



Analyse des moteurs de déforestation et de  
dégradation dans les écorégions des forêts  
humides de l'Est et des forêts sèches de  
l'Ouest de Madagascar

-

DP N° 05/16/MEEMF/SG/BNC-REDD

-

Livrable 3 : Rapport d'analyse

BUREAU NATIONAL DE COORDINATION REDD+  
LOT IIN A 105 P Iadiambola  
Nanisana – Antananarivo

Mars 2017



## Sommaire

Préambule .....	7
1. Approche pour les analyses spatiales.....	8
1.1. Principe des analyses univariées .....	8
1.2. Variable expliquée .....	8
1.3. Variables explicatives .....	10
1.4. Interprétation des corrélations .....	10
2. Résultats des analyses univariées .....	12
2.1. Moteur direct 1 - Extension des infrastructures.....	12
2.2. Moteur direct 2 - Expansion de l'agriculture .....	25
2.3. Moteur direct 3 - Extraction de bois.....	36
2.4. Moteur direct 9 - Autres (dont incendies) .....	47
2.5. Moteur indirect 4 - Moteurs démographiques.....	51
2.6. Moteur indirect 5 - Moteurs économiques .....	53
2.7. Moteur indirect 6 - Moteurs technologiques .....	54
2.8. Moteur indirect 7 - Moteurs politiques et institutionnels .....	58
2.9. Moteur indirect 8 - Moteurs culturels .....	63
2.10. Moteur indirect 9 – Autres (dont incendies).....	64
3. Risques de déforestation future .....	66
3.1. Analyses à l'échelle des Districts .....	66
3.2. Analyses spatialisées .....	70
4. Options stratégiques .....	78
4.1. Moteurs directs « infrastructures » .....	78
4.2. Moteurs directs « agriculture » .....	79
4.3. Moteurs directs « extraction de bois ».....	81
4.4. Moteurs directs « feux » et « élevage » .....	82
4.5. Moteurs indirects .....	83
4.6. Affinage des options REDD+ du RPP .....	85
Bibliographie .....	93
Annexe 1 – Variables explicatives testées .....	95
Annexe 2 – Images exploitées pour l'évaluation de l'impact des mines artisanales dans le Corridor Ankeniheny-Zahamena .....	100
Annexe 3 – Carte de probabilité de déforestation en 2013.....	108
Annexe 4 – Carte de déforestation 2013-2028 .....	109
Annexe 5 – Résultats des projections par district .....	110
Annexe 6 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « infrastructures » .....	113
Annexe 7 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « agriculture » .....	115
Annexe 8 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « extraction de bois ».....	117
Annexe 9 – Liens entre OS du RPP et moteurs de DD « feux et élevage » .....	119

Annexe 10 – Echanges au cours de l'atelier de validation.....	120
Annexe 11 – Atelier de validation - Introduction aux travaux de groupe.....	125
Annexe 12 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Mines ».....	127
Annexe 13 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Cultures de rente en FH ».....	129
Annexe 14 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Carbonisation ».....	130
Annexe 15 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Incendies ».....	132
Annexe 16 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « AP/TGRN et foncier ».....	133

## Liste des figures

Figure 1 : Carte des surfaces moyenne déboisées annuellement (ha) entre 2005 et 2013 en forêts sèches (à gauche) et en forêts humides (à droite) (UCL, 2016).....	9
Figure 2 : Carte des taux moyens de déforestation entre 2005 et 2013 en forêts sèches (à gauche) et en forêts humides (à droite) (UCL, 2016).....	10
Figure 3 : Diagramme de dispersion (x = proximité forêts-routes ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des indices de proximité forêts-routes dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	13
Figure 4 : Carte des densités de route (à gauche) et indices de proximité forêts-routes (à droite) dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016).....	14
Figure 5 : Schémas explicatifs des liens entre la densité de routes, la proximité routes-forêts et la déforestation (SalvaTerra, 2016).....	15
Figure 6 : Carte du nombre de communes par District accueillant des mines industrielles dans les écorégions des forêts sèches (à gauche) et humides (à droite) (UCL, 2016).....	17
Figure 7 : Communes où la présence de mines artisanales a été relevée par le programme Ilo (SalvaTerra, 2016).....	18
Figure 8 : Carte de la présence de sites miniers par Districts d'après la VMAP0 de la NGA (SalvaTerra, 2016).....	19
Figure 9 : Données sur les mines industrielles, recueillies au cours de l'atelier de validation puis complétées.....	20
Figure 10 : Données sur les mines artisanales, recueillies au cours de l'atelier de validation.....	20
Figure 11 : Synthèse des analyses sur les mines artisanales du CAZ.....	21
Figure 12 : Site de Moramanga carrières en 2000 (à gauche) et 2005 (à droite) (Sources : LEUENBERGER, 2001 / HUGHES et al., 2006).....	22
Figure 13 : Diagramme de dispersion (x = proportion de cultures permanentes hors canne à sucre ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte de la proportion de cultures permanentes, hors canne à sucre, dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016).....	26
Figure 14 : Evolution de la déforestation en forêts humides en fonction de l'importance des surfaces de vanille et girofle (SalvaTerra, 2016).....	26
Figure 15 : Diagramme de dispersion (x = distance parcelles-siège ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des distances moyennes parcelles-siège dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	29
Figure 16 : Diagramme de dispersion (x = proportion de cultures annuelles ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des proportions de cultures annuelles dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	30
Figure 17 : Diagramme de dispersion (x = surface cultivée en patate douce ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des surfaces cultivées en patate douce dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	31

Figure 18 : Diagramme de dispersion (x = distance parcelles-siège ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des distances moyennes parcelles-siège dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016) .....	32
Figure 19 : Diagramme de dispersion (x = surface cultivée en patate douce ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des surfaces cultivées en patate douce dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016) .....	33
Figure 20 : Diagramme de dispersion (x = pression bovine ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des pressions bovines dans l'écorégions des forêts sèches (UCL, 2016).....	34
Figure 21 : Diagramme de dispersion (x = pression bovine ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des pressions bovines dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016) .....	35
Figure 22 : Diagramme de dispersion (x = proximité forêts-villes ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des indices de proximité forêts-villes dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016).....	37
Figure 23 : Carte des proportions de ménages déclarant la sylviculture comme activité secondaire dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016) .....	38
Figure 24 : Diagramme de dispersion (x = nombre d'hab. par ha de forêts ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte du nb d'hab. par hectare de forêts dans l'écorégion des forêts sèches – données RA (UCL, 2016) .....	40
Figure 25 : Diagramme de dispersion (x = nb d'hab. par ha de forêts ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte du nb d'hab. par ha de forêts dans l'écorégion des forêts humides - données RA (UCL, 2016) .....	41
Figure 26 : Carte des surplus et déficits locaux en bois énergie (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015).....	42
Figure 27 : Carte des bassins de commercialisation du bois énergie (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015).....	45
Figure 28 : Diagramme de dispersion (x = intensité des feux ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte de l'intensité des feux dans les écorégions des forêts sèches (en haut) et humides (en bas) (UCL, 2016) .....	49
Figure 29 : Variables corrélées à l'intensité des feux (SalvaTerra, 2016) .....	49
Figure 30 : Diagrammes de dispersion et cartes pour les prop. de parcelles sarclées manuellement ou chimiquement (haut) et labourées manuellement (bas) dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	55
Figure 31 : Diagramme de dispersion (x = prop. de parcelles non labourées ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des proportions de parcelles non labourées dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016) .....	56
Figure 32 : Cartes des proportions de forêts couvertes par des AP (à gauche) et des proportions de Districts couverts par des TGRN (à droite) dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016) .....	59
Figure 33 : Corrélations entre la déforestation et les surfaces et proportion de forêt couvertes par des AP et de Districts couverts par des TGRN dans l'écorégion des forêts humides (SalvaTerra, 2016) .....	59
Figure 34 : Cartes des proportions de forêts couvertes par des AP (à gauche) et des proportions de Districts couverts par des TGRN (à droite) dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016).....	60
Figure 35 : Diagramme de dispersion (x = prop. de surface titrée des parcelles ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des prop. de surface titrée des parcelles dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	62
Figure 36 : Nombre d'occurrences de l'utilisation des variables dans des modèles à trois variables pour les forêts sèches de l'Ouest (UCL, 2016) .....	67
Figure 37 : Relation entre les valeurs prédites (fitted value) par le modèle linéaire à trois variables (FireFS, PressBov et F05DistRoute) et les valeurs réelles (normalisées) de la variable « surfaces annuelles déboisées » en forêts sèches (UCL, 2016).....	67

Figure 38 : Nombre d'occurrences de l'utilisation des variables dans des modèles à trois variables pour les forêts humides de l'Est (UCL, 2016).....	68
Figure 39 : Relation entre les valeurs prédites (fitted value) par le modèle linéaire à trois variables (FireFH, SurfRizPlat, ParcDist) et les valeurs réelles de la variable « surfaces annuelles déboisées » en forêts humides (UCL, 2016) .....	69
Figure 40 : Stratification de Madagascar en 4 écoregions (source : DRYAD).....	71
Figure 41 : Surfaces forestières et défrichements entre 2005 et 2013 et extrapolation pour 2018 et 2028 (UCL, 2016) .....	71
Figure 42 : Liste et pouvoir explicatif (V de Cramer) des variables explicatives des modèles à calibrer sur la période 2005-2013 (UCL, 2016) .....	73
Figure 43 : Résultats de la calibration du modèle de calcul du risque de déforestation en écorégion des forêts sèches (UCL, 2016).....	74
Figure 44 : Résultats de la calibration du modèle de calcul du risque de déforestation en écorégion des forêts humides (UCL, 2016).....	74
Figure 45 : Extrait de la carte du risque de déforestation à partir de 2013 (UCL, 2016) .....	75
Figure 46 : Extrait de la carte des zones de forêt résiduelles en 2028 (UCL, 2016) .....	75
Figure 47 : Résultats des projections par région (UCL, 2016) .....	76
Figure 48 : Emissions de carbone projetées (UCL, 2016) .....	77
Figure 49 - Intitulés des options REDD+ du RPP et de la note ONE (source : Gvt malgache, 2013 ; ONE, 2016).....	78
Figure 50 - Identification des actions REDD+ du RPP les plus prometteuses (source : auteurs, 2016) .....	87

## **Avertissement**

**Le contenu de ce rapport relève de la seule responsabilité de ses auteurs et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position du Bureau National de Coordination REDD+.**

## **Préambule**

L'étude des moteurs de la déforestation et de la dégradation à Madagascar doit permettre de :

- Comprendre les moteurs de déforestation et dégradation et, en particulier, leur variabilité spatiale ;
- Qualifier et quantifier l'impact des différents moteurs par le passé ;
- Anticiper l'évolution des moteurs et les menaces de déforestation et dégradation futures ;
- Affiner les stratégies REDD+ du RPP ;
- Fournir des éléments pertinents pour la rédaction de l'ERPD par le BNC REDD+.

La déforestation passée est connue grâce aux cartographies déjà réalisées (WCS-ONE-MNP-ETC Terra, 2015b)<sup>1</sup>. Il s'agit maintenant d'identifier, qualifier et quantifier les variables décrivant les moteurs de la déforestation et dégradation, afin de pouvoir in fine établir des liens statistiques entre les variables explicatives (variables décrivant quantitativement et spatialement les moteurs de déforestation et dégradation forestière) et la déforestation/dégradation.

Le Livrable 1a présentait (i) les premières analyses bibliographiques, (ii) les zones à cibler pour les enquêtes de terrain, (iii) les réflexions concernant le plan d'échantillonnage des enquêtes, leur contenu et les modalités de leur réalisation

Le Livrable 1b contenait (i) les résultats de l'analyse bibliographique détaillée, y compris l'analyse critique de neuf initiatives visant à anticiper la déforestation future, ainsi que des ERPD de RDC et du Costa Rica, (ii) la méthodologie de collecte des données existantes (bases de données spatialisées et désagrégées) et de données de terrain concernant les moteurs de la déforestation et de la dégradation forestière, (iii) les méthodes et outils de traitement des données et (iv) l'agenda des missions de terrain.

Le Livrable 2 présentait (i) les agendas des enquêtes et les listes des personnes enquêtées, (ii) les autres sources ayant permis de récolter des données utiles aux phases d'analyse suivantes, (iii) les analyses, moteurs par moteurs (directs et sous-jacents) de la DD dans les forêts humides de l'Est et les forêts sèches de l'Ouest. Ces analyses ont permis de confirmer ou infirmer le rôle des moteurs pré-identifiés au travers de la bibliographie. Des spécificités locales ont été mises en évidence. Enfin, les hypothèses à tester au cours de l'analyse spatiale (objet du présent livrable 3) ont été listées.

Le Livrable 3 est un rapport provisoire de l'étude synthétisant tous les résultats, présentant la cartographie nationale des principaux moteurs de la DD et affinant les orientations stratégiques de lutte contre la DD. Dans ce livrable, la revue bibliographique et les enquêtes de terrain sont complétées par des analyses spatiales. Ces analyses permettent d'explorer la corrélation entre des variables explicatives et la déforestation. De plus, ce rapport intègre les échanges de l'atelier de validation de l'étude qui s'est tenu le 21 février 2017 à Antananarivo.

Des analyses univariées (une variable explicative testée) et multivariées (plusieurs variables à la fois) ont été conduites à l'échelle des Districts pour 372 variables. Les variables sont de nature biophysiques (non évolutive dans le temps pour la plupart) et socio-économiques (fonction du temps pour la plupart).

Cette approche vient utilement compléter les analyses existantes. En effet, nous avons exploité dix études visant à chercher à quantifier les moteurs de la déforestation et/ou à établir des scénarios d'évolution de la déforestation future (Cf **livrable 1b**). Seule une d'entre elles a travaillé sur une quantité équivalente de données, mais ne couvrant pas l'ensemble des moteurs potentiels de déforestation et dégradation. Le PERR-FH par exemple s'est focalisé sur 12 variables spatialisées.

Certaines des corrélations mises en évidence, qu'elles soient positives ou négatives, sont difficiles à interpréter. Cela ne signifie pas qu'elles n'ont pas de sens, mais qu'il manque des données désagrégées ou spatialisées plus fines pour mieux les interpréter.

Ainsi, cette étude inédite est à considérer comme étant du domaine de la recherche. Elle exploite autant que faire se peut les données disponibles et vient apporter des éclairages complémentaires de la bibliographie et des enquêtes de terrain.

---

<sup>1</sup> Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra. Projet de définition des niveaux de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humides de l'Est (PERR-FH) – Composante 2 : Scénario de référence éco-régional 2015-2024 – Livrable 5 : Scénario de référence des émissions de la déforestation et états de référence socio-économique et de la biodiversité. Antananarivo – Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra, mars 2015b. 203p

## 1. Approche pour les analyses spatiales

### 1.1. Principe des analyses univariées

Les analyses univariées consistent à tester la corrélation entre une variable expliquée (la déforestation et la dégradation des forêts) et une série de variables explicatives. Un test de corrélation est réalisé pour chaque variable explicative prise isolément (la densité de population par exemple, si l'on considère que la pression de la population est un moteur de déforestation et dégradation). Le coefficient de corrélation de Pearson est utilisé dans les tests statistiques de corrélation entre échantillons pairés distribués normalement. Dans le cas où les échantillons ne sont pas distribués normalement, comme c'est le cas pour la plupart des variables testées ici, le coefficient de corrélation de Spearman est utilisé.

Les résultats des analyses univariées sont décrits par deux valeurs : (i) le coefficient de corrélation de Spearman et (ii) la p-valeur.

#### **Coefficient $\rho$ et valeur-p** (source : Wikipédia et UCL)

En statistique, la **corrélation de Spearman** ou **rho de Spearman** [...] souvent notée par la lettre grecque  $\rho$  (rho) ou  $r_s$  est une mesure de dépendance statistique entre deux variables.

La corrélation de Spearman est étudiée lorsque deux variables statistiques semblent corrélées sans que la relation entre les deux variables soit de type affine<sup>2</sup>. Elle consiste à trouver un coefficient de corrélation, non pas entre les valeurs prises par les deux variables mais entre les rangs de ces valeurs.

Par exemple, si en classant tous les Districts en fonction de leur déforestation, on a la même classification que quand on classe tous les Districts par ordre de densité de population, alors la corrélation entre déforestation et densité de population est de 1. La valeur du coefficient donne la « force » de la relation entre les deux variables. Les écologistes considèrent souvent une corrélation supérieure à 0,6 (en valeur absolue) comme forte, supérieure à 0,3 comme moyenne et en dessous de 0,3 comme faible, mais l'interprétation est subjective. Une corrélation positive indique que variable expliquée et variable explicatives évoluent dans le même sens (par exemple, quand la déforestation augmente avec la densité de population) alors qu'une corrélation négative indique que les deux évoluent dans des sens opposés (par exemple quand la déforestation diminue quand la densité de population augmente).

La **valeur-p** est utilisée pour conclure sur le résultat d'un test statistique. La procédure généralement employée consiste à comparer la valeur-p à un seuil préalablement défini (traditionnellement 5 %). Si la valeur-p est inférieure à ce seuil, le résultat du test est déclaré « statistiquement significatif ». Dans le cas contraire, si la valeur-p est supérieure au seuil, on ne peut rien conclure quant à la corrélation.

Dans cette étude, une corrélation sera considérée significative pour une p-valeur < 0,05 (95% de confiance) et hautement significative pour une p-valeur < 0,01 (99% de confiance).

Dans la suite de ce rapport, on utilisera les notations  $\rho$  et  $p$  pour désigner ces valeurs. Afin de faciliter la lecture, les valeurs de  $\rho$  seront indiquées en vert pour  $|\rho| \geq 0,6$ , en orange pour  $0,3 \leq |\rho| < 0,6$  et en rouge pour  $|\rho| < 0,3$ . De même, les valeurs de  $p$  seront indiquées en vert pour  $p \leq 0,01$ , en orange pour  $0,01 < p \leq 0,05$  et en rouge pour  $p > 0,05$ .

\*  $|\rho|$  est la valeur absolue de  $\rho$

### 1.2. Variable expliquée

Dans le cas de cette étude visant à connaître les moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts, les variables expliquées potentielles sont donc celles qui décrivent la déforestation et la dégradation des forêts. Malheureusement, aucune donnée n'existe à l'échelle nationale à Madagascar sur la dégradation forestière. Ainsi, les analyses spatiales ont été limitées au cas de la déforestation, bien que la dégradation forestière ait été considérée dans la revue bibliographique et les enquêtes.

<sup>2</sup> Relation où la variable expliquée (y) est obtenue par addition et multiplication de la variable explicative (x) par des constantes. Une fonction affine s'écrit  $y = f(x) = ax + b$ .

La déforestation historique a été évaluée et cartographiée par le PERR-FH à l'échelle nationale pour les périodes 2005-2010 et 2010-2013 (Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra, 2014). Ces travaux ont ainsi permis de calculer deux variables expliquées utilisées dans nos analyses univariées : la **surface moyenne déboisée annuellement par District** et le **taux de déforestation par District**. Comme expliqué plus loin, les variables explicatives sont disponibles en grande majorité à l'échelle des Districts, ce qui a imposé que les variables expliquées soient également calculées à cette échelle. Le choix entre la surface déboisée et le taux de déforestation présente les enjeux suivants :

- La surface déboisée dans le District (valeur absolue) peut être corrélée à la surface du District. Ainsi, si une variable est corrélée à la surface du District, elle pourrait apparaître comme corrélée à la surface déboisée, sans forcément qu'il y ait un lien de cause à effet entre cette variable et la déforestation (mais simplement colinéarité entre cette variable et la déforestation, toutes deux étant fonction de la surface du District).
- Le taux de déforestation (valeur relative) peut être choisi pour éviter ce biais. En revanche, un District très peu boisé peut avoir un taux de déforestation très élevé. Le processus de déforestation dans ce District prendra alors un poids important dans la régression alors qu'en réalité il peut s'agir d'un processus négligeable.

Compte tenu de ces enjeux, nous avons choisi (i) de conduire les analyses univariées sur les deux variables expliquées, avant d'en sélectionner une et (ii) d'exclure les Districts très peu boisés (14 en forêts sèches, 10 en forêts humides et deux situés autant en forêts sèches qu'en forêts humides). Les districts du centre du pays sont les plus concernés par cette suppression.

La surface déboisée annuellement est la variable qui a donné les résultats les plus significatifs. Nous avons donc utilisé cette variable, en utilisant autant que faire se peut des variables explicatives relatives (exprimés par hectare de forêt, hectare de District, habitant, etc.) afin de ne pas utiliser de variables corrélées à la surface du District (ce qui aurait conduit à des colinéarités).

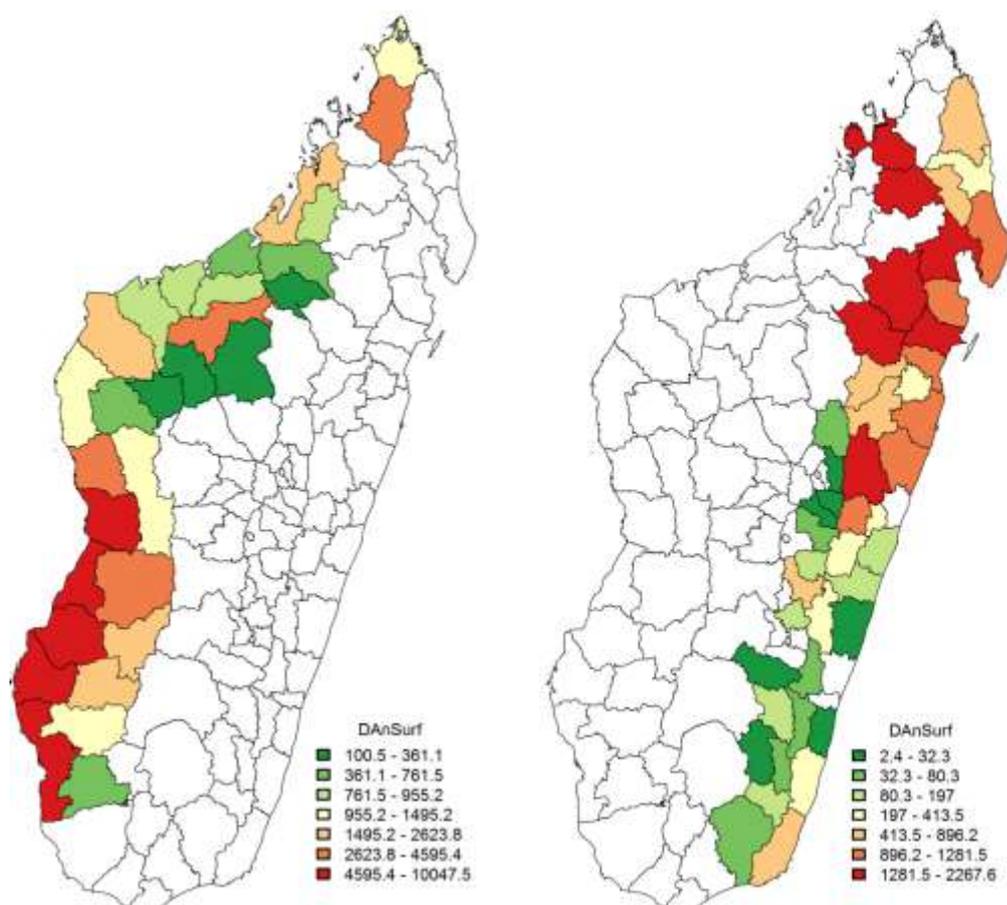


Figure 1 : Carte des surfaces moyenne déboisées annuellement (ha) entre 2005 et 2013 en forêts sèches (à gauche) et en forêts humides (à droite) (UCL, 2016)

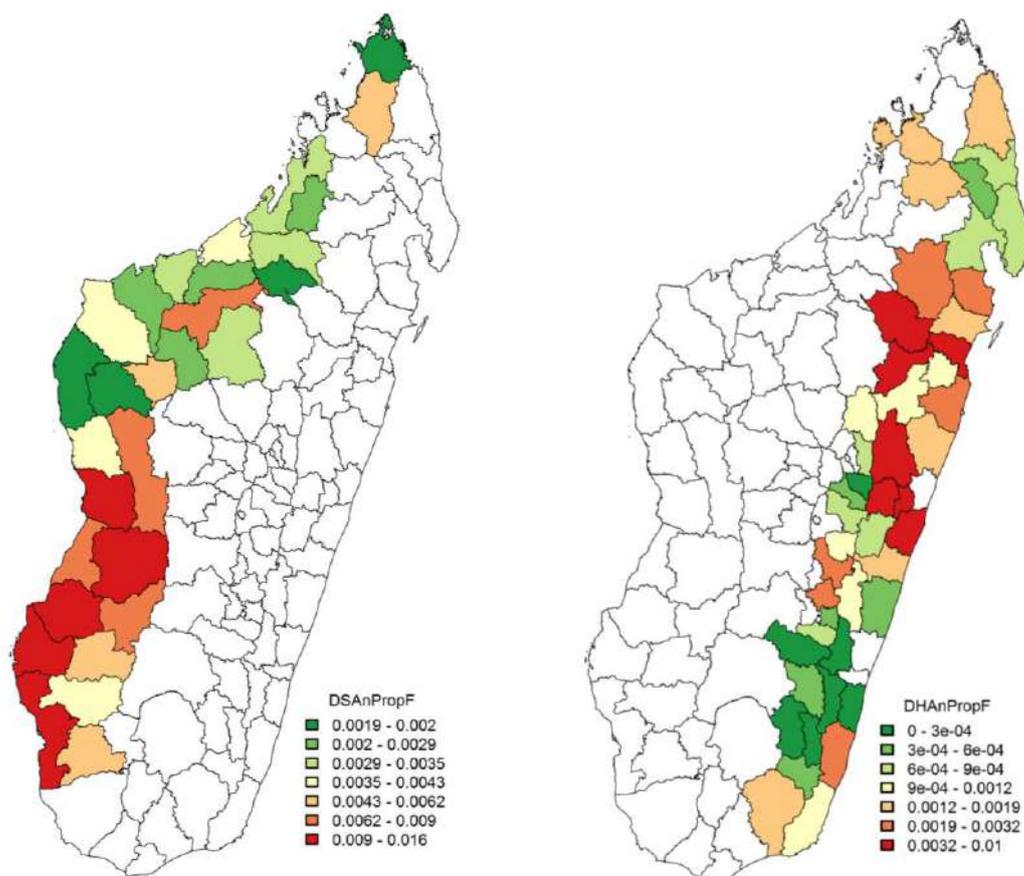


Figure 2 : Carte des taux moyens de déforestation entre 2005 et 2013 en forêts sèches (à gauche) et en forêts humides (à droite) (UCL, 2016)

### 1.3. Variables explicatives

Ces variables décrivent les moteurs, directs ou sous-jacents, responsables de la déforestation. La plupart des données recueillies sont disponibles à l'échelle d'unités administratives, Districts en particulier.

Les données sur ces variables ont été recueillies sur Internet et auprès des personnes ressources rencontrées sur le terrain ou contactées par mail et téléphone, en particulier les Directeurs régionaux de l'environnement, de l'écologie et des forêts (DREEF), du Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche et de la Direction de la valorisation des ressources forestières du Ministère de l'environnement, de l'écologie et des forêts.

Les variables recueillies et mobilisées sont décrites dans les chapitres concernant chacun des moteurs étudiés (Cf. [partie 2 infra](#)). La liste des codes des variables accompagnés de leur description détaillée est placée en [Annexe 1](#).

La collecte de ces informations a été menée de telle sorte que chacun des types de moteurs identifiés dans la revue bibliographique et par nos enquêtes de terrain puissent être décrits par au moins une variable. La faible disponibilité de bases de données exhaustives et suffisamment désagrégées (l'échelle régionale étant trop large pour les analyses statistiques) est cependant une contrainte importante pour cet exercice.

Il a été possible de distinguer deux zones : forêts sèches (29 échantillons) et forêts humides (44 échantillons) dans les analyses, les échantillons étant les Districts. Distinguer des sous-zones aurait donné un nombre trop faible d'échantillons par zone.

### 1.4. Interprétation des corrélations

Une corrélation forte et significative ne décrit pas nécessairement une relation de causalité directe entre les deux variables corrélées.

Une corrélation entre A et B peut s'expliquer par :

- Une causalité directe (A implique B)
- Des chaînes causales linéaires (A implique C, C implique D et D implique B)
- Des chaînes causales arborescentes où A n'est qu'une des causes de B (A, C et D combinés impliquent B)
- La présence d'une cause commune (C implique A et C implique B)
- La présence de causalités circulaires (A implique B et B implique A)

Il faut ainsi être prudent dans l'interprétation faite des corrélations entre variable expliquée et variables explicatives.

L'évaluation de ces corrélations ne tranche pas sur le rôle des moteurs dans la déforestation, mais donne des indices qui complètent les autres sources d'information : revue bibliographique, enquêtes de terrain et échanges au cours des ateliers régionaux.

## **2. Résultats des analyses univariées**

**NB** : les discussions thématiques s'étant déroulées au cours de l'atelier de validation de l'étude sont détaillées en **Annexe 11** et suivantes. Les résultats de ces échanges sont intégrés aux analyses qui suivent.

### **2.1. Moteur direct 1 - Extension des infrastructures**

#### 1.1 Transports

##### **Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes**

###### ***Revue bibliographique :***

La déforestation est généralement corrélée à la distance et/ou la densité de routes et pistes. Dans ce cas, les infrastructures jouent un rôle indirect sur la déforestation. Cependant, cette corrélation n'est pas toujours linéaire, l'amélioration de l'accessibilité de certaines zones favorisant leur déforestation, mais aussi des appuis des paysans en termes d'intensification. L'intensité de cette corrélation est également variable, forte par exemple pour l'aire du projet Makira, faible pour les aires du PHCF. Le désenclavement provoque divers effets (ex de la Région Alaotra-Mangoro) : afflux de migrants, développement des plantations d'eucalyptus, des cultures commerciales, au détriment des cultures d'autoconsommation.

###### ***Enquêtes :***

L'extension des infrastructures ne paraît pas être un moteur direct de déforestation ou dégradation forestière dans les écorégions des forêts sèches et humides. Il semble que l'absence ou la faible densité de routes dans une zone n'empêche pas son déboisement. Les produits forestiers sont d'ailleurs généralement évacués à dos d'homme.

Les données sur la localisation des infrastructures de transport et leurs types ont été recueillies auprès des sources suivantes :

- OpenStreet Map (OSM) : <http://download.geofabrik.de/africa/madagascar.html>
- DIVA GIS (d'après Digital Chart of the World) : <http://www.diva-gis.org/gdata>
- L'Institut géographique et hydrographique de Madagascar (FTM) : <http://www.ftm.mg/>
- La Vector Map 0 (VMAP0) de la *National Geospatial-Intelligence Agency* américaine (NGA) : <http://earth-info.nga.mil/publications/vmap0.html>

Après comparaison de ces informations avec des images Google et Bing, il est apparu que les données d'OSM sont les plus précises et les données du FTM sont les plus complètes.

Les données Primary / Secondary et Tertiary roads d'OSM semblent couvrir la plupart des routes accessibles en taxi-brousse.

Les données FTM contiennent plusieurs informations : les « routes principales » et « autres routes » couvrent à peu près les mêmes routes que les trois types de routes cités pour OSM (avec une précision moins grande), alors que les « pistes » contiennent des pistes que nous avons empruntées en 4x4 au cours de la mission de terrain et qui (pour celles que nous avons pu reconnaître) sont difficiles voire impossible à parcourir en taxi-brousse.

Le niveau inférieur (Sentiers) correspond à peu de tracés visibles sur images satellite. Il est très probable qu'il s'agisse de sentiers empruntés à moto, par charrette, voire à pied. Ce niveau de détail est trop important pour que les données soient fiables. Les tracés de « chemin de fer » sont également repris dans cette couche.

Les données utilisées sont donc les données FTM, limitées aux routes principales, autres routes et pistes.

