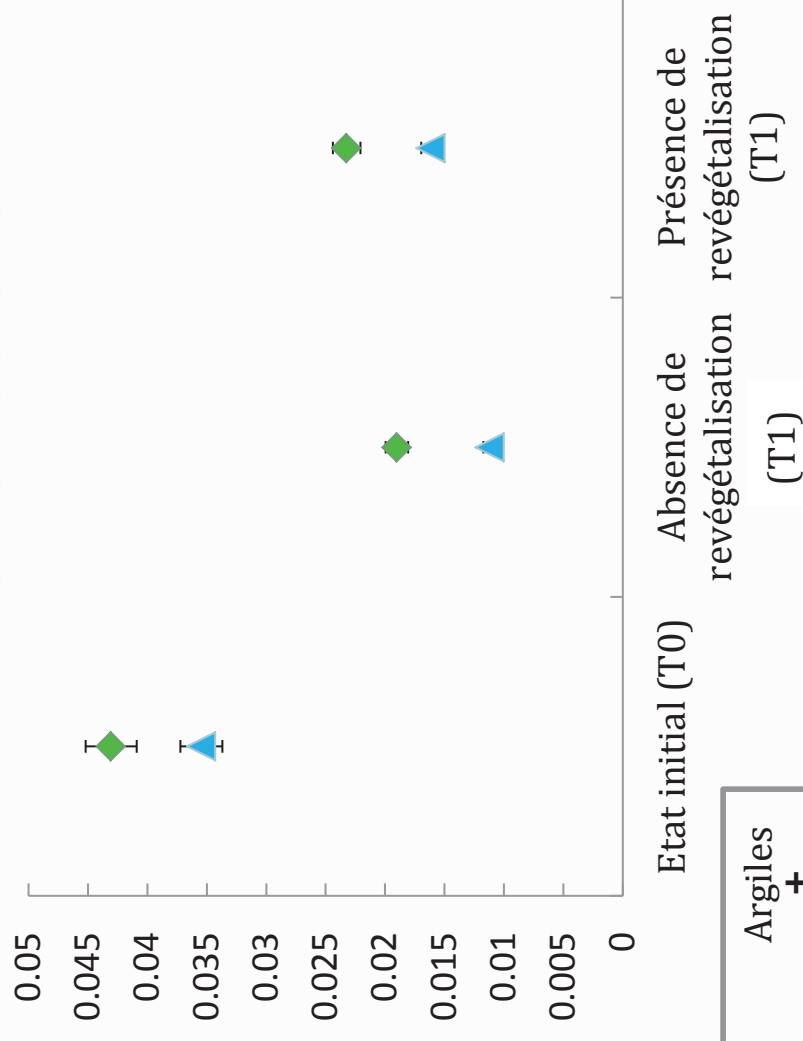
Développement
des plants

Analyses **biologiques** des sols \Rightarrow Etat du sol 1 an après plantation

Abondance microbienne



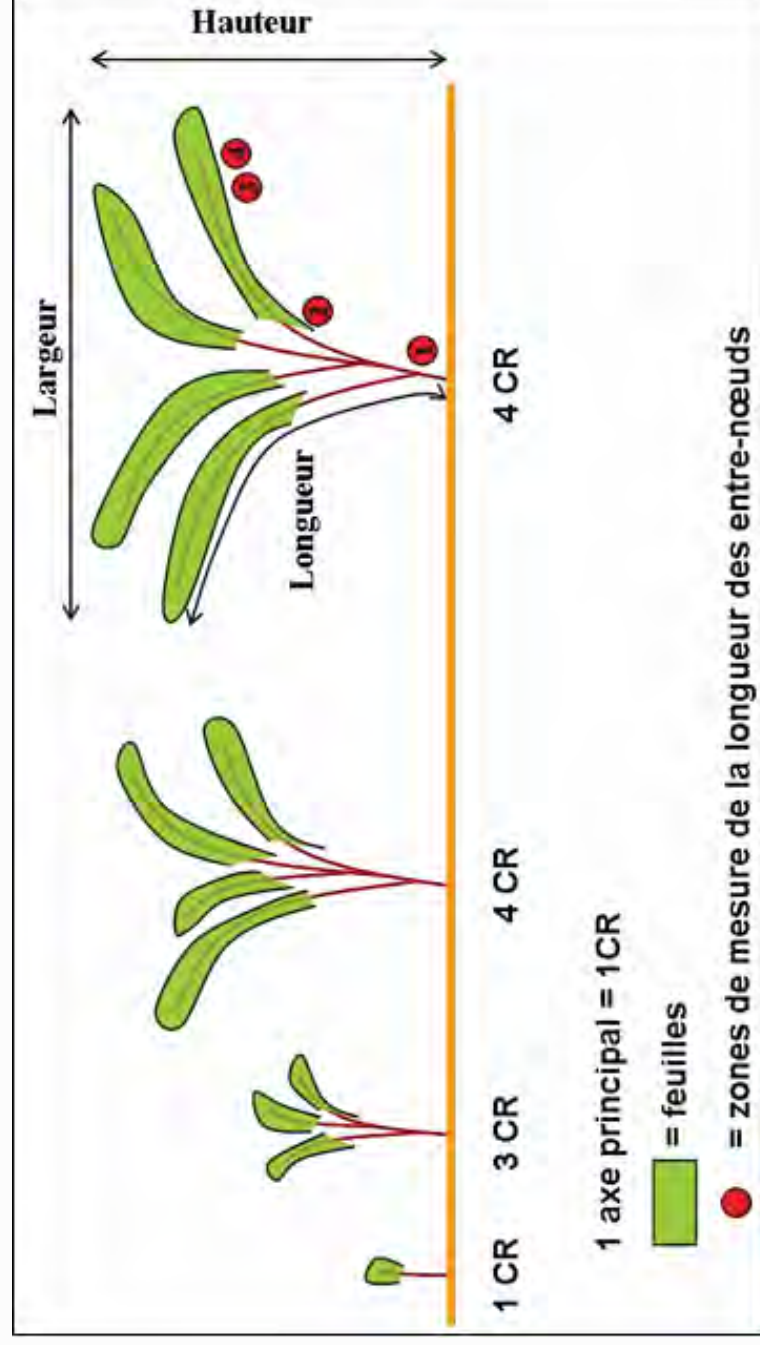
Diversité microbienne





Analyse du développement architectural des arbres

⇒ **Les paramètres mesurés**



+ Nombre d'axes principaux,
indicateurs des capacités
régénératrices de l'arbre.

+ Nombre de rejets tardifs,
indicateurs des difficultés de
développement de l'arbre.



