

## **ANNEXE 2**

Rapports de suivi sur la réhabilitation et la re-végétalisation de la zone Aval-Léonce,  
09/2017 et 11/2018, SOLICAZ



**COMPAGNIE MINIERE  
DE BOULANGER**

# Plan de revégétalisation

**Concession Crique Aval Léonce**

**Concession Camp Léonce**



**1<sup>er</sup> Rapport intermédiaire**

**Septembre 2017**



## SOMMAIRE

---

I.	Objectif : revégétalisation de site minier .....	2
II.	Méthodologie.....	3
II.1.	Phase 1 : Expertise de terrain.....	3
II.1.1.	Zones de plantation retenues .....	3
II.1.2.	Zones de plantation exclues.....	7
II.2.	Phase 2 : Traitement géographique des données.....	10
II.3.	Phase 3 : Production des plants .....	11
II.4.	Phase 4 : Plantation .....	14
III.	Résultats – Concessions CMB – Léonce (32,7 Ha) .....	17
III.1.	Concession Crique Aval Léonce (6,5 Ha).....	18
III.1.1.	Résultats de l’expertise de terrain .....	19
III.1.2.	Plantation .....	20
III.1.3.	Suivi du développement des arbres.....	22
III.2.	Concession Camp Léonce (26,2 Ha).....	25
III.3.	Travaux annexes .....	26
	Table des illustrations .....	28

## **I. OBJECTIF : REVEGETALISATION DE SITE MINIER**

---

La revégétalisation sur site minier est réalisée par plantation d'arbres afin qu'un minimum 30 % de la surface total du site soit recouvert par de la végétation dans le but de retour réenclenché le cycle de la biodiversité végétale et animale soit.

Les sols après exploitation sont dégradés et, de ce fait, très pauvre. Il convient donc de sélectionner des espèces possédant une bonne capacité à se développer dans ces conditions stringentes. Les espèces fixatrices d'azote sont des candidats idéals du fait de leur capacité à capter l'azote de l'atmosphère, et non obligatoirement dans le sol, pour leur propre croissance. Pour se faire, une symbiose bactérienne doit se faire avec la plante. Ces espèces, en restituant de la matière organique riche en azote, va permettre d'améliorer la fertilité des sols et ainsi permettre la reprise de succession végétale amenant à la restauration d'un écosystème forestier.

Plusieurs espèces sont proposées selon les caractéristiques édaphiques rencontrées (sol argileux, gravillonnaire, engorgé, etc ...). Les plants proposés pour la revégétalisation sont d'une part inoculés (association bactérienne pour la fixation de l'azote atmosphérique) et d'autre part mycorhizés (association avec des champignons améliorant la récupération d'élément nutritifs par la plante dans le sol, notamment du phosphore).

## II. METHODOLOGIE

---

### II.1. PHASE 1 : EXPERTISE DE TERRAIN

L'élaboration du plan de revégétalisation s'appuie dans un premier temps sur la réalisation d'une expertise de terrain. Ces résultats permettront de sélectionner les espèces adaptées aux zones devant être revégétalisées.

Les critères, retenus pour le diagnostic, se basent sur les caractéristiques physiques du milieu :

- Les différentes textures du sol
- Les zones d'hydromorphie permanente ou temporaire
- L'état de végétation
- La topographie du terrain

L'ensemble de la surface est parcourue à pieds pour effectuer les prélèvements de sol à la tarière pour étudier leur texture et leur profondeur. Chaque zone est délimitée et géo-référencée avec un GPS sur le terrain.

Dans un second temps un traitement cartographique sera réalisé pour reporter sur carte SIG les zones sélectionnées pour les travaux de plantations et permettra un suivi dans le temps du développement de la végétation.

#### II.1.1. ZONES DE PLANTATION RETENUES

Les zones de plantation sélectionnées se situent soit sur sol nu, soit sur sol présentant une strate herbacée basse (des blocages de succession végétale peuvent avoir lieu dans ces conditions, cf « étude des conditions de reprise de la végétation sur sites miniers alluvionnaires », Biotope – Solicaz – GeoPlusEnvironnement 2016). Les sols peuvent être de différentes natures (argileuse à sableuse).



**PHOTO 1 ZONE DE SOL NU**



**PHOTO 2 : ZONE DE STRATE HERBACEE BASSE PRESENTANT UN BLOCAGE DE LA SUCCESSION VEGETALE**



**PHOTO 3 : SOL SABLO-ARGILEUX**



**PHOTO 4 : SOL SABLEUX**



**PHOTO 5 : SOL ARGILEUX SOUS COUCHE DE CAILLOUX**

Les zones d'eau (type mare) ou d'hydromorphie temporaires feront l'objet d'une revégétalisation spécifique avec la sélection d'espèces végétales adaptées à ces milieux.



**PHOTO 6 : ZONE D'EAU PERMANENTE**



**PHOTO 7 : ZONE D'HYDROMORPHIE TEMPORAIRE**



**PHOTO 8 : SOL HYDROMORPHE**

### II.1.2. ZONES DE PLANTATION EXCLUES

Les zones présentant une végétation de type pluristratifiées (herbacées hautes + arbustes) ou forestière (recrue arbres forestier) où la forêt est susceptible de réapparaître naturellement, ne seront pas retenues car ne nécessitent pas d'intervention.



**PHOTO 9 : ZONE PRESENTANT UNE VEGETATION PLURISTRATIFIEE**



**PHOTO 10 : ZONE DE RECRU FORESTIER**

Les zones présentant une texture extrêmement compacte type socle latéritique ou Kaolin (sol se présentant sous forme de latérite blanche), seront également exclues. Ces textures extrêmement dur empêche les racines des arbres ou herbacées de se développer et engendrent une stagnation de croissance voir la mort de la végétation à long terme. Seuls d'importants travaux de modification du substrat pourraient permettre d'obtenir un retour de la végétation. Une étude est actuellement menée (projet BIOZA-Nofrayane/Solicaz 2017) pour trouver des solutions efficaces et durables sur ce type de zones.



**PHOTO 11 : ZONE DE KAOLIN EN SURFACE**



**PHOTO 12 : PRESENCE DE KAOLIN EN PROFONDEUR (SOCLE COMPACT A 30 CM DE PROFONDEUR)**

La profondeur utile des sols (délimitée soit par de l'hydromorphie de profondeur, soit par présence de boucliers rocheux) est aussi un facteur limitant. En effet, les arbres ont besoin d'une profondeur de sol supérieure à 60 cm afin d'assurer leur bon développement racinaire. Toutefois, sur site minier où le sol a été très travaillé, ces cas restent rares.

## II.2. PHASE 2 : TRAITEMENT GEOGRAPHIQUE DES DONNEES

Un travail de traitement géographique (SIG) est réalisé pour visualiser les différentes informations recensées. Ainsi, différentes couches cartographiques ont été créées :

- Zones de plantations
- Zones de régénération forestière
- Zones de régénération pluristratifiée
- Zones d'eau stagnante
- Zones d'exclusion des sols (sols hydromorphes, kaolins,...)

Ainsi, la totalité de la surface des zones d'étude est recouverte par une de ces couches cartographiques.

Pour chacune de ces couches, les différentes entités sont sélectionnables *via* la table attributaire associée afin d'accéder à aux informations sur leur surface (en m<sup>2</sup>) et d'autres informations complémentaires (cause de refus de plantation pour les zones d'exclusion : sols hydromorphes, kaolin,...).