Deux variables ont été calculées à l'échelle du District :

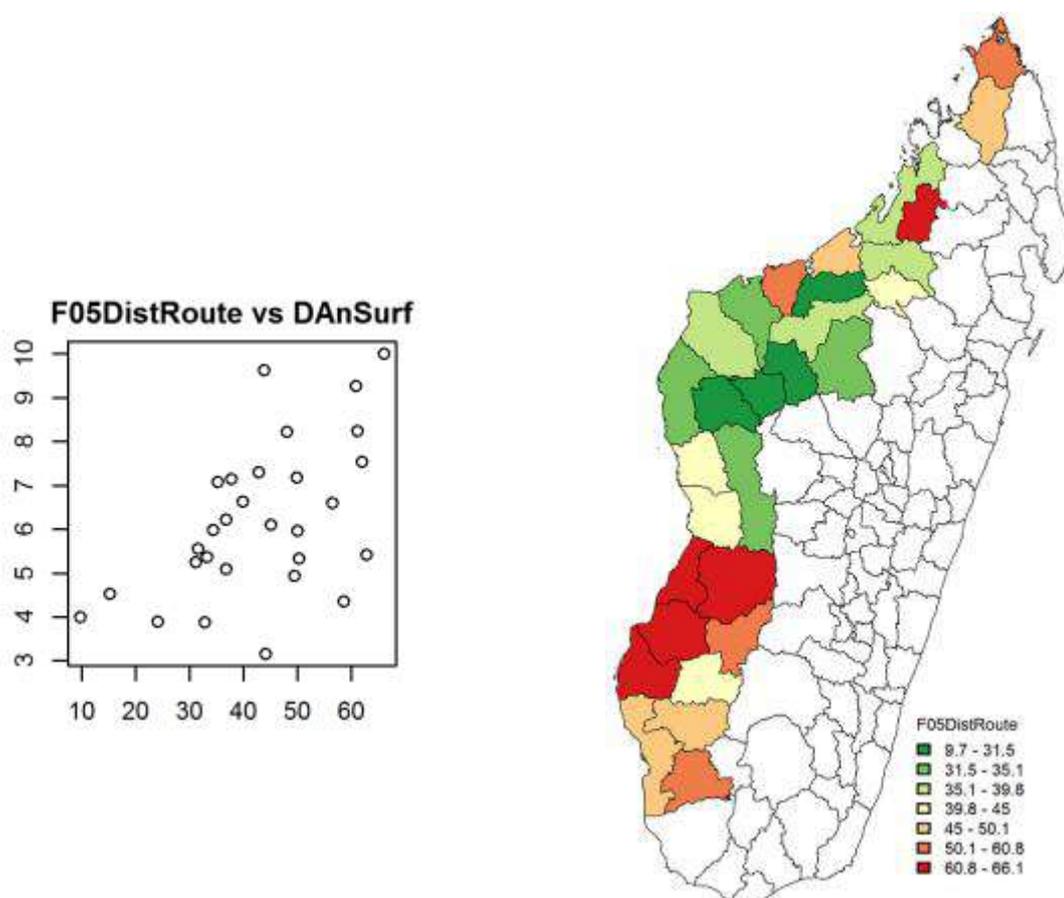
- Un indice de proximité des forêts aux routes principales, pistes et chemins de fer<sup>3</sup> ;
- La densité de route principales, pistes et chemins de fer.

Des analyses sur le rôle des routes ont été menées par le PERR-FH avec une approche différente. Ne faisant intervenir aucune variable socio-économique, le PERR-FH s'est concentré sur 12 variables spatialisées : localisation des aires protégées et TGRN, moteurs biophysiques (altitude, valeur et forme de la pente) et moteurs d'accessibilité (localisation des routes, des rivières, distance aux villes, fragmentation forestière, distance aux lisières et aux défrichements récents). L'influence de la distance à la route est ainsi analysée pour chaque pixel de forêt.

Dans la présente étude, l'influence du réseau routier est analysée à l'échelle du district afin que les résultats soient comparables avec les résultats obtenus avec les 371 autres variables testées, concernant à la fois l'accessibilité et les moteurs biophysiques, mais également les moteurs socio-économiques.

Les échelles d'analyse des deux études sont donc différentes et les résultats sont complémentaires.

En **forêts sèches**, la surface annuelle déboisée est positivement corrélée à la proximité des forêts aux routes ( $\rho = 0,51$  et  $p = 0,005$ ). En d'autres termes, les Districts dont les forêts sont proches des routes sont plus déboisées que les autres. La répartition des Districts montre que cette proximité est plus importante dans la Région Atsimo-Andrefana, où les surfaces déboisées sont également les plus importantes.



<sup>3</sup> Pour chaque pixel « forestier » d'un District, on calcule en mètres la distance à l'infrastructure la plus proche, dans une limite de 10 km. L'indice de proximité est ensuite calculé comme  $(10\ 000 - \text{distance}) / 100$ . Une forêt à 0m de la route a ainsi un indice de 100 et une forêt à 10 km ou plus de la route un indice de 0.

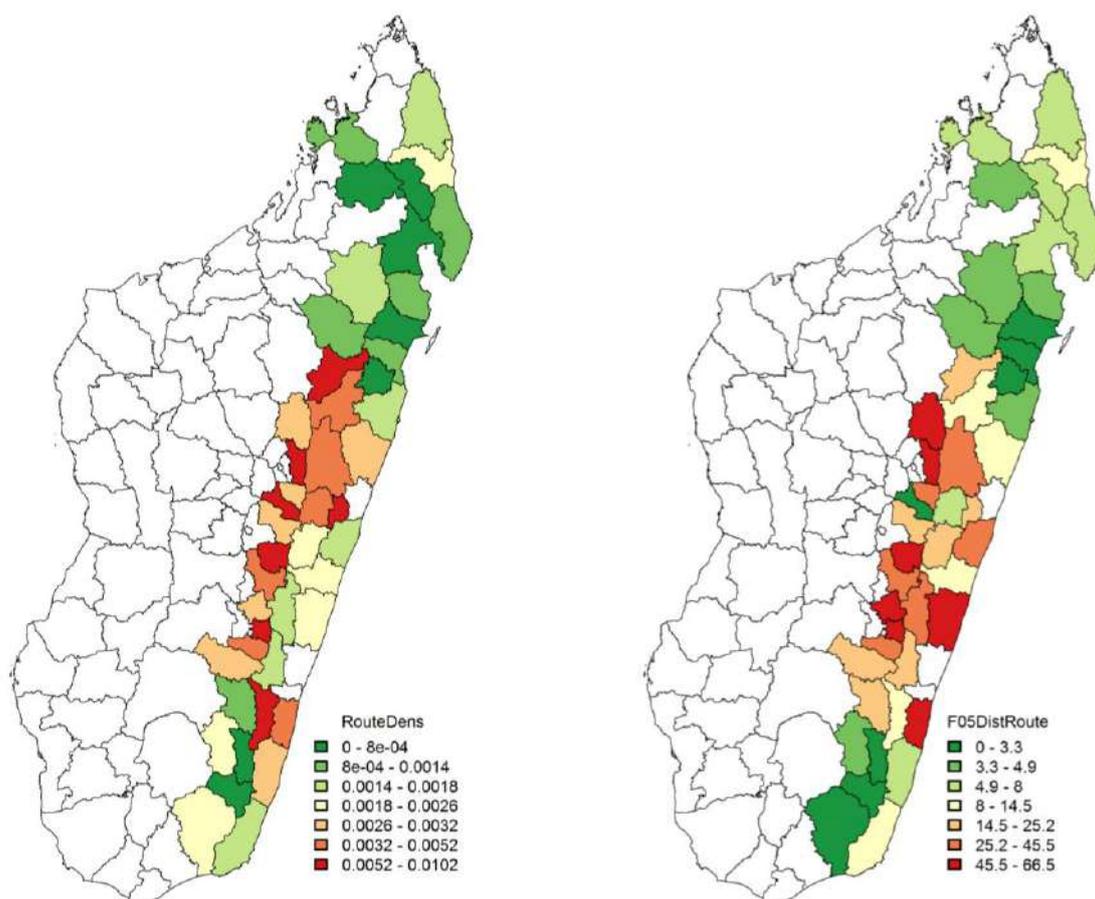
<sup>4</sup> Dans diagrammes de ce chapitre, les surfaces déboisées ont été normalisée par une double racine carrée.

Il n'y en revanche pas de corrélation significative entre la déforestation et la densité de routes dans le District ( $\rho = 0,26$  et  $p = 0,173$ ), ce qui indique que les Districts accessibles n'ont pas été plus déboisés que les autres entre 2005 et 2013. Il est possible que ces Districts aient été fortement déboisés avant 2005 du fait de leur grande accessibilité, ce qui expliquerait que la déforestation ne soit pas plus forte depuis 2005.

En **forêts humides**, des corrélations négatives peu significatives ont été identifiées entre la déforestation et la proximité forêts-routes ( $\rho = -0,38$  et  $p = 0,012$ ) et la densité de routes ( $\rho = -0,36$  et  $p = 0,015$ ). Ceci indique (i) que les Districts accessibles ont été moins déboisés entre 2005 et 2013 (densité de routes dans le District) et (ii) que les Districts dont les forêts sont en moyenne plus accessibles (proximité forêt-route) ont également été moins déboisés sur la même période.

Deux explications peuvent être avancées :

- (i) les Districts dont les forêts sont accessibles (densité de route et proximité routes-forêts) ont été beaucoup déboisés avant la période d'analyse (2005-2013) et le taux de déforestation a diminué depuis, du fait de la raréfaction des forêts, ou
- (ii) l'accessibilité générale des forêts au sein du District permet d'éviter que les pressions ne se concentrent sur quelques forêts. Ainsi, l'accessibilité entrainerait la dégradation de vastes surfaces de forêts accessibles tandis que la faible accessibilité entrainerait la déforestation des forêts les plus accessibles.



**Figure 4 : Carte des densités de route (à gauche) et indices de proximité forêts-routes (à droite) dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)**

Le PERR-FH a en revanche identifié une corrélation négative entre la distance aux routes et la déforestation dans les forêts humides de l'Est : les forêts proches des routes sont les plus déboisées.

Ces résultats pourraient s'expliquer par la différence d'échelle d'analyse : il est tout à fait plausible que, alors que la déforestation est faible dans un District du fait de sa forte densité de routes et de la faible distance routes-forêts (analyses UCL), cette déforestation intervienne tout de même préférentiellement près des routes (analyses du PERR-FH) quand elle a lieu dans ce District.

Le schéma suivant illustre cette explication par deux exemples :

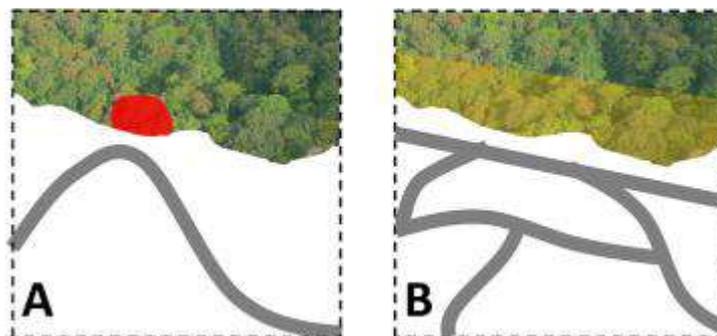


Figure 5 : Schémas explicatifs des liens entre la densité de routes, la proximité routes-forêts et la déforestation (SalvaTerra, 2016)

Dans la situation A, la densité de routes est faible et la distance routes-forêts est en moyenne élevée (proximité routes-forêts faible). La pression est alors concentrée là où la distance routes-forêts est la plus faible et entraîne la déforestation (zone rouge).

Dans la situation B, la densité de routes est élevée et la distance moyenne routes-forêts est faible : le District et ses forêts sont très accessibles. La pression est alors répartie sur une grande surface de forêts (zone orange) et entraîne peu de déforestation.

#### Conclusion :

L'ouverture de routes a eu peu d'impacts directs sur la déforestation dans les dernières années du fait que peu de nouvelles routes ont été créées.

Les impacts de l'accessibilité induite par la présence de routes sont divers. L'accessibilité peut dynamiser la déforestation et la dégradation des forêts ou au contraire créer des opportunités économiques nouvelles ou permettre l'innovation agricole, jouant ainsi le rôle de protection des forêts.

Dans les forêts humides de l'Est, il semble que les Districts soient plus déboisés quand leurs forêts sont peu accessibles. La faible accessibilité générale des forêts peut en effet concentrer les pressions (activités de prélèvements, de culture sur brûlis, etc.) sur les quelques zones de forêts plus accessibles. A ce titre, les forêts des Régions Anosy et Analanjirifo semblent disposer de peu de forêts très accessibles.

Ainsi, la présence des routes semble jouer un rôle important sur la localisation des pressions sur la forêt au sein des territoires. Si les routes sont rares (faible densité de routes et faible proximité moyenne forêts-route), les pressions sont concentrées sur un espace restreint du fait de la présence d'une route et la déforestation pourra être importante. Si en revanche la circulation est facilitée au sein du District (densité élevée de route), les pressions seront réparties et la déforestation sera moins importante, voire remplacée par de la dégradation, invisible sur les cartes du PERR-FH.

Dans les forêts sèches, la situation est différente car les Districts sont plus déboisés quand leurs forêts sont accessibles.

### 1.5 Mines

#### Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation

##### **Revue bibliographique :**

L'extraction minière, principalement illégale et de petite échelle, touche nombre de Régions et de forêts (principalement celles de l'Est) et concerne différents minéraux : or, cristal, terres rares, pierres précieuses, etc. Ainsi, elle serait un moteur direct de la dégradation des forêts. Les aires protégées ne sont pas épargnées et 11 d'entre-elles étaient touchées en 2012. L'extraction minière de petite échelle entraîne surtout de la dégradation et pas de déforestation. Cette dégradation est exacerbée par des afflux de migrants (cas du Saphir en Régions Atsimo-Andrefana et Ihorombe). La nature illégale de l'activité rend difficile sa localisation et l'anticipation de son développement.

##### **Enquêtes :**

En forêts sèches, l'investissement dans les activités minières n'a été que très rarement mentionné. Aucune des zones citées ne se situe dans ou à proximité des *hotspots* de déforestation repérés sur les cartes du PERR-FH. La description des pratiques d'exploitation écarte l'hypothèse d'un impact en termes de déforestation, la dégradation très localisée dans le temps et l'espace est plus probable.

En forêts humides, les minéraux rencontrés partagent des caractéristiques communes : extraction (ou ramassage dans le cas du quartz et du cristal) à petite échelle, de façon artisanale (avec *l'angady*, éventuellement des barres à mines, ainsi que la battée dans le cas spécifique de l'or), avec impact marginal sur les forêts.

L'impact supposé des mines sur les forêts n'a donc pas été corroboré par les observations de terrain. L'extension des investissements privés, mines notamment, ne paraît pas être un moteur de déforestation ou dégradation des forêts dans aucune des zones, sauf dans de rares cas très circonscrits, tel le saphir sur le gisement d'Andrebabe.

##### **Atelier national de validation :**

Les participants au groupe de travail sur les mines (Cf **Annexe 12**) ont fourni des informations sur certaines mines artisanales et industrielles. Ces informations sont reprises en **figures 9 et 10 infra** et analysées en détail dans le présent chapitre.

Les données mobilisées proviennent d'un recensement des Communes mené en 2001 dans le cadre du programme Ilo<sup>5</sup>. Il s'agit d'une enquête ayant concerné 1 385 communes. La présence ou l'absence d'activités minières artisanales et industrielles ont été renseignées pour chaque Commune.

Les données disponibles sur les mines artisanales sont trop parcellaires pour effectuer des tests de corrélation.

Que ce soit dans l'écorégion des forêts sèches ou dans celle des forêts humides, les corrélations entre la surface déboisée et le nombre de Communes avec mines industrielles dans le District ne sont pas significatives ( $\rho = -0,31$  et  $p = 0,113$  en FS et  $\rho = -0,04$  et  $p = 0,788$  en FH).

Ainsi, si ces mines ont un effet sur la forêt, il s'agit probablement plus de dégradation forestière. La corrélation entre la dégradation forestière et les mines ne peut être étudiée car aucune donnée n'existe sur la dégradation des forêts à Madagascar.

La cartographie des nombres de Communes où la présence de mines industrielles a été relevée permet de localiser les Districts dans lesquels le moteur « exploitation minière » pourrait avoir l'impact le plus important sur la dégradation forestière.

<sup>5</sup> Université de Cornell et PACT, sur financement USAID, en collaboration avec le Centre national de recherche appliquée au développement rural (FOFIFA) et l'Institut national de la statistique (INSTAT).

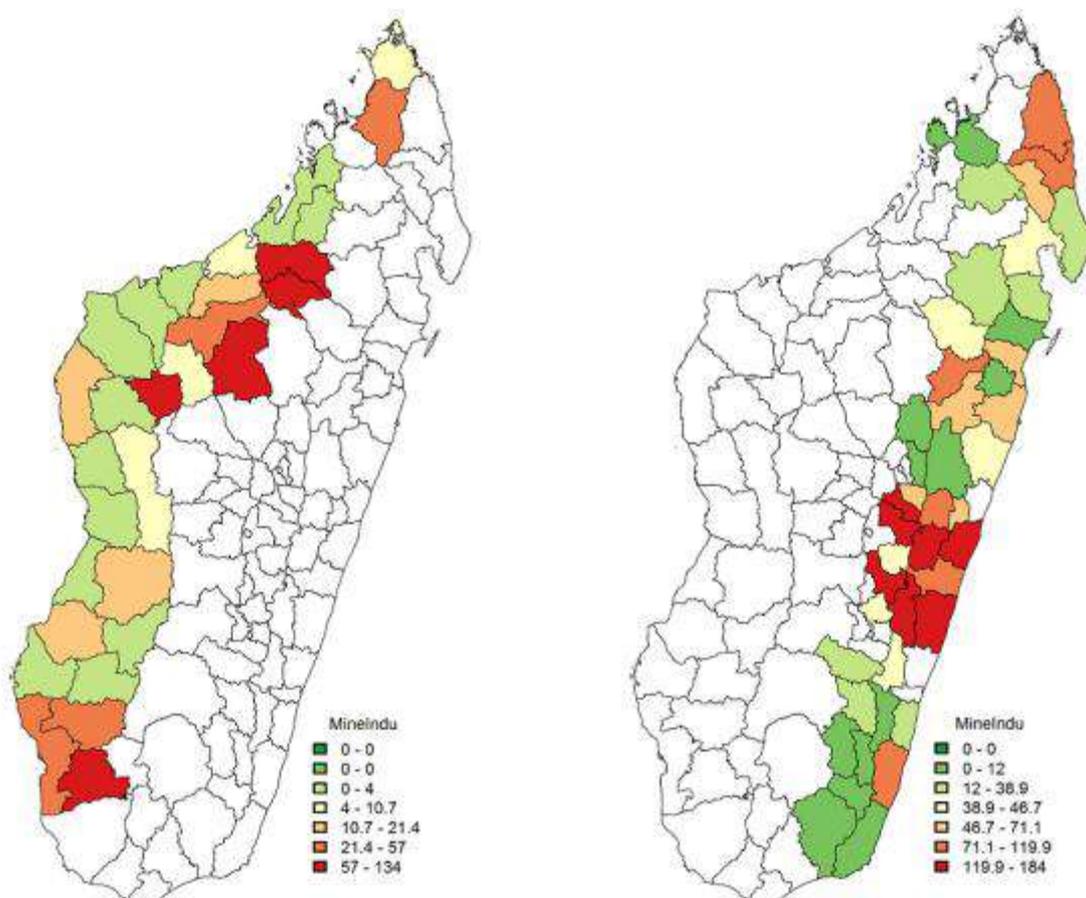
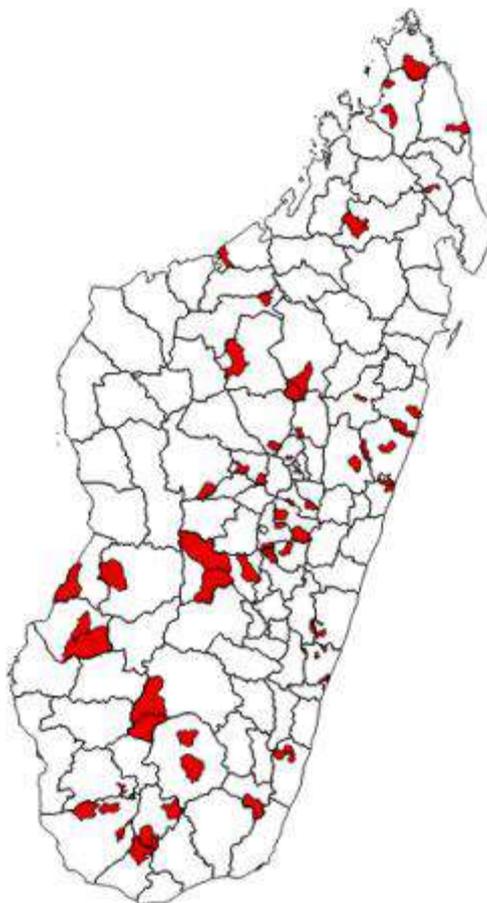


Figure 6 : Carte du nombre de communes par District accueillant des mines industrielles dans les écorégions des forêts sèches (à gauche) et humides (à droite) (UCL, 2016)

D'après les données Ilo, les Communes dans lesquelles on trouve des mines artisanales seraient cinq fois moins nombreuses que celles où l'on trouve des mines industrielles.



**Figure 7 : Communes où la présence de mines artisanales a été relevée par le programme Ilo (SalvaTerra, 2016)**

On en déduit que si ces mines ont un effet sur la forêt, celui-ci est très localisé (au sein de quelques Communes seulement), et que l'exploitation des mines artisanales ne peut pas être considéré comme un moteur important de déforestation ou dégradation des forêts à l'échelle de chaque écorégion. Cela ne signifie pas que le moteur n'est pas localement important, principalement du fait de la consommation en bois des mineurs installés en forêt.

La comparaison avec les informations sur les exploitations minières contenues dans la VMAPO de la NGA montre des différences importantes, indiquant que les données sur les mines sont probablement peu fiables :

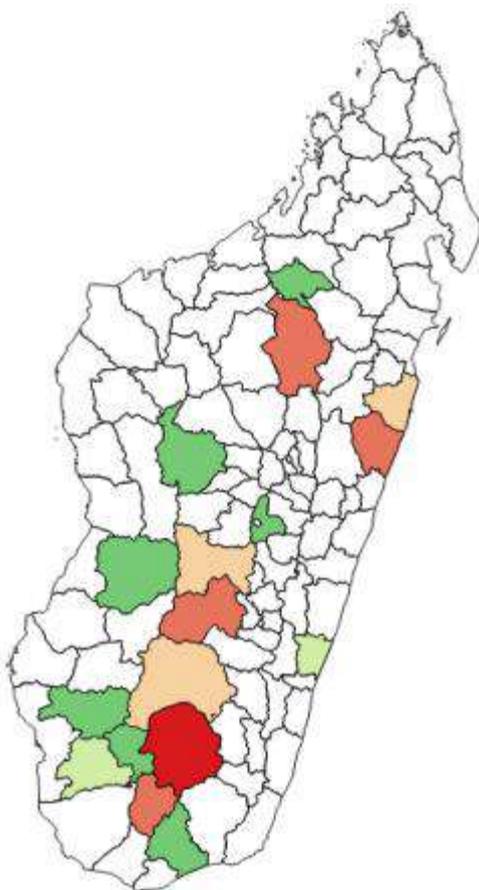


Figure 8 : Carte de la présence de sites miniers par Districts d'après la VMAP0 de la NGA (SalvaTerra, 2016)

Nos conclusions ont été débattues en atelier national de validation de l'étude à Antananarivo, le 21 février 2017. Les participants ont été invités à décrire plus spécifiquement les situations dans lesquelles les mines ont un impact important (Zones concernées (région/district/commune) ? Pratiques d'exploitation incriminées (minerais, types d'écosystèmes, taille des exploitations en m<sup>2</sup>, quantité d'arbres coupés, saisonnalité, nombre de personnes par mines/total, etc.)) (Cf **Annexe 11**). Les résultats complets de ce travail de groupe sont présentés en **Annexe 12**.

### Mines industrielles

Les informations concernant les mines industrielles sont reprises et complétées dans le tableau suivant :

Zones concernées	Minerais	Impacts de DD d'après les travaux de groupe
Ambatovy (Alaotra-Mangoro)	Cobalt, Nickel	Défrichement de moins de 100 ha/an <sup>6</sup> , installation pipeline et route.
Ampasindava (Diana)	Terre rare	Carottage, défrichement (permis de recherche)
	Pétrole	Défrichement (layon), (100m x 100m, soit 1 ha) (permis de recherche).
Tôlanaro, sites de Mandena, Petriky et Sainte-Luce (Anosy)	Zircon, illemnite	Déforestation. Champs d'extraction couvrant 6000 ha à terme <sup>7</sup> .

<sup>6</sup> <http://www.ambatovy.com/docs/?p=377&lang=fr> : Ouverture de 700 ha de 2008 à 2016, soit moins de 100ha/an. Gisement total étendu sur 1600 ha.

<sup>7</sup> <http://paesaggio.over-blog.com/article-32022100.html>

Tuléar (Atsimo-Andrefana)	Zircon, illemnite	Déforestation, infrastructure routière. Le champ d'extraction devrait se situer dans une zone de 950 ha <sup>8</sup> .
---------------------------	-------------------	--

**Figure 9 : Données sur les mines industrielles, recueillies au cours de l'atelier de validation puis complétées**

On remarque tout d'abord que les sites incriminés sont peu nombreux : 4 dont un en prospection. Ces sites étant légalement exploités, ils sont encadrés par l'état et disposent de stratégies d'évitement et compensation des impacts sur l'environnement. L'application réelle de ces garde-fous est cependant discutée par certains<sup>9</sup>.

Madagascar est réputée pour la richesse de son sous-sol. Ainsi, la déforestation pour l'ouverture de nouveaux sites miniers est à craindre pour l'avenir. Une stratégie REDD+ doit nécessairement intégrer la prise en compte des enjeux forestiers dans l'attribution et le contrôle des permis miniers.

Cependant, la bibliographie exploitée et les enquêtes de terrain n'ont pas permis d'identifier l'exploitation minière industrielle comme cause importante de déforestation dans les deux écorégions ciblées.

### **Mines artisanales**

Les informations concernant les mines artisanales sont reprises dans le tableau suivant :

<b>Zones concernées</b>	<b>Minerais</b>	<b>Impacts de DD d'après les travaux de groupe</b>
Corridor Ankeniheny-Zahamena (Alaotra-Mangoro)	Or, Saphir	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trouaison, chute des arbres</li> <li>▪ Incendies</li> <li>▪ Migrations (env. 100 000 personnes)</li> <li>▪ Abandon activité agricole</li> </ul>
Ampasindava (Diana)	Or	Défrichements et brûlis ; Environ 50 personnes impliquées
Nouvelle AP Daraina - Ambilobe (Diana)	Or	Non précisé
Corridor Forestier Ambositra – Vondrozo	Or, rubis, cristal,	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trouaison, chute des arbres</li> <li>▪ Incendies</li> <li>▪ Migrations</li> <li>▪ Abandon activité agricole</li> </ul>

**Figure 10 : Données sur les mines artisanales, recueillies au cours de l'atelier de validation**

La zone la plus citée par les personnes ressources et la bibliographie, ayant la réputation d'accueillir le plus de mineurs illégaux, est le corridor Ankeniheny-Zahamena. Ainsi, nous avons choisi d'approfondir nos investigations sur cette zone afin d'y évaluer l'impact des activités minières artisanales.

De nombreuses informations sont données par les membres du *Gemological Institute Of America* (GIA), qui se sont rendus à plusieurs reprises sur les sites concernés.

Grâce aux informations fournies dans les rapports de visite des différents sites, nous avons pu établir la synthèse suivante (nous n'avons pas identifié d'informations sur deux sites mentionnés par cette même littérature : zone de Moramanga, site découvert en 2010 et zone d'extraction de saphir à Mandraka au nord de Tamatave, découverte en 2011) :

<sup>8</sup> <http://www.worldtitaniumresources.com/ranobe-project/infrastructure/>

<sup>9</sup> <http://paesaggio.over-blog.com/article-32022100.html>

Nom	Minerais	Localisation	Date d'ouverture	Nombre de personnes	Besoins en bois au pic d'exploitation (m3/an)*	Surface déboisée depuis l'ouverture	Surface occupée	Superficie forestière nécessaire** pour la fourniture du bois au pic d'exploitation (ha)	Sources
Ouest de Vatondry	Rubis	Le long de la rivière Sakanila à 30 km au Sud-Ouest de Vatondry	2000	Plusieurs milliers de personnes	?	≈ 0 ha (la zone était déjà déboisée pour le tavy) (LEUENBERGER, 2001).	Plusieurs zones de 100 à 300 ha. Zone défrichée pour le tavy.	?	LEUENBERGER, 2001
Moramanga carrières (zone Andilamena)	Rubis et saphire	17°01'56"S 48°48'10"E	2000	15 000 à 30 000	45 000	Très forte déforestation. Quel % attribuable aux mines ?	2 zones productives, de 100 à 300 ha	1 285 (cercle de 2 km de rayons)	LEUENBERGER, 2001 ; PARDIEU et al., 2015 ; PARDIEU et SENOBLE, 2005
Andrebabe	Saphire	17°07'55"S 48°45'06"E	2002 et nouvelle découverte en 2015	?	?	< 20 ha (total de la superficie non boisée environnant le site).	?	0	HUGHES et al., 2006 ; PARDIEU et al., 2015
Didy / Ambohibe	Rubis et saphire	18°20'16" S, 48°33'53" E	2012	5 000 à 10 000	15 000	12 ha	?	428 (cercle de 1,2 km de rayon)	PARDIEU et RAKOTOSAONA, 2012
Ambodivoangy (la plupart des mineurs habitent le village)	Rubis	17°37'60"S 48°52'19"E ; 17°38'26"S 48°52'38"E	2015	1 000	1 500	7 ha	?	43 (cercle de 400m de rayon)	PARDIEU et al., 2015 ; GIA, 2015
Antsevabe / Tananarivo carrières	Saphire	17°59'45"S 48°41'07"E ; 17°59'17"S 48°40'53"E ; 17°59'07"S 48°40'44"E ; 17°57'50 "S 48°38'26"E ; 17°59'13"S 48°39'01"E	2016	45000 à 50 000 au pic (octobre 2016), 20 000 à 30 000 en février 2017	75 000	≈ 0 ha, la zone était déjà déboisée (images 2013-juillet 2016)	100 ha environ	2 143 (cercle de 2,6 km de rayon)	PERKINS, 2016 ; PARDIEU et al., 2017

\* Sur la base d'une consommation de 1,5 m3/personne/an, telle qu'évaluée au travers des enquêtes de terrain

\*\*Sur la base d'un accroissement de 35m3/ha/an, tel que rapporté dans le rapport national pour le *Forest Resources Assessment* de 2015 (FAO, 2015)

**Figure 11 : Synthèse des analyses sur les mines artisanales du CAZ**

## -> Déforestation pour l'extraction et l'habitation

La déforestation sur les sites identifiée a été évaluée de trois façons :

- Evaluation sur la base des témoignages recueillis par les visiteurs des sites. Ainsi, les sites « Ouest de Vatomaniry » et « Tananarivo carrières » se trouvent sur d'anciens *tavy* et il n'y aurait pas eu (ou quasiment pas) de déforestation supplémentaire du fait de l'installation des mineurs.
- Comparaison d'images satellites. Quand elles étaient disponibles et exploitables, des images satellite prises à différentes dates (avant et après découverte du gisement) ont été comparées, visuellement, et la surface déboisée a été évaluée grossièrement grâce aux outils de mesure des aires sur Google Earth et QGIS. Cette méthode a pu être appliquée aux sites d'Ambodivoangy, Didy et Tananarivo carrières.
- Evaluation de la surface totale non boisée autour du site, dans le cas d'Andrebabe. En effet, les images satellite trouvées avant 2000 (année de la découverte du site) ne sont pas suffisamment exploitables (nuages et résolution trop grossière) pour identifier les zones boisées et non boisées. La surface totale non boisée en 2013 peut être estimée à moins de 20 ha, sur la base de la carte produite par le PERR-FH. Même si l'on considère que l'intégralité de cette surface a été déboisée du fait de la mine, l'impact direct est ainsi très faible.

Les images utilisées sont présentées en **Annexe 2**.

Les sites couvrent des superficies de quelques dizaines d'hectare au maximum. Ils se situent souvent au bord de rivières, ce qui est logique puisque si les gisements primaires de saphirs et rubis se situent dans les roches d'altitude, les gisements secondaires recueillent plus bas les gemmes transportées par les rivières et déposées dans leur lit.

Le site de Moramanga carrières est une exception, la déforestation y est très forte depuis 2005 (données PERR-FH). Le site a été découvert en 2000. Les images satellite datant d'avant 2000 sont peu exploitables (nuages et faible résolution), mais il semble effectivement que la surface déboisée était alors bien inférieure à la surface actuelle. Il est cependant impossible de distinguer les déboisements dus à l'extraction minière de ceux dus à d'autres causes. Le site habité semble s'être étendu de quelques hectares entre 2000 et 2005 :



Figure 12 : Site de Moramanga carrières en 2000 (à gauche) et 2005 (à droite) (Sources : LEUENBERGER, 2001 / HUGHES et al., 2006)

Quoi qu'il en soit, la déforestation permettant l'exploitation minière et l'installation des mineurs et de leur famille ne représente probablement plus de quelques dizaines d'hectares par an depuis 2000.

## -> Exploitation de bois

Pour PARDIEU et al. (2017), le principal enjeu est la consommation de bois de feu et de construction. En effet, la concentration d'un grand nombre de personnes sur une faible surface en forêt engendre certainement une dégradation forestière importante.

L'exploitation des mines est cependant un phénomène de court terme : à la suite du « rush », le nombre de personnes installées diminue rapidement (par exemple, ils étaient 45 000-50 000 en octobre 2016 à Tananarivo carrières et 30 000 en février 2017). Les mineurs passent d'une zone à l'autre.