Contrôle
et suivi

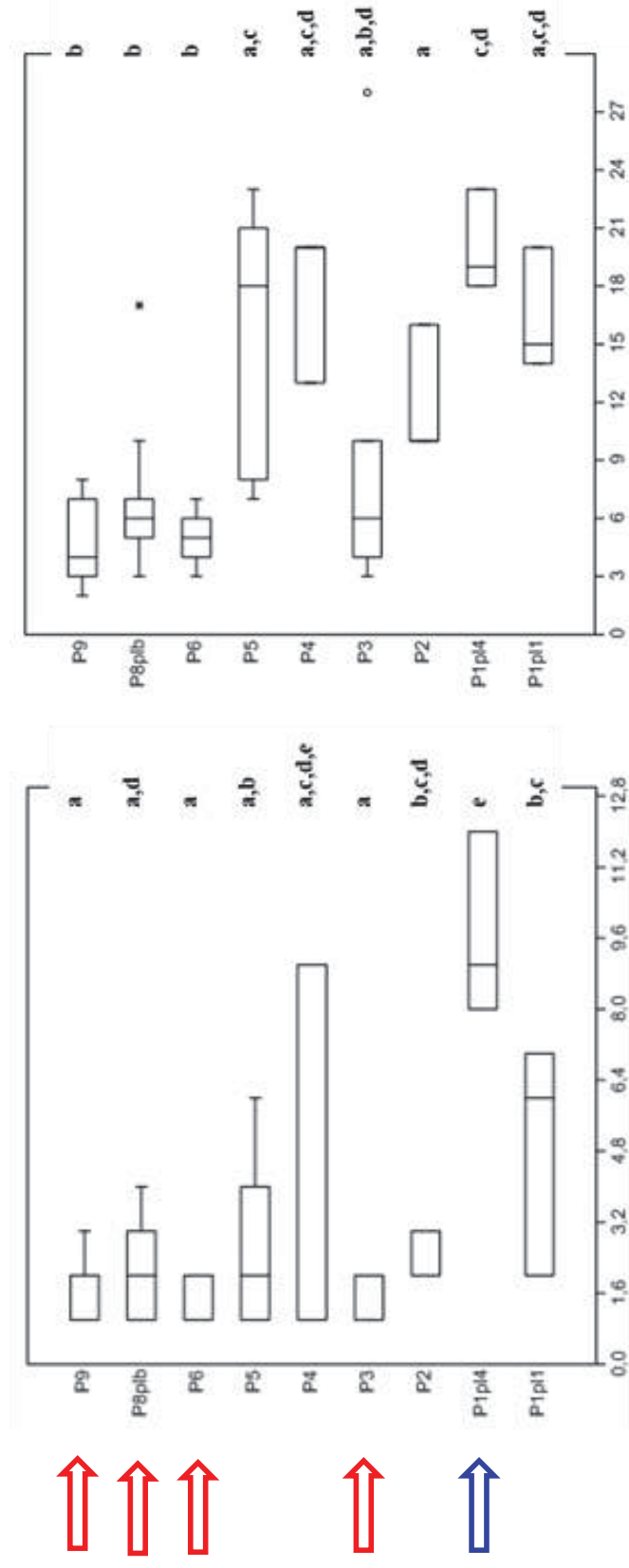
Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Analyse du développement architectural des arbres

⇒ Les paramètres mesurés



Nb axes principaux

Nb feuilles axe principal



Contrôle
et suivi

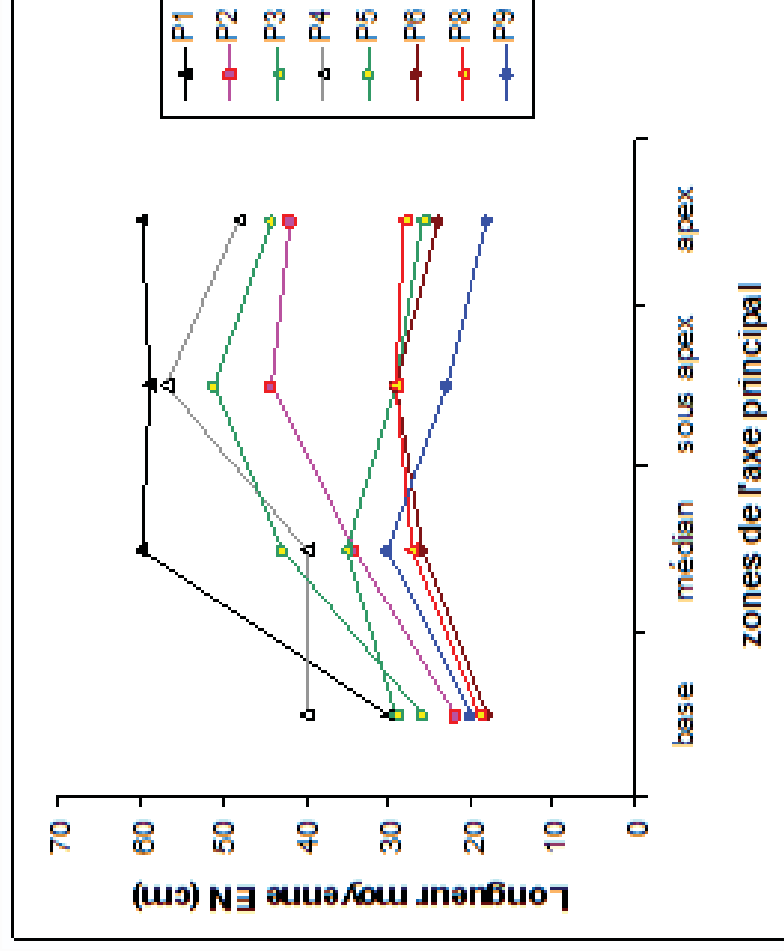
Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Analyse du développement architectural des arbres

⇒ Les paramètres mesurés



Arbres avec rejets tardifs
en situation de blocage ou de
déclin !