De plus, l'utilisation de drone survolant la zone d'étude permet de réaliser un raster d'images aériennes. Cette couche de haute résolution aide dans la délimitation des contours des zones d'eau et des zones de reprises de végétation. D'autre part, des photographies aériennes seront réalisées continuellement dans le temps pour visualiser et quantifier par traitement SIG la progression de la revégétalisation des sites d'étude.



**PHOTO 13 : DETAIL DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES REALISEES. LA PRECISION PERMET DE DELIMITER PRECISEMENT LES CONTOURS DES DIFFERENTES ZONES. ON REMARQUERA QUE MEME LES LIGNES DE PLANTATION SONT PARFOIS OBSERVABLES (PETITS POINTS PLUS CLAIRS, ESPACES TOUS LES 3M).**

Le travail SIG est réalisé avec le logiciel ArcGis. Chaque projet sera fourni avec l'intégralité des couches cartographiques et leur mise en forme telle qu'elles apparaissent dans les documents. Toutefois, si vous travaillez avec un autre logiciel (par exemple QGIS), les différentes couches pourront être extraites afin de vous les fournir individuellement.

### **II.3. PHASE 3 : PRODUCTION DES PLANTS**

Suite à la phase d'expertise de terrain les espèces sélectionnées pour la plantation sont produites en pépinière. Cette étape est cruciale est assure la réussite de la revégétalisation.

Les espèces sélectionnées sont pour la plus part des espèces fixatrices d'azote. Elles sont choisies pour répondre aux critères suivants :

- Avoir un caractère héliophile,
- Régénératrices de la fertilité des sols,
- A croissance rapide (première année développement souterrain (racines) deuxième année début de développement aérien (houppier)).

La production en pépinière se réalise selon les étapes suivantes :

1. Récolte des gousses : les gousses sont récoltées sur des arbres ayant été préalablement sélectionnés pour leurs caractéristiques génétiques. Chaque provenance est enregistrée et tracée tout au long de la production en pépinière.
2. Traitement et sélection des graines : écosage et épluchage de la pulpe, tri des graines et conditionnement.
3. Préparation des pots : fabrication du substrat adapté aux espèces produites.
4. Semis et/ou bouturages
5. Contrôles de la mycorhization des plants
6. Contrôles de la nodulation des plants
7. Suivis du développement des plants
8. Entretien des plants jusqu'à maturité âgés de 4 à 6 mois



PHOTO 14 : PRODUCTION DES PLANTS DANS A PEPINIERE DE SOLICAZ A MACOURIA

Exemples d'espèces produites :



PHOTO 15 : INGA LEOCALICINA



PHOTO 16 : INGA EDULIS



PHOTO 18 : INGA INGOÏDES



PHOTO 17 : CLITORIA FERCHILDIANA



PHOTO 19 : PTEROCARPUS OFFICINALIS



PHOTO 20 : MAURITIA FLEXUOSA (NON FIXATRICE D'AZOTE)

#### II.4. PHASE 4 : PLANTATION

Des espèces locales du genre *Inga* et *Clitoria* ont été sélectionnées pour la revégétalisation de sites miniers du fait de leur caractère pionnier, de leur caractère fixateur d'azote et de leur habilité à se développer sur les sols miniers pauvres et pouvant présenter une large gamme de textures.

La plantation est réalisée à une densité de 1200 plants par hectare, soit un plant tous les 3 mètres.



**PHOTO 21 : DELIMITATION ET BALISAGE D'UNE ZONE DE PLANTATION**



**PHOTO 22 : FOREUSE POUR LA REALISATION DES TROUS DE PLANTATION**



**PHOTO 23 : MINI-PELLE POUR REALISATION DES TROUS DANS LES ZONES DE CAILLOUX**

La plantation se fait généralement à la main à l'aide d'une pelle. Dans les zones ayant été réhabilitées depuis plusieurs années ou ayant une forte concentration de cailloux, il est nécessaire d'utiliser une mini-pelle pour foisonner le sol au niveau des trous de plantation.



**PHOTO 24 : TRANSPORT DES PLANTS SUR LE SITE DE PLANTATION**

### III. RESULTATS – CONCESSIONS CMB – LEONCE (32,7 HA)

---

La concession Léonce a été subdivisée en deux parties :

- la concession Crique Aval Léonce (6,5 hectares)
- la concession Camp Léonce (26.2 hectares)



FIGURE 1 : CONCESSION CMB LEONCE - CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE (6.5 HA) AU NORD, CONCESSION CAMP LEONCE (26.2 HA)  
AU SUD

### III.1. CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE (6,5 HA)

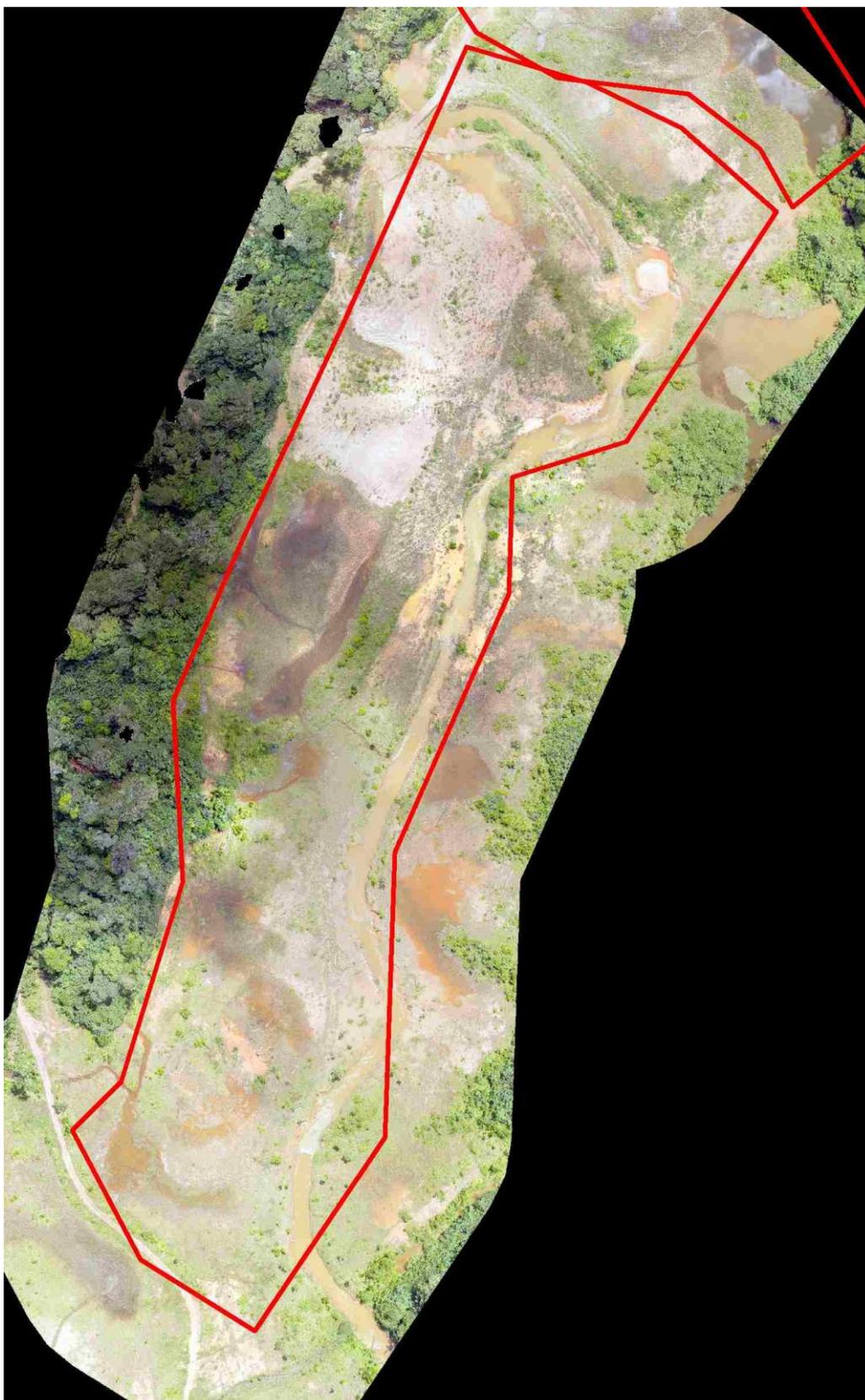


FIGURE 2 : ORTHOPHOTO DATANT DE JUIN 2017 SUR LA CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE

### III.1.1. RESULTATS DE L'EXPERTISE DE TERRAIN

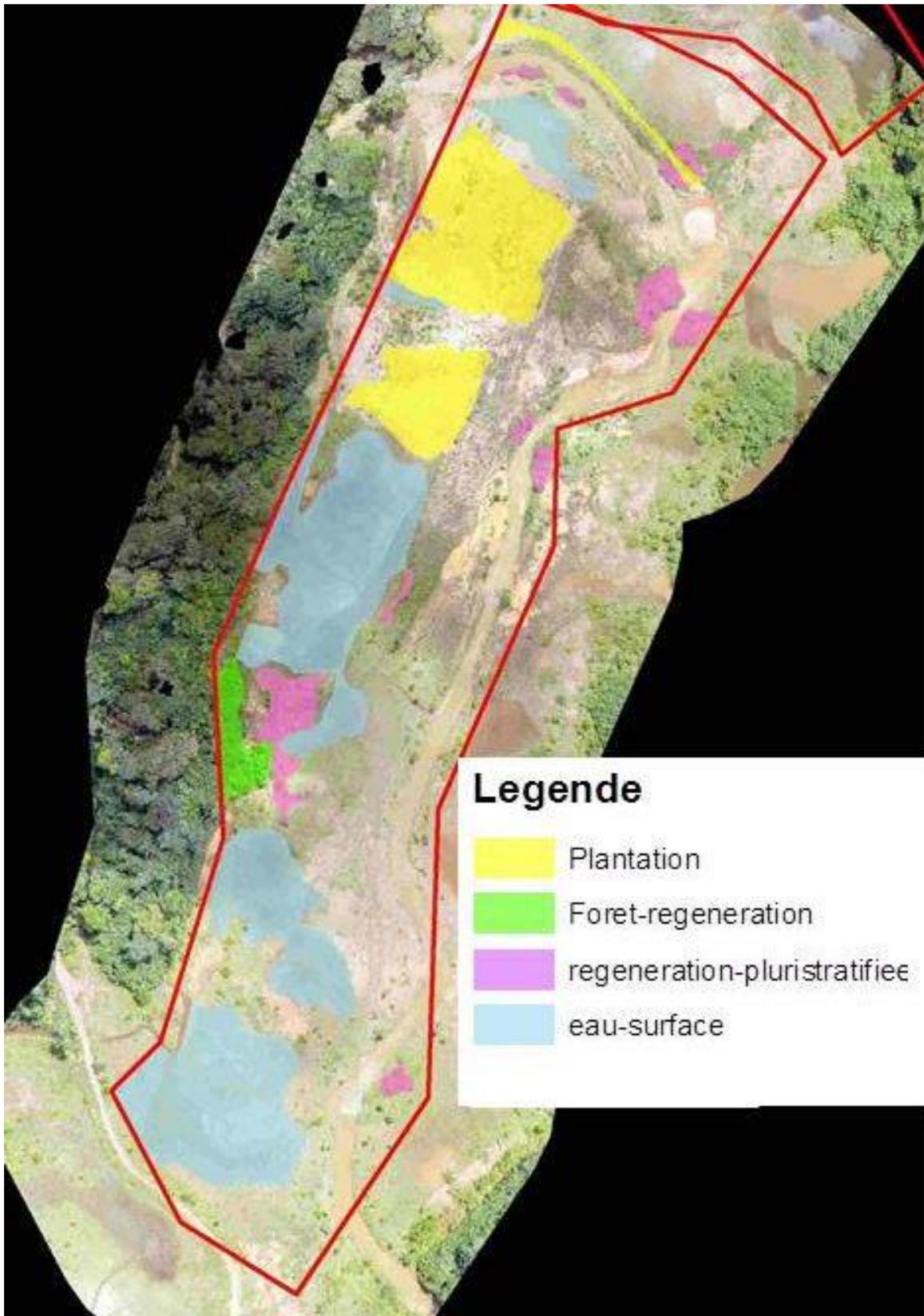


FIGURE 3 : CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE : LES DIFFERENTES COUCHES ETABLIES



PHOTO 25 : VUE AERIENNE – CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE

### III.1.2. PLANTATION

Le travail de plantation (mélange d'espèces d'*Inga* et de *Clitoria*) a été réalisé en mars 2017.

			superficie (ha)		pourcentage (%)	
<b>Concession Crique Aval Léonce</b>			6,5		100	
<b>végétation</b>	plantation arbres fixateurs d'azote		0,64	0,95	9,8	14,6
	régénération forestière		0,09		1,4	
	régénération pluristratifié (herbacées, arbustes)		0,22		3,4	
<b>Présence d'eau</b>	Eau permanente		1,38	4,21	21,2	64,8
	hydromorphie		2,83		43,5	
<b>zones d'exclusions (*)</b>	contraintes du sol	kaolin	1,34	1,34	20,6	20,6

(\*) Se référer au paragraphe II.1.2. Zones de plantation exclues

#### **En mars 2017, la surface végétalisée sur la Concession Crique Aval Léonce représente 14,6 %**

0,64 hectares ont été revégétalisés avec des arbres fixateurs d'azote (soit un nombre d'arbres = 770). Cela représente une plantation sur 9,8% de la surface totale du site. La végétation présente (régénération pluristratifié + forestière) recouvre 4,8 % (1,4% + 3,4%) de la surface totale. En additionnant ces deux modalités, 14,6 % de la zone est revégétalisée. Cela ne correspond pas au 30% nécessaires. Il restera 15,6 % soit 1,03 hectares à revégétaliser. Cette seconde phase de revégétalisation se fera avec des espèces fixatrices d'azote adaptées à l'eau (très présente sur ce site), tel que les *Pterocarpus officinalis* (Moutouchi marécage) courant 2018.

### III.1.3. SUIVI DU DEVELOPPEMENT DES ARBRES

#### **2 mois après la plantation (juin 2017):**

Les premières semaines suivant la plantation représentent la phase la plus critique pour la survie des plants (adaptation à leur nouvel environnement). La majorité de la plantation se porte très bien avec l'apparition de nouvelles feuilles. Aucune mortalité recensée.



**PHOTO 26 : JEUNE INGA**



**PHOTO 27 : APPARITION DE NOUVELLES FEUILLES SUR INGA**



PHOTO 28 : APPARITION DE NOUVELLES FEUILLES SUR CLITORIA

**5 mois après la plantation (septembre 2017):**

La plantation vient de subir ses premières semaines de sécheresse (août 2017). Malgré une chaleur soudaine et un stress hydrique, les plants sont toujours en vie et continuent de se développer.



PHOTO 29 : LES CLITORIA SEMBENT BEAUCOUP PLUS RESISTANT A LA SECHERESSE.