On peut estimer grossièrement la population totale installée en forêt pour l'exploitation des mines ou pour les activités économiques qui en découlent (vente de nourriture et boissons en particulier) à moins de 100 000 personnes.

Nos enquêtes de terrain ont permis d'estimer la consommation moyenne de bois à 1,5 m<sup>3</sup>/personne/an en forêts humides. Ce chiffre est plus élevé que celui estimé au niveau national par USAID (2009), à savoir 0,686 m<sup>3</sup>/an/personne. Ainsi, 150 000 m<sup>3</sup>/an seraient consommés par ces personnes.

Pour PARDIEU et al. (2017), l'essentiel du bois consommé pour l'instant sur le site de Tananarivo carrières est issu de l'ancien *tavy* et n'est donc que peu responsable de la dégradation forestière.

Il est cependant fortement probable que dans d'autres sites, la forêt directement à proximité du site minier soit dégradée pour les besoins en bois des mineurs et de leur famille.

L'avant dernière colonne du tableau en figure 11 indique la superficie permettant de produire durablement le bois consommé sur chaque site. Les distances correspondantes à parcourir semblent trop importantes (jusqu'à 2,6 km) pour que l'on considère que les prélèvements ne soient pas responsables de la dégradation sur des surfaces plus restreintes.

#### -> Cultures

Les sites identifiés au cœur de la forêt (Andrebabe, Didy) ne laisse apparaître sur les images satellite aucune zone de *tavy* développée à proximité. Pour les autres sites, des zones de *tavy* existaient avant la découverte des gisements.

Les sites en forêt sont approvisionnés en produits agricoles que des vendeurs transportent sur le dos. Les prix sont d'ailleurs trois fois plus élevés qu'en ville, signe que la production agricole locale est faible, voire inexistante.

Les participants à l'atelier ont par ailleurs estimé que les paysans abandonnaient les champs pour travailler dans les mines (Cf **Annexe 12**). Plutôt que d'entraîner la mise en culture de zones proches des sites d'extraction, l'exploitation minière serait donc plutôt une activité se substituant à l'agriculture.

#### -> Autres enjeux de l'exploitation minière artisanale

L'exploitation minière artisanale pose d'autres problèmes, en particulier : (i) les déchets laissés par les mineurs sur les sites et en forêt, (ii) le braconnage et la réduction de la biodiversité induite, (iii) la participation au non respect des règles établies en matière de conservation de l'environnement, représentant un précédent en terme de délit dans les Aires protégées, (iv) la participation aux phénomènes de migration pouvant perturber les équilibres locaux (en termes de ressources naturelles et de gouvernance).

#### -> Conclusion

Les mines artisanales de saphir et rubis dans les forêts humides de l'Est ne semblent pas être un moteur direct de déforestation important. En revanche, les besoins en bois des populations installées en forêt peuvent causer une dégradation importante mais localisée.

Au regard du nombre de sites recensés et du rythme d'ouverture au fil des années, l'impact des mines semble bien inférieur à celui du *tavy* ou des incendies, ce que confirme le PDD du projet REDD+ CAZ (CI, 2013).

Cependant, PARDIEU<sup>10</sup> estime que les forêts du Nord-Est de Madagascar pourraient abriter des gisements très importants de saphir et rubis et pourraient être à l'avenir menacées par une exploitation plus importante.

#### **Conclusion :**

Alors que la bibliographie et certaines personnes ressources présentent l'extraction minière artisanale comme un moteur important de déforestation et dégradation, nos enquêtes, les analyse spatiales menées, des échanges avec d'autres personnes ressources et une analyse plus poussée du cas du corridor Ankeniheny-Zahamena nous amènent à penser que l'impact sur la déforestation des mines artisanales est faible.

<sup>10</sup> <https://www.gia.edu/gems-gemology/winter-2015-gemnews-rubies-new-deposit-zahamena-national-park-madagascar>

Elles pourraient être un moteur important de dégradation forestière, de manière ponctuelle dans l'espace et dans le temps, du fait en premier lieu des prélèvements de bois pour les besoins des mineurs et de leurs familles. Cependant, à l'échelle des écorégions, l'importance semble faible à moyenne.

Il n'existe pas d'information à l'échelle nationale sur la dégradation des forêts, à notre connaissance, il est donc impossible de quantifier l'impact du moteur « exploitation minière » sur la dégradation.

Les mines industrielles n'ont quant à elles pas été mentionnées dans la bibliographie ou par les personnes ressources rencontrées. Les tests de corrélation entre déforestation et présence de mines industrielles ne sont par ailleurs pas significatifs.

## **2.2. Moteur direct 2 - Expansion de l'agriculture**

### 2.1 Cultures permanentes

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation**

##### ***Revue bibliographique :***

Les cultures permanentes de rente sont localement importantes : canne à sucre et sisal dans l'Ouest et le Sud, vanille, café, clou de girofle et letchi dans le Nord-Est, etc. Leur impact en termes de déforestation est réduit à leur implantation initiale : une fois les cultures plantées, plus aucune coupe d'arbre n'est réalisée.

##### ***Enquêtes :***

Dans l'écorégion des forêts sèches, les cultures permanentes ne semblent pas avoir d'impact important sur la forêt, mise à part la canne à sucre dans les conditions particulières d'une forte demande en canne pour l'approvisionnement d'usines de transformation. Cela a semblé-t-il être le cas à Namakia, la déforestation pour cette culture étant désormais nulle maintenant que les surfaces sont stabilisées.

Dans l'écorégion des forêts humides, les cultures de vanille et de girofle semblent avoir eu jusqu'à présent un impact nul à négatif sur la déforestation et la dégradation forestière, tandis que les autres cultures permanentes des zones visitées ont eu un impact marginal.

##### ***Atelier national de validation :***

Pour les participants au groupe de travail sur les cultures de rente dans le Nord-Est (Cf **Annexe 13**), les cultures de rente permettent de fournir une alternative à l'exploitation forestière, favorisent la restauration des forêts et jouent le rôle de pare-feux naturels. En revanche, ces cultures ont un impact de dégradation car certains arbres sont coupés. De plus, ces cultures seraient responsables d'un appauvrissement de la biodiversité et de la destruction d'habitats. Les cultures de girofle et cacao sur *savoka* pourraient être soutenues et la culture de vanille sur tuteurs artificiels pourrait être développée.

Les données sur les cultures permanentes sont tirées du recensement agricole (MAEP, 2007).

Pour les **forêts sèches**, la corrélation de la déforestation avec les surfaces en canne à sucre n'est pas significative. Ainsi, cette culture ne semble pas expliquer la déforestation des forêts sèches. Pour les **forêts humides** en revanche, les surfaces en vanille ( $\rho = 0,47$  et  $p = 0,001$ ), café ( $\rho = 0,35$  et  $p = 0,020$ ) et canne à sucre ( $\rho = 0,38$  et  $p = 0,012$ ) sont positivement corrélées à la déforestation. La corrélation entre la déforestation et la surface ( $\rho = 0,45$  et  $p = 0,002$ ) et la proportion ( $\rho = 0,54$  et  $p = 0,001$ ) de cultures permanentes hors canne à sucre est également significative.

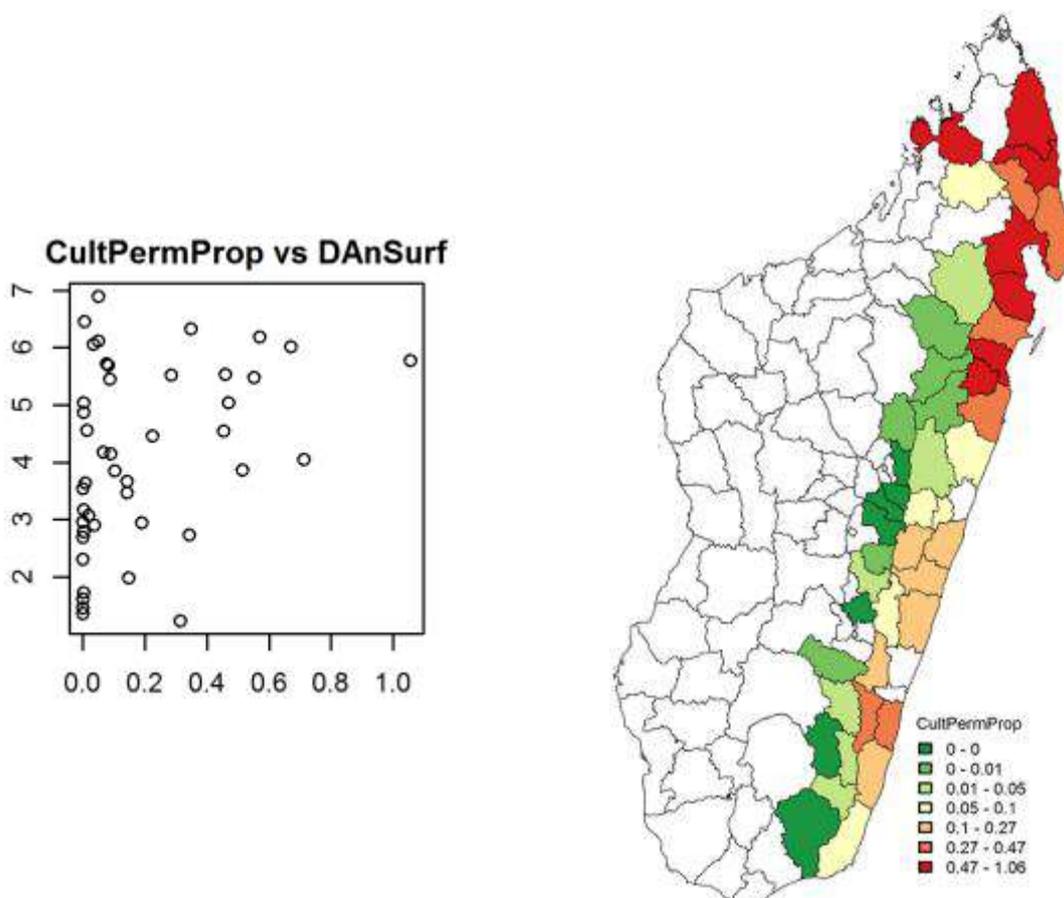


Figure 13 : Diagramme de dispersion (x = proportion de cultures permanentes hors canne à sucre ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte de la proportion de cultures permanentes, hors canne à sucre, dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)

Les prix de vente la vanille et du clou de girofle ont connu autour de l'année 2012 une augmentation sensible. Ne disposant pas de données sur l'évolution des surfaces cultivées en vanille et girofle suite à cette augmentation du prix, on peut tout de même chercher à identifier si cette augmentation a eu un impact quelconque sur la déforestation.

Le calcul de l'évolution du taux de déforestation entre les périodes 2005-2010 et 2010-2013 semble montrer que non :

	Evolution de la déforestation	Coefficient de variation
Districts où vanille et girofle représentent plus de 33% des surfaces (4)	+70%	811%
Districts où vanille et girofle représentent plus de 25% des surfaces (9)	+145%	387%
Tous Districts (44)	+160%	314%

Figure 14 : Evolution de la déforestation en forêts humides en fonction de l'importance des surfaces de vanille et girofle (SalvaTerra, 2016)

#### Conclusion :

En forêts sèches de l'Ouest, la culture de canne à sucre ne ressort pas comme moteur important de déforestation.

En forêts humides de l'Est, cette culture pourrait par contre s'avérer responsable de la déforestation. Les surfaces les plus importantes sont situées principalement dans une bande côtière de 80 km de large, en Régions Vatovavy Fitovynany (Districts Ifanadiana, Nosy-Varika, Mananjary et Ikongo), Atsinanana (Districts de Brickaville, Mahanoro, Marolambo et Toamasina II), Analanjirofo (Districts de Fénéry Est et Vavatenina) et dans le District Mandritsara de la Région Sofia.

Toujours dans les forêts humides de l'Est, les cultures pérennes (café et vanille notamment) auraient eu un impact de déforestation dans la dernière décennie. L'effet est constaté dans le Nord-Est du

pays (Régions Sava et Analanjirifo) et dans une moindre mesure dans l'Est (Régions Atsinanana et Vatovavy Fitovynany). Pourtant, l'effet de limitation de la déforestation par les cultures de vanille, girofle et parfois de café est mis en avant par certains interlocuteurs (avis controversé).

Il se pourrait que le processus d'implantation de cultures pérennes lucratives suive deux phases : une première, négative en termes de REDD+, où les parcelles sont peu nombreuses dans une zone et où les paysans sont incités à déboiser pour créer des parcelles spécialement dédiées aux cultures de rente, devant garder leurs parcelles initiales pour leur production vivrière et une seconde, positive en termes de REDD+, où les anciennes défriches (*savoka*) sont nombreuses et propices à l'installation de ces cultures agroforestières, d'où une stabilisation voire un arrêt de la déforestation.

Les travaux de groupe menés au cours de l'atelier (Cf **Annexe 13**) n'ont pas apporté d'éléments supplémentaires sur cet enjeu.

## 2.2 Cultures annuelles

### Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes

#### Revue bibliographique :

L'agriculture itinérante sur abattis-brûlis serait de loin le principal moteur de déforestation à Madagascar.

Dans les forêts humides de l'Est, il s'agit principalement du *tavy* (culture de riz pluvial suivi de maïs, manioc, patates douces, puis friche). Dans le Sud-Ouest, il s'agit principalement de l'*hatsake* (culture de maïs, suivi de manioc puis friche ou de pâturage pour zébus). Pour diverses raisons, le *tavy* est le système agricole le plus compétitif dans le pays. Pratiqué de plus en plus fréquemment dans le temps et dans l'espace, il rend la déforestation permanente : l'utilisation régulière du feu rend impossible la régénération forestière.

Le *tavy* est surtout pratiqué pour l'autoconsommation de riz, l'*hatsake* peut être pratiqué pour l'autoconsommation de maïs, mais plus fréquemment pour sa commercialisation. La durée de rotation serait plus courte pour l'*hatsake* que pour le *tavy*, de l'ordre de 3-5 ans (chute de fertilité des sols, enherbement fort) et la régénération forestière se ferait plus difficilement après l'*hatsake* (présence de zébus, écosystèmes plus fragiles)

#### Enquêtes :

Les producteurs de toutes les zones sont réticents à dire qu'ils pratiquent l'abattis-brûlis. La description des facteurs de production met cependant en évidence des indices laissant penser que l'agriculture sur abattis-brûlis est répandue, comme l'affirment la bibliographie et les personnes ressources consultées. L'indice principal est le maintien apparent des rendements, qui ne peut s'expliquer que par cette pratique.

Dans les deux écorégions, les ménages sont dans une logique d'extensification, l'innovation agricole est très faible (semences traditionnelles, labour manuel, équipement sommaire, encadrement agricole quasi inexistant...), la faible disponibilité des plaines et bas-fonds incite à la culture pluviale, les défrichements, peu assumés, sont généralisés et l'usage d'engrais est rare.

Des variations intra et inter-régionales existent cependant en ce qui concerne les facteurs de production, les orientations choisies par les producteurs (cultures de rente ou cultures vivrières) et les cultures impliquées, les modes de production (rotations, associations et place de la jachère).

Il n'est pas possible d'identifier de schéma type en ce qui concerne l'agriculture sur brûlis.

Grâce au recensement agricole, l'agriculture est le thème sur lequel le plus de variables ont pu être testées. Ainsi, les analyses univariées ont concerné 124 variables décrivant les surfaces des différentes cultures, les distances des parcelles au lieu d'habitation, les pratiques culturales, l'emplacement des parcelles dans la topographie, le nombre d'actifs, etc. L'ensemble des variables est listé en **Annexe 1**.

En **forêts sèches**, la distance moyenne des parcelles au lieu d'habitation est négativement et faiblement corrélée à la déforestation ( $\rho = -0,41$  et  $p = 0,029$ ), ce qui indique que la déforestation est plus importante là où les parcelles sont proches du lieu d'habitation. Il est possible qu'il soit relativement aisé de pénétrer dans ces forêts peu denses et donc d'établir son habitation et ses parcelles côte à côte en forêt. Le siège des ménages responsable de la déforestation serait donc très proche à la fois de leurs parcelles et du front de déforestation.

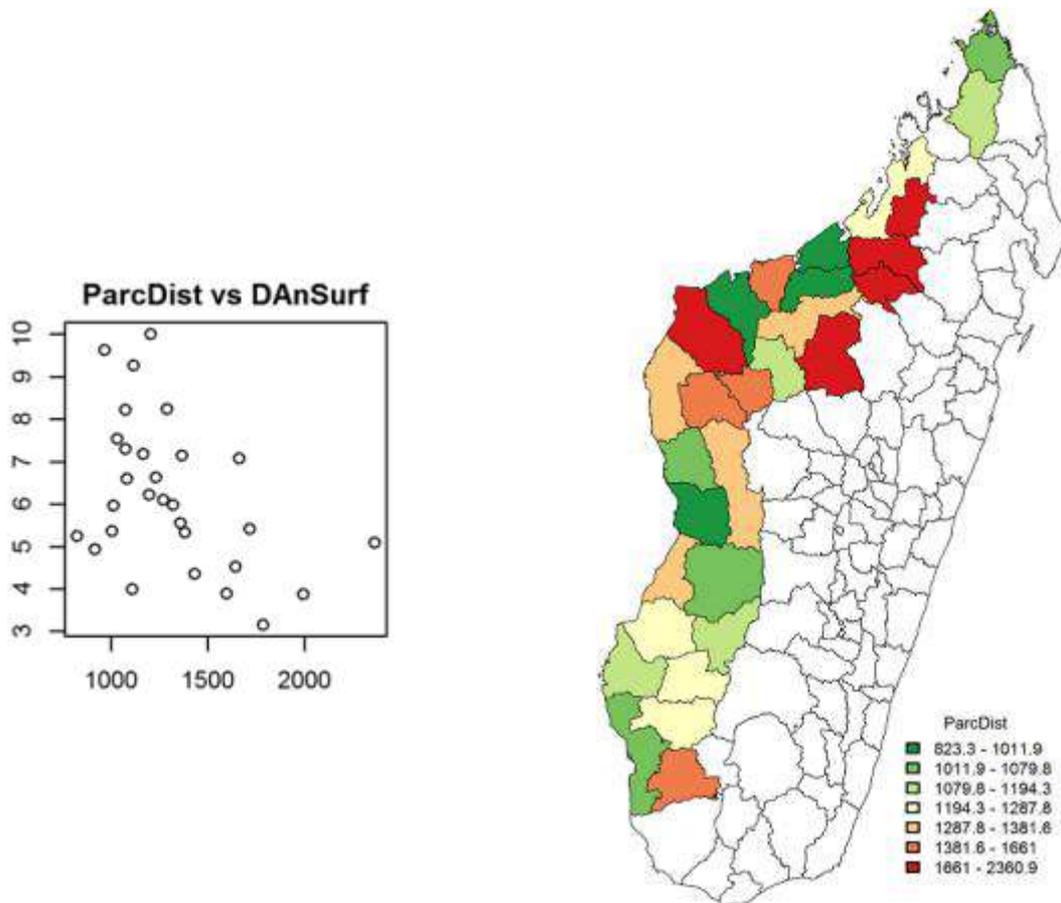


Figure 15 : Diagramme de dispersion (x = distance parcelles-siège ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des distances moyennes parcelles-siège dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

La déforestation est également corrélée (faiblement et positivement) à la surface ( $\rho = 0,45$  et  $p = 0,015$ ) et à la proportion et ( $\rho = 0,44$  et  $p = 0,018$ ) de cultures annuelles parmi l'ensemble des cultures, laissant penser à un rôle des cultures annuelles dans la déforestation, surtout en Région Atsimo-Andrefana.

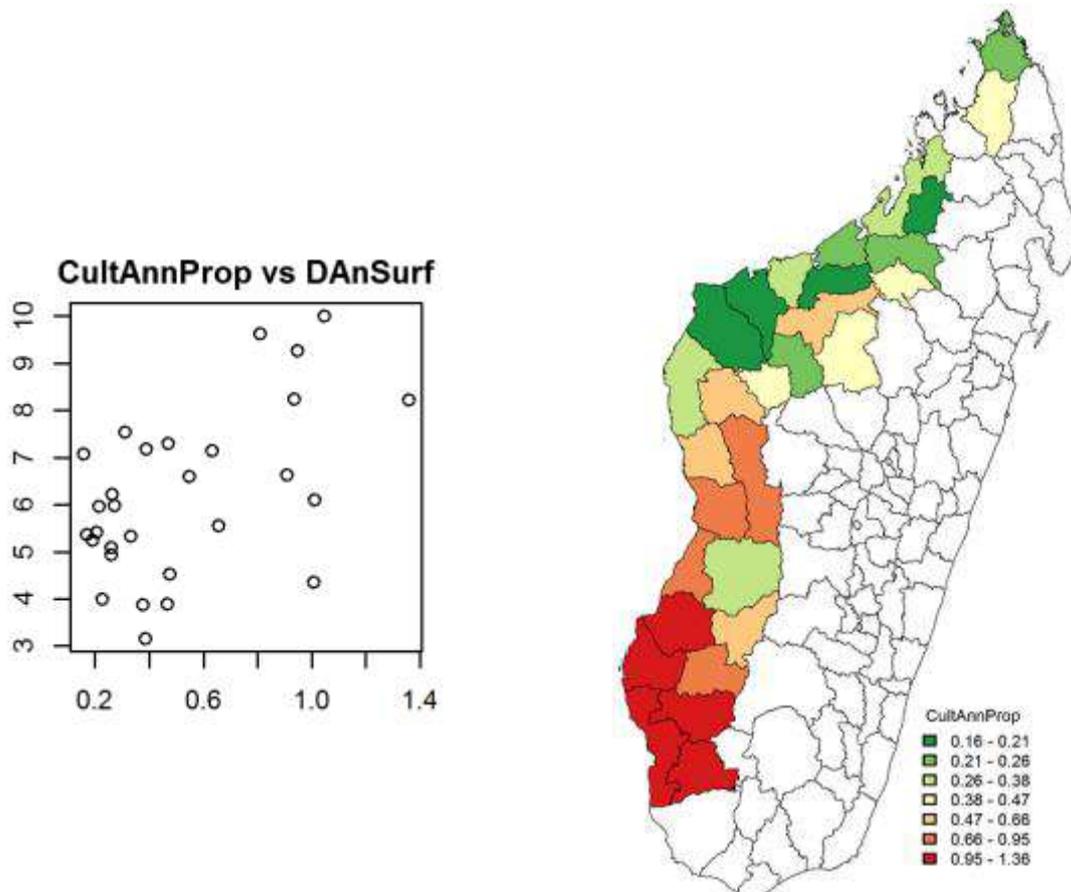


Figure 16 : Diagramme de dispersion (x = proportion de cultures annuelles ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des proportions de cultures annuelles dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

En particulier, les surfaces cultivées en patate douce ( $\rho = 0,42$  et  $p = 0,025$ ) et manioc ( $\rho = 0,39$  et  $p = 0,036$ ) sont positivement corrélées à la déforestation. Ces cultures ont la particularité d'être très plastiques et de venir généralement en fin de rotation sur des sols appauvris. Or, la culture itinérante sur abattis-brûlis appauvrit les sols.

En forêts sèches, la durée de rotation pour l'*hastake* est courte, comme indiqué par la revue bibliographique. Ainsi, le décalage temporel entre la déforestation pour l'ouverture de la parcelle et l'introduction de patate douce ou manioc, qui clôt la rotation, est faible (3-5 ans). La corrélation entre les surfaces cultivées en patate douce et manioc et la déforestation semble donc bien désigner un lien de cause à effet : les terrains sont déboisés pour la culture et quelques années après sont cultivés en patate douce et manioc.

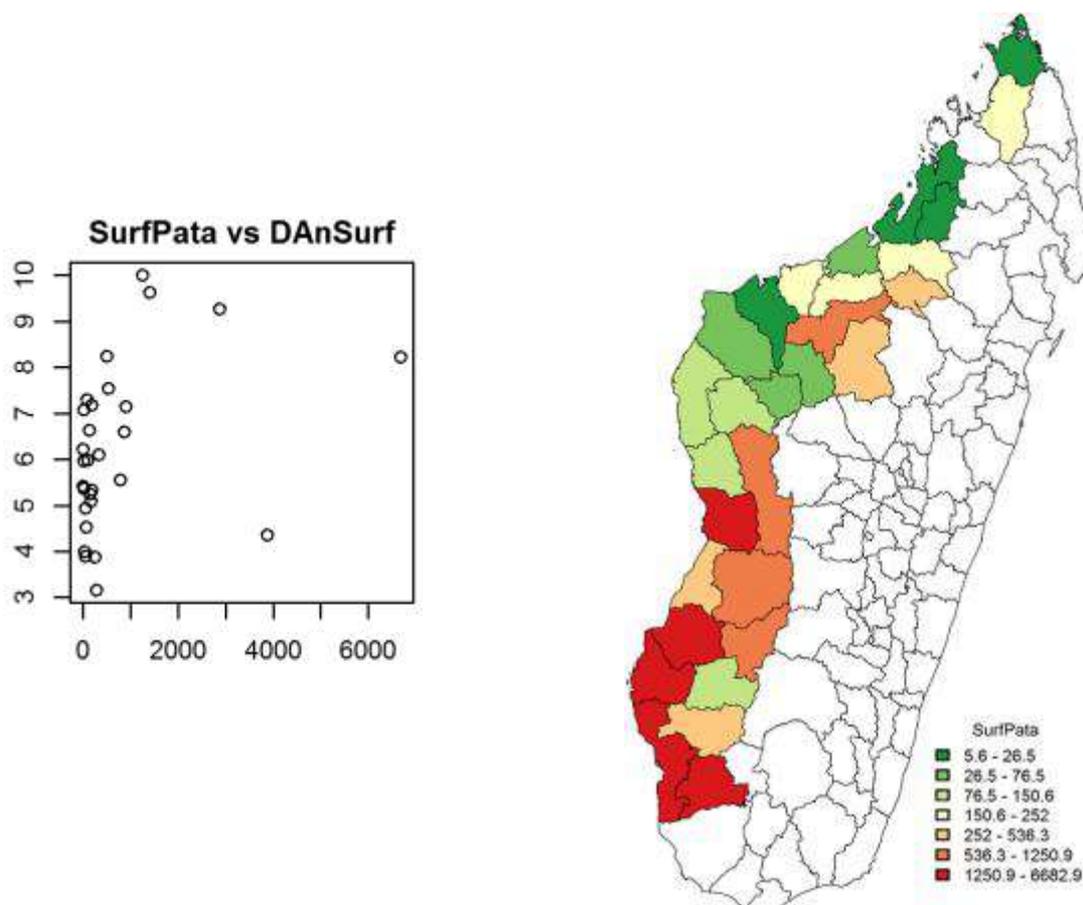


Figure 17 : Diagramme de dispersion (x = surface cultivée en patate douce ; y == déforestation annuelle normalisée) et carte des surfaces cultivées en patate douce dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

Enfin, la déforestation est positivement corrélée à la surface cultivée en cultures associées ( $\rho = 0,51$  et  $p = 0,005$ ). Cette corrélation ne semble pas décrire un lien de cause à effet.

En **forêts humides**, la déforestation est positivement et très significativement corrélée à la distance des parcelles au siège des ménages ( $\rho = 0,53$  et  $p = 0,000$ ). La déforestation est plus importante quand les parcelles sont situées loin du lieu d'habitation. Les forêts, moins accessibles et pénétrables qu'en écorégion de forêts sèches, peuvent être le lieu d'installation de campements satellites proches de *tavy* (non considérés comme le siège du ménage). Dans ce cas, la corrélation identifiée pourrait être un indice supplémentaire du rôle du *tavy* dans la déforestation, les régions Sava et Analanjirifo étant dans ce cas particulièrement touchées.

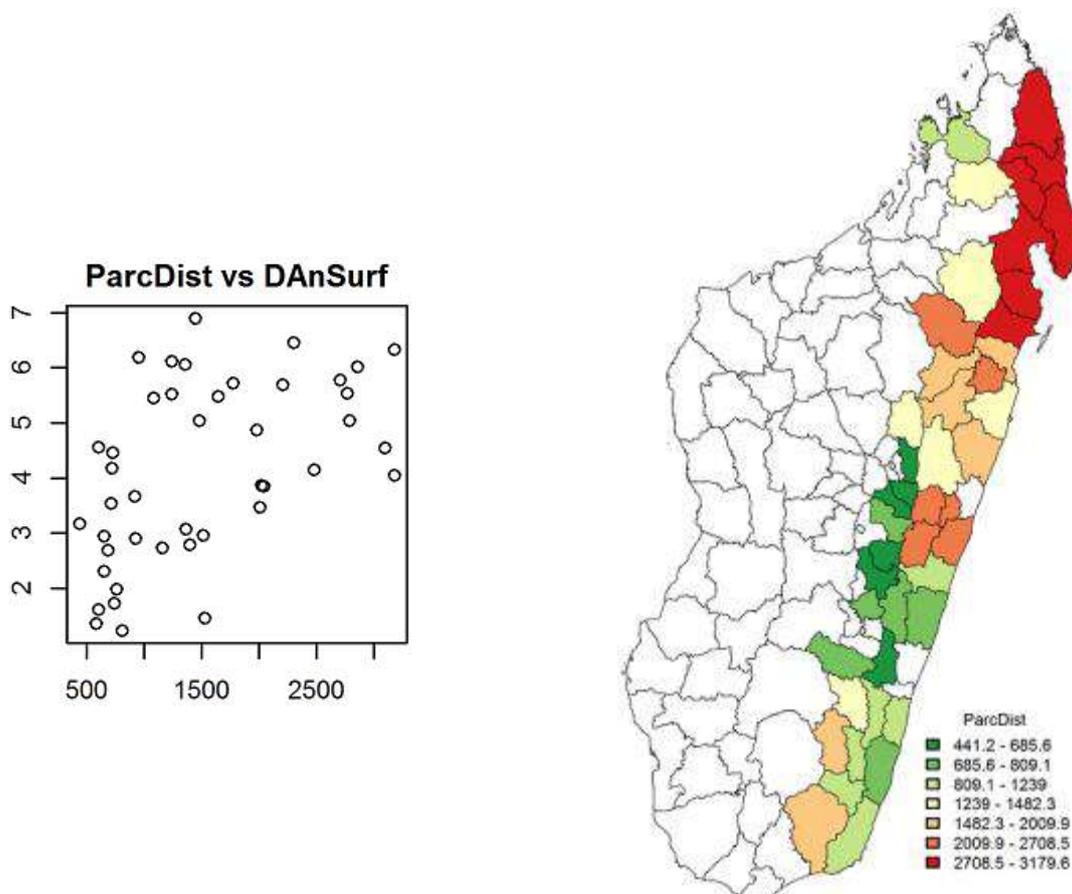


Figure 18 : Diagramme de dispersion (x = distance parcelles-siège ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des distances moyennes parcelles-siège dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)

Alors que la déforestation est corrélée positivement à la surface cultivée en riz de *tanety* ( $\rho = 0,37$  et  $p = 0,014$ ) elle est négativement corrélée à la surface cultivée en manioc ( $\rho = -0,37$  et  $p = 0,015$ ) et patates douces ( $\rho = -0,47$  et  $p = 0,002$ ). La première corrélation fait penser à un rôle de la culture sur *tanety* en tant que moteur de déforestation.

Les corrélations suivantes sont opposées à ce qui a été observé en forêts sèches. Or, la durée de rotation sur *tavy* est plus longue que sur *hatsake*. Il se déroule donc plus de temps entre la déforestation et l'introduction de patates douces ou de manioc. Les Districts où les surfaces cultivées en patate douce et manioc seraient donc des Districts où la déforestation est ancienne, ce qui peut expliquer qu'elle soit plus faible dans la période étudiée.