Arbres avec développement
optimal !

*La longueur des entre-nœuds, un indicateur de la
dynamique de croissance au cours du développement !*



Analyse du développement architectural des arbres

⇒ **Comparaison des placettes**

Parcelles		P3	P4	P2	P1	P1	P5	P6	P8	P9	P1
placeau					1	5	4		2		3
Diamètre	CAL	3	3	4	2	2	2	2	1		1
	EDU	1	4		4			1	1	1	
	ING		4				2	1		1	
Longueur (cm) X Nb de CR	CAL	4	4	3	3	3	2	2			1
	EDU	1	4		4		2	1	1	1	
	ING		4				3	1		1	

Les placeaux les moins contraignants

Les placeaux les plus contraignants



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Analyse du développement architectural des arbres

⇒ **des comportements spécifiques différents**

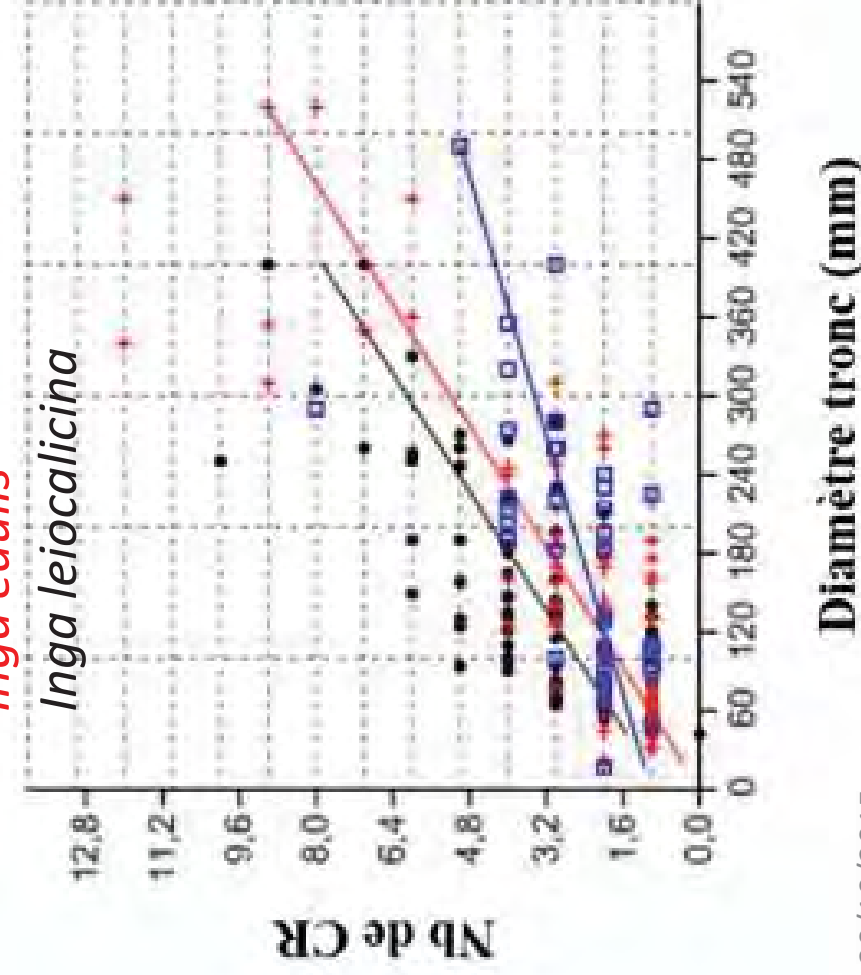
Inga ingoides

Inga edulis

Inga leiocalicina

Inga ingoides,
avec un houppier bien moins ramifié au
moment des observations!