**PHOTO 30 : INGA EN SEPTEMBRE 2017, LES FEUILLES SONT LEGEREMENT JAUNIES SUITE A SONT PREMIER COUP DE CHALEUR ET MANQUE D'EAU.**

D'autres suivis réguliers seront par la suite réalisés durant la première phase de saison sèche.

### III.2. CONCESSION CAMP LEONCE (26,2 HA)



FIGURE 4 : DELIMITATION DE LA CONCESSION CAMP LEONCE

La visite de cette concession a été réalisée en mai 2017. En l'état, les travaux de plantation ne sont pas envisageables. En effet, nous avons été confronté à une forte concentration de végétation basse, et plus particulièrement de sensibles (*Mimosaceae*) rendant d'une part difficile la circulation sur le site, et d'autre part, la forte densité et mono-dominance de cette espèce ne permet que très difficilement la repousse forestière. De ce fait, des travaux de nettoyage sont nécessaires. Les travaux ne pouvant pas être réalisés en pleine saison des pluies car le sol est beaucoup trop meuble, cela sera fait durant la saison sèche de 2017. Le travail SIG complet ne pourra être réalisé qu'après cette intervention. Nous pourrons par la suite procéder à l'expertise des sols pour le balisage des zones de plantation. Les travaux de revégétalisation pourront alors être entrepris à partir de décembre 2017.



PHOTO 31 : FORTE DE DENSITE DE VEGETATION BASSE, PRINCIPALEMENT DE SENSITIVES, EMPECHANT LA REALISATION DU TRAVAIL.

### III.3 TRAVAUX ANNEXES

Suite à l'impossibilité d'intervenir pour les plantations d'arbres sur la concession Camp Léonce (paragraphe ci-dessus), ainsi que sur l'AEX St-Michel (Cf. Rapport intermédiaire – AEX St Michel-sept 2017), Solicaz, en accord avec Mr Matheus, a effectué des plantations au sud de la zone concession Crique Aval Léonce. Cette zone avait été retenue, suite à un contrôle de l'ONF, pour réaliser des travaux de revégétalisation. Ainsi, 1704 arbres (mélange d'espèces d'Inga et de Clitoria) sur 1,27 hectares ont été plantés en conditions favorables en juillet 2017.



**FIGURE 5 : PLANTATION D'ARBRES SUR 1,27 HECTARES (EN JAUNE) AU SUD DE LA CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE.**

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

### Cartes :

Figure 1 : concession CMB Léonce - Concession crique aval Léonce (6.5 ha) au Nord, Concession camp Léonce (26.2 ha) au Sud .....	17
Figure 2 : orthophoto datant de juin 2017 sur la concession Crique AVAL LEONCE .....	18
Figure 3 : concession crique aval leonce : Les différentes couches établies .....	19
Figure 4 : délimitation de la concession camp Léonce .....	25
Figure 5 : Plantation d'arbres sur 1,27 hectares (en jaune) au sud de la concession crique aval Léonce. ....	27

### Photos :

Photo 1 Zone de sol nu.....	4
Photo 2 : zone de strate herbacée basse présentant un blocage de la succession végétale ....	4
Photo 3 : Sol sablo-argileux.....	5
Photo 4 : sol sableux.....	5
Photo 5 : sol argileux sous couche de cailloux .....	6
Photo 6 : Zone d'eau permanente .....	6
Photo 7 : Zone d'hydromorphie temporaire.....	7
Photo 8 : Sol hydromorphe .....	7
Photo 9 : Zone présentant une végétation pluristratifiée .....	8
Photo 10 : Zone de recru forestier .....	8
Photo 11 : zone de kaolin en surface .....	9
Photo 12 : Présence de kaolin en profondeur (socle compact a 30 cm de profondeur).....	9
Photo 13 : détail des photographies aériennes réalisées. La précision permet de délimiter précisément les contours des différentes zones. On remarquera que même les lignes de plantation sont parfois observables (petits points plus clairs, espacés tous les 3m).....	11
Photo 14 : production des plants dans a pépinière de Solicaz à Macouria .....	12
Photo 15 : Inga leiocalicina.....	13
Photo 16 : Inga edulis.....	13

Photo 18 : Inga ingoïdes .....	13
Photo 17 : Clitoria ferchildiana.....	13
Photo 19 : Pterocarpus officinalis .....	14
Photo 20 : Mauritia flexuosa (non fixatrice d'azote) .....	14
Photo 21 : délimitation et balisage d'une zone de plantation.....	15
Photo 22 : foreuse pour la réalisation des trous de plantation .....	15
Photo 23 : Mini-pelle pour réalisation des trous dans les zones de cailloux.....	15
Photo 24 : transport des plants sur le site de plantation.....	16
Photo 25 : Vue aérienne – Concession Crique Aval Léonce.....	20
Photo 26 : jeune Inga .....	22
Photo 27 : APPARITION de nouvelles feuilles sur Inga .....	22
Photo 28 : apparition de nouvelles feuilles sur clitoria.....	23
Photo 29 : les clitoria semblent beaucoup plus résistant à la sécheresse.....	23
Photo 30 : Inga en septembre 2017, les feuilles sont légèrement jaunies suite a sont premier coup de chaleur et manque d'eau. ....	24
Photo 31 : forte de densité de végétation basse, principalement de sensitives, empêchant la réalisation du travail.....	26



**COMPAGNIE MINIERE  
DE BOULANGER**

# Plan de revégétalisation

## Concession Aval Léonce



**2<sup>ème</sup> Rapport intermédiaire**

**Novembre 2018**



## SOMMAIRE

---

I.	Objectif : revégétalisation de site minier .....	2
II.	Méthodologie.....	3
II.1.	Phase 1 : Expertise de terrain.....	3
II.1.1.	Zones de plantation retenues .....	3
II.1.2.	Zones de plantation exclues.....	7
II.2.	Phase 2 : Traitement géographique des données.....	10
II.3.	Phase 3 : Production des plants .....	11
II.4.	Phase 4 : Plantation .....	15
III.	Résultats – Concessions CMB – Léonce (32,7 Ha) .....	18
III.1.	Concession Crique Aval Léonce (6,5 Ha)..... <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
III.1.1.	Résultats de l'expertise de terrain .....	19
III.1.2.	Plantation .....	22
III.1.3.	Suivi du développement des arbres.....	23
	Table des illustrations .....	31

## **I. OBJECTIF : REVEGETALISATION DE SITE MINIER**

---

La revégétalisation sur site minier est réalisée par plantation d'arbres afin qu'un minimum 30 % de la surface total du site soit recouvert par de la végétation dans le but de retour réenclenché le cycle de la biodiversité végétale et animale soit.

Les sols après exploitation sont dégradés et, de ce fait, très pauvre. Il convient donc de sélectionner des espèces possédant une bonne capacité à se développer dans ces conditions stringentes. Les espèces fixatrices d'azote sont des candidats idéals du fait de leur capacité à capter l'azote de l'atmosphère, et non obligatoirement dans le sol, pour leur propre croissance. Pour se faire, une symbiose bactérienne doit se faire avec la plante. Ces espèces, en restituant de la matière organique riche en azote, va permettre d'améliorer la fertilité des sols et ainsi permettre la reprise de succession végétale amenant à la restauration d'un écosystème forestier.

Plusieurs espèces sont proposées selon les caractéristiques édaphiques rencontrées (sol argileux, gravillonnaire, engorgé, etc ...). Les plants proposés pour la revégétalisation sont d'une part inoculés (association bactérienne pour la fixation de l'azote atmosphérique) et d'autre part mycorhizés (association avec des champignons améliorant la récupération d'élément nutritifs par la plante dans le sol, notamment du phosphore).