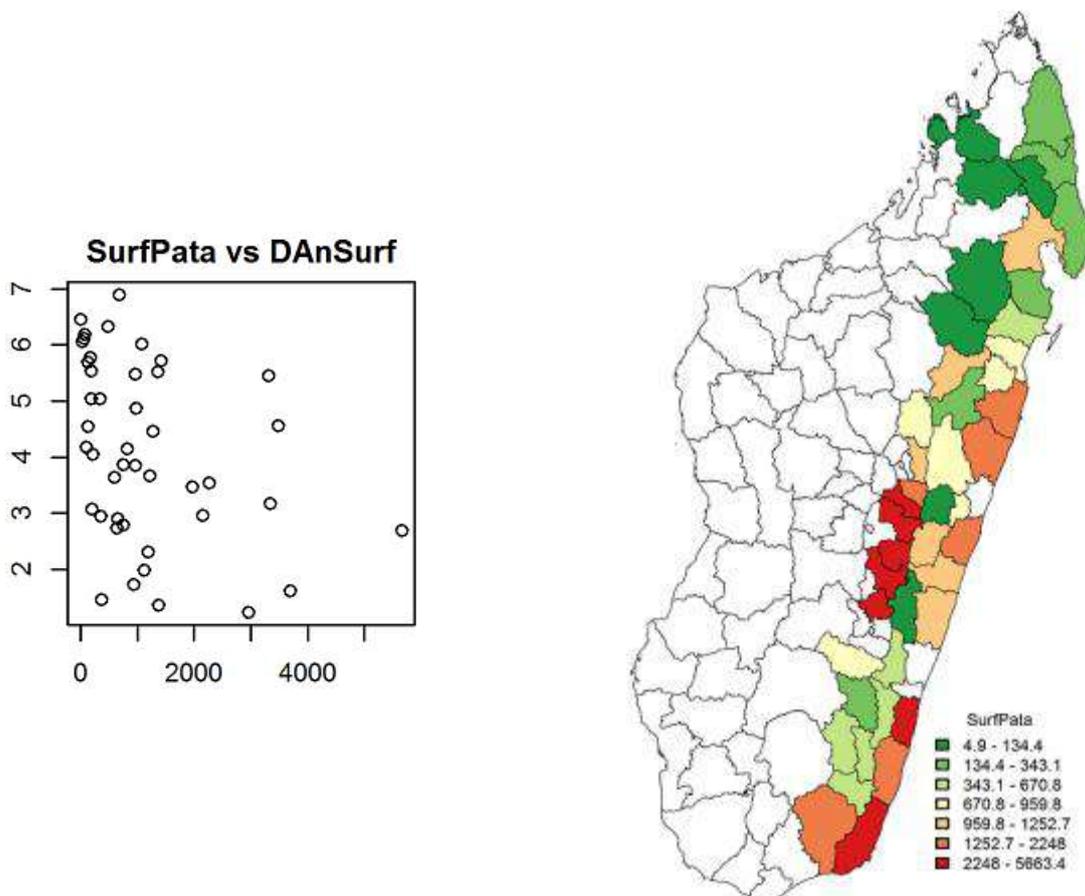


Figure 19 : Diagramme de dispersion (x = surface cultivée en patate douce ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des surfaces cultivées en patate douce dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)

La déforestation en forêts humides est positivement corrélée à la surface cultivée ( $\rho = 0,33$  et  $p = 0,029$ ) et à la surface moyenne des parcelles ( $\rho = 0,31$  et  $p = 0,039$ ) mais négativement corrélée au nombre de parcelles ( $\rho = -0,37$  et  $p = 0,015$ ) : les Districts les plus déboisés sont ceux où les parcelles sont les plus grandes.

Enfin, la déforestation est positivement corrélée à la surface cultivée en cultures mixtes ( $\rho = 0,44$  et  $p = 0,003$ ). Cette corrélation ne semble pas décrire un lien de cause à effet.

#### Conclusion :

La déforestation est corrélée à plusieurs variables décrivant des activités agricoles et en particulier certaines concernant les cultures annuelles (labour, surfaces cultivées en patates douces et manioc, etc.). Ces corrélations, relativement forte, laissent penser que l'agriculture sur abattis-brûlis joue un rôle important sur la déforestation.

Les corrélations opposées en forêts sèches et humides concernant les surfaces en patate douce et manioc confirment que *hatsake* et *tavy* présentent des différences importantes en termes de durée de rotation. Cette durée de rotation est une caractéristique essentielle des systèmes de culture sur abattis-brûlis car elle détermine la vitesse de progression du front de déforestation pour l'ouverture de nouvelles parcelles.

Les enquêtes de terrain ont cependant montré que les pratiques agricoles ne pouvaient pas se résumer en des schémas simplifiés, même sur des zones restreintes.

Ainsi, on peut conclure qu'un faisceau d'indices indiquent que les cultures annuelles jouent un rôle majeur dans les processus de déforestation de la plupart des Districts déboisés. Cette hypothèse est renforcée par le fait que mis à part des feux de brousse, aucun autre moteur ne semble pouvoir avoir un rôle aussi important que l'agriculture (Cf. analyses thématiques précédentes et suivantes).

### 2.3 Elevage (petite et grande échelle)

#### Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes

##### Revue bibliographique :

L'élevage n'est généralement pas considéré comme un moteur de déforestation significatif dans les forêts humides de l'Est. Par contre, il l'est dans les forêts sèches et humides de l'Ouest et du Sud. L'élevage de zébus entrainerait en effet piétinement et broutage (d'où blocage de régénération forestière), mais aussi et surtout de fréquents feux pour régénérer les pâturages, dont les dégâts sont exacerbés par la présence de bois au sol après les cyclones. Pour d'autres, l'élevage bovin vient souvent après l'*hatsake*, les revenus du maïs servant souvent à acheter des zébus. L'augmentation du cheptel n'est donc pas une cause directe de la déforestation, mais plutôt un résultat indirect de cette dernière et qui vient alimenter un cercle vicieux.

##### Enquêtes :

En forêts sèches, l'impact direct de l'élevage semble marginal : le pâturage en forêt est rare à inexistant.

En forêts humides, l'impact direct de l'élevage semble également marginal sur la déforestation et dégradation. Les cheptels sont peu importants, sauf dans les zones où le pâturage sur prairie est possible. Le pâturage en forêt est rare à inexistant.

Les données les plus exploitables sur l'élevage proviennent du recensement agricole de 2004-2005 (MAEP, 2007). 27 variables décrivant les pratiques d'élevage ont été testées. La variable la plus intéressante est la pression bovine, exprimée en nombre de têtes de bovins par hectare de forêt.

En **forêts sèches**, comme en **forêts humides**, la déforestation est négativement et significativement corrélée à la pression du cheptel bovin ( $\rho = -0,67$  et  $p = 0,000$  en forêts sèches et  $\rho = -0,63$  et  $p = 0,000$  en forêts humides) : plus la pression est forte et moins la déforestation est élevée.

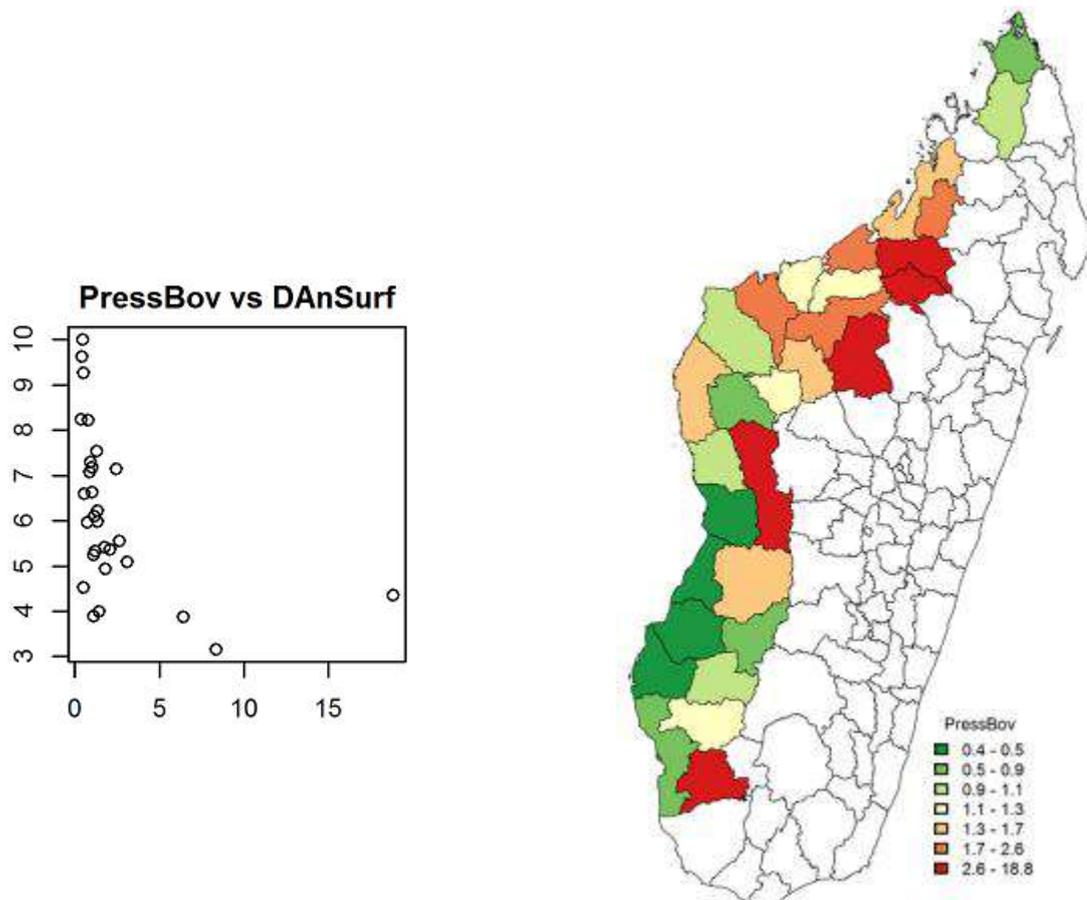


Figure 20 : Diagramme de dispersion (x = pression bovine ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des pressions bovines dans l'écorégions des forêts sèches (UCL, 2016)

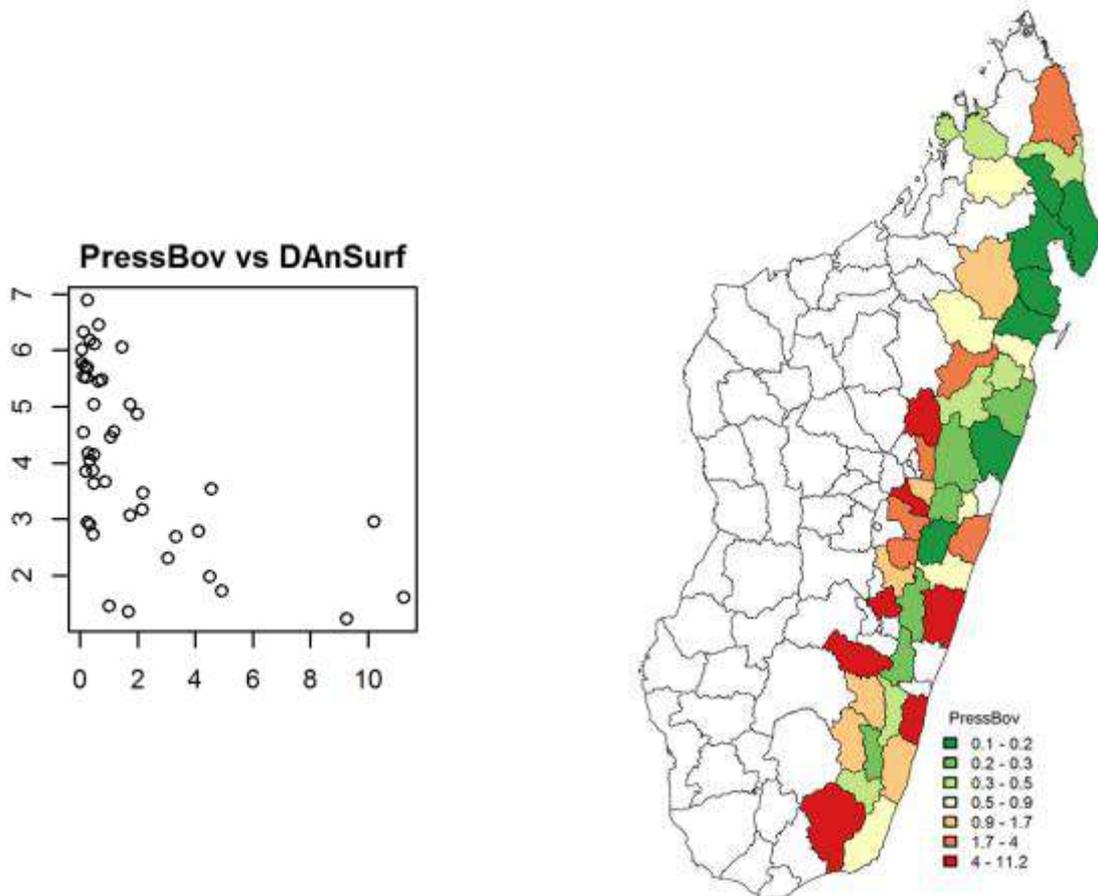


Figure 21 : Diagramme de dispersion (x = pression bovine ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des pressions bovines dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)

Ainsi, l'élevage ne semble pas être un moteur direct de déforestation. A l'inverse, il pourrait même fournir une alternative à la culture sur brûlis.

**Conclusion :**

Les analyses spatiales confirment les analyses faites sur la base des enquêtes : l'élevage n'apparaît pas comme un moteur important de déforestation.

Dans l'écorégion des forêts sèches de l'Ouest, les Districts où la déforestation est importante (Districts côtiers du Sud-Ouest surtout) sont également ceux où la pression bovine (têtes de bovin par hectare de forêts) est la plus faible.

Dans l'écorégion des forêts humides de l'Est également, les Districts fortement déboisés (dans les Régions Analanjirofo, Atsinanana et dans l'Est de la Région Sofia) ont des cheptels réduits.

## **2.3. Moteur direct 3 - Extraction de bois**

### 3.1 Bois commercialisé

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes**

##### **Revue bibliographique :**

Il y a généralement surexploitation (pas d'inventaire de coupe, corruption des agents, etc.), de grosses pertes (40% à 80% du bois récolté) et des effets induits pervers : accaparement de terres sous couvert du permis d'exploitation, infiltration de villageois dans les massifs par les pistes d'accès, etc.

Les bois précieux (bois de rose, ébène, etc.), ont connu un boom avec la crise de 2009 (multiplication par cinq du volume de bois de rose, principalement exporté en chine) et sont exploitées dans les Régions du Nord-Est.

##### **Enquêtes :**

En forêts sèches, les prélèvements de bois C/O/S sont identifiés comme facteur fort de déforestation dans les Régions Menabe et Atsimo-Andrefana, par les personnes ressources (désignant à la fois les ménages et les commerçants comme responsables). Aucun exemple d'exploitation illégale de grande ampleur n'a cependant été identifié, mais il semble que de petits exploitants alimentent illégalement les villes (Morondava, Tuléar, Morombe). Le marché du bois de C/O/S semble cependant marginal.

En forêts humides, les prélèvements de bois commercialisé semblent avoir un faible impact, le marché étant très peu développé pour ces produits. Nous n'avons pas recueilli d'indice concernant de l'exploitation illégale de grande ampleur.

La bibliographie met surtout en cause les prélèvements illégaux comme étant responsable de dégradation forestière. Or, il n'y a pas de recensement exhaustif des produits exploités illégalement.

Par ailleurs, les données, lorsqu'elles existent, ne sont généralement pas désagrégées à l'échelle des Districts. Elles ne sont donc pas utilisables pour les analyses univariées. Enfin, nous n'avons eu accès qu'aux données de trois DREEF (Sofia, Alaotra Mangoro et Atsinanana). Les autres DREEF, contactées par téléphone et e-mail à ce sujet, n'ont pas fourni de données.

Afin de contourner cette difficulté, deux types de variables ont été mobilisées :

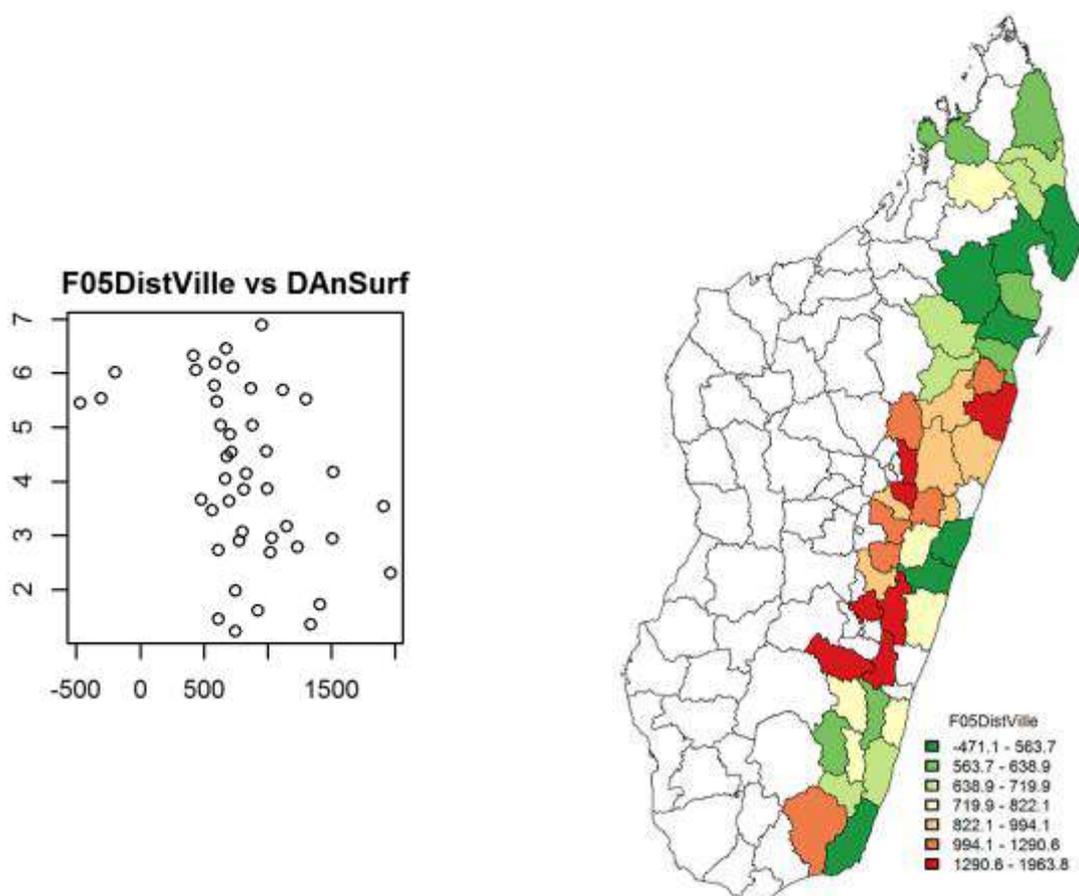
- **La proximité des forêts avec les localités importantes**<sup>11</sup>. Nos enquêtes ont montré que la grande majorité des ménages ruraux récoltaient eux-mêmes leur bois. La commercialisation de bois pourrait cibler les villes ou l'export. Une corrélation entre la proximité des villes et la déforestation pourrait être un indice, de la participation des prélèvements de bois, pour la commercialisation domestique, au processus de déforestation.
- **L'importance de l'activité de sylviculture pour les ménages**. Une forte proportion de ménages impliqués dans cette activité pourrait indiquer d'importants prélèvements à but commercial, que ce soit pour l'approvisionnement des villes ou pour l'export. Le recensement agricole a évalué le nombre de ménages déclarant la sylviculture comme leur activité principale ou secondaire. Ces informations sont utilisées pour calculer les proportions de ménages impliqués dans cette activité.

En **forêts sèches**, la corrélation entre la déforestation et la proximité forêts-villes n'est pas significative ( $\rho = -0,15$  et  $p = 0,441$ ). Par ailleurs, les ménages déclarant l'activité sylvicole comme activité principale ou secondaire sont très rares. Ainsi, les analyses menées ne donnent aucun résultat désignant les prélèvements de bois commercialisé comme responsables de la déforestation en zone de forêts sèches.

En **forêts humides**, la déforestation est négativement et significativement corrélée à la proximité forêts-villes ( $\rho = -0,43$  et  $p = 0,004$ ). Les Districts où les forêts sont en moyenne proches des villes sont moins déboisés. Il se pourrait que ces Districts aient été déboisées anciennement, d'où une

<sup>11</sup> Les localités importantes ont été localisées sur la base des données Open Street Map (localités identifiées comme *Cities* et *Towns*). Pour chaque pixel « forestier », on calcule en mètres la distance à la ville la plus proche, dans une limite de 100 km (pour les villes identifiées comme *Towns*) ou 200 km (pour les *Cities*). L'indice de proximité est ensuite calculé comme  $(200\ 000 - \text{distance})/100$ . Une forêt à 0 km d'une ville a ainsi un indice de 2 000 et une forêt à 100 km ou plus d'une ville désignée comme *Town* et 200 km ou plus d'une *City* a un indice de 0.

déforestation sur la période 2005-2013 plus faible. La demande des villes ne semble donc pas être un moteur important.



**Figure 22 : Diagramme de dispersion (x = proximité forêts-villes ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des indices de proximité forêts-villes dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)**

Toujours dans l'écorégion des forêts humides, la déforestation est corrélée positivement à la proportion de ménages déclarant la sylviculture comme activité secondaire ( $\rho = 0,32$  et  $p = 0,035$ ).

S'il ne s'agit pas d'approvisionner les villes, il pourrait s'agir d'alimenter les marchés internationaux. Les zones concernées sont celles du Nord-Est, où l'exploitation illégale de bois précieux à grande échelle a été forte pendant la crise politique de 2009.

Ce phénomène est peut être capté dans ces analyses spatiales, qui couvrent la période 2005-2013. Cependant, de l'avis de nombre de personnes ressources, l'exploitation du bois précieux sur la côte Nord-Est du pays semble avoir beaucoup diminué depuis le pic du trafic, en 2009-2010. Les principales explications seraient le fort appauvrissement des forêts en diamètre exploitable et la priorité accordée par les trafiquants à l'écoulement des grumes dissimulées en forêt et dans le sable sur le littoral.

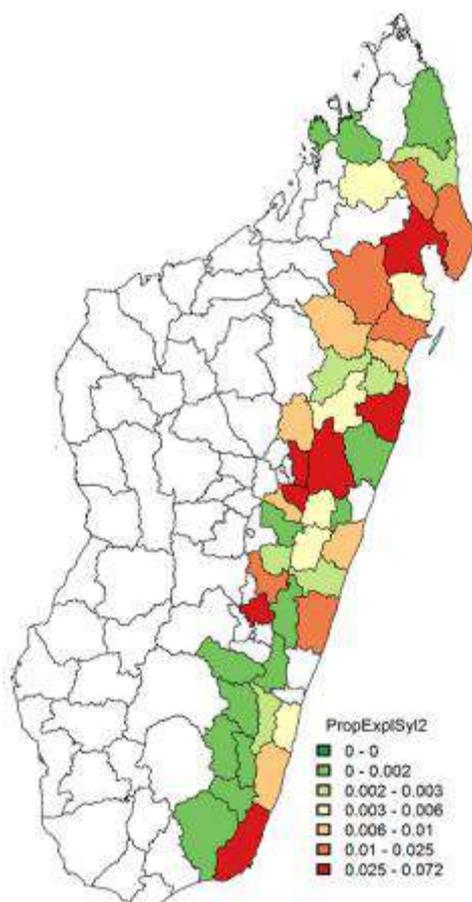


Figure 23 : Carte des proportions de ménages déclarant la sylviculture comme activité secondaire dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)

#### Conclusion :

Sans données fiables et désagrégées sur les volumes exploités légalement et illégalement, l'estimation de l'impact des prélèvements de bois destinés à la commercialisation est difficile.

Le cas de l'exploitation illégale de bois précieux dans le Nord-Est du pays pourrait expliquer une partie de la déforestation observée sur la période 2005-2013 mais semble ne plus avoir autant d'importance dans les processus actuels de déforestation. La commercialisation de bois vers les villes semble ne pas jouer de rôle important, d'autant que les grandes villes de l'Est sont approvisionnées par des plantations d'eucalyptus et de pin.

Dans le cas des forêts sèches, il se peut que l'information sur le nombre de ménages impliqués dans la sylviculture ne soit pas fiable. En effet, si ces activités sont illégales, il est probable que les ménages ne les aient pas déclarées pas au cours du recensement agricole.

Si l'influence de la proximité des villes ne ressort pas de nos analyses spatiales, des cas localisés d'influence sur la dégradation forestière, soulignés par les personnes ressources enquêtées, sont à noter (approvisionnement de Morondava, Tuléar et Morombe). D'après la bibliographie et les entretiens, il s'agit cependant surtout de dégradation forestière. En l'absence d'informations sur la dégradation des forêts, il est impossible de quantifier cet impact.

### 3.2 Bois de feu et 3.3 Bois de service

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes**

##### **Revue bibliographique :**

L'exploitation de bois de service (à usage domestique) est généralement faible et n'amènerait pas de dégradation significative, hormis dans quelques zones, telle le Parc National Kirindy-Mitea en Région Menabe.

80 à 90% des besoins énergétiques des ménages malgaches sont satisfaits avec le bois de feu, brut ou carbonisé. Les avis divergent sur l'impact du bois énergie mais lorsqu'un auteur estime qu'il y a un impact, il pointe du doigt le charbon et jamais le bois de feu consommé brut.

##### **Enquêtes :**

En forêts sèches comme en forêts humides, les volumes consommés par les ménages sont faibles, le marché est très peu développé pour ces produits. En ce qui concerne le bois de feu, les prélèvements concernent en majorité le bois mort.

Alors qu'en forêts humides, les prélèvements de bois C/O/S à usage domestique concerne un grand nombre d'essences, ils sont concentrés sur quelques essences, *Kofiatry* en particulier, en forêts sèches. Les impacts des prélèvements peuvent donc être localement plus importants.

La production et la consommation de bois de feu et service sont encore plus difficiles à suivre que celles de bois commercialisé. En effet, la grande majorité des ménages collectent eux-mêmes le bois dont ils ont besoin, à courte distance de leur lieu d'habitation.

Ainsi, parmi les statistiques désagrégées recueillies, la variable semblant la plus à même de caractériser l'intensité du prélèvement de bois de feu et de service est la pression de population dans le District, calculée comme le nombre d'habitant par hectare de forêt. Une forte corrélation entre la pression de population et la déforestation indiquerait que dans certains cas les besoins des habitants en produits bois dépassent les capacités de production de la forêt. Deux sources de données ont été utilisées pour estimer la population : les données du recensement agricole à l'échelle des Districts et des données de l'INSTAT à l'échelle des *Fokontany*.

En **forêts sèches**, la corrélation entre la surface déboisée et la pression de population (nombre d'habitants pour un hectare de forêt dans le District) est significative et négative (les zones comptant le moins d'habitants par hectare de forêt sont les plus déboisées) et ceci pour les deux sources de données utilisées pour estimer la population (recensement agricole :  $\rho = -0,57$  et  $p = 0,002$  et ; INSTAT :  $\rho = -0,52$  et  $p = 0,004$ ). L'utilisation de la densité de population (habitants par hectare de District) donne des résultats non significatifs.

Il se peut que les zones les plus peuplées aient été déboisées anciennement, d'où une déforestation plus faible sur la période étudiée.

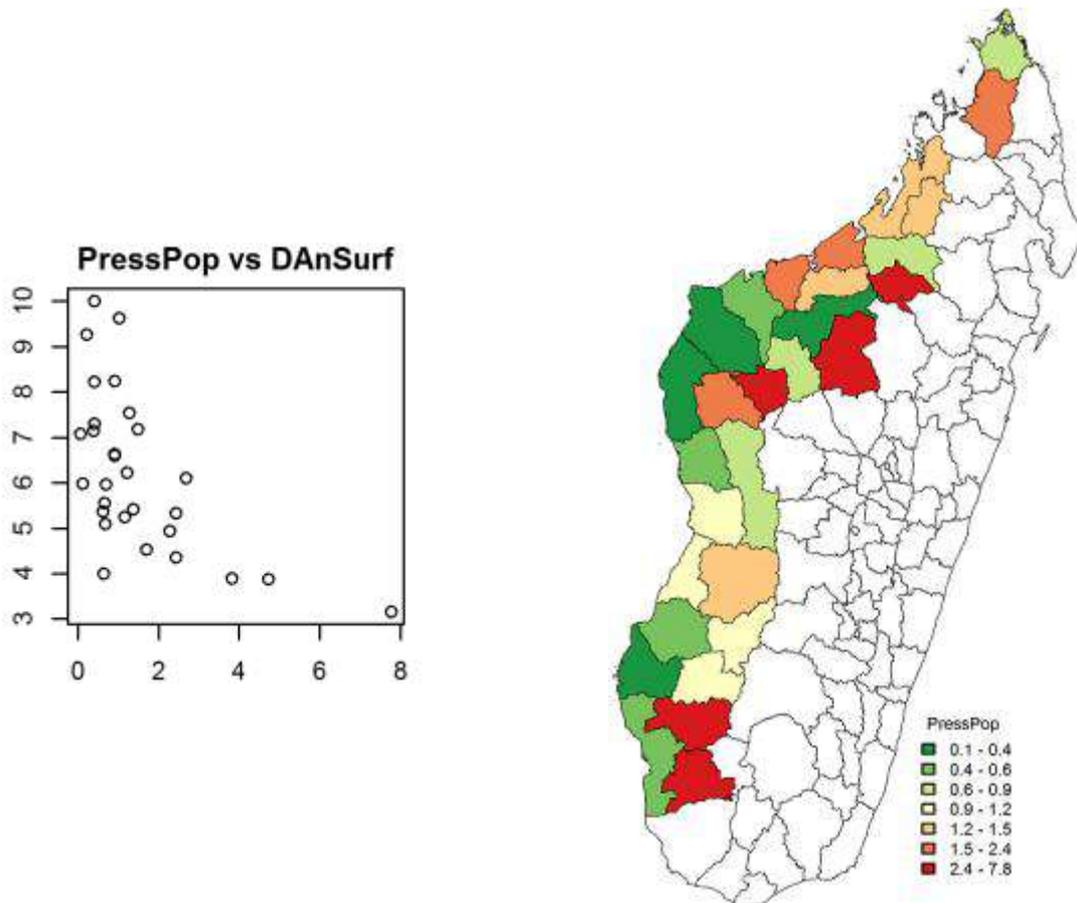
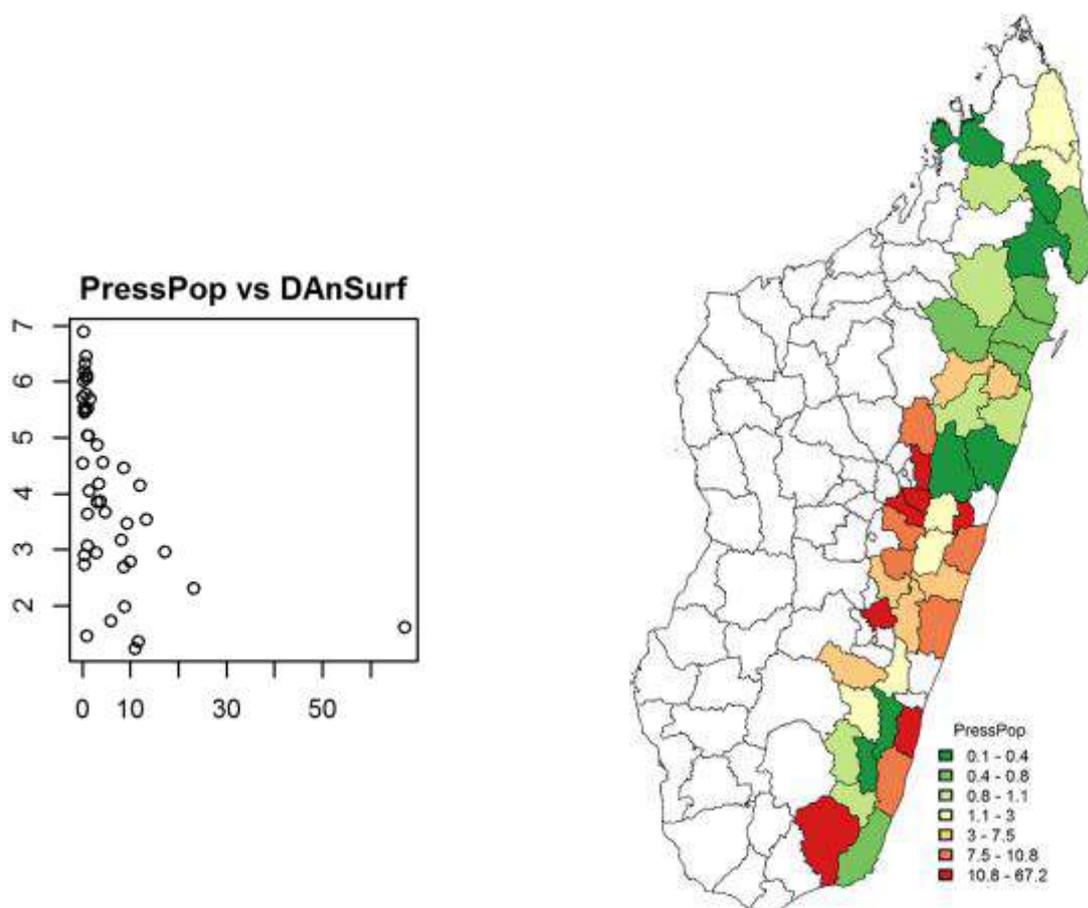


Figure 24 : Diagramme de dispersion (x = nombre d'hab. par ha de forêts ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte du nb d'hab. par hectare de forêts dans l'écorégion des forêts sèches – données RA (UCL, 2016)

En **forêts humides**, les résultats sont les mêmes qu'en forêts sèches avec une significativité plus importante : la corrélation avec la pression de population est forte et négative, que l'on choisisse les données de population du recensement agricole ( $\rho = -0,64$  et  $p = 0,000$ ) ou de l'INSTAT ( $\rho = -0,61$  et  $p = 0,000$ ) et les densités de population donnent des résultats proches.