À l'opposé
Inga leiocalicina,
avec un houppier très ramifié !





Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

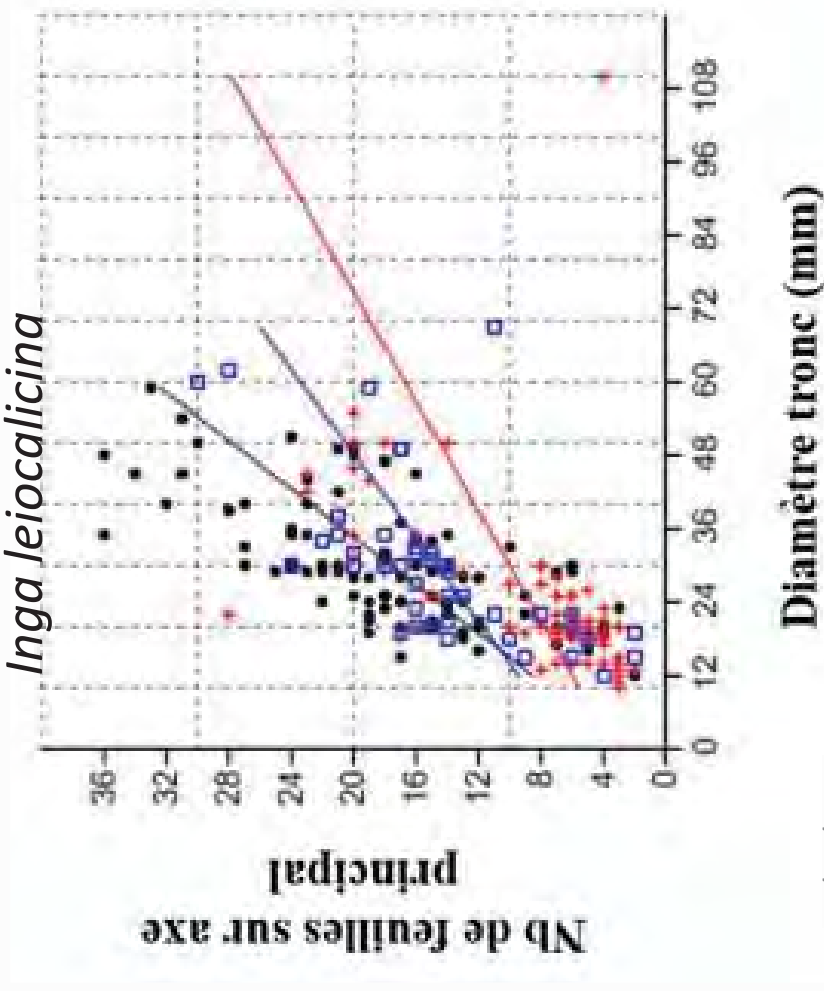
Analyse du développement architectural des arbres

⇒ **des comportements spécifiques différents**

Inga ingoides

Inga edulis

Inga leiocalicina



Inga leiocalicina

Plus de feuilles présentes sur un
axe principal

une espèce avec un houppier
très feuillé, très dense !