## II. METHODOLOGIE

---

### II.1. PHASE 1 : EXPERTISE DE TERRAIN

L'élaboration du plan de revégétalisation s'appuie dans un premier temps sur la réalisation d'une expertise de terrain. Ces résultats permettront de sélectionner les espèces adaptées aux zones devant être revégétalisées.

Les critères, retenus pour le diagnostic, se basent sur les caractéristiques physiques du milieu :

- Les différentes textures du sol
- Les zones d'hydromorphie permanente ou temporaire
- L'état de végétation
- La topographie du terrain

L'ensemble de la surface est parcourue à pieds pour effectuer les prélèvements de sol à la tarière pour étudier leur texture et leur profondeur. Chaque zone est délimitée et géo-référencée avec un GPS sur le terrain.

Dans un second temps un traitement cartographique sera réalisé pour reporter sur carte SIG les zones sélectionnées pour les travaux de plantations et permettra un suivi dans le temps du développement de la végétation.

#### II.1.1. ZONES DE PLANTATION RETENUES

Les zones de plantation sélectionnées se situent soit sur sol nu, soit sur sol présentant une strate herbacée basse (des blocages de succession végétale peuvent avoir lieu dans ces conditions, cf « étude des conditions de reprise de la végétation sur sites miniers alluvionnaires », Biotope – Solicaz – GeoPlusEnvironnement 2016). Les sols peuvent être de différentes natures (argileuse à sableuse).



**PHOTO 1 ZONE DE SOL NU**



**PHOTO 2 : ZONE DE STRATE HERBACEE BASSE PRESENTANT UN BLOCAGE DE LA SUCCESSION VEGETALE**



**PHOTO 3 : SOL SABLO-ARGILEUX**



**PHOTO 4 : SOL SABLEUX**



**PHOTO 5 : SOL ARGILEUX SOUS COUCHE DE CAILLOUX**

Les zones d'eau (type mare) ou d'hydromorphie temporaires feront l'objet d'une revégétalisation spécifique avec la sélection d'espèces végétales adaptées à ces milieux.



**PHOTO 6 : ZONE D'EAU PERMANENTE**



**PHOTO 7 : ZONE D'HYDROMORPHIE TEMPORAIRE**



**PHOTO 8 : SOL HYDROMORPHE**

### II.1.2. ZONES DE PLANTATION EXCLUES

Les zones présentant une végétation de type pluristratifiées (herbacées hautes + arbustes) ou forestière (recrue arbres forestier) où la forêt est susceptible de réapparaître naturellement, ne seront pas retenues car ne nécessitent pas d'intervention.



**PHOTO 9 : ZONE PRESENTANT UNE VEGETATION PLURISTRATIFEE**



**PHOTO 10 : ZONE DE RECRU FORESTIER**

Les zones présentant une texture extrêmement compacte type socle latéritique ou Kaolin (sol se présentant sous forme de latérite blanche), seront également exclues. Ces textures extrêmement dur empêche les racines des arbres ou herbacées de se développer et engendrent une stagnation de croissance voir la mort de la végétation à long terme. Seuls d'importants travaux de modification du substrat pourraient permettre d'obtenir un retour de la végétation. Une étude est actuellement menée (projet BIOZA-Nofrayane/Solicaz 2017) pour trouver des solutions efficaces et durables sur ce type de zones.



**PHOTO 11 : ZONE DE KAOLIN EN SURFACE**



**PHOTO 12 : PRESENCE DE KAOLIN EN PROFONDEUR (SOCLE COMPACT A 30 CM DE PROFONDEUR)**

La profondeur utile des sols (délimitée soit par de l'hydromorphie de profondeur, soit par présence de boucliers rocheux) est aussi un facteur limitant. En effet, les arbres ont besoin d'une profondeur de sol supérieure à 60 cm afin d'assurer leur bon développement racinaire. Toutefois, sur site minier où le sol a été très travaillé, ces cas restent rares.

## II.2. PHASE 2 : TRAITEMENT GEOGRAPHIQUE DES DONNEES

Un travail de traitement géographique (SIG) est réalisé pour visualiser les différentes informations recensées. Ainsi, différentes couches cartographiques ont été créées :

- Zones de plantations
- Zones de régénération forestière
- Zones de régénération pluristratifiée
- Zones d'eau stagnante
- Zones d'exclusion des sols (sols hydromorphes, kaolins,...)

Ainsi, la totalité de la surface des zones d'étude est recouverte par une de ces couches cartographiques.

Pour chacune de ces couches, les différentes entités sont sélectionnables *via* la table attributaire associée afin d'accéder à aux informations sur leur surface (en m<sup>2</sup>) et d'autres informations complémentaires (cause de refus de plantation pour les zones d'exclusion : sols hydromorphes, kaolin,...).

De plus, l'utilisation de drone survolant la zone d'étude permet de réaliser un raster d'images aériennes. Cette couche de haute résolution aide dans la délimitation des contours des zones d'eau et des zones de reprises de végétation. D'autre part, des photographies aériennes seront réalisées continuellement dans le temps pour visualiser et quantifier par traitement SIG la progression de la revégétalisation des sites d'étude.



**PHOTO 13 : DETAIL DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES REALISEES. LA PRECISION PERMET DE DELIMITER PRECISEMENT LES CONTOURS DES DIFFERENTES ZONES. ON REMARQUERA QUE MEME LES LIGNES DE PLANTATION SONT PARFOIS OBSERVABLES (PETITS POINTS PLUS CLAIRS, ESPACES TOUS LES 3M).**

Le travail SIG est réalisé avec le logiciel ArcGis. Chaque projet sera fourni avec l'intégralité des couches cartographiques et leur mise en forme telle qu'elles apparaissent dans les documents. Toutefois, si vous travaillez avec un autre logiciel (par exemple QGIS), les différentes couches pourront être extraites afin de vous les fournir individuellement.

### **II.3. PHASE 3 : PRODUCTION DES PLANTS**

Suite à la phase d'expertise de terrain les espèces sélectionnées pour la plantation sont produites en pépinière. Cette étape est cruciale est assure la réussite de la revégétalisation.

Les espèces sélectionnées sont pour la plus part des espèces fixatrices d'azote. Elles sont choisies pour répondre aux critères suivants :

- Avoir un caractère héliophile,
- Régénératrices de la fertilité des sols,
- A croissance rapide (première année développement souterrain (racines) deuxième année début de développement aérien (houppier)).

La production en pépinière se réalise selon les étapes suivantes :

1. Récolte des gousses : les gousses sont récoltées sur des arbres ayant été préalablement sélectionnés pour leurs caractéristiques génétiques. Chaque provenance est enregistrée et tracée tout au long de la production en pépinière.
2. Traitement et sélection des graines : écosage et épiluchage de la pulpe, tri des graines et conditionnement.
3. Préparation des pots : fabrication du substrat adapté aux espèces produites.
4. Semis et/ou bouturages
5. Contrôles de la mycorhization des plants
6. Contrôles de la nodulation des plants
7. Suivis du développement des plants
8. Entretien des plants jusqu'à maturité âgés de 4 à 6 mois



PHOTO 14 : PRODUCTION DES PLANTS DANS A PEPINIERE DE SOLICAZ A MACOURIA

Exemples d'espèces produites :



**PHOTO 15 : INGA LEIOCALICINA**



**PHOTO 16 : INGA EDULIS**



PHOTO 18 : INGA INGOÏDES



PHOTO 17 : CLITORIA FERCHILDIANA



PHOTO 19 : PTEROCARPUS OFFICINALIS



PHOTO 20 : MAURITIA FLEXUOSA (NON FIXATRICE D'AZOTE)

#### II.4. PHASE 4 : PLANTATION

Des espèces locales ont été sélectionnées pour la revégétalisation de sites miniers du fait de leur caractère pionnier, de leur caractère fixateur d'azote et de leur habilité à se développer sur les sols miniers pauvres et pouvant présenter une large gamme de textures.