**Figure 25 : Diagramme de dispersion (x = nb d'hab. par ha de forêts ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte du nb d'hab. par ha de forêts dans l'écorégion des forêts humides - données RA (UCL, 2016)**

Une analyse pan-tropicale de l'offre, la demande et la durabilité du bois de feu (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015) s'est penchée sur le calcul des surplus et déficits en bois de feu au niveau local. La carte suivante présente les résultats pour Madagascar : les zones en rouge sont en déficit local de bois de feu et les zones en vert en surplus.

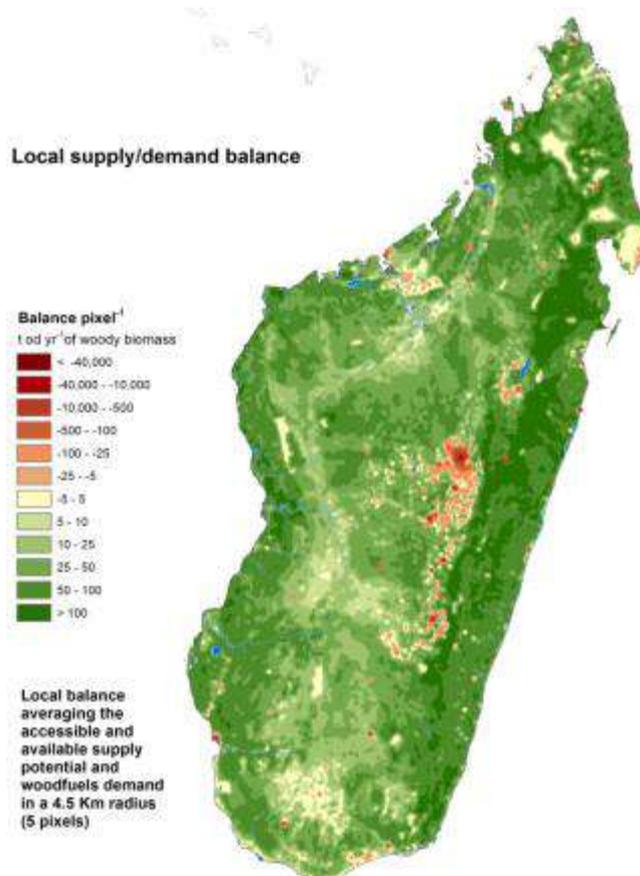


Figure 26 : Carte des surplus et déficits locaux en bois énergie (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015)

En **forêts sèches**, la carte montre quelques zones de déficit, dont les principales sont Marovoay/Ambato-Boeny, Mahajanga et Tuléar. Dans ces zones, des prélèvements importants par la population rurale pourraient avoir des effets sur la dégradation des forêts. Le fait que ces zones soient peu nombreuses (3 Districts sur 44 étudiés en forêts sèches) et le fait que les prélèvements sont réputés avoir un impact de dégradation forestière plus que de déforestation explique pourquoi les analyses univariées n'identifient pas les prélèvements de bois comme un moteur important de déforestation à l'échelle des forêts sèches.

En **forêts humides**, la zone urbaine (Antananarivo-Fianarantsoa) de la dorsale ainsi que la zone d'Ambatondrazaka apparaissent comme déficitaires.

Cette analyse est cependant à considérer avec précaution. En effet, elle intègre la présence de plantations forestière à l'échelle nationale, sans pouvoir localiser ces plantations. En particulier, d'après la littérature et les enquêtes, les grands centres urbains du centre du pays dépendent principalement du charbon issu de plantations d'eucalyptus. Ainsi, le déficit réel pourrait s'avérer moins important que sur la carte.

Dans une étude de 2012, le WWF confirme que l'offre en bois de chauffe est majoritairement constituée par les bois morts ramassés dans les forêts ou à partir d'autres zones boisées et que l'offre devrait arriver à satisfaire la demande en bois de chauffe jusque 2050.

La réflexion est la même pour le bois de service (besoins des populations rurales couvertes par les forêts environnantes), à la différence que le bois prélevé est généralement du bois sur pied et non du bois mort. Dans les zones de déficit mentionnées (Marovoay/Ambato-Boeny, Mahajanga et Tuléar), les prélèvements pourraient donc potentiellement avoir un impact de dégradation localisé, autour des mines notamment (Cf **partie 2.1 - 1.5 Mines supra**), voire dans les pires des cas un impact faible de déforestation.

**Conclusion :**

Certaines zones de l'écorégion des forêts sèches de l'Ouest, en déficit de production de bois, pourraient subir potentiellement des dégradations forestières voire des déforestations pour les prélèvements de bois de service. Il s'agit surtout des zones de Marovoay/Ambato-Boeny (Région Boeny), Mahajanga (Région Boeny) et Tuléar/Ranobe (Région Atsimo-Andrefana). D'après la bibliographie et les entretiens, il s'agit cependant surtout de dégradation forestière. En l'absence d'informations sur la dégradation des forêts, il est impossible de quantifier cet impact.

Dans les forêts humides de l'Est, les faibles prélèvements semblent trop faibles pour avoir un impact significatif de déforestation, mais pourraient entraîner une dégradation importante autour des mines artisanales en forêt.

### 3.4 Charbon

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation**

##### **Revue bibliographique :**

Au Nord-Est, les avis divergent : certains estiment que le bois de feu (surtout consommé brut) aurait un impact globalement marginal en termes de dégradation et que le peu de charbon consommé proviendrait de plantations d'eucalyptus ; d'autres estiment que le bois de feu (consommé carbonisé) aurait un impact localement important (Régions Atsinanana, Alaotra-Mangoro, Sava) en termes de dégradation.

Au Sud-Ouest, le bois de feu est généralement carbonisé pour être vendu dans les centres urbains, ce qui constitue une activité d'appoint pour les ménages, surtout les mauvaises années agricoles. Au Centre du pays, les grands centres urbains dépendent principalement du charbon issu de plantations d'eucalyptus.

##### **Enquêtes :**

Dans l'écorégion des forêts sèches, le charbon est peu consommé en zones rurales. Les avis des personnes ressources enquêtées divergent quant à la provenance des bois carbonisés : pour certains, il s'agit essentiellement de bois issu des défriches. La production de charbon serait alors une activité opportuniste, le défrichement étant motivé par la volonté de cultiver. D'autres mentionnent des prélèvements importants en forêts naturelles pour la production de charbon. En dehors des zones d'Ankarafantsika et Ranobe, l'impact de la carbonisation sur la déforestation et dégradation forestière semble marginal dans les zones étudiées.

Le charbon est peu consommé et peu produit dans les zones étudiées en forêts humides. En dehors du cas spécifique de la Commune de Vohimena, l'impact de la carbonisation sur la déforestation et dégradation forestière semble marginal.

##### **Atelier national de validation :**

D'après les participants au groupe de travail sur la carbonisation (Cf [Annexe 14](#)), il y a peu d'enjeu lié à la carbonisation en forêts humides du fait que les accroissements sont élevés et que l'on dispose de plantations. En forêts sèches, l'impact augmenterait en descendant vers le sud car les accroissements diminuent. Toujours d'après ces participants, l'enjeu est faible en zone de mangrove car les accroissements sont élevés et la mangrove est facile à replanter. Ainsi, les zones où la carbonisation peut entraîner une dégradation seraient les zones d'Ambilobe, Ambanja, Morondava, Morombe et Tuléar. Cependant, la carbonisation est liée au défrichement des terrains pour l'agriculture et il est impossible de dire qui de l'agriculture ou de la carbonisation est le principal responsable.

Les analyses conduites sur le thème du bois commercialisé pourraient s'appliquer au charbon : elles ne confirmeraient donc pas le rôle de la proximité des centres urbains sur la déforestation pour l'approvisionnement en produits bois (ici le charbon).

L'analyse pan-tropicale de l'offre, la demande et la durabilité du bois de feu présentée ci-dessus (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015) s'est également penchée sur la commercialisation de bois énergie (bois de feu et charbon) à échelle sous-nationale. Les enquêtes de terrain ayant montré que le bois énergie est très rarement commercialisé sous forme de bois brut, on peut considérer que cette commercialisation concerne surtout le charbon. La carte suivante présente les résultats pour Madagascar : les zones en rouge sont en déficit de charbon et les zones en vert fournissent ce charbon :

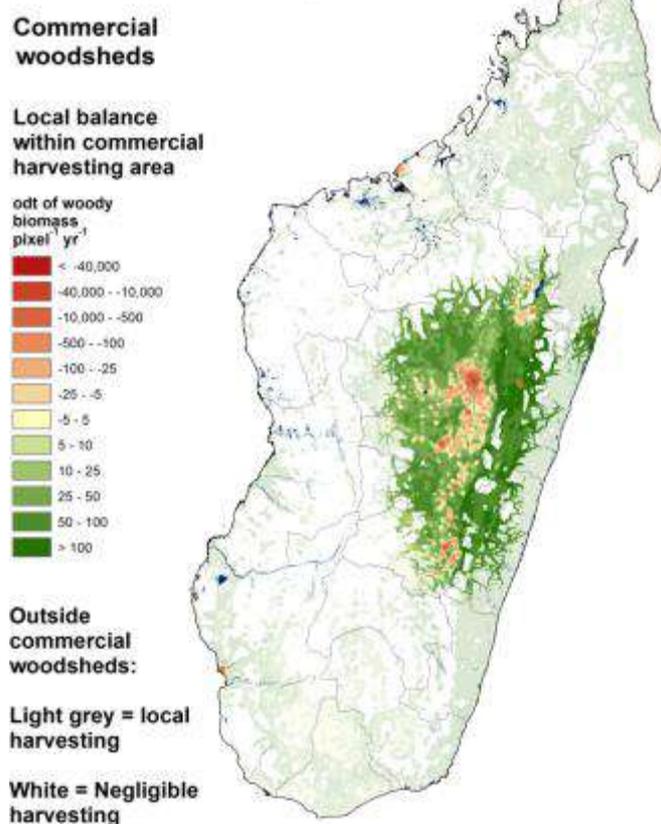


Figure 27 : Carte des bassins de commercialisation du bois énergie (DRIGO et al., 2014, BAILIS et al., 2015)

On remarque sur cette carte que pour les **forêts sèches** de l'Ouest, seules les villes de Mahajanga et Tuléar apparaissent comme des zones importantes du charbon. Leurs bassins d'approvisionnement (zones en vert autour de ces villes) sont très réduits.

L'étude du WWF (2012) sur le secteur de l'énergie à Madagascar confirme partiellement cette analyse : l'approvisionnement en charbon à partir des forêts naturelles est observé essentiellement à Mahajanga, Fort Dauphin, Antsiranana, Toliara et Morondava.

En ce qui concerne l'origine du charbon, deux sources sont mentionnées : (i) les coupes sélectives en forêt et (ii) la récupération de bois de défrichements agricoles. La déforestation pour la production de charbon n'est pas mentionnée.

Pour les **forêts humides** de l'Est, la carte fait apparaître trois zones d'importation de charbon : Tamatave (avec un bassin d'approvisionnement réduit), Ambatondrazaka (avec un bassin d'approvisionnement plus étendu) et, la plus importante, la zone urbaine s'étendant d'Antananarivo à Fianarantsoa.

Pour le WWF (2012), la plus grande demande en charbon de bois se trouve dans la Région Analamanga suivie par les Régions Haute Matsiatra et Vakinankaratra. Ces Régions, qui représentent 77% de la demande, sont approvisionnées principalement (90%) par du charbon obtenu à partir de plantations, notamment d'Eucalyptus. Ainsi, les bassins d'approvisionnement de ces centres pourraient s'avérer moins étendus que sur la carte.

**Conclusion :**

L'impact de la carbonisation est difficile à estimer du fait que les acteurs ne s'accordent pas sur l'origine des bois. Alors que pour certains, des arbres sont coupés en forêt pour produire du charbon, pour d'autres ce bois est récolté hors forêt (savane, haies, manguiers, etc.) ou récupéré sur des parcelles déboisées pour l'agriculture. Dans ce dernier cas, la carbonisation accompagne la déforestation mais ne la provoque pas.

Les villes du centre du pays seraient approvisionnées par les plantations d'eucalyptus et de pin. Les villes du Nord-Est se situent dans les zones où le déficit de production de bois énergie est faible à nul (Cf. **figure 22 supra**).

Finalement, seuls quelques centres urbains des forêts sèches de l'Ouest (Morondava, Mahajanga et Tuléar<sup>12</sup> surtout) semblent créer des pressions pour la production de charbon dans leur bassin d'approvisionnement, se traduisant par la dégradation forestière (coupes sélectives).

Les échanges qui ont eu lieu au cours de l'atelier de validation de l'étude confirme ces analyses (Cf **Annexe 14**).

---

<sup>12</sup> Tuléar aurait la plus forte consommation de charbon par habitant du pays (<http://agir.avec.madagascar.over-blog.com/article-charbon-de-bois-toliara-le-plus-grand-consommateur-123033253.html>)

## **2.4. Moteur direct 9 - Autres (dont incendies)**

### 9.2 Moteurs biophysiques (dont feux de brousse d'origine anthropique)

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation**

##### **Revue bibliographique :**

Les feux sont présents dans nombre de Régions, sont souvent liés à l'élevage (brûlis de régénération). Les arbres mis au sol par les cyclones aggravent l'effet des feux.

##### **Enquêtes :**

Dans l'écorégion des forêts sèches comme dans l'écorégion des forêts humides, les feux de brousse sont très fréquents et fréquemment cités par les personnes ressources comme moteurs de déforestation. Les causes de déclenchement de ces feux sont mal connues, il est impossible d'apprécier leurs importances relatives.

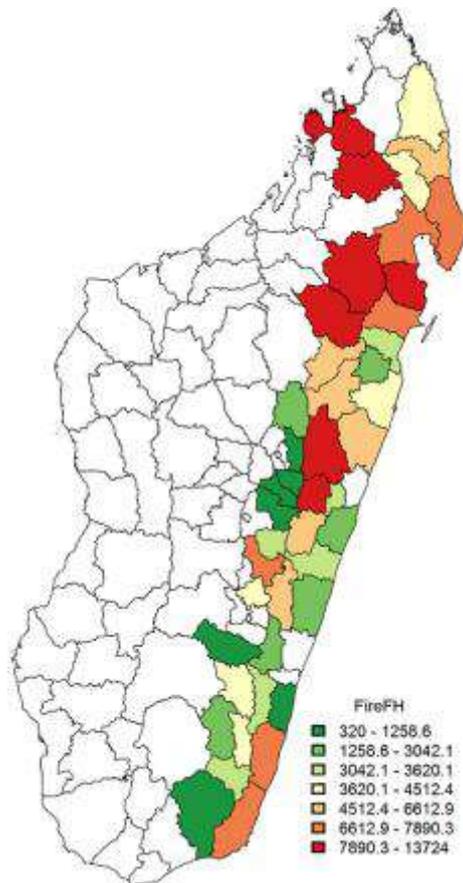
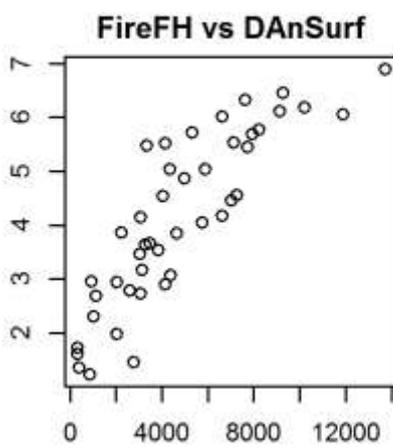
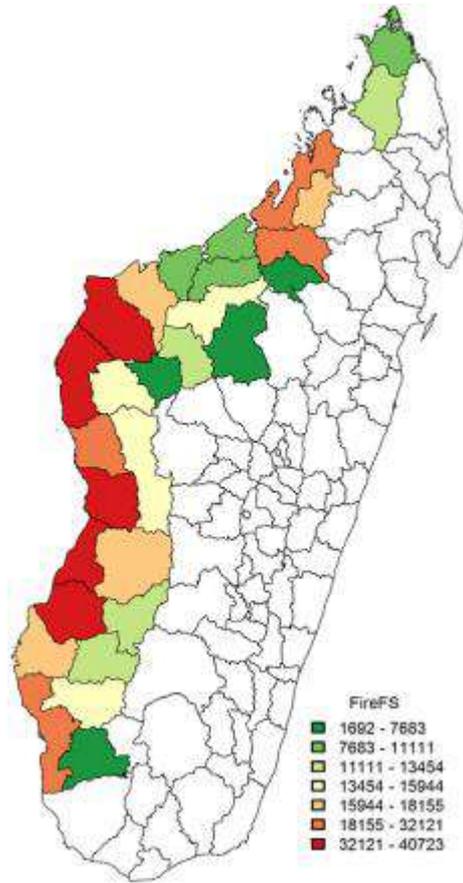
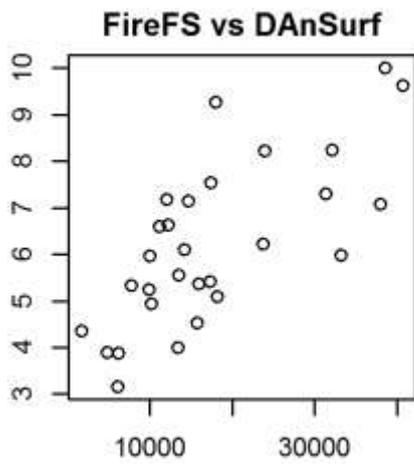
##### **Atelier national de validation :**

Les participants au groupe de travail sur les incendies (Cf **Annexe 15**) ont listé des causes des incendies mais sans pouvoir les hiérarchiser, ce qui était l'exercice demandé. Ceci confirme que les connaissances actuelles ne permettent pas cette hiérarchisation. Ont été mis en avant : l'agriculture, les crises politiques, le tonnerre, les changements climatiques, la régénération des pâturages, l'insécurité (*Dahalo*), la culture locale (feu purificateur), l'irresponsabilité, la négligence et l'inconscience des citoyens.

Madagascar dispose d'un système d'alerte au feu basé sur la détection des feux actifs par le système MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) emporté sur deux satellites de la NASA. Chaque satellite survole Madagascar deux fois par jour et donne quatre observations de feux par jour.

Depuis 2000, le système alimente une base de données sur les feux de végétation. Ces données, compilées sur la période 2005-2013 ont permis l'élaboration d'une variable décrivant l'intensité des feux en forêt et intégrant le risque que les feux hors forêts se propagent à la forêt. Ainsi, la variable est le nombre de feux observés dans un District pondérés par leur distance aux forêts.

En **forêts sèches** comme en **forêts humides**, cette variable est celle qui apparait la plus corrélée (positivement) à la déforestation (en forêt sèche :  $\rho = 0,72$  et  $p = 0,000$  ; en forêt humide :  $\rho = 0,89$  et  $p = 0,000$ ).



**Figure 28 : Diagramme de dispersion (x = intensité des feux ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte de l'intensité des feux dans les écorégions des forêts sèches (en haut) et humides (en bas) (UCL, 2016)**

Afin de nous assurer que cette corrélation n'était pas due uniquement à la différence de surface des Districts (un District étendu a à la fois plus de chances d'être soumis à un grand nombre de feux et de contenir beaucoup de forêt donc beaucoup de déforestation), nous avons testé la corrélation entre cette variable d'intensité des feux et la déforestation.

Les résultats montrent une corrélation positive forte en forêt humide ( $\rho = 0,54$  et  $p = 0,000$ ) et une corrélation positive non significative en forêts sèches ( $\rho = 0,31$  et  $p = 0,097$ ).

Afin de comprendre l'origine de ces feux, la corrélation entre toutes les variables disponibles et l'intensité des feux a été testée. Les résultats les plus significatifs sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Forêts sèches	Forêts humides
<b>Corrélations positives</b> $\rho \Rightarrow 0,3$ et $p \leq 0,05$ $\rho \Rightarrow 0,6$ et $p \leq 0,01$	Surface de bas-fonds dans le District Proportion de la surface de culture cultivée sans engrais Superficie de forêts couvertes par des aires protégées Proportion de parcelles proches des habitations	Proportion de parcelles sans labour Superficie de forêts couvertes par des aires protégées Proportion de parcelles éloignées du lieu d'habitation Proportion de parcelles sans sarclage
<b>Corrélations négatives</b> $\rho \Rightarrow 0,3$ et $p \leq 0,05$ $\rho \Rightarrow 0,6$ et $p \leq 0,01$	Pression démographique Pression bovine Proportion de parcelles cultivées avec labour attelé Altitude moyenne des forêts Nombre de parcelles cultivées en vallée Pente moyenne des forêts (et proportion de fortes pentes) Fragmentation forestière Nombre de parcelles en jachère	Pression démographique Pression bovine Nombre (et proportion) de parcelles labourées manuellement Surfaces cultivées en patates douces Proximité forêts-villes Nombre de parcelles proches ou moyennement proches du lieu d'habitation Nombre et proportion de parcelles avec sarclage manuel Surfaces cultivées en manioc Nombre de parcelles cultivées (et nombre de parcelles en plateau, terrasse, vallée) Nombre d'élevages porcins Altitude moyenne Densité de routes Nombre de parcelles sarclées mécaniquement Superficie de riz cultivée en vallée

**Figure 29 : Variables corrélées à l'intensité des feux (SalvaTerra, 2016)**

Ces corrélations sont difficiles à interpréter. Les pratiques agricoles semblent corrélées à l'intensité des feux, ce qui peut laisser penser que l'agriculture et en particulier le *tavy* et le *hatsake* ont un rôle, mais ce rôle semble complexe.

La pression bovine et la pression démographique sont les deux variables les plus corrélées à l'intensité des feux. Ces corrélations sont négatives, ce qui est contre-intuitif.

La superficie de forêts couverte par des aires protégées est positivement corrélée à l'intensité des feux. La protection des forêts contre les prélèvements par les aires protégées favoriserait-elle la propagation des feux ?

Les analyses univariées ne nous donnent pas d'information suffisamment claire pour nous orienter sur la compréhension des origines des feux de brousse. De même, les travaux de groupe menés en atelier de validation de l'étude (Cf **Annexe 15**) n'ont pas apporté d'éléments supplémentaires.

**Conclusion :**

Les incendies sont probablement une cause importante de déforestation dans les deux écorégions. Les Districts côtiers de la Région Menabe et du Nord de la Région Atsimo-Andrefana en forêts sèches sont particulièrement touchés, de même que les Régions Sofia, Analanjirofo et Alaotra-Mangoro en forêts humides.

L'origine des incendies est difficile à connaître. Si la littérature désigne les feux de régénération des pâturages, les personnes ressources et ménages enquêtés sur le terrain donnent des avis plus variés et l'analyse spatiale donne peu d'éclairage.

## 2.5. Moteur indirect 4 - Moteurs démographiques

### Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes

#### Revue bibliographique :

L'accroissement démographique est souvent considéré comme un moteur sous-jacent important de déforestation. Combiné avec la disponibilité limitée en terre, l'accroissement démographique entraînerait l'augmentation des *tavy* en forêt primaire (alors qu'ils sont habituellement faits sur forêt secondaire).

Les migrations accentuent l'accroissement démographique et la pression sur les forêts. Ces migrations peuvent être dues à l'ouverture de mines illégales (cas du Saphir dans la Région Atsimo-Andrefana), à l'exploitation forestière illégale, à la recherche de terres fertiles (cas de l'*hatsake* en Région Menabe). Ces migrations sont favorisées par le manque de clarté sur les droits fonciers dans les zones d'accueil et les sécheresses récurrentes dans les zones de départ.

La densité et la distribution de la population sont généralement reconnues comme des variables explicatives de la déforestation. Ainsi, dans les forêts humides de l'Est, la saturation des vallées irriguées pousse les plus jeunes et les sans-terres vers les zones forestières. La possibilité de corrélérer ces variables avec la déforestation est par contre discutée, les estimations de densité et de distribution de population étant assez grossières.

#### Enquêtes :

Nos enquêtes semblent confirmer l'importance des moteurs démographiques, en particulier la distribution de la population dans les campements proches de forêts et l'accroissement de la population par les migrations dans l'écorégion des forêts humides de l'Est.

De même, la pression démographique est apparue comme moteur sous-jacent de la déforestation dans la Région Boeny.

Les données démographiques utilisées proviennent du recensement agricole et de l'INSTAT. Les variables explicatives testées sont le nombre de ménages agricoles, la population totale, la taille moyenne des ménages, la population agricole totale, le nombre d'habitant par hectare de forêt (pression de population), la densité de population et densité de ménages agricoles.

En **forêts sèches**, les seules corrélations significatives identifiées sont entre la surface déboisée et la pression de population (nombre d'habitants pour un hectare de forêt dans le District). Ces corrélations sont négatives (les zones avec le plus d'habitants par hectare de forêt sont les moins déboisées) et ceci pour les deux sources de données utilisées pour estimer la population (recensement agricole :  $\rho = -0,57$  et  $p = 0,002$  et ; INSTAT :  $\rho = -0,52$  et  $p = 0,004$ ). Il se peut que les zones les plus peuplées aient été déboisées anciennement, d'où une déforestation plus faible sur la période étudiée.

Le diagramme de dispersion et la carte correspondants sont présentés plus haut (Cf. **partie 2.3**)

Les autres variables démographiques donnent des résultats non significatifs.

En **forêts humides** également, la corrélation de la déforestation avec la pression de population est forte et négative, que l'on choisisse les données de population du recensement agricole ( $\rho = -0,64$  et  $p = 0,000$ ) ou de l'INSTAT ( $\rho = -0,61$  et  $p = 0,000$ ) et les densités de population donnent des résultats proches (resp.  $\rho = -0,42$  et  $p = 0,005$  ;  $\rho = -0,43$  et  $p = 0,005$ ). Là encore, il se peut que les zones les plus peuplées aient été déboisées anciennement, d'où une déforestation plus faible sur la période étudiée. Le diagramme de dispersion et la carte correspondants sont présentés plus haut (Cf. **partie 2.3 supra**).

La taille des ménages ( $\rho = -0,38$  et  $p = 0,011$ ) et la densité de ménages agricoles ( $\rho = -0,37$  et  $p = 0,014$ ) sont également négativement corrélées à la déforestation.

#### Conclusion :

Plusieurs sources bibliographiques et les enquêtes font apparaître la pression démographique comme moteur important de la déforestation. Nos analyses montrent cependant une corrélation négative entre pression de population et déforestation. Il est probable que les zones les plus peuplées avaient moins de forêts en 2005 que les autres (déforestation ancienne) donc moins de forêts à déboiser entre 2005 et 2013.

On peut également penser que les variables choisies ne sont pas à même de représenter la pression démographique à laquelle les personnes ressources font référence. En effet, la bibliographie indique que les données existantes sur la densité et la distribution de population sont trop grossières pour tenter d'en évaluer la corrélation avec la déforestation.

Par ailleurs les migrations semblent être au cœur du processus. Pour Bertrand et Lemalade (2003), citant Le Bourdieu (1974) : « *les corrélations généralement supposées entre déforestation et démographie sont fausses et les pratiques de « tavy défricheur » ne dépendent pas uniquement de la démographie, son impact n'étant sensible que dans les zones où les dynamiques migratoires constituent un élément important de modification de la situation démographique locale (comme c'est le cas à Didy, dans la cuvette d'Andapa et au bord de la RN2) ».*

Comme souligné par l'Organisation internationale pour les migrations (OIM, 2013) : « *La question des migrations internes à Madagascar est de fait mal connue : on sait peu de choses sur la fréquence, les causes et les conséquences des migrations. C'est un phénomène relativement difficile à observer et [...] il manque cruellement de données chiffrées ».*

## 2.6. Moteur indirect 5 - Moteurs économiques

### Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes

#### Revue bibliographique :

L'accès à des marchés agricoles rémunérateurs accentue la déforestation. C'est le cas du maïs produit dans le Sud-Ouest et de l'arachide. Ce phénomène s'applique aux bois précieux, dont l'exploitation occasionne la dégradation. Certaines cultures pérennes (café, girofle, vanille par ex.) ont un impact direct en termes de déforestation limité à leur implantation, mais la chute de leur cours peut inciter les producteurs à augmenter leur production sur abattis-brûlis, d'où un impact potentiel indirect.

La pauvreté structurelle des populations rurales est souvent citée comme un moteur sous-jacent important de déforestation, mais il ne faut pas oublier le rôle important de certaines « élites » urbaines qui commercialisent des produits agricoles/forestiers/minier issus d'exploitation non durable.

#### Enquêtes :

Dans l'écorégion des forêts humides, la croissance du marché, la commercialisation et les prix des produits agricoles semblent peu influencer la déforestation et la dégradation, du fait que la majorité des produits agricoles et forestiers est autoconsommée.

Ce constat est partagé pour l'écorégion des forêts sèches, sauf peut être dans le cas de l'arachide et du maïs dans la zone de Belo-sur-Tsiribihina, ce qui ne peut être vérifié en l'absence de données statistiques sur ces prix. Dans l'écorégion des forêts sèches, la présence de filières dédiées à l'approvisionnement des villes (charbon et bois C/O/S) incite à explorer l'influence de la présence de centres urbains.

Enfin, en forêts sèches et humides, le niveau de pauvreté est très homogène entre les zones. Il n'explique donc pas pourquoi certaines zones sont plus déboisées que d'autres.

Sur la base des données du recensement agricole de 2004-2005, 87 variables décrivant des activités non agricoles (industrie, artisanat, etc.) ont été analysées pour tester le rôle des salaires et emplois hors du secteur agricole.

En **forêt humides**, la proportion de ménages déclarant la sylviculture comme activité secondaire est corrélée positivement à la déforestation ( $\rho = 0,32$  et  $p = 0,035$ ) (Cf. **partie 2.3 supra** sur l'extraction de bois). Ainsi, si cette activité non agricole influence la déforestation, elle l'accélère plutôt que de la limiter par la génération de revenus alternatifs à ceux de l'agriculture.

Par ailleurs le rôle des alternatives à l'agriculture n'est pas clair. Si le nombre d'exploitations pratiquant l'élevage porcins et le nombre de petits élevages de dindes sont corrélés négativement à la déforestation (resp.  $\rho = -0,42$  et  $p = 0,005$  ;  $\rho = -0,43$  et  $p = 0,004$ ), le nombre de petits élevages d'oies et le nombre de filets sennes y sont corrélés positivement (resp.  $\rho = 0,52$  et  $p = 0,000$  ;  $\rho = 0,43$  et  $p = 0,004$ ).

Enfin, la déforestation est négativement corrélée à la capacité des magasins ( $\rho = -0,33$  et  $p = 0,027$ ), ce qui suggère que l'intensité de la commercialisation agricole n'est pas déterminante dans le processus de déforestation.

En **forêts sèches** par contre, les analyses de corrélation ne donnent aucune corrélation significative.

#### Conclusion :

L'étude de l'influence des variations de prix des produits agricoles et produits bois aurait nécessité de disposer de séries statistiques désagrégées au moins à l'échelle des Districts, pour plusieurs années, ainsi sur de données de déforestation annuelles désagrégées au moins à l'échelle des Districts pour un nombre conséquent d'années.

L'analyse des effets des activités non-agricoles ne montre aucun effet important : il ne semble pas que les activités alternatives génératrices de revenus jouent actuellement un rôle de réduction de la déforestation.

Si la pauvreté structurelle et l'absence d'alternatives économiques expliquent probablement le phénomène de dégradation forestière et déforestation dans le pays, ces réalités sont partagées dans l'ensemble des zones des écorégions des forêts sèches et humides. Ainsi, ces moteurs sont importants, mais pas discriminants géographiquement.

## 2.7. Moteur indirect 6 - Moteurs technologiques

### Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes

#### **Revue bibliographique :**

La productivité des systèmes agricoles traditionnels stagne, voire diminue. Les pratiques d'intensification sont peu pratiquées, y compris dans les forêts humides de l'Est. Des exceptions existent, tel le semis sous couvert végétal dans la Région Atsimo Andrefana, la gestion améliorée des jachères post-tavy dans la Région Alaotra-Mangoro, etc.

Les rendements de transformation sont faibles à tout niveau de la filière forêt-bois. Ces faibles rendements sont des moteurs indirects de pression sur les forêts.

#### **Enquêtes :**

Dans les deux écorégions étudiées, on peut supposer que les pratiques agricoles ont très peu changé depuis plusieurs décennies, étant très simples : pas de motorisation, peu de mécanisation, pas de recours aux intrants chimiques, aux semences améliorées, à des techniques innovantes de gestion de l'eau ou des sols. Ceci explique le recours fréquent à l'abattis-brûlis (pour disposer de sols fertiles, avec peu d'adventices, cultivables après un travail du sol minimal).

Dans le secteur du bois, les techniques d'abattage (hache) et de façonnage (hache, scie passe-partout ou scie de long) sont elles aussi rudimentaires et semblent avoir peu évolué depuis des décennies. Il en est de même des techniques de carbonisation (meule traditionnelle) et de combustion (foyer ouvert).

Sur la base des données du recensement agricole 2004-2005, 99 variables décrivant les pratiques agricoles et l'équipement agricole et forestier ont été testées.