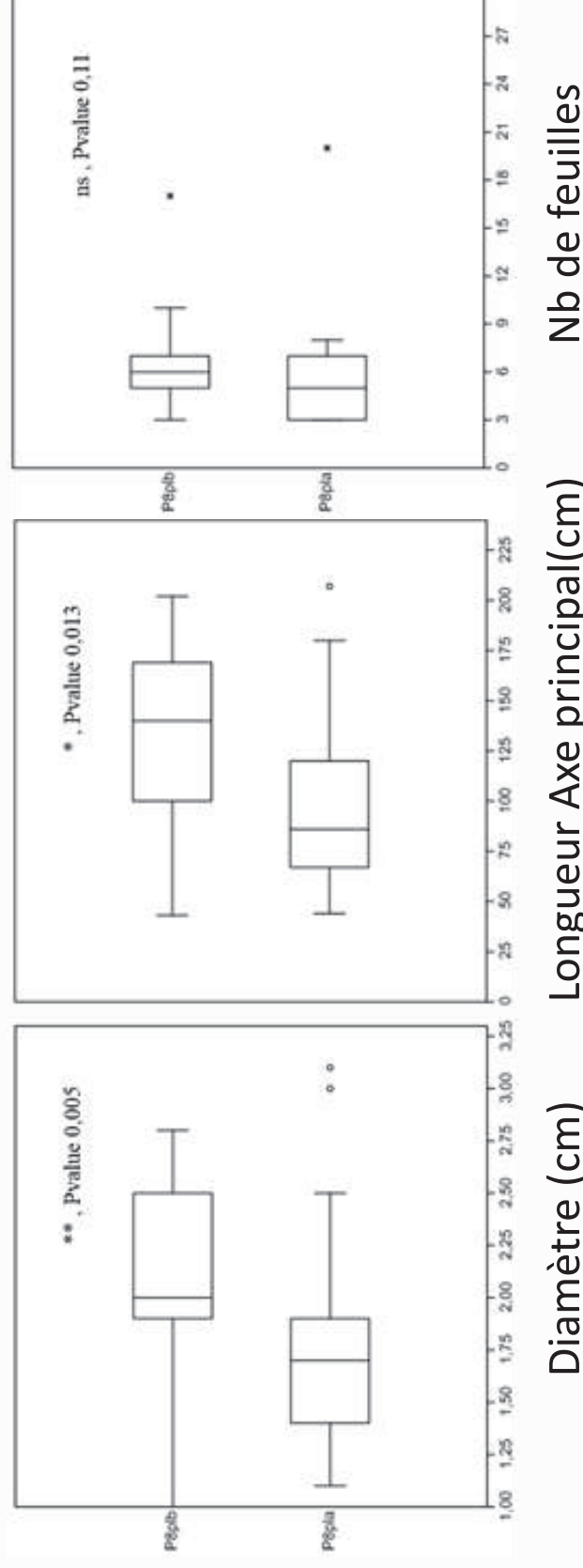
Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants

Comparaison du développement des arbres inoculés et des arbres non inoculés



Les différences sont discrètes mais significatives !

Après un an de croissance, les arbres inoculés ont atteint des dimensions supérieures à celles des arbres non inoculés.



EN RÉSUMÉ

- ☐ Sol minier alluvionnaire = dominance sableuse
- ☐ Après réhabilitation = poursuite de la perte de fertilité du sol
- ☐ Plantation = limite la perte d'abondance des micro-organismes
- ☐ La présence d'argile = moins d'impacts sur la qualité du sol
- ☐ Schimann (2005) = plantation de fixateurs = récupération de la qualité du sol à 6 ans
- ☐ Développement des plants fixateurs = texture / accès à l'eau / apport de bactéries spécifiques
- ☐ Autres espèces intéressantes = *Abarema*, *Pterocarpus*...