La plantation est réalisée à une densité de 1200 plants par hectare, soit un plant tous les 3 mètres.



PHOTO 21 : DELIMITATION ET BALISAGE D'UNE ZONE DE PLANTATION



**PHOTO 22 : FOREUSE POUR LA REALISATION DES TROUS DE PLANTATION**



**PHOTO 23 : MINI-PELLE POUR REALISATION DES TROUS DANS LES ZONES DE CAILLOUX**

La plantation se fait généralement à la main à l'aide d'une pelle. Dans les zones ayant été réhabilitées depuis plusieurs années ou ayant une forte concentration de cailloux, il est nécessaire d'utiliser une mini-pelle pour foisonner le sol au niveau des trous de plantation.



PHOTO 24 : TRANSPORT DES PLANTS SUR LE SITE DE PLANTATION

### III. RESULTATS – CONCESSIONS CMB – LEONCE

---

La concession Léonce a été subdivisée en deux parties :

- la concession Crique Aval Léonce Nord (6,5 hectares)
- la concession Camp Léonce Sud (10 hectares)

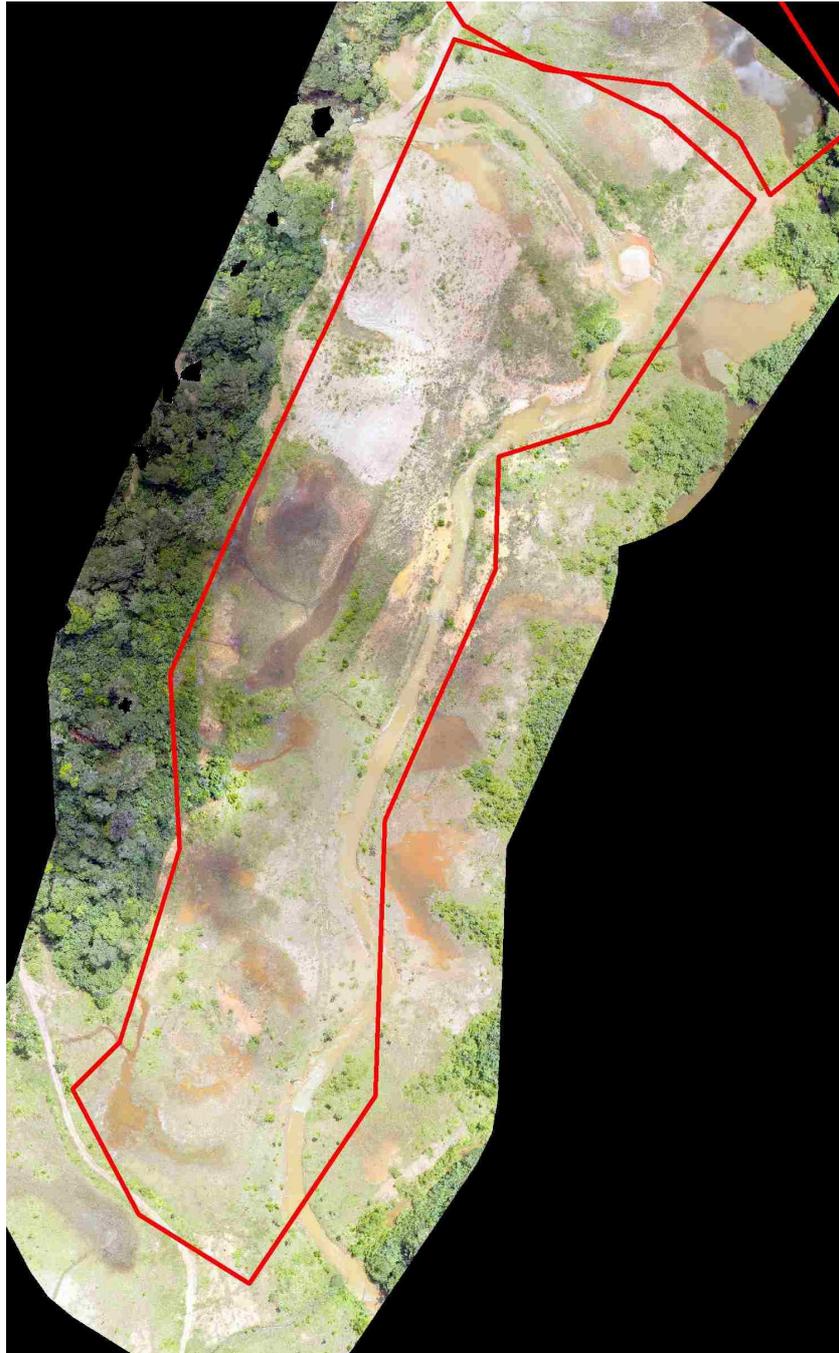


FIGURE 1 : ORTHOPHOTO DATANT DE JUIN 2017 SUR LA CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE

### III.1.1. RESULTATS DE L'EXPERTISE DE TERRAIN

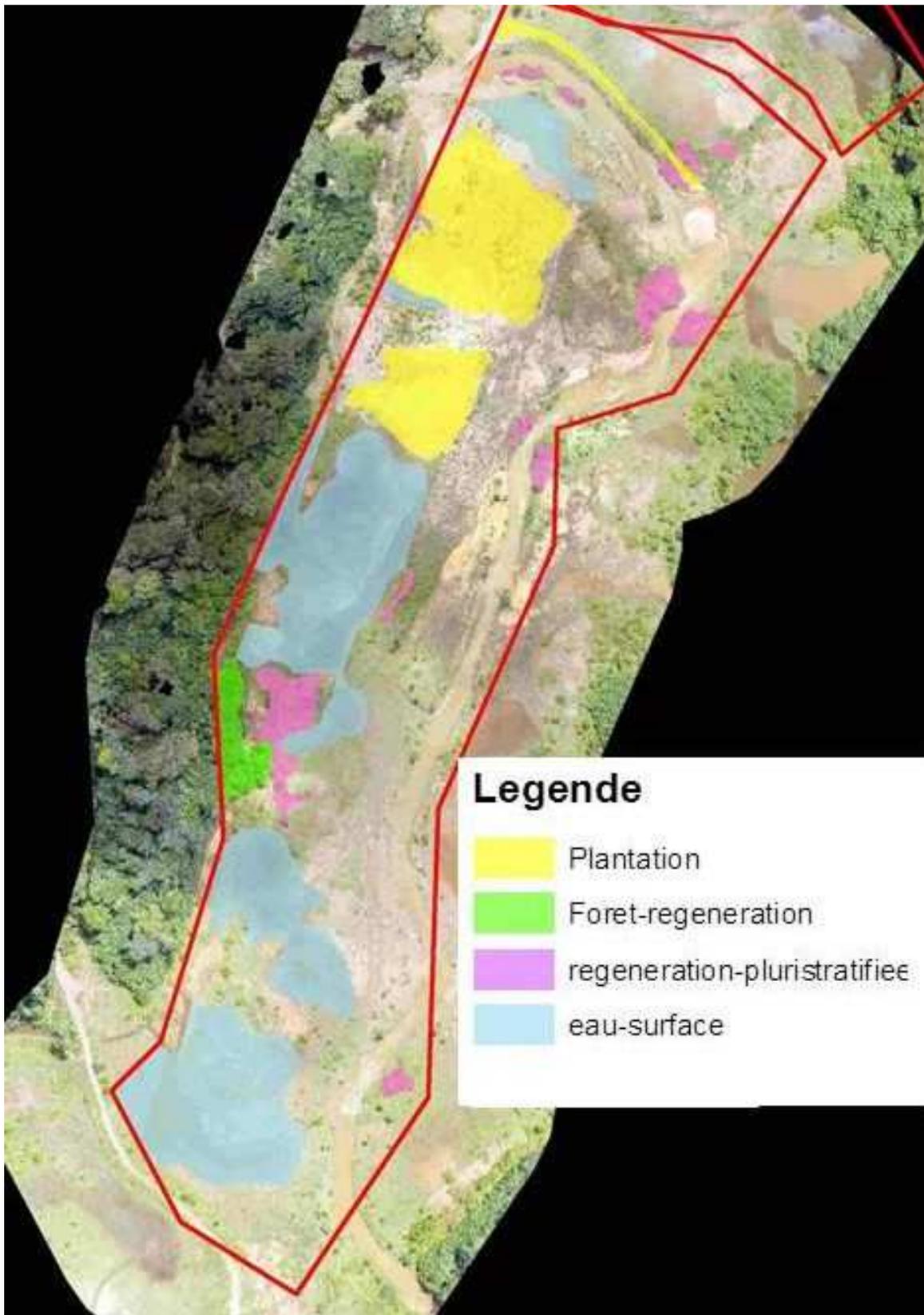


FIGURE 2 : CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE NORD



**FIGURE 3 : CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE SUD**



PHOTO 25 : VUE AERIENNE – CONCESSION CRIQUE AVAL LEONCE

### III.1.2. PLANTATION

Le travail de plantation (mélange d'espèces d'*Inga* et de *Clitoria*) a été réalisé en mars 2017 et Juillet 2017.

			superficie (ha)		pourcentage (%)	
<b>Concession Crique Aval Léonce Nord</b>			6,5		100	
<b>végétation</b>	plantation arbres fixateurs d'azote		0,64	0,95	9,8	14,6
	régénération forestière		0,09		1,4	
	régénération pluristratifié (herbacées, arbustes)		0,22		3,4	
<b>Présence d'eau</b>	Eau permanente		1,38	4,21	21,2	64,8
	hydromorphie		2,83		43,5	
<b>zones d'exclusions (*)</b>	contraintes du sol	kaolin	1,34	1,34	20,6	20,6

(\*) Se référer au paragraphe II.1.2. Zones de plantation exclues

#### **En mars 2017, la surface végétalisée sur la Concession Crique Aval Léonce Nord représente 14,6 %**

0,64 hectares ont été revégétalisés avec des arbres fixateurs d'azote (soit un nombre d'arbres = 770). Cela représente une plantation sur 9,8% de la surface totale du site. La végétation présente (régénération pluristratifié + forestière) recouvre 4,8 % (1,4% + 3,4%) de la surface totale. En additionnant ces deux modalités, 14,6 % de la zone est revégétalisée. Cela ne correspond pas au 30% nécessaires. Il restera 15,6 % soit 1,03 hectares à revégétaliser. Cette seconde phase de revégétalisation se fera avec des espèces fixatrices d'azote adaptées à l'eau (très présente sur ce site), tel que les *Pterocarpus officinalis* (Moutouchi marécage) courant 2018.

### III.1.3. SUIVI DU DEVELOPPEMENT DES ARBRES

#### **2 mois après la plantation (juin 2017):**

Les premières semaines suivant la plantation représentent la phase la plus critique pour la survie des plants (adaptation à leur nouvel environnement). La majorité de la plantation se porte très bien avec l'apparition de nouvelles feuilles. Aucune mortalité recensée.



**PHOTO 26 : JEUNE INGA**



**PHOTO 27 : APPARITION DE NOUVELLES FEUILLES SUR INGA**



PHOTO 28 : APPARITION DE NOUVELLES FEUILLES SUR CLITORIA

**5 mois après la plantation (septembre 2017):**

La plantation vient de subir ses premières semaines de sécheresse (août 2017). Malgré un une chaleur soudaine et un stress hydrique, les plants sont toujours en vie et continuent de se développer.



PHOTO 29 : LES CLITORIA SEMBENT BEAUCOUP PLUS RESISTANT A LA SECHERESSE.



**PHOTO 30 : INGA EN SEPTEMBRE 2017, LES FEUILLES SONT LEGEREMENT JAUNIES SUITE A SONT PREMIER COUP DE CHALEUR ET MANQUE D'EAU.**

1,5 an après plantation (octobre 2018) :