En **forêts sèches**, la déforestation est négativement corrélée à la proportion de parcelles sur lesquelles le labour attelé est pratiqué ( $\rho = -0,44$  et  $p = 0,018$ ). Le labour attelé est le plus souvent pratiqué sur les bas-fonds. La corrélation pourrait donc s'expliquer par le fait que les agriculteurs ayant plus d'accès aux bas-fonds ont moins de raison d'aller faire de l'abattis-brûlis. Cependant, la déforestation est positivement corrélée à la surface rizicole irriguée par canaux (culture de bas-fonds ou de plaines) ( $\rho = 0,59$  et  $p = 0,001$ ). Le rôle des rizières sur la déforestation n'est donc pas évident.

Enfin, la déforestation s'est avérée positivement corrélée à la proportion de parcelles sarclées mécaniquement ou chimiquement ( $\rho = 0,56$  et  $p = 0,003$ ), et aux proportions de parcelles labourées manuellement ( $\rho = 0,48$  et  $p = 0,008$ ). Ces corrélations sont inexplicables.

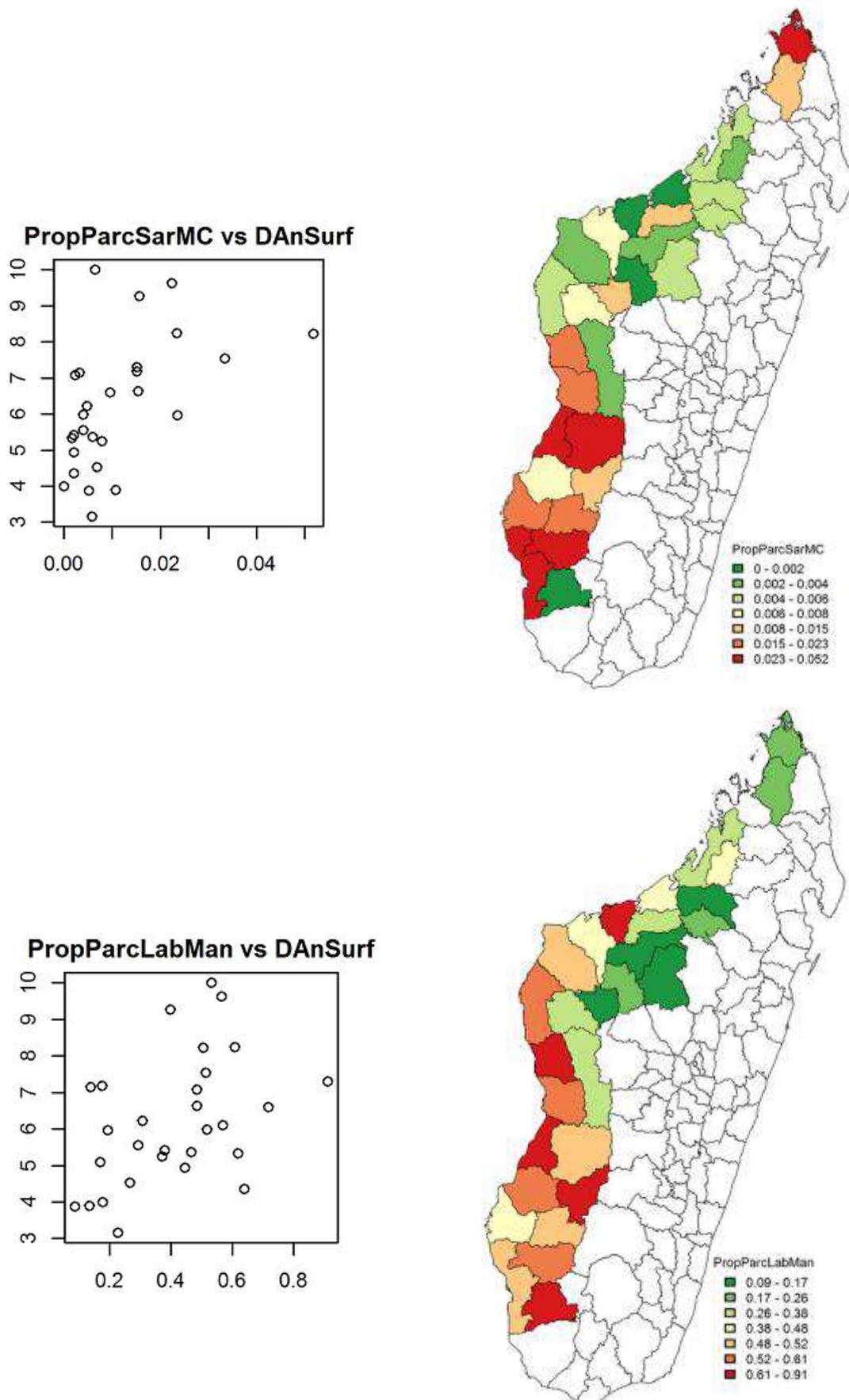
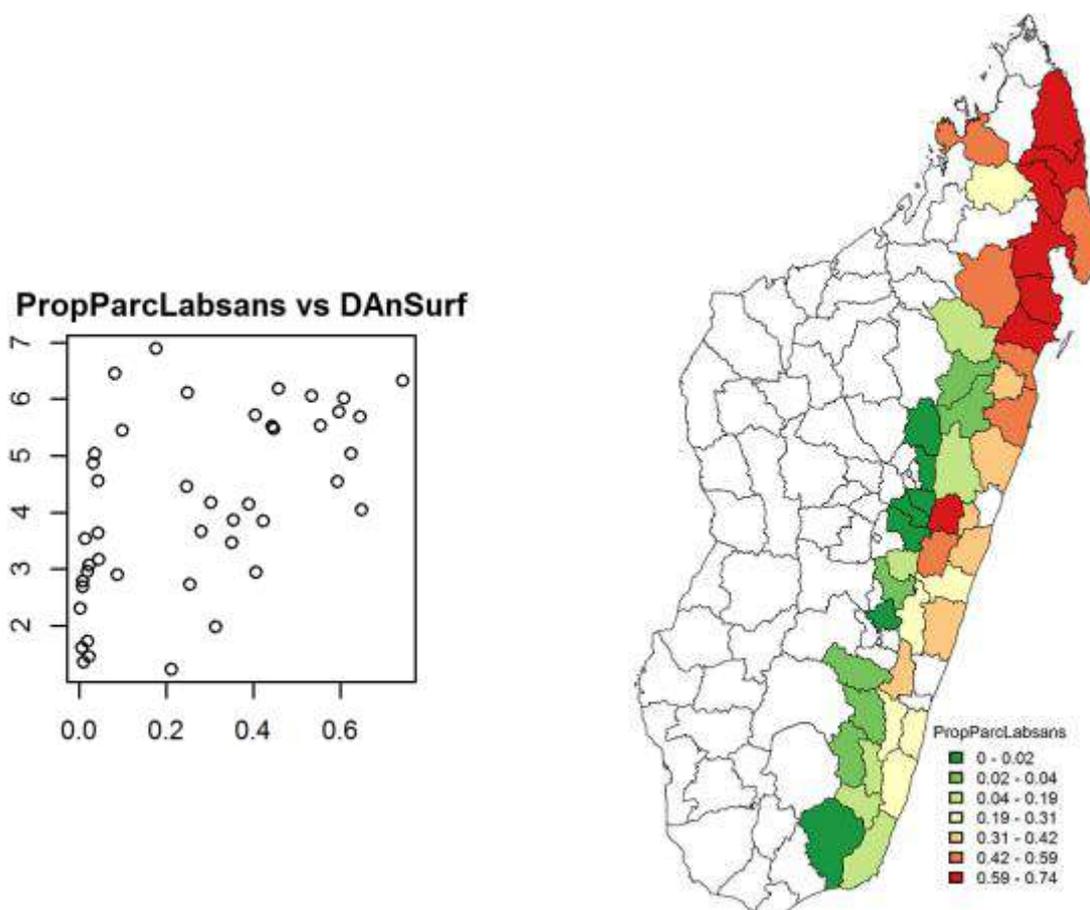


Figure 30 : Diagrammes de dispersion et cartes pour les prop. de parcelles sarclées manuellement ou chimiquement (haut) et labourées manuellement (bas) dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

En **forêts humides**, la déforestation est positivement corrélée à la proportion de parcelles non labourées ( $\rho = 0,61$  et  $p = 0,000$ ) et la proportion de parcelles sans sarclage ( $\rho = 0,36$  et  $p = 0,016$ ). Elle est négativement corrélée à la proportion de parcelles labourées manuellement ainsi que le nombre de parcelles sarclées mécaniquement ( $\rho = -0,4$  et  $p = 0,009$ ) et manuellement ( $\rho = -0,39$  et  $p = 0,016$ ), donc pour simplifier, au nombre de parcelles sarclées.



**Figure 31 : Diagramme de dispersion (x = prop. de parcelles non labourées ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des proportions de parcelles non labourées dans l'écorégion des forêts humides (UCL, 2016)**

Le labour a deux rôles principaux : (i) améliorer la structure physique du sol (une des deux composantes de la fertilité des sols, avec la composition chimique), l'aérer et le rendre plus facilement pénétrable par l'eau et les racines, (ii) enterrer profondément le stock de semences de mauvaises herbes pour éviter un enherbement pendant le cycle culturel.

En cultivant sur *tavy*, le labour n'est pas nécessaire la première année : le sol est léger, le stock de semences de mauvaises herbes est faible (compétition plus forte pour l'eau, la lumière et les nutriments en ambiance forestière : les mauvaises herbes sont de meilleures compétitrices que les plantes cultivées en zone agricole, mais sont maîtrisées en ambiance forestière avec d'avantages d'associations/strates végétales) et les semences qui resteraient sur la parcelle sont brûlées lors du brûlis.

C'est ce qui explique que les paysans plantent au bâton à four et ne pratiquent généralement ni labour ni sarclage sur *tavy*.

Ainsi, les corrélations observées laissent penser que le *tavy* joue un rôle non négligeable dans la déforestation des forêts humides de l'Est.

**Conclusion :**

La corrélation de la déforestation avec des variables décrivant les pratiques agricoles sont un indice supplémentaire du rôle joué par l'agriculture sur la déforestation.

Dans les Régions Analanjirifo, Sava, le Sud de la Région Alaotra-Mangoro et dans une moindre mesure la Région Atsinanana, l'importance des parcelles non labourées et non sarclées peut traduire une forte influence des *tavy* sur la déforestation.

Dans les Régions Menabe et Atsimo-Andrefana, ce sont plutôt les parcelles sarclées et labourées sans attelage qui semblent être liées à la déforestation. Aucune explication n'a été trouvée pour ces corrélations.

Les pratiques d'intensification agricole sont trop rares pour jouer un rôle de réduction de la déforestation. Ainsi, on peut considérer que la faible performance des technologies dans le secteur agricole est responsable de la déforestation dans toutes les Régions mais n'est pas un facteur géographiquement discriminant.

De même, les technologies dans le secteur bois (abattage, transformation, carbonisation et combustion) sont peu performantes mais relativement homogènes sur le territoire. Ce faible niveau renforce la dégradation des forêts sans être géographiquement discriminant.

## **2.8. Moteur indirect 7 - Moteurs politiques et institutionnels**

Deux types de moteurs ont pu être explorés sur la base des données disponibles :

- **7.1 Politiques formelles** : ce moteur est analysé sur base de la présence d'Aires protégées (AP) (source : Atlas du système des aires protégées de Madagascar) et la présence de contrats de Transfert de gestion de ressources naturelles (TGRN) (source : MEEF, direction de la valorisation des ressources forestières). La surface et la proportion de forêts couvertes par des AP et de Districts couverts par les contrats de TGRN sont ainsi calculées.
- **7.3 Droits de propriété** : le recensement agricole de 2004-2005 indique les surfaces des parcelles par type de tenure foncière, en particulier la surface de terres titrées, que l'on peut convertir en pourcentage de terres titrées parmi l'ensemble des terres cultivées.

### 7.1 Politiques formelles

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation**

##### **Revue bibliographique :**

L'Etat est fortement mis en cause. Du fait qu'il n'apporte que de peu de services et de bénéfices aux populations, celles-ci préfèrent gérer les ressources avec les propres règles (une combinaison de règles formelles et de règles communautaires). Un manque de cohérence intersectorielle des politiques et l'existence d'un pluralisme juridique informel sont montrés du doigt. Le manque de cohérence entre la promotion des AP et les TGRN, le retard de la publication des textes d'application, le faible déploiement de l'aménagement forestier, et la politique répressive et contre-productive sur le tavy sont également cités comme moteurs.

Quelques succès sont cités, comme la résolution des conflits mines/forêts, la baisse de la déforestation grâce aux AP et l'interdiction des feux de brousse et du tavy (NB : existence d'analyses diamétralement opposées sur ce sujet).

Les faibles moyens humains et financiers, l'absence de pouvoir régalien de verbalisation pour les ONG et *Madagascar National Parks*, la corruption, les conflits d'intérêts et la difficile mise en œuvre du système d'octroi de permis d'exploitation forestière par adjudication participent à la faiblesse de la gouvernance forestière.

##### **Enquêtes :**

Les transferts de gestion de ressources naturelles (TGRN) et le rôle joué par les Communautés de base (COBA ou VOI en malgache) dans ces TGRN sont généralement connus et appréciés.

Parmi ceux qui ont un avis négatif ou mitigé, la critique qui revient le plus souvent est la mainmise des élus des VOI sur les coupes de bois et les ressources de la VOI.

##### **Atelier national de validation :**

Les participants au groupe de travail sur les AP et zones de TGRN (Cf **Annexe 16**) estiment qu'elles ne permettent pas d'éviter intégralement la déforestation et la dégradation. Des difficultés sont mises en avant (en plus d'un problème de gouvernance centrale et locale) :

Concernant les AP : manque d'approche intégrée dans des plans d'aménagement du territoire, pas de bénéfices directs pour les populations locales, AP vues comme un moyen d'accaparement des ressources naturelles. Ainsi, ce groupe propose de permettre aux populations de maintenir leurs pratiques sur des terrains appropriés, favoriser le labour, intégrer la mise en place d'AP dans un plan de développement local intégré.

Concernant les TGRN : problème de compétence et conflits d'intérêts au niveau local.

En **forêts sèches**, la déforestation est positivement et significativement corrélée à la surface de forêts couvertes par des Aires protégées ( $\rho = 0,67$  et  $p = 0,000$ ). La corrélation avec la proportion de forêts couvertes par des AP n'est en revanche pas significative ( $\rho = 0,27$  et  $p = 0,213$ ).

Concernant les contrats de TGRN, la déforestation est positivement mais non significativement corrélée à la surface couvertes par des TGRN ( $\rho = 0,32$  et  $p = 0,090$ ) et non corrélée à la proportion du District couverte ( $\rho = 0,24$  et  $p = 0,213$ ).

Deux hypothèses semblent toutefois pouvoir expliquer ces résultats :

- (i) Il est possible que ces zones ne fassent que déplacer la déforestation ailleurs dans le District.
- (ii) Il est également probable que les AP et contrats de TGRN aient été développés préférentiellement dans des Districts ayant un fort besoin en planification de gestion et de conservation des ressources naturelles, c'est-à-dire dans des Districts à forts taux de déforestation. Ainsi, la déforestation n'est peut être pas moins importante dans les Districts avec AP et/ou TGRN que dans les autres, mais peut être est-elle moins importante que ce qu'elle serait sans AP et TGRN.

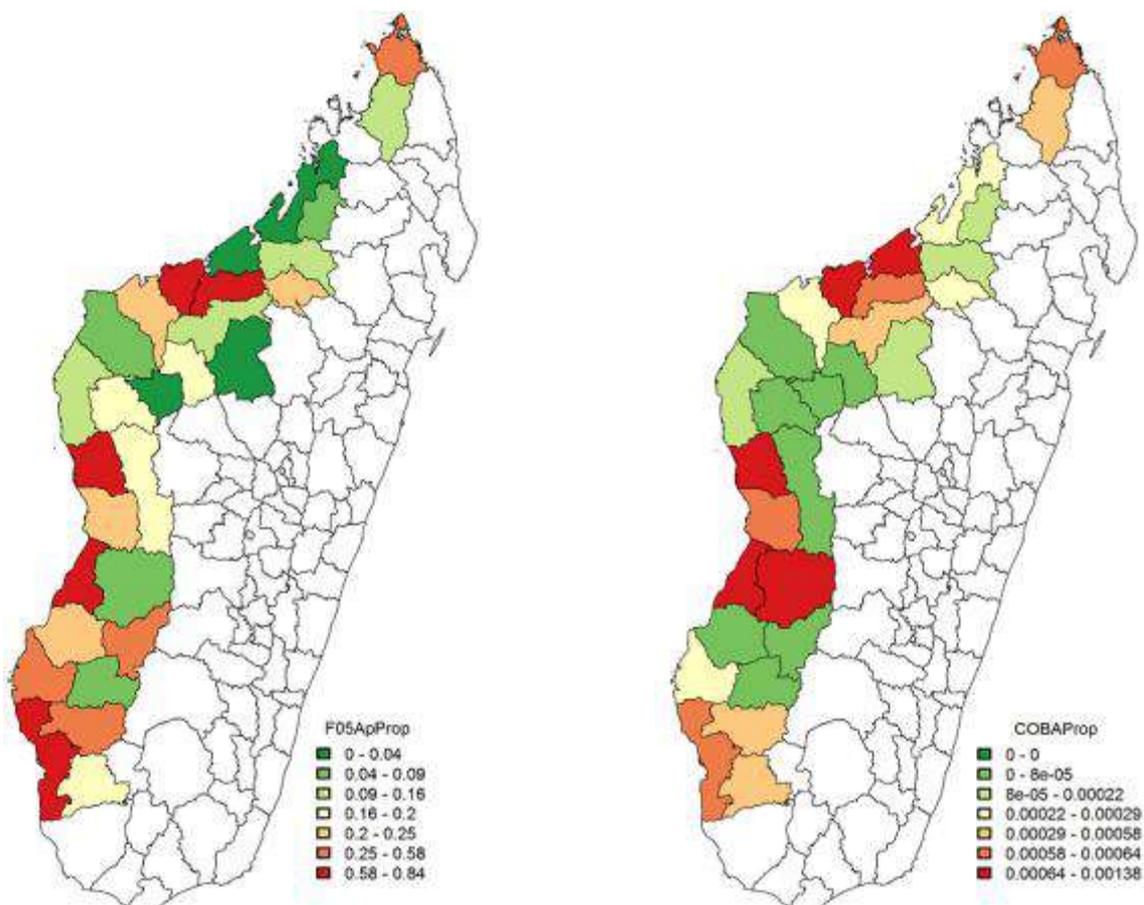
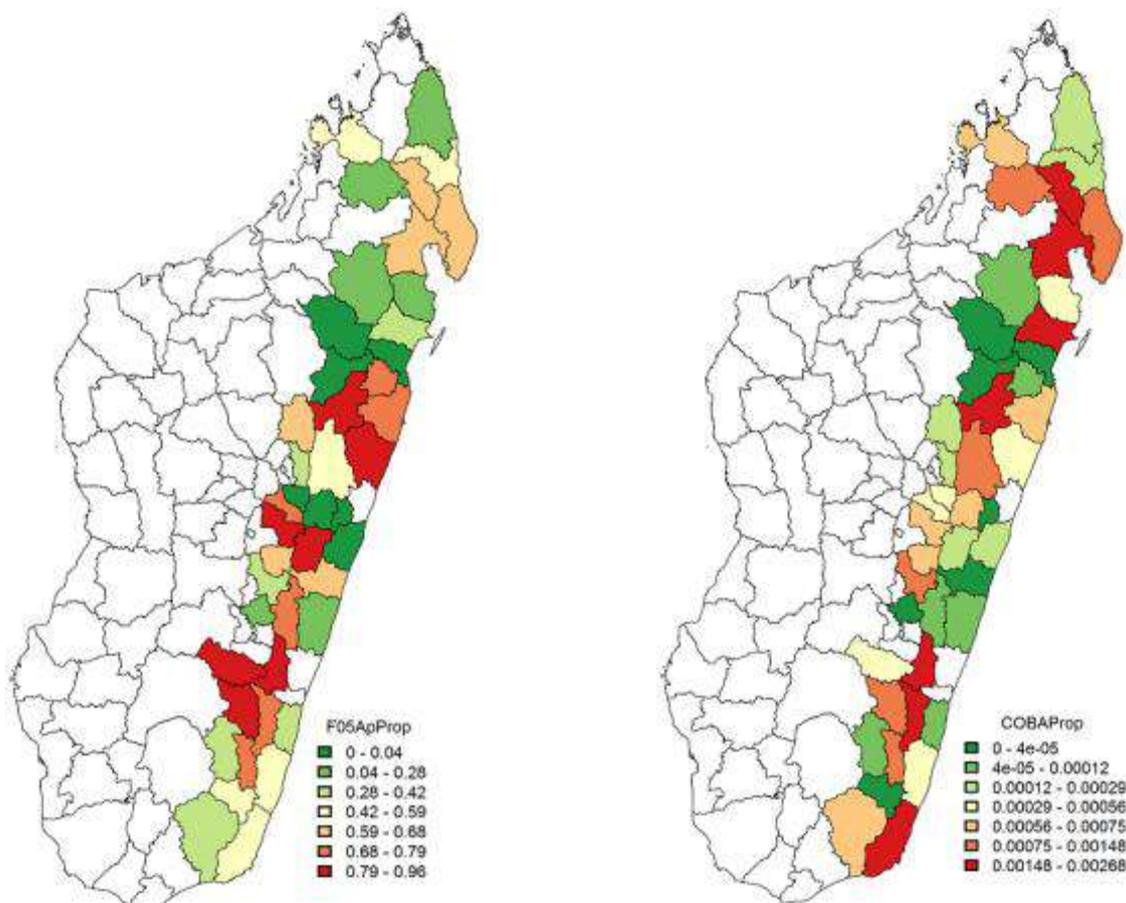


Figure 32 : Cartes des proportions de forêts couvertes par des AP (à gauche) et des proportions de Districts couverts par des TGRN (à droite) dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

En forêts humides, les résultats sont comparables :

		$\rho$	$p$
Forêts couvertes par des AP	Surface	0,40	0,008
	Proportion	-0,20	0,198
Contrats de TGRN dans le District	Surface	0,31	0,040
	Proportion	0,15	0,324

Figure 33 : Corrélations entre la déforestation et les surfaces et proportion de forêt couverte par des AP et de Districts couverts par des TGRN dans l'écorégion des forêts humides (SalvaTerra, 2016)



#### Conclusion :

Le PERR-FH identifie un effet de limitation de la déforestation par les Aires protégées et les contrats de TGRN. Nos résultats ne sont pas en contradiction car concernent une échelle différente : alors que la déforestation est plus faible **dans** les Aires protégées et les zones sous TGRN, elle n'est pas plus faible dans les districts qui accueillent ces AP et TGRN.

Deux hypothèses peuvent expliquer ces résultats :

- (i) Il est possible que ces zones ne fassent que déplacer la déforestation ailleurs dans le District.
- (ii) Il est également probable que les AP et contrats de TGRN aient été développés préférentiellement dans des Districts ayant un fort besoin en planification de gestion et de conservation des ressources naturelles, c'est-à-dire dans des Districts à forts taux de déforestation. Ainsi, la déforestation n'est peut être pas moins importante dans les Districts avec AP et/ou TGRN que dans les autres, mais peut être est-elle moins importante que ce qu'elle serait sans AP et TGRN.

Les travaux de groupe menés en atelier de validation (Cf **Annexe 16**) n'ont pas apporté d'éclairage sur cette question.

### 7.3 *Droits de propriété*

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique, des enquêtes et de l'atelier national de validation**

##### **Revue bibliographique :**

Le foncier est le facteur de production le plus abondant et accessible, et la cohabitation de règles coutumières et du droit « positif » entraîne des stratégies de colonisation agricole par déforestation afin de sécuriser le foncier, en vertu du droit du feu et du droit de la hache. C'est notamment vrai pour les ménages migrants ou les plus pauvres. Ceci est un moteur sous-jacent de déforestation très important et abondamment relevé dans la littérature.

Les tentatives de résolution de ce problème n'ont pas atteint leur but : la sécurisation foncière en bordure des aires protégées a encouragé la colonisation agricole ; la concession de droits de gestion communautaire n'a pas porté ses fruits, faute de connaissance des écosystèmes et d'encadrement.

L'insécurité foncière (usufruit des terres paternelles, métayage, location, etc.) et l'absence de perspective de long-terme sur les parcelles n'encouragent pas leur gestion en bon père de famille.

Dans certains Régions, les règles coutumières sont fortes et limitent les conflits fonciers. Dans celles où ces règles sont tombées en désuétude, en pays Bezanozano dans la Région Alaotra-Mangoro par exemple, les conflits fonciers sont fréquents et il y a une course au défrichement via tavy.

##### **Enquêtes :**

Dans l'écorégion des forêts humides, les systèmes fonciers subissent de fortes évolutions depuis 10 ans : perte de pouvoir des chefs de village et de lignage, montée en puissance des transactions foncières, création des BIF et attrait pour les attestations foncières.

Dans l'écorégion des forêts sèches, les terrains sont peu titrés (il y a cependant beaucoup de terrains avec attestations foncières dans la zone d'Ankarafantsika). L'accès à la propriété est considéré comme difficile, la location étant plus accessible. Le mode d'appropriation privilégié est le défrichement, suivi des héritages. Les achats sont peu développés et le recours aux autorités traditionnelles devenant rare.

Les effets de ces évolutions dans les deux écorégions sont divers sur la déforestation et la dégradation des forêts : elles peuvent être des accélérateurs (par ex : développement des transactions foncières et incitation à l'accaparement des terres en vue de spéculation future) ou atténuateurs (par ex : attestations foncières, qui sécurisent les producteurs et les incitent à s'investir sur la gestion de long-terme de la fertilité des sols) de la déforestation et de la dégradation.

##### **Atelier national de validation :**

Les participants au groupe de travail sur la sécurisation foncière (Cf **Annexe 16**) soulignent que le certificat foncier forestier n'existe pas. Ils proposent de promouvoir les certificats fonciers agricoles autour des zones forestières et d'assurer la sécurisation foncière et les TGRN, pour améliorer la répression. La question des migrations et de la croissance démographique a cependant un impact important sur le foncier. Les autres participants à l'atelier recommandent en plus la mobilisation des outils GELOSE et GCF, la promotion du contrôle de base autour des TGRN, la délivrance de certificats fonciers ou l'inscription au Plan d'occupation des sols, dans le cas des TGRN.

Les résultats sur les droits de propriété peuvent également paraître surprenants au premier abord :

- En **forêts sèches**, la déforestation est positivement corrélée à la proportion de terres cultivées titrées ( $\rho = 0,48$  et  $p = 0,009$ ) et leur surface ( $\rho = 0,41$  et  $p = 0,029$ ).
- En **forêts humides**, les corrélations ne sont pas significatives (resp.  $\rho = -0,21$  et  $p = 0,178$  ;  $\rho = -0,07$  et  $p = 0,646$ ).

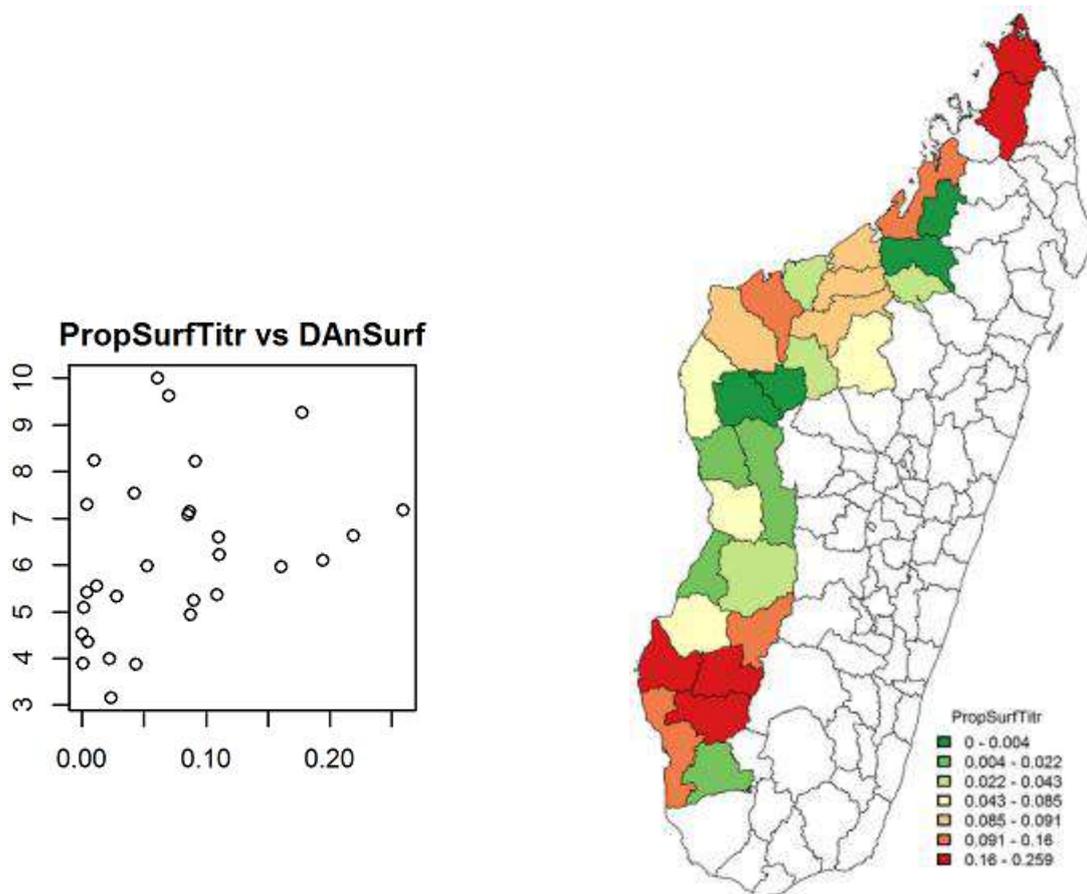


Figure 35 : Diagramme de dispersion (x = prop. de surface titrée des parcelles ; y = déforestation annuelle normalisée) et carte des prop. de surface titrée des parcelles dans l'écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)

**Conclusion :**

L'analyse spatiale ne confirme pas le lien logique parfois fait entre sécurisation foncière par titrisation et réduction de la déforestation.

Comme indiqué dans la bibliographie, la sécurisation foncière peut dynamiser les migrations vers les zones concernées. On peut également penser que la titrisation a lieu dans des zones déjà soumises à de fortes pressions foncières et déjà fortement déboisées.

Dans tous les cas, il semble que la titrisation ne permet pas à elle seule de réduire la déforestation.

Enfin, l'absence de reconnaissance du statut foncier forestier a été mentionnée au cours de l'atelier de validation de l'étude comme un moteur participant à la déforestation et la dégradation des forêts.

## **2.9. Moteur indirect 8 - Moteurs culturels**

### **Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes**

#### **Revue bibliographique :**

Les ruraux perçoivent la forêt en premier lieu comme une réserve de terres cultivables ou de pâturages. Ceci n'empêche pas certains groupes d'attribuer une fonction d'alimentation des rizières en eau aux forêts. Il existe aussi des forêts sacrées (peu étendues) et différents tabous propres à des lignages ou clans, souvent changeants. L'utilité des plantations (pins ou eucalyptus) est parfois mal perçue et elles ne sont pas vues comme des forêts.

La dégradation des comportements individuels est parfois incriminée pour expliquer la déforestation (pas de respect des aires protégées, réticence au changement, attitude individualiste). Le mécontentement des populations peut aussi expliquer des départs de feu. La concurrence sur le foncier entre groupes ethniques peut aussi expliquer certaines courses au défrichement.

#### **Enquêtes :**

Les ménages ruraux enquêtés dans les deux écorégions ne sont pas des acteurs irrationnels et attribuent une fonction écologique et de source de bois aux forêts intactes et peu dégradées. Les forêts dégradées et très dégradées sont par contre souvent considérées comme « déjà condamnées », à la limite bonnes à être reboisées, mais avant tout disponibles pour les cultures et l'extraction de bois.

30 variables sur le niveau d'éducation de la population ont été testées, sur la base d'informations du recensement de l'agriculture 2004-2005. Aucune variable décrivant le niveau d'éducation de la population rurale n'est corrélée à la déforestation, que ce soit en **forêts sèches** ou en **forêts humides**.

#### **Conclusion :**

Les analyses spatiales sur les aspects culturels sont impossibles sans données désagrégées ou spatialisées.

Ainsi, les conclusions restent les mêmes que suite aux enquêtes de terrain : il semble faux de dire que les ménages ruraux ne voient la forêt que comme une réserve de terres à cultiver. Ces ménages sont conscients des intérêts que représente la réduction de la déforestation (pour l'alimentation en eau des rizières, la disponibilité des ressources ligneuses, le maintien d'un capital pour les générations futures et même la lutte contre les changements climatiques).

Si les forêts intactes ou peu dégradées sont déboisées, il semble que cela soit parfois fait « à contre cœur ».

## **2.10. Moteur indirect 9 – Autres (dont incendies)**

### 9.1 Moteurs environnementaux de prédisposition

#### **Rappel - résultats de la revue bibliographique et des enquêtes**

##### **Revue bibliographique :**

La localisation de la déforestation est corrélée à plusieurs variables physiques : (i) altitude : les zones les plus touchées des forêts humides de l'Est seraient en dessous de 800 m selon certains, entre 400 et 1 000 m selon d'autres, (ii) pente : les paysans pratiquent le tavy sur des pentes inférieure à 40°, (iii) fertilité du sol : les sols fertiles sont certes déforestés en priorité, mais l'expansion du front pionnier y est plus lente, (iv) fragmentation des forêts : les patches de forêt isolées sont les plus susceptibles d'être déforestés.

##### **Enquêtes :**

Dans l'écorégion des forêts sèches, les situations de la topo-séquence sur lesquelles les exploitants souhaitent pouvoir ouvrir des parcelles, sont (par ordre décroissant de préférence) : les *baiboho*, les plaines, les plateaux, les vallées, les collines et en dernier les terrasses. Ces choix sont guidés en premier lieu par l'humidité du sol, puis par ordre décroissant par la fertilité et l'adaptation du terrain à certaines cultures.

Dans l'écorégion des forêts humides, les producteurs ciblent par ordre décroissant de préférence les plaines ou bas-fonds, les vallées, les *baiboho* et les collines. Les critères de choix du terrain à défricher sont dans l'ordre décroissant la fertilité du sol, l'absence d'adventices et la présence d'eau.

Les données mobilisées sont tirées du recensement agricole 2004-2005, du programme VEGMAP 2003-2006 (CEPF *Madagascar Vegetation Mapping Project*), de l'IRD (Conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar (IRD, 1980)), des résultats du PERR-FH pour ce qui concerne les superficies forestières, de la FAO (données de fertilité des sols), du modèle numérique de terrain SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*, NASA/NGA).

Nos analyses sont complétées par les analyses du PERR-FH sur les moteurs biophysiques déterminant la localisation de la déforestation.

Les variables testées sont ainsi l'emplacement des parcelles dans la topographie, la présence de bas-fonds, la fragmentation forestière, la fertilité, la pente et l'altitude. Les variables testées au travers des analyses univariées sont des indices par District.

L'analyse fait apparaître en **forêts sèches** trois types de corrélations :

- Une corrélation négative déforestation/fragmentation forestière ( $\rho = -0,70$  et  $p = 0,000$ ). La fragmentation s'explique en partie par la déforestation passée. Une faible déforestation dans les zones à forte fragmentation forestière pourrait traduire une déforestation ancienne.
- Une corrélation positive déforestation/surface de bas fonds et surtout proportion de parcelles en bas-fonds ( $\rho = 0,47$  et  $p = 0,010$ ). On l'a vu plus haut, la déforestation est corrélée négativement à la proportion de parcelles avec labour attelé et positivement à la surface rizicole irriguée par canaux (Cf partie **2.7 supra**). La présente corrélation semble donc indiquer que la présence de rizières accélère la déforestation (peut être en concentrant les populations et activités agricoles).
- Une corrélation négative déforestation/pente moyenne des forêts ( $\rho = -0,41$  et  $p = 0,029$ ). Plus les terrains sont en pente et moins ils sont déboisés, ce qui semble logique vu que ces terrains sont plus difficiles à exploiter.

En **forêts humides**, on identifie des corrélations de la déforestation avec les variables suivantes :

- Corrélations positives avec :
  - La surface de bas-fonds et surtout la proportion de parcelles en bas-fonds ( $\rho = 0,30$  et  $p = 0,048$ ). Comme en forêts sèches, la corrélation semble indiquer que la présence de rizières accélère la déforestation (peut être en concentrant les populations et activités agricoles).
  - La fragmentation forestière ( $\rho = 0,30$  et  $p = 0,047$ ). Ainsi, contrairement à la situation en forêts sèches, la fragmentation semble s'expliquer par une déforestation récente.
  - La surface rizicole sur plateaux ( $\rho = 0,42$  et  $p = 0,005$ ). La corrélation confirme le rôle du tavy.

- Corrélations négatives avec :
  - L'altitude moyenne des forêts dans le District ( $\rho = -0,40$  et  $p = 0,008$ ). Les terrains en altitude seraient moins déboisés.
  - Les nombres et surfaces de parcelles cultivées en terrasse, *baiboho* et vallées (surtout le nombre de parcelles en terrasse :  $\rho = -0,45$  et  $p = 0,002$ ). Ces cultures n'étant pas itinérantes, il semble logique que les Districts dans lesquels elles sont développées soient moins déboisés.

**Conclusion :**

Comme l'a montré le PERR-FH, les forêts sont mieux protégées quand elles sont situées sur de fortes pentes ou en altitude.

Nous avons fait l'hypothèse, suite aux enquêtes de terrain, que la présence de bas-fonds cultivables et cultivés limitait le recours à la mise en culture des terrains boisés. Les analyses spatiales montrent cependant l'inverse.

Ainsi, plutôt que d'agir comme une alternative à l'abattis-brulis, les bas-fonds semblent concentrer l'activité agricole et les défrichements associés dans certaines zones.

### **3. Risques de déforestation future**

L'approche proposée dans la proposition technique du consortium pour anticiper les risques de déforestation future est une approche empirique-statistique. Elle consiste tout d'abord à analyser le lien entre la déforestation passée et les variables décrivant les moteurs, ce que nous avons fait au travers des analyses univariées présentées plus haut (Cf. **partie 2 supra**).

Sur cette base, l'élaboration d'équations exprimant la déforestation en fonction des variables sur les moteurs peut être envisagée. En fixant des valeurs pour ces variables dans le futur, on peut ainsi estimer la déforestation future. On élabore ces équations grâce à des analyses multivariées, explorant la manière dont les variables explicatives identifiées par les analyses univariées se combinent pour expliquer la déforestation observée.

La méthode a tout d'abord été testée sur les variables identifiées comme corrélées à la déforestation par les analyses univariées de variables désagrégées à l'échelle des Districts. Ces variables explicatives peuvent varier dans le temps (cas de la plupart des variables explicatives dites "socio-économiques" : liées principalement à des activités humaines) ou peu, voire pas du tout (cas de la plupart des variables explicatives dites "biophysiques" : liées principalement à des particularités naturelles des lieux).

Les échanges avec les Ministères concernés (Ministère auprès de la Présidence chargé des Mines et du Pétrole, Ministère de l'Industrie et du Développement du Secteur Privé, Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures, Ministère des Travaux Publics, Ministère de la Population, de la Protection Sociale et de la Promotion de la Femme, Ministère auprès de la Présidence en charge de l'Agriculture et de l'Elevage, Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts) et les questionnaires distribués en atelier n'ont pas permis d'identifier des sources de données permettant de fixer des valeurs futures pour les variables socio-économiques identifiées comme fortement corrélées à la déforestation. En effet, l'exercice nécessite soit des projections réalisées à l'échelle des Districts pour ces variables, soit des séries temporelles de données passées, également à l'échelle des Districts.

Ainsi, faute de pouvoir disposer de données futures pour les variables explicatives "socio-économiques", la méthode s'est concentrée sur les variables "biophysiques", variant peu ou pas dans le temps, qui plus est en les spatialisant à une échelle plus fine (pixels de 30 x 30 m) au lieu des Districts), afin d'augmenter significativement le nombre d'échantillons analysés.

#### **3.1. Analyses à l'échelle des Districts**

Les analyses multivariées sont conduites sur les variables ayant présenté les corrélations les plus significatives dans les analyses univariées. Les variables explicatives les plus corrélées entre elles sont supprimées (pour  $\rho > 0,7$ ).

La méthode consiste à tester des combinaisons de variables pour identifier la combinaison permettant le mieux d'expliquer la déforestation passée. Une approche exhaustive qui analyse toutes les combinaisons possibles des variables a été adoptée afin de déterminer les variables à conserver dans le modèle. Pour un nombre maximum de variables explicatives (p), celles ayant servi à la construction des 20 meilleurs modèles combinant de une à p variables sont identifiées. Les variables les plus fréquemment reprises dans ces meilleures combinaisons sont ensuite utilisées dans un modèle linéaire donnant le meilleur résultat.

Etant donné que les analyses multivariées à l'échelle des districts sont menées par combinaisons linéaires des variables, la variable à expliquer et les variables explicatives ont été préalablement normalisées. Différentes méthodes de normalisation ont été testées pour chacune d'entre elles (racine carré, double racine, logarithme). La méthode retenue pour chaque variable est celle donnant la plus grande p-value du test de normalité (Shapiro test).

#### **Résultats en forêts sèches**

Le graphique suivant montre le nombre de fois que chaque variable est reprise dans un modèle combinant de une à trois variables par une approche exhaustive en forêts sèches. Utiliser plus de trois variables ne fait pas de sens avec un échantillon de si petite taille (n=29).

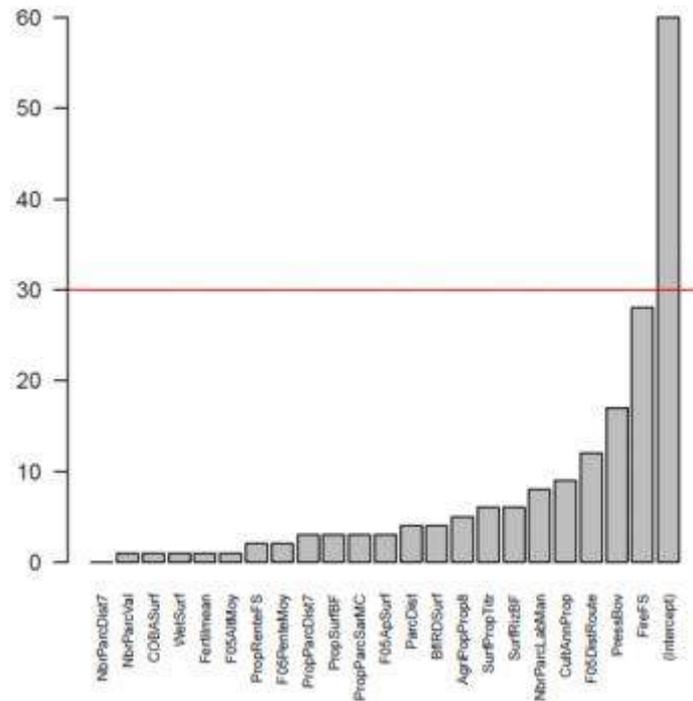


Figure 36 : Nombre d'occurrences de l'utilisation des variables dans des modèles à trois variables pour les forêts sèches de l'Ouest (UCL, 2016)

Un modèle combinant les trois variables principales<sup>13</sup> explique 77% de la variance. La figure suivante montre la qualité de l'ajustement du modèle linéaire à trois variables : FireFS (intensité des feux), PressBov (pression bovine) et F05DistRoute (proximité forêt-routes).

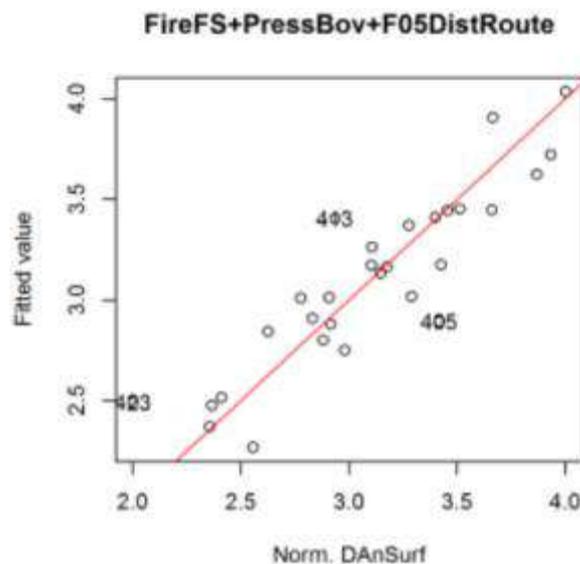


Figure 37 : Relation entre les valeurs prédites (fitted value) par le modèle linéaire à trois variables (FireFS, PressBov et F05DistRoute) et les valeurs réelles (normalisées) de la variable « surfaces annuelles déboisées » en forêts sèches (UCL, 2016)

Toutefois, 72% de la variance est déjà expliqué par un modèle combinant l'intensité des feux et la proximité de la route. La variables « pression bovine » n'a donc pas une grande utilité dans le modèle précédent. Par contre, la variable de proximité des forêts aux routes est utile car lorsqu'on la retire du modèle initial, la part de la variance expliquée chute à 57%.

<sup>13</sup> FireFS = intensité des feux en forêts sèches ; PressBov = pression bovine, en nombre de têtes par hectare de forêt ; F05DistRoute = indice de proximité à la route.

Un modèle n'utilisant que la variable concernant les feux n'est pas aussi bon que les modèles utilisant aussi l'indice de proximité des routes. Il n'explique en effet que 51% de la variance.

Ceci montre l'importance de cette variable. Dans le cas des forêts sèches, le modèle le plus adéquat combine donc l'intensité des feux et la distance aux routes.

### En forêts humides

Le graphique suivant montre le nombre de fois que chaque variable est reprise dans un modèle combinant de une à trois variables par une approche exhaustive en forêt humide. Utiliser plus de trois variables ne fait pas de sens avec un échantillon de si petite taille (n=44).

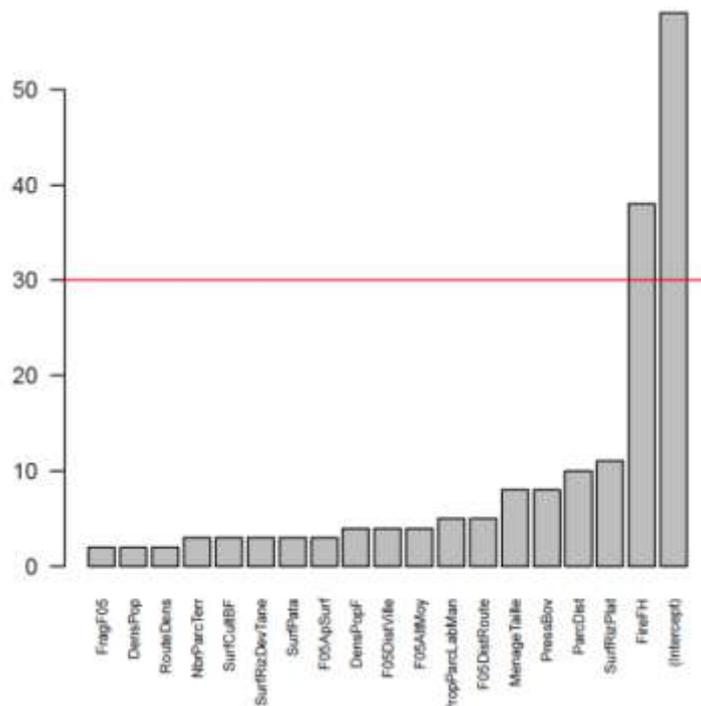
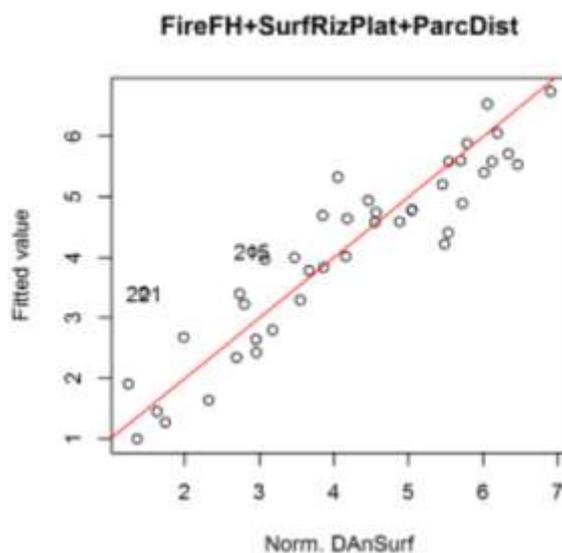


Figure 38 : Nombre d'occurrences de l'utilisation des variables dans des modèles à trois variables pour les forêts humides de l'Est (UCL, 2016)

Un modèle combinant les trois variables principales<sup>14</sup> permet d'expliquer jusqu'à 81% de la variance.



<sup>14</sup> FireFH = intensité des feux en forêts humides ; SurfRizPlat = surface de riz cultivé sur plateau ; ParcDist = indice de proximité parcelles-siège de l'exploitation.

**Figure 39 : Relation entre les valeurs prédites (fitted value) par le modèle linéaire à trois variables (FireFH, SurfRizPlat, ParcDist) et les valeurs réelles de la variable « surfaces annuelles déboisées » en forêts humides (UCL, 2016)**

L'intensité des feux est responsable de 77% de la variance. Les deux autres variables ne sont donc pas très utiles dans modèle initial (on ne perd pas grand-chose à les supprimer).

Les modèles à deux variable (incluant l'intensité des feux) expliquent 80 ou 81% de la variance.

Les prédictions de déforestation de tous ces modèles ne montrent aucun biais et les résidus des modèles sont normalement distribués.

La principale variable expliquant la déforestation est l'intensité des feux. Il est impossible de fixer des valeurs futures par District pour cette variable. De plus, 371 variables explicatives potentielles ont été testées, mais aucune ne permet une identification certaine des principales causes de départ des feux et de leurs extensions. Ces causes ne peuvent faire l'objet que de suppositions, ce qui ne permet pas de produire un modèle de prédiction de cette intensité des feux (Cf. **partie 2.4 supra**).

Par ailleurs, la fixation de valeurs futures pour les autres variables jugées les plus corrélées à l'issue des analyses multivariées s'avère également impossible (cas des variables "socio-économiques" suivantes : pression bovine, surface de riz sur plateau, distance des parcelles au siège de l'exploitation), à l'exception unique de la variable proximité forêts-routes.

Afin de contourner cette difficulté, on choisit donc de fonder l'analyse du risque de déforestation future sur des variables "biophysiques" a priori corrélées à la déforestation passées, mais peu voire pas dynamiques dans le temps, à savoir les variables d'accessibilité, les variables biophysiques et les variables sur les zones de conservation et gestion durable des ressources naturelles.

Cette approche est la seule utilisable dans la situation actuelle, où les données futures sur les variables "socio-économiques" ne peuvent être estimées de façon fiable à partir de séries de données historiques et d'évènements futurs.

La seule variable sur laquelle cela semble possible est la variable "pression démographique", avec cependant une incertitude si grande (à la fois sur la corrélation démographie-déforestation que sur les estimations de population futures) que l'exercice présente peu d'intérêt.

En effet, seuls deux recensements de la population ont été conduits à Madagascar depuis l'indépendance, en 1975 et 1993. Depuis 2010, l'INSTAT réalise des estimations de la population, sur la base des données de 1993 et d'hypothèses sur l'évolution de la fécondité, de l'espérance de vie et du volume des migrations internationales.

Par ailleurs, un scénario de croissance démographique doit tenir compte de la transition démographique (les taux de croissance ne sont pas constants). Or, les démographes se trompent très souvent sur la survenue de cette transition. Enfin, les projections n'intègrent pas les flux migratoires futurs, alors que les migrations apparaissent comme déterminantes (Cf. **partie 2.5 supra**).

## **3.2. Analyses spatialisées**

### **3.2.1. Approche de modélisation**

L'objectif de cette partie du travail est de modéliser de manière spatialement explicite le risque de déforestation future. Cette modélisation de la perte du couvert forestier comporte trois aspects :

- (i) la quantification de la déforestation future ;
- (ii) la détermination du risque de déforestation à l'échelle du pixel : il s'agit de savoir dans quelles zones la déforestation est probable et dans quelles zones elle ne l'est pas ;
- (iii) la projection proprement dite : la quantité de déforestation future, estimée en étape (i) est localisée dans les zones où le risque de déforestation est le plus grand, identifiées en étape (ii).

Comme détaillé en **partie 3.1**, l'utilisation des résultats des analyses multivariées pour prédire la déforestation future n'est pas possible. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que les taux de déforestation futurs seront les mêmes que les taux de déforestation observés sur la période 2005-2013 (étape (i)).

Afin de calculer pour chaque pixel de la carte le risque de déforestation (étape (ii)), nous cherchons à établir un lien statistique entre la variable expliquée (déforestation du pixel entre 2005 et 2013) et des variables explicatives, lien que nous appliquons à la période future étudiée (ici, 2013-2018 et 2018-2028, pour correspondre avec la période d'application du Programme de réduction d'émissions 2028-2028). L'approche est donc proche de celle mobilisée en **partie 3.1**, avec cependant deux différences :

- (i) les variables explicatives sont spatialisées et non désagrégées à l'échelle du district ;
- (ii) les variables explicatives sont limitées aux variables peu ou pas dynamiques : dans le temps : variables d'accessibilité, variables biophysiques et les variables sur les zones de conservation et gestion durable des ressources naturelles.

Comme pour les analyses multivariées présentées plus haut, il s'agit d'optimiser la combinaison des variables explicatives qui traduisent de manière adéquate les moteurs, de sorte que le modèle développé reflète au mieux les changements intervenus durant la période de référence (2005-2013).

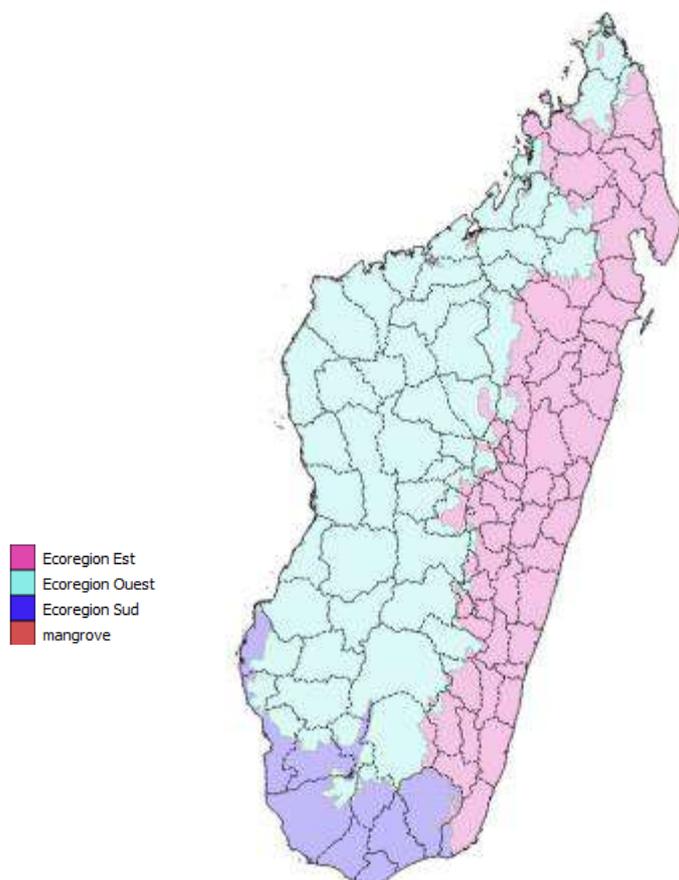
Cette combinaison optimale est obtenue par le biais de différentes méthodes comprenant la pondération des variables indépendamment les unes des autres, différents types de régressions ainsi que les méthodes d'intelligence artificielle (PONTIUS et al., 2001 ; WHITE et ENGELEN, 2000 ; PIJANOWSKI et al., 2002 ; MAS et al., 2004 ; EASTMAN et al., 2005).

Ces différentes méthodes ont en commun le fait que les changements observés durant une période de référence sont utilisés pour la calibration du modèle de calcul du risque de déforestation. La déforestation historique cartographiée par le PERR-FH à l'échelle nationale pour les périodes 2005-2010 et 2010-2013 (Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra, 2014) est ainsi utilisée pour la construction du modèle permettant de calculer le risque de déforestation.

Dans notre analyse, la dynamique de déforestation a été modélisée à l'échelle de pixels de 30 mètres de large, sur la base des observations couvrant la période 2005-2013. Ce modèle a ensuite permis d'estimer la déforestation à 10 ans (scénario 2023). Les variables explicatives ont donc également été cartographiées avec une résolution de 30m.

### **3.2.2. Calcul du taux de déforestation historique**

Les éco-régions de l'est et de l'ouest du pays, correspondant respectivement à la forêt humide et la forêt sèche, ont été traitées séparément. Les forêts épineuses du sud n'ont pas été considérées dans cette analyse. La carte suivante montre le découpage de Madagascar en quatre écorégions.



**Figure 40 : Stratification de Madagascar en 4 écoregions (source : DRYAD).**

La carte du PERR-FH utilisée comme référence fournit deux estimations de déforestation, une pour la période 2005-2010 et la seconde pour la période 2010-2013. Afin de prendre en compte toute l'information historique disponible concernant la déforestation, nous avons choisi de considérer la période 2005-2013 comme référence pour entraîner le modèle.

En comparant les cartes des deux années de référence extraites de la carte du PERR-FH, on observe que plus de 555 000 hectares ont été défrichés dans la région des forêts sèches de l'ouest entre 2005 et 2010. La forêt humide de la zone ouest quant à elle a perdu plus de 200 000 hectares. Les taux de déforestation moyen annuels sont respectivement de 2,18% et 0,58% pour la forêt sèche et la forêt humide.

En reportant ces taux sur la surface de forêt cartographiée en 2013 dans les deux régions, on peut prévoir les évolutions suivantes :

	<b>Forêt sèche</b>	<b>Forêt humide</b>
Surface foret 2005 (ha)	3 465 737	4 539 841
Surface foret 2013 (ha)	2 910 117	4 334 860
Déforestation 2005-2013 (ha)	555 620	204 981
Taux déforestation annuel	2.18%	0.58%
Déforestation projetée 2013-2018 (ha)	303 426	123 741
Déforestation projetée 2018-2028 (ha)	515 198	236 984
Surface foret 2018 (ha)	3 162 311	4 539 100
Surface foret 2028 (ha)	2 647 113	4 179 116

**Figure 41 : Surfaces forestières et défrichements entre 2005 et 2013 et extrapolation pour 2018 et 2028 (UCL, 2016)**

### 3.2.3. Identification des variables explicatives

Contrairement aux analyses précédentes menées à l'échelle du district pour laquelle un très grand nombre de variables explicatives étaient disponibles, les analyses spatialisées par pixels reposent sur un nombre limité de données géographiques :

**Distance aux routes** : les données de la BD200 du FTM ont été utilisées pour calculer la distance de chaque pixel aux routes principales, pistes et chemins de fer le plus proches. Cette variable est considérée comme un facteur stable dans le temps et par conséquent entrée comme un facteur fixe dans le modèle de prédiction du risque de déforestation.

**Distance aux villes principales et secondaires** : ces distances ont été cartographiées grâce aux informations sur les villes de taille importante identifiées par le label « city » dans les données OpenStreetMap (présentées en [partie 2.3 supra](#)) et les villes de plus petites tailles renseignées comme « town » dans cette même couche vectorielle. Deux cartes ont donc été générées pour représenter respectivement les distances à la ville principale (au nombre de 8 dans la couche OSM) et ville secondaire (144 dans la couche OSM) la plus proche.

Les distances sont calculées « à vol d'oiseau ». Il ne s'agit donc pas d'un calcul d'accessibilité proprement dit qui impliquerait de passer par le réseau routier et d'allouer des vitesses de déplacement pour chaque type de route. Le choix de la méthode repose sur le fait que les données routières disponibles n'ont pas une précision géographique suffisante et ne renseignent pas l'état du réseau routier pour permettre un calcul d'accessibilité pertinent. Les facteurs de distances aux villes principales et secondaires sont également considérés comme des facteurs fixes dans le modèle.

**Distance au réseau hydrographique** : des couches de rivières provenant de quatre sources (VMAP, DIVA, OSM et FTM) ont été comparées visuellement sur fond d'images satellites afin de choisir la plus appropriée à notre analyse.

Les deux premières sont quasiment identiques. Elles sont plus complètes mais moins précises que la couche OSM. Les données FTM sont moins précises que dans la couche OSM mais semblent être les plus complètes. Etant donné le grand nombre de bras de rivière manquant dans la couche OSM, la couche FTM a été retenue, offrant ainsi un bon compromis entre exhaustivité et précision géographique.

La distance à la rivière la plus proche a été également calculée « à vol d'oiseau » pour chaque pixel de 30 m. Ce facteur est invariable dans le temps et sera donc considéré comme un facteur fixe dans notre modèle.

**Fragmentation forestière** : Un grand nombre d'indices de fragmentation existe dans la littérature. Nous avons choisi d'utiliser un simple rapport du nombre de pixels de bordure de forêt sur la surface forestière. Le calcul se fait pour chaque pixel de la carte PERR-FH dans un rayon autour ce pixel. Deux rayons ont été testés : 10 et 20 pixels. Le facteur de fragmentation est dynamique dans le temps.

**Distance à la lisière forestière** : De même que pour les autres indices de distance, celle à la lisière forestière la plus proche est calculée à vol d'oiseau. Il s'agit d'une variable dynamique car elle évolue au rythme de la déforestation.

**Statut de protection** : la présence d'Aires protégées (AP) et de contrats de Transfert de gestion de ressources naturelles (TGRN) sont intégrées à la modélisation, sur la base des données présentées plus haut (Cf [partie 2.8 supra](#)).

**Topographie** : l'altitude de chaque pixel de la carte est également utilisée dans le modèle comme un facteur fixe. Elle est extraite du modèle numérique de terrain global SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* de la NASA) préalablement ré-échantillonné à 30 mètres.

### 3.2.4. Modélisation du risque de déforestation

Pour chacune des deux écoregions, l'estimation du risque de déforestation est basée sur des modèles calibrés sur la base de l'observation de la déforestation entre 2005 et 2013. Afin d'élaborer ces modèles, on utilise des algorithmes permettant de formuler mathématiquement la relation entre plusieurs variables d'entrée et la variable de sortie (déforestation). Les algorithmes fonctionnent sur

base d'un apprentissage itératif jusqu'à l'obtention de la relation la plus adéquate. Ils ont été mobilisés grâce au module *Land Change Modeler* du logiciel TerrSet (Idrisi).

La variable de sortie est constituée des pixels changés (forêts devenant non forêts) et des pixels inchangés (forêts restant forêts) entre 2005 et 2013.

Une proportion de ces pixels sert à la calibration du modèle et une autre à l'estimation de l'erreur du modèle. Nous avons choisi d'utiliser 10 000 pixels dont la moitié pour la calibration et l'autre moitié pour l'estimation de l'erreur. Lorsque, au cours de la calibration, l'erreur devient négligeable ou acceptable, le processus de calibration arrive à terme et une carte de risque de déforestation est produite. Celle-ci représente les zones les plus susceptibles d'être déboisées.

Avant de modéliser le risque de déforestation, il est possible de tester le pouvoir explicatif d'une variable. Si celle-ci ne s'avère pas pertinente, le modèle pourra être simplifié et se baser uniquement sur les autres variables. Le pouvoir explicatif d'une variable est traduit par l'indice « V de Cramer ». D'après les recommandations de l'équipe de développeurs du module *Land Change Modeler*, une variable dont le V de Cramer est supérieur à 0,15 peut être considérée comme potentiellement pertinente, tandis qu'une variable dont le V de Cramer est supérieur à 0,4 est à considérée comme pertinente.

Le tableau suivant donne les résultats de ces tests (Les facteurs retenus pour l'entraînement des modèles sont marqués d'une \* :

Variables	Type	V de Cramer en forêts sèches	V de Cramer en forêts humides
Aire protégée*	Binaire fixe		
Zones TGRN*	Binaire fixe		
Distance villes principales*	Fixe	0,1031	0,2138
Distance villes secondaires	Fixe	0,0522	0,1304
Distance rivières	Fixe	0,0888	0,0247
Distance routes	Fixe	0,0356	0,2622
Altitude*	Fixe	0,1644	0,1946
Fragmentation (rayon 10)	Dynamique	0,5786	0,4722
Fragmentation (rayon 20)*	Dynamique	0,6072	0,5334
Distance à la lisière forestière*	Dynamique	0,4612	0,5938

**Figure 42 : Liste et pouvoir explicatif (V de Cramer) des variables explicatives des modèles à calibrer sur la période 2005-2013 (UCL, 2016)**

Trois variables ont un faible pouvoir explicatif : les distances aux villes secondaires, aux rivières et aux routes. Les autres variables ont potentiellement un pouvoir explicatif plus important et ont été retenues pour la construction des modèles.

Afin d'éviter d'introduire des variables trop corrélées entre elles, un seul des deux indices de fragmentation a été retenu : l'indice de fragmentation calculé dans un rayon de 20 pixels (qui montre le pouvoir explicatif le plus fort pour les deux écorégions).

### 3.2.5.Exactitude et sensibilité des modèles

La sensibilité de chacun des modèles est analysée par une méthode dite de *backwards stepwise*, c'est-à-dire en supprimant successivement les variables des modèles et en recalculant l'exactitude du modèle résiduel. Les variables sont supprimées dans l'ordre décroissant de leur pouvoir explicatif jusqu'à ne conserver qu'une seule variable. La diminution de l'exactitude à chaque étape permet ainsi de mesurer l'importance de chaque facteur dans la région correspondante.

Dans les tableaux suivants, les dénominations suivantes sont choisies pour les variables testées : Altitude, présence d'Aires protégées (« AP »), présences de zones de TGRN (« TGRN »), distance à la lisière forestière (« lisière »), distance aux villes principales (« villes »), fragmentation forestière (« fragmentation »).

<b>Variables incluses</b>	<b>Exactitude (%)</b>
Toutes	59,64
Altitude, AP, lisière, villes, fragmentation	59,75
Altitude, lisière, villes, fragmentation	59,56
Altitude, lisière, fragmentation	58,60
Lisière, fragmentation	57,75
Lisière	50,09

**Figure 43 : Résultats de la calibration du modèle de calcul du risque de déforestation en écorégion des forêts sèches (UCL, 2016)**

<b>Variables incluses</b>	<b>Exactitude (%)</b>
Toutes	72,19
AP, TGRN, lisière, villes, fragmentation	72,09
AP, lisière, villes, fragmentation	71,93
AP, lisière, fragmentation	71,92
Lisière, fragmentation	71,08
Fragmentation	70,07

**Figure 44 : Résultats de la calibration du modèle de calcul du risque de déforestation en écorégion des forêts humides (UCL, 2016)**

Les deux dernières variables à être supprimées pour les deux écorégions sont la fragmentation et la distance à la lisière forestière, confirmant notre analyse préliminaire du pouvoir explicatif de ces variables. Les zones de TGRN sont supprimées dans la première ou la deuxième étape sans réduction drastique de l'exactitude, ce qui montre que cette variable a une faible contribution au modèle.

L'altitude semble jouer un rôle plus important en région sèche qu'en région humide. C'est le premier facteur supprimé dans le modèle de zone humide sans réelle diminution de l'exactitude. Son retrait du modèle de la zone sèche entraîne une légère diminution de l'exactitude.

En définitive, les facteurs importants communs aux modèles des deux régions sont la distance à la lisière forestière, la fragmentation et la distance aux villes importantes. La présence d'aires protégées joue également un rôle non négligeable en forêt sèche alors que l'altitude a une certaine importance en forêt humide.

Le modèle construit sur la zone de forêt humide montre une exactitude plus élevée (72,2%) que celui construit sur la zone de forêt sèche (59,6%).

Ces résultats peuvent a priori sembler relativement faibles. Ils sont toutefois à mettre en relation avec l'exactitude de la carte de forêt et de déforestation du PERR-FH sur laquelle cette étude se base. Elle était de 89% en forêt humide et de 76% en forêt sèche (Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra, 2014), ce qui peut expliquer la différence d'exactitude entre les modèles des deux régions.

De plus, les variables géographiques utilisées comme facteurs explicatifs ont elles-mêmes une certaine imprécision qu'il nous est impossible de quantifier et peuvent montrer une exhaustivité variable sur l'ensemble du territoire. Tout ceci contribue à diminuer l'exactitude des modèles.

### **3.2.6. Cartographie du risque de déforestation et projection de la déforestation future**

Cette étape consiste à générer la carte de risque de déforestation future pour les périodes 2013-2018 et 2018-2028, sur base du modèle calibré avec les données de 2005-2013. Il s'agit simplement d'appliquer le modèle en utilisant les facteurs fixes initiaux (situation 2005 toujours valable pour la période 2013-2028) et en mettant à jours les facteurs dynamiques, à savoir la fragmentation forestière

et la distance aux lisières de la forêt. La sortie du modèle est une carte de probabilité de déforestation pour chaque pixel classé en forêt dans la carte du PERR-FH de 2013. La carte est présentée en **Annexe 3**.

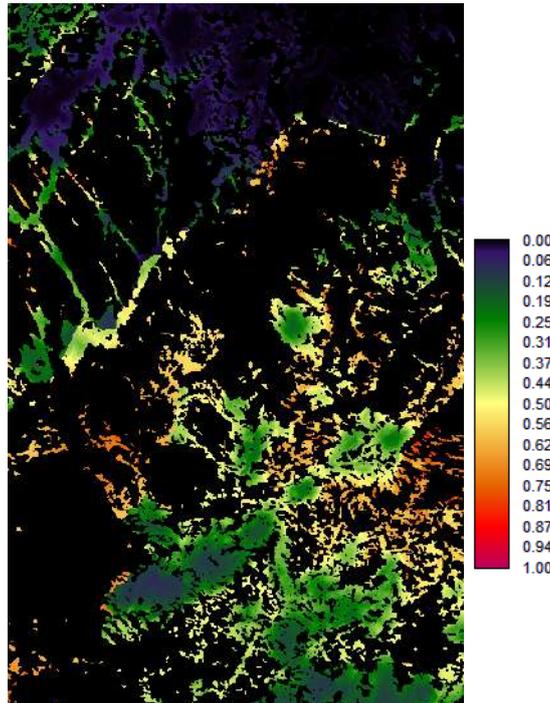


Figure 45 : Extrait de la carte du risque de déforestation à partir de 2013 (UCL, 2016)

Les taux de déforestation moyen mesurés sur la période 2005-2013 pour les deux écorégions sont utilisés pour produire des cartes de déforestation projetées pour 2018 et 2028. L'allocation des changements est basée sur un principe simple consistant à allouer les quantités prédites de déforestation aux zones dont la probabilité de déforestation est la plus grande. La carte de déforestation produite est placée en **Annexe 4**.

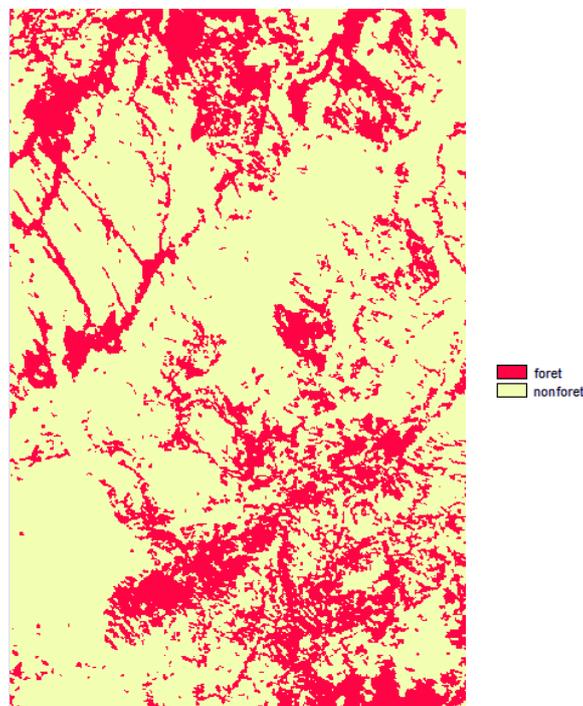


Figure 46 : Extrait de la carte des zones de forêt résiduelles en 2028 (UCL, 2016)

Le tableau suivant donne les résultats obtenus par régions, tandis que les l'**Annexe 5** présente les résultats par district. Ces résultats ne concernent que les forêts sèches et humides des unités administratives considérées.

Région	Déforestation 2013-2018 (ha)	Déforestation 2018-2028 (ha)
Melaky	93 262	112 547
Menabe	90 194	105 113
Sofia	42 175	57 198
Atsimo Andrefana	25 771	72 089
Boeny	25 010	95 683
Haute Matsiatra	23 621	7 369
Atsinanana	20 639	27 993
Alaotra Mangoro	19 911	55 674
Diana	19 717	65 627
Anosy	18 125	17 376
Vatovavy Fitovinany	13 935	23 248
Analamanga	9 972	11 178
Amoron I Mania	8 825	16 449
Analanjirifo	3 203	27 663
Ihorombe	2 886	8 819
Betsiboka	2 569	6 025
Sava	2 115	11 636
Atsimo Atsinanana	1 394	20 153
Vakinankaratra	795	5 026
Androy	99	347
Bongolava	21	913
Itasy	5	11

Figure 47 : Résultats des projections par région (UCL, 2016)

### 3.2.7. Emissions dues à la déforestation

Les forêts humides et les forêts sèches ne stockent pas les mêmes quantités de carbone et la déforestation d'un hectare forêt humide émet de plus grandes quantités de CO<sub>2</sub> que la déforestation d'un hectare de forêt sèche.

Afin de comparer l'impact de la déforestation future en forêt humide et en forêt sèche sur les émissions de CO<sub>2</sub>, nous avons croisé les projections de déforestation avec une carte des stocks de carbone forestiers aériens (VIELLEDENT et al., 2016).

Les résultats par régions sont présentés dans le tableau suivant et les résultats par district le sont en **Annexe 5**.

Région	Emissions 2013-2018 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissions 2018-2028 (tCO <sub>2</sub> e)
Alaotra Mangoro	9 523 212	26 130 326
Melaky	21 133 655	25 868 543
Analanjirifo	2 025 388	17 797 386
Diana	4 777 441	17 322 663
Boeny	3 826 972	16 802 777
Menabe	13 946 022	16 391 340
Atsinanana	10 836 669	15 106 308
Sofia	9 274 704	13 295 898
Vatovavy Fitovinany	7 336 532	13 116 189
Atsimo Atsinanana	722 017	9 633 646
Atsimo Andrefana	2 484 594	7 066 039

Anosy	6 281 993	6 538 936
Amoron I Mania	2 885 398	5 204 538
Analamanga	3 443 101	4 650 745
Sava	400 778	4 080 302
Ihorombe	1 092 794	3 501 627
Haute Matsiatra	8 242 850	2 618 181
Betsiboka	517 466	1 536 712
Vakinankaratra	233 131	1 471 521
Bongolava	3 876	225 657
Androy	8 233	27 393
Itasy	776	1 985

**Figure 48 : Emissions de carbone projetées (UCL, 2016)**

Ces résultats sont cependant à considérer avec précaution : la carte de biomasse aurait une résolution de 250m, mais la carte téléchargée<sup>15</sup> a pourtant des pixels de 228,14m, la différence provenant probablement d'une reprojexion. Les valeurs des pixels ont été reconverties en tonnes par hectare considérant une surface de pixel de 6,25ha (soit un pixel de 250m de côté). L'image a ensuite été ré-échantillonnée à 30 m pour correspondre à la carte de prédiction des zones forestières perdues. Un pixel de l'image initiale contient 57,83 pixels de 30m.

<sup>15</sup> <http://datadryad.org/resource/doi:10.5061/dryad.9ph68/1>

## 4. Options stratégiques

Conformément aux activités 3.6 et 3.7 prévues dans l'offre technique du consortium SalvaTerra, les options et sous-options stratégiques REDD+ identifiées dans le RPP ont été analysées en détail, au regard des moteurs directs principaux (relatifs aux infrastructures, à l'agriculture, à l'extraction de bois et aux feux et à l'élevage) classées suivant la grille de GEIST et LAMBIN (2001).

Les analyses complètes sont annexées (Cf. **Annexes 6 à 9**). On y rappelle d'abord les impacts qualitatifs et quantitatifs estimés à partir des analyses précédemment présentées (Cf. **Parties 1 à 3 supra**). Par souci de lisibilité, les impacts quantitatifs sont différenciés pour déforestation d'une part et dégradation d'autre part, et ils sont exprimés avec une échelle allant de - - (corrélation très négative entre le sous-moteur considéré et la déforestation et/ou dégradation) à + + (corrélation très positive).

Ensuite, on commente en face de chaque option et/ou sous-option REDD+ son effet supposé sur le groupe de moteurs et/ou moteur considéré : blanc = pas d'effet (en termes de contribution à la REDD+) ; vert foncé = effet positif fort à moyen ; vert clair = effet positif moyen à faible ; rouge = effet négatif ; orange = effet tantôt positif, tantôt négatif, suivant conditions de mise en œuvre.

Dans ce qui suit, on présente donc ces analyses faites pour les moteurs directs principaux (Cf. **Parties 4.1 à 4.4 infra**) ainsi que les moteurs indirects principaux (Cf. **Partie 4.5 infra**), avant de synthétiser ces analyses en distinguant les options et sous-options REDD+ a priori les plus prometteuses et en indiquant pour celles-ci des hypothèses de coûts issues d'autres projets de développement rural (Cf. **Partie 4.5 infra**).

Il faut noter que l'ONE affine actuellement les options stratégiques REDD+ et qu'une première liste d'options et sous-options a été envoyée tout dernièrement aux parties prenantes du processus REDD+, pour commentaires (ONE, 2016)<sup>16</sup>. Ce document étant en cours d'élaboration et faisant l'objet de discussions approfondies, il n'est pas possible de s'appuyer dessus en l'état. On peut cependant noter qu'il existe en l'état une forte similitude entre le découpage des Options REDD+ dans le RPP et dans cette note de l'ONE, comme en attestent les intitulés des Options REDD+ :

Options REDD+ du RPP (Gvt malgache, 2013)	Options REDD+ de la note ONE (ONE, 2016)
1 - Améliorer le cadre politique global du secteur forestier	1 - Assurer la bonne gouvernance de la REDD+ - Améliorer le cadre politique global des secteurs concernés par la déforestation et la dégradation
2 - Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières	2 - Promouvoir la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières et préserver les facteurs naturels de production
3 - Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi	3 - Promouvoir la gestion durable et l'utilisation efficace des terres et des espaces ruraux
4 - Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières	4 - Mettre en œuvre des alternatives durables à la déforestation et à la dégradation des forêts et appuyer les pratiques rurales de substitution

Figure 49 - Intitulés des options REDD+ du RPP et de la note ONE (source : Gvt malgache, 2013 ; ONE, 2016)

On note quelques transferts de sous-options REDD+ entre le découpage RPP et le découpage ONE, telle par exemple la sous-option sécurisation foncière qui passe de l'Option 4 du RPP à l'Option 3 de la note ONE. Cela étant dit, on retrouve en toute logique, peu ou prou, l'ensemble des Options et sous-options initialement identifiées dans le RPP.

### 4.1. Moteurs directs « infrastructures »

Comme présenté en détail dans l'**Annexe 6**, les impacts supposés concernent surtout les mines et les routes et cinq sous-options du RPP paraissent avoir un effet sur ces impacts :

#### Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs

<sup>16</sup> ONE. *Propositions d'options stratégiques de la REDD+ par ONE – Draft communiqué le 21 novembre 2016*. Antananarivo – ONE, novembre 2016. 3p

Action : Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs.

Effet ++ : Cela favorisera la prise en compte des forêts lors de la planification des projets d'extension ou de création d'infrastructures routières ou minières.

#### **Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier**

Action : Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement.

Effet ++ : L'inscription des zonages dans les plans de développement devrait permettre de réduire les conflits entre les infrastructures routières et minières et forêt.

#### **Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs**

Action : Renforcer les capacités de tous les acteurs

Effet + : Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer plus finement l'effet de cette sous-option.

#### **Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres**

Action : Généraliser les processus de zonage forestier, les inscrire dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs.

Effet ++ : L'inscription des zonages dans les plans de développement devrait permettre de réduire les conflits entre les infrastructures, l'agriculture et la forêt.

#### **Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières**

Actions : (i) Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières, (ii) Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires, (iii) Informer sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois.

Effets + : (i) et (ii) a priori bénéfique si réduction ou compensation des dégradations et déforestations dues aux mines, même si l'impact de ces mines est marginal. Dans les faits, l'action serait extrêmement compliquée à mettre en œuvre vu que beaucoup de ces mines sont artisanales, de petites tailles, éparpillées sur de larges zones.

Effet + : (iii) L'effet est a priori positif, mais la stratégie mérite d'être clarifiée pour en évaluer l'effet : s'agit-il de conditionner les projets miniers au CLIP des riverains ?

### **→ SYNTHÈSE**

Les stratégies du RPP sont focalisées sur les mines industrielles. Les mines artisanales sont difficiles à localiser et contrôler. Les actions d'évitement et compensation de la déforestation ne sont pas applicables. De toute façon, que ce soit en forêts humides ou forêts sèches, les impacts des mines industrielles et artisanales sont marginaux en termes de déforestation et la dégradation. Quant aux routes, elles semblent jouer sur la localisation de la déforestation, mais peu sur son intensité. D'après nos analyses, les actions sur les moteurs « routes » et « mines » ne sont donc pas prioritaires. Des mesures portant sur d'autres moteurs (agriculture, incendies, etc.) vont cependant agir sur les impacts indirects de l'installation des mineurs artisanaux.

## **4.2. Moteurs directs « agriculture »**

Comme présenté en détail dans l'**Annexe 7**, les impacts supposés concernent les cultures annuelles et/ou pérennes, de rente et/ou vivrières, et huit sous-options du RPP paraissent avoir un effet sur ces impacts :

#### **Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur**

Action : Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière.

Effet ++ : Les défrichements pour l'agriculture et la régénération par brûlis des pâturages proches des forêts pourraient être réduits.

### **Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé**

Action : Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières.

Effet + ou - : Ces actions ont eu par le passé des effets positifs ou négatifs sur la protection des forêts face à l'agriculture, dépendants des acteurs responsables de la gestion communautaire.

### **Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs**

Action : Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs.

Effet ++ : En tant que principal secteur responsable de la DD, l'intégration de la REDD+ dans les stratégies du secteur agricole est indispensable au succès de la REDD+.

### **Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier**

Action : Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement.

Effet ++ : L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les conflits entre l'agriculture et la forêt.

### **Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs**

Action : Renforcer les capacités de tous les acteurs.

Effet + : Le renforcement des capacités des acteurs du monde agricole devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie.

### **Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres**

Actions : (i) Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles, (ii) Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement.

Effet + : (i) Cela pourrait permettre de réduire les défrichements pour l'appropriation des terres à usage agricole, mais le manque de détail ne permet pas de se prononcer.

Effet ++ : (ii) L'inscription des zonages dans les plans de développement devrait permettre de réduire les conflits entre les infrastructures routières et minières et forêt.

### **Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage**

Actions : (i) Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond), (ii) Financer la sédentarisation par la microfinance, (iii) Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré, (iv) Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés).

Effet ++ : (i) Réduction des besoins en terres pour la satisfaction des besoins en produits agricoles, pour peu que les fonctions supports aux paysans suivent (recherche agronomique, vulgarisation, crédit agricole, approvisionnement en intrants, débouchés pour les produits, etc.). Le (ii) est une des fonctions supports à fournir aux paysans pour réussir le (i).

Effet + : (ii) et (iii) Effet limité car l'impact direct de l'élevage est faible. L'effet pourrait être ressenti sur les feux de brousse.

### **Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local**

Action : Développer les paiements pour services environnementaux (PSE).

Effet + : Les PSE pourraient inciter à conserver les ressources naturelles, si l'incitation dépasse l'incitation aux défrichements pour l'agriculture et pour peu que les habitudes culturelles ne soient pas trop ancrées. Par ailleurs, cette action impose de trouver des solutions de financement pérennes de ces PSE, ainsi que des alternatives pour répondre aux besoins en produits agricoles.

## **→ SYNTHÈSE**

L'agriculture semble un des moteurs principaux de déforestation des forêts humides et des forêts sèches, les stratégies et actions ciblant ce moteur sont prioritaires. L'accent pourrait être mis sur : (i) La recherche et la vulgarisation d'itinéraires techniques améliorés visant à sédentariser l'agriculture,

que ce soit en forêts humides ou en forêts sèches, (ii) De façon spécifique pour les cultures de rente en forêts humides, la promotion de cultures de rente procurant des revenus élevés par hectare sans engendrer de DD (à vérifier pour vanille, girofle, géranium, vétiver, etc.), pour peu qu'elles soient installées sur les nombreuses anciennes défriches (savoka), propices à ces cultures agroforestières.

### **4.3. Moteurs directs « extraction de bois »**

Comme présenté en détail dans l'**Annexe 8**, les impacts supposés concernent l'extraction de bois d'œuvre, exporté ou consommé dans le pays, et de bois à vocation énergétique (bois de feu, charbon), et dix sous-options du RPP paraissent avoir un effet sur ces impacts :

#### **Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable**

Actions : (i) Estimer la production et les besoins, (ii) Approvisionner durablement les marchés, (iii) Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées.

Effet ++ : (i) Cela permet d'identifier l'intensité du déficit et les zones dans lesquelles il s'applique, et donc de concevoir les actions correctives, (iii) Cela peut permettre de mieux répartir l'offre et d'éviter que certaines zones soient dégradées.

Effet + : (ii) Cela peut réorienter la demande vers des sources de production durable, à condition que l'achat de ces produits soit intéressant comparativement à l'achat de produits non durables et/ou qu'il y ait un accompagnement par des mesures coercitives pour dissuader l'exploitation et la consommation de bois non durables.

#### **Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur**

Action : Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière.

Effet ++ : Cela peut permettre de réduire les abus, si les solutions permettant de répondre à la demande accompagnées la mesure (reboisements, exploitation durable de forêts existantes et système permettant l'accès gratuit ou à bas coût à la ressource en bois).

#### **Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé**

Action : Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières.

Effet + ou - : Ces stratégies ont eu par le passé des impacts positifs ou négatifs sur la protection des forêts face à l'agriculture, dépendants des acteurs responsables de la gestion communautaire.

#### **Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs**

Action : Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs.

Effet ++ : L'intégration de la REDD+ dans les stratégies énergétiques devrait favoriser les actions concernant l'amélioration de l'efficacité énergétique (carbonisation améliorée, foyers améliorés), la promotion des reboisements à vocation énergétiques et l'identification de sources d'énergies alternatives dans les zones où la ressource forestière est fortement déficitaire.

#### **Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières**

Action : Déployer le système KoloAla.

Effet + ou - : Concernant l'exploitation commerciale : cela pourrait réorienter la demande vers des achats de produits durables, à condition que cela soit économiquement plus intéressant (ce qui est improbable) ou que des contraintes soient posées au niveau des acheteurs pour s'approvisionner en bois issue d'exploitation durable (c'est le cas avec les importateurs soumis au règlement FLEGT). Concernant l'extraction de bois à usage domestique (bois de service, bois de feu, charbon) : cela pourrait concentrer la pression de collecte sur certaines zones et y augmenter la dégradation.

#### **Sous-option 2.3 : Favoriser reboisements et restauration des ressources forestières dégradées**

Actions : (i) Inciter fiscalement les privés à reboiser, (ii) Restaurer des zones dégradées (zones KoloAla pour approvisionner les marchés), (iii) Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout).

Effet ++ : (i) et (ii) L'augmentation de l'offre de bois ne peut que réduire les impacts des prélèvements.

Effet + : (iii) Il est difficile d'évaluer l'impact de la stratégie de renforcement de la gestion durable des plantations énergétiques sans en connaître le détail.

#### **Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux**

Actions : (i) Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales), (ii) Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales), (iii) Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales), (iv) Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains.

Effets + : (i) et (ii) Cela limitera les pertes et réduira les prélèvements nécessaires, mais les incitations fiscales ne peuvent s'appliquer qu'à l'exploitation légale, qui est a priori marginale.

Effets ++ : (iii) Cela réduira les quantités de bois nécessaires à la production de charbon.

Effets ++ : (iv) Cela réduira les besoins en charbon et donc les prélèvements et la dégradation.

#### **Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers**

Action : Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant inventaires).

Effet + : Cela devrait limiter la commercialisation de bois issue d'exploitation non durable, mais cela ne peut s'appliquer qu'au bois commercialisé de façon formelle et légale, ce qui reste marginal.

#### **Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs**

Action : Renforcer les capacités de tous les acteurs.

Effet + : Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie.

#### **Sous-option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local**

Action : Développer les Paiements pour services environnementaux (PSE)

Effet + : Les PSE pourraient inciter à conserver les ressources naturelles, si l'incitation dépasse l'incitation au prélèvement non durable de bois et pour peu que les habitudes culturelles en termes d'extraction de bois ne soient pas trop ancrées. Par ailleurs, cette action impose de trouver des solutions de financement pérennes de ces PSE ainsi que des alternatives pour répondre aux besoins en produits bois.

### **→ SYNTHÈSE**

Les actions proposées dans le RPP ciblent surtout le bois commercialisé, mais la plupart des ménages prélèvent eux même leurs bois et ne l'achètent pas. Afin de promouvoir des modes de production et de consommation durables de ce bois non commercialisé, on pourrait imaginer renforcer les actions suivantes : (i) volet offre : promouvoir la foresterie communautaire, permettant aux ménages de prélever du bois sans l'acheter, (ii) volet demande : diffuser des techniques de carbonisation améliorée et des foyers améliorés à bois et à charbon, afin de réduire l'impact de l'extraction du bois énergie sur les forêts ; diffuser des techniques d'exploitation et transformation de bois permettant d'améliorer les rendements ; identifier des essences alternatives aptes aux différents usages pour diversifier l'exploitation et réduire localement les éventuelles poches de dégradation.

## **4.4. Moteurs directs « feux » et « élevage »**

Comme présenté en détail dans l'**Annexe 9**, les impacts supposés concernent surtout les feux de brousse, dont les natures exactes sont difficilement identifiables ; des analyses bibliographiques et des enquêtes de terrain, il ressort que les brûlis de régénération de pâturage pour l'élevage pourraient expliquer en grande partie les départs de feux, mais ceci n'est pas mis en évidence par les analyses de corrélation. Cela étant dit, l'incertitude ne pouvant être complètement levée, les deux moteurs ont été analysés conjointement. Cinq sous-options du RPP paraissent avoir un effet sur ces impacts :

#### **Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur**

Action : Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière.

Effet ++ : Les pratiques de régénération par brûlis des pâturages proches des forêts pourraient être limitées.

#### **Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier**

Action : Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement.

Effet ++ : L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les risques d'incendies de forêt par régénération des pâturages

#### **Sous-option 2.3 : Favoriser reboisements et restauration des ressources forestières dégradées**

Action : Lutter contre les feux de brousse.

Effet ++ : Stratégie nécessaire mais peu détaillée, il est difficile d'en évaluer l'impact.

#### **Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs**

Action : Renforcer les capacités de tous les acteurs.

Effet + : Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie

#### **Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage**

Actions : (i) Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré, (ii) gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés).

Effet + : Dans l'hypothèse, non mise en évidence par les analyses de corrélation mais citée dans la bibliographie et lors des enquêtes de terrain, où les feux seraient principalement corrélés à la régénération des pâturages, ces actions permettraient de limiter ou contrôler les feux.

### **➔ SYNTHÈSE**

Les feux étant un des moteurs directs principaux de déforestation, l'accent pourrait être mis sur :

- Diffusion d'informations en temps réel sur les feux de brousse (VIIRS) aux équipes d'intervention ;
- Renforcement des capacités d'intervention de ces équipes ;
- Intégration des mesures de prévention des incendies dans les plans d'aménagement des forêts (AP, zones de TGRN, plantations) ;
- Aménagements pastoraux dans les zones où les brûlis de régénération sont fréquents.
- La collecte systématique des informations sur l'origine connue ou supposée des feux de brousse afin d'améliorer la connaissance des causes de déclenchement.

## **4.5. Moteurs indirects**

Dans cette partie, on analyse les groupes de moteurs suivants : « démographiques », « économiques », « politiques et institutionnels », « culturels » et « autres » (moteurs environnementaux de prédisposition, biophysiques, instabilité sociale). Leurs impacts sont par nature indirects et difficilement estimables par des analyses de corrélation. Cela étant dit, neuf sous-options du RPP paraissent avoir un effet sur ces impacts :

#### **Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur**

Action : Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes

Effet - (sur moteurs « politiques et institutionnels ») : Le désengagement de l'administration forestière de la production risque de réduire ses compétences techniques sans résoudre les autres difficultés. Au contraire, cela pourrait favoriser les abus de certains opérateurs (plus préoccupés par la rentabilité à court-terme que la gestion durable des forêts) à qui serait déléguée l'exploitation des forêts.

#### **Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé**

Action : Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières.

Effet + ou - (sur les moteurs « démographiques ») : La gestion communautaire des ressources peut responsabiliser certaines communautés et avoir des effets bénéfiques, mais elle peut aussi amener à exclure les migrants de l'accès à certaines ressources et concentrer les pressions (bois / terres à cultiver) sur des zones réduites.

### **Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé**

Action : Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs.

Effet ++ (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : Un cadre légal clair est nécessaire au bon fonctionnement de la gestion des AP et donc à la réduction de la DD.

### **Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs**

Action : Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs.

Effet + (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : Cela pourrait améliorer la cohérence intersectorielle, pour peu que les modalités de l'intégration de la REDD+ soient mieux précisées et que cette intégration ne reste pas une simple aspiration.

### **Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières**

Action : Déléguer la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable

Effet + (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : L'implication de la société civile et du secteur privé est nécessaire pour la gestion durable des ressources, car ils ont à la fois les capacités à les gérer et des intérêts spécifiques à le faire. Cependant, l'Etat doit œuvrer pour l'intérêt national, ce qui n'est pas nécessairement le cas de ces autres acteurs. Ainsi, les conditions d'implication de la société civile et du secteur privé doivent être clairement encadrées.

### **Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers**

Actions : (i) Assurer l'indépendance du contrôle forestier, (ii) Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle, (iii) Renforcer les capacités de contrôle.

Effet + (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : (i) et (ii) Le renforcement des capacités de contrôle et le renforcement de l'indépendance de ce contrôle sont a priori souhaitables, mais plus de détails sur les actions seraient nécessaires, afin de voir comment les opérationnaliser.

Effet ? (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : L'action de la sous-option 1.2 présentée supra vise à distinguer gestion et contrôle et cette action de la sous-option 3.1 vise à impliquer de nouveaux acteurs à la fois dans la gestion et le contrôle... Il semble y avoir une contradiction.

### **Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi**

Action : Informer la justice sur la législation forestière et lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)

Effet + (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : Ces actions ne peuvent qu'améliorer l'application des lois, mais elles paraissent soulever des enjeux qui dépassent de loin le cadre REDD+ et qu'il est a priori difficile de solutionner simplement. Dans tous les cas, l'absence de détails sur ces actions rend difficile l'évaluation de leurs effets.

### **Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres**

Actions : (i) Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles, (ii) Réviser et actualiser les textes, (iii) Généraliser les processus de zonage forestier, inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs.

Effet ++ (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : (iii) Ce zonage permettrait de réduire les conflits d'usage avec d'autres utilisations des terres et forêts (agriculture, infrastructures, etc.)

Effet + (sur les moteurs « politiques et institutionnels ») : (i) et (ii) On ne peut qu'approuver ces actions, mais l'absence de détails rend difficile l'évaluation de leurs effets.

### **Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local**

Actions : (i) Promouvoir l'écotourisme et (ii) Diversifier la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non-ligneux.

Effet + (sur les moteurs « Salaires et emplois hors agriculture ») : Ces actions ont des effets a priori positifs, mais réduits. Il est en effet à craindre que le nombre d'emplois dans l'écotourisme soit modeste au regard de la population agricole. Quant aux débouchés pour les produits forestiers, ils sont a priori limités (faible pouvoir d'achat local, complexité du développement de filières d'export).

#### → SYNTHÈSE

Les options stratégiques du RPP se focalisent surtout sur les moteurs sous-jacents politiques et institutionnels. L'évaluation des effets des actions proposées nécessite plus de détail que ce qui est décrit dans le RPP. Au vu des moteurs sous-jacents de déforestation et dégradation, il semble que l'accent pourrait être mis sur (i) l'augmentation des bénéfices tirés des aires protégées pour les populations, (ii) le renouvellement des contrats de TGRN et leur développement dans les zones non couvertes.

### **4.6. Affinage des options REDD+ du RPP**

La figure en page suivante présente la synthèse des analyses des options stratégiques REDD+ du RPP au regard des moteurs directs (liés aux infrastructures, liés à l'agriculture, liés à l'extraction de bois, liés aux feux de brousse et à l'élevage) et également des moteurs indirects.

Aux intersections des actions incluses sous les options stratégiques et des groupes de moteurs, les cellules apparaissent avec différentes couleurs : blanc = pas d'effet (en termes de contribution de l'action à limiter le groupes de moteurs considéré) ; vert foncé = effet positif fort à moyen ; vert clair = effet positif moyen à faible ; rouge = effet négatif ; orange = effet tantôt positif, tantôt négatif, suivant les conditions de mise en œuvre.

On peut retenir ce qui suit de l'analyse des 42 actions du RPP :

- Seules deux actions n'ont pas été touchées par les analyses (cellules en blanc), faute d'être explicites : « Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires » et « Réorganiser l'appui des PTF » ;
- Seule une action, « Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes » (sous-option 1.2) fait craindre un éventuel effet négatif (cellule en rouge) : le désengagement de l'administration de la production risque de réduire ses compétences techniques sans résoudre les autres difficultés. Au contraire, cela pourrait favoriser les abus de certains opérateurs (plus préoccupés par la rentabilité à court-terme que la gestion durable des forêts) à qui serait déléguée l'exploitation ;
- Pour trois actions, on anticipe un effet incertain (cellules en orange), selon les conditions de mise en œuvre :
  - « Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières » (sous-option 1.3) : Ces actions ont eu par le passé des effets mitigés sur la protection des forêts, dépendants des acteurs responsables de la gestion communautaire ;
  - « Déployer le système KoloAla » (sous-option 2.2) : Concernant l'exploitation commerciale : cela pourrait réorienter la demande vers des achats de produits durables, à condition que cela soit économiquement plus intéressant (ce qui est improbable) ou que des contraintes soient posées au niveau des acheteurs pour s'approvisionner en bois issue