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants





Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/20

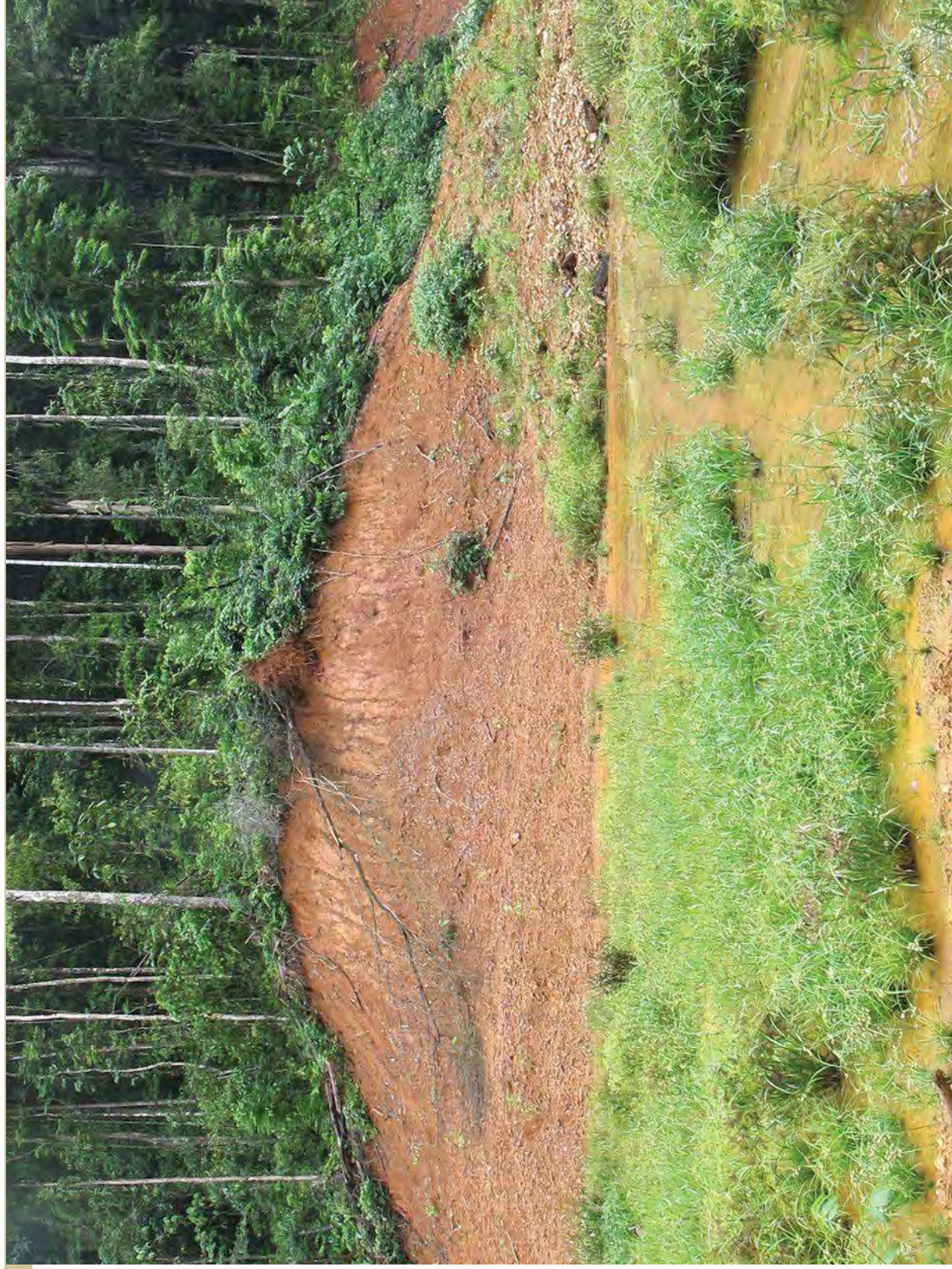


Contrôle et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



30/10/2015



Contrôle
et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants





Contrôle et suivi

Fertilité du sol

Effet des arbres
fixateurs

Développement
des plants



CHAPITRE 4

ÉTUDE TECHNIQUE-ÉCONOMIQUE

30/10/2015





OBJECTIFS

- ✓ Proposer des modes d'organisation de la revégétalisation
- ✓ Estimer le coût de revégétalisation