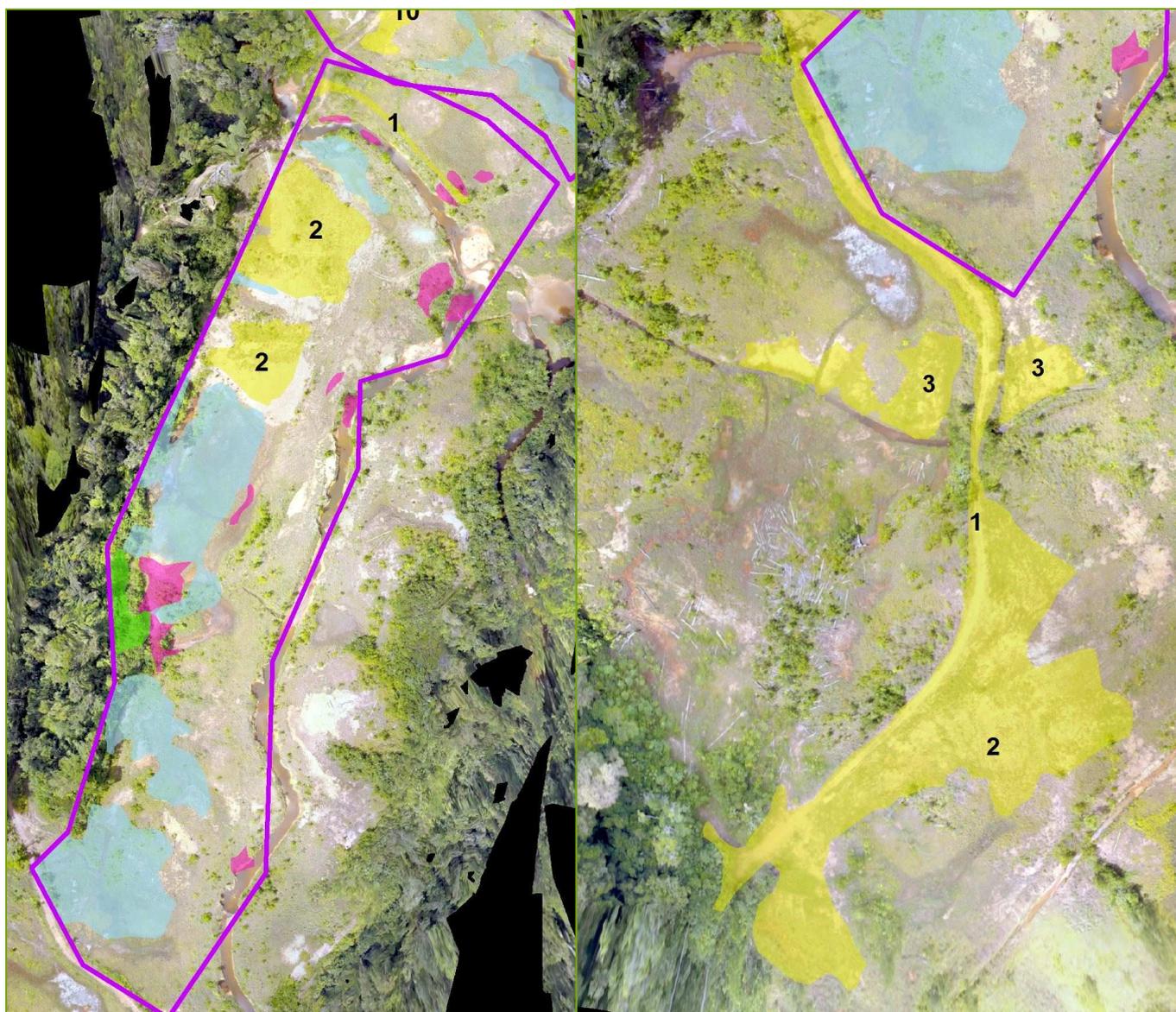


FIGURE 4 : CARTE CONCESSION LEONCE NORD (A GAUCHE) ET SUD (A DROITE) – PARCELLES NUMEROTEES

<b>Concession Aval Léonce Nord</b>						
<b>Zones</b>	<b>Surface (m²)</b>	<b>Session plantation</b>	<b>Etat oct 2018</b>	<b>mortalité</b>	<b>vigueur</b>	<b>moyenne de résultats</b>
1	460	2017	Bosquet avec reprise végétale importante, Ingas entre 1.50m et 2.50m.	0%	+++	+++
2	5979	2017-2018	Cette zone présent une reprise végétative lente. Une deuxième plantation a été réalisée en 2018 afin de compléter les plants ayant subis une mortalité de 30% et renforcer la densité initiale. Pour le moment cette parcelle est en observation. Les plants sont présents et ont une vigueur satisfaisante.	2017 : 30% 2018 : 0%	-	-
Hydromorphes		2018	Les zones hydromorphes représentent la majorité de la parcelle, pour cela il a été décidé de réaliser une plantation en mai 2018 afin d'installer des plants ayant les caractéristiques appropriées à ces milieux. Les plants présentent une bonne vigueur.	10%	+++	++

<b>Concession Aval Léonce Sud</b>						
<b>Zones</b>	<b>Surface (m²)</b>	<b>Session plantation</b>	<b>Etat oct 2018</b>	<b>mortalité</b>	<b>vigueur</b>	<b>moyenne de résultats</b>
1	3760	2017	Etat des plants moyens, zone sujette à l'hydromorphie. Implantation de plantes adaptées prévue courant du premier semestre 2019	30%	-	+
2	6858	2017	Bon développement. Les plants font entre 1m et 2m pour certains. Le cycle de succession végétale est visible	0%	++	+++
3	2174	2017	Développement des plants satisfaisant. Les plants font entre 50cm et 1m et sont en pleine croissance. La reprise du cycle de succession végétale en cours	0%	++	+++



PHOTO 31 : CONCESSION AVAL LEONCE NORD : PARCELLE 1(EN HAUT), PARCELLE 2 (EN BAS A GAUCHE), ZONES HYDROMORPHE AVEC PLANTATION DE PTEROCARPUS (EN BAS A DROITE)





PHOTO 32 : CONCESSION AVAL LEONCE SUD : PARCELLE 2(EN HAUT), PARCELLE 2 (EN BAS A GAUCHE), PARCELLE 3 (EN BAS A DROITE)





PHOTO 33 : CONCESSION AVAL LEONCE SUD : PARCELLE 3

### **Conclusion générale Concession Aval Léonce – novembre 2018 :**

Ces parcelles étaient restées à un stade herbacé depuis plus de 4ans, il est possible de dire aujourd’hui que le cycle de succession végétale est en cours de reprise.

Les parcelles sur lesquelles il a été réalisé un complément de plantations en 2018, doivent faire l’objet d’un suivi durant le premier semestre 2019, pour valider la survie des plants et décider s’il est nécessaire de ré-intervenir ou non. Sur les autres parcelles représentant la majorité des plantations, les plants sont en cours de développement. Un nouveau bilan sera fait dans un an.

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

### Cartes :

Figure 1 : orthophoto datant de juin 2017 sur la concession Crique AVAL LEONCE .....	18
Figure 2 : concession crique aval leonce NORD .....	19
Figure 3 : concession crique aval leonce SUD .....	20
Figure 4 : Carte Concession leonce Nord (a gauche) et Sud (à droite) – parcelles numérotées .....	26

### Photos :

Photo 1 Zone de sol nu.....	4
Photo 2 : zone de strate herbacée basse présentant un blocage de la succession végétale ....	4
Photo 3 : Sol sablo-argileux.....	5
Photo 4 : sol sableux.....	5
Photo 5 : sol argileux sous couche de cailloux.....	6
Photo 6 : Zone d'eau permanente .....	6
Photo 7 : Zone d'hydromorphie temporaire.....	7
Photo 8 : Sol hydromorphe .....	7
Photo 9 : Zone présentant une végétation pluristratifiée .....	8
Photo 10 : Zone de recru forestier .....	8
Photo 11 : zone de kaolin en surface .....	9
Photo 12 : Présence de kaolin en profondeur (socle compact a 30 cm de profondeur).....	9
Photo 13 : détail des photographies aériennes réalisées. La précision permet de délimiter précisément les contours des différentes zones. On remarquera que même les lignes de plantation sont parfois observables (petits points plus clairs, espacés tous les 3m).....	11
Photo 14 : production des plants dans a pépinière de Solicaz à Macouria .....	12
Photo 15 : Inga leiocalicina.....	13
Photo 16 : Inga edulis.....	13
Photo 18 : Inga ingoïdes .....	14
Photo 17 : Clitoria ferchildiana.....	14

Photo 19 : Pterocarpus officinalis .....	14
Photo 20 : Mauritia flexuosa (non fixatrice d'azote) .....	15
Photo 21 : délimitation et balisage d'une zone de plantation.....	15
Photo 22 : foreuse pour la réalisation des trous de plantation.....	16
Photo 23 : Mini-pelle pour réalisation des trous dans les zones de cailloux.....	16
Photo 24 : transport des plants sur le site de plantation.....	17
Photo 25 : Vue aérienne – Concession Crique Aval Léonce.....	21
Photo 26 : jeune Inga .....	23
Photo 27 : APPARITION de nouvelles feuilles sur Inga .....	23
Photo 28 : apparition de nouvelles feuilles sur clitoria.....	24
Photo 29 : les clitoria semblent beaucoup plus résistant à la sécheresse.....	24
Photo 30 : Inga en septembre 2017, les feuilles sont légèrement jaunies suite a sont premier coup de chaleur et manque d'eau. ....	25
PHOTO 31 : Concession Aval Léonce Nord : parcelle 1(en haut), parcelle 2 (en bas à gauche), zones hydromorphe avec plantation de pterocarpus (en bas à droite) .....	28
PHOTO 32 : Concession Aval Léonce Sud : parcelle 2(en haut), parcelle 2 (en bas à gauche), parcelle 3 (en bas à droite).....	29
PHOTO 33 : Concession Aval Léonce Sud : parcelle 3 .....	30



**215 rue du marais  
97355 Macouria - Guyane Française  
T.: +594 (0) 694 422 113  
@ : [elodie.brunstein@solicaz.fr](mailto:elodie.brunstein@solicaz.fr)  
Web : <http://solicaz.fr>**