Etude technico-économique

Acteurs du marché

Scénarii de structuration

Coûts de revégétalisation

ETAPES DE LA REVÉGÉTALISATION



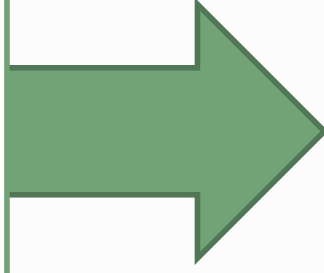
Collecte des graines

Gestion et production en pépinière

Transport

Stockage

Plantation



LES ACTEURS

Les opérateurs miniers

Les pépiniéristes/agriculteurs

Les bureaux d'étude



LES SCÉNARII DE STRUCTURATION

Scénario 1 : Gestion autonome

Prise en charge de la majeure partie des étapes de
production

Collecte des graines
Gestion et production en pépinière
Plantation



LES SCÉNARII DE STRUCTURATION

Scénario 2 : Gestion externalisée
Achat de prestations complètes

~~Collecte des graines~~
~~Gestion et production en pépinière~~
Plantation



	Scénario 1	Scénario 2
Mode de gestion	Interne	Externe
Main d'œuvre annualisée (ETP)	0.91	0.63
Achats et Consommables	5 150 €	27 720 €
Charges externes	8 200 €	7 250 €
Charges salariales	19 628 €	13 440 €
Amortissements	6 160 €	0 €
Imprévus	2 000 €	2 000 €
Total (20ha)	41 138 €	56 598 €
Coût de revient (€/ha)	2 057€/ha	2 830 €/ha



Scénario 1 (interne)

Scénario 2 (externe)

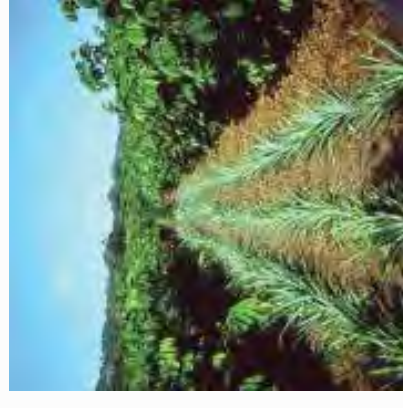
Avantages	<ul style="list-style-type: none">- Maîtrise les coûts de production- Autonomie- Plants directement accessibles sur site- Adapté aux concessions	<ul style="list-style-type: none">- Organisation du travail simplifiée- Produit clé en main- Pas d'infrastructure à mettre en œuvre- Intéressant pour les exploitations de type alluvionnaire
Contraintes	<ul style="list-style-type: none">- Aléas de production- Moins bien adapté aux AEX- Forte implication de l'opérateur- Connaissances techniques poussées- Turn-over de la masse salariale	<ul style="list-style-type: none">- Dépendance aux prestataires extérieurs- Logistique et une organisation bien maîtrisées- Difficile à réaliser sur sites isolés



BESOINS DES FILIÈRES LOCALES

Secteur agricole \Rightarrow Alternative aux engrais chimiques

Secteur de l'énergie \Rightarrow Alimenter les usines de biomasse



(Cf. Réseau d'innovation et de transfert agricole)
Leblanc et McGraw, 2006.

Ministère de l'Écologie Stratégie Nationale pour la biodiversité 2012 - 2020



Projets GUYAFIX et MOM (2012-2015)

MERCI DE VOTRE ATTENTION

30/10/2015



Géraldine PAUL

Réalisé par :
GéoPlusEnvironnement

Agence Centre et Nord
2 rue Joseph Leber
45 530 VITRY-AUX-LOGES
Tél : 02 38 59 37 19 – Fax : 02 38 59 38 14

e-mail : geo.plus.environnement2@orange.fr

Siège social / Agence Sud :
Le Château
31 290 GARDOUCH
Tél : 05 34 66 43 42 – Fax : 05 61 81 62 80
e-mail : geo.plus.environnement@orange.fr

Agence Est :
7 rue du Breuil
88 200 REMIREMONT
Tél : 03 29 22 12 69 – Fax : 09 70 06 14 23
e-mail : geo.plus.environnement4@orange.fr

Agence Ouest :
5 chemin de la Rôme
49 123 CHAMPTOCE-SUR-LOIRE
Tél : 02 41 34 35 82 – Fax : 02 41 34 37 95
e-mail : geo.plus.environnement3@orange.fr

Agence Sud-Est :
Quartier Les Sables
26 380 PEYRINS
Tél : 04 75 72 80 00 – Fax : 04 75 72 80 05
e-mail : geoplus@geoplus.fr

Antenne PACA :
Sainte-Anne
84 190 GIGONDAS
Tél : 06 88 16 76 78

Site internet : www.geoplusenvironnement.com



La gestion de l'environnement, la reconnaissance du sous-sol
et l'application de la réglementation au service de votre projet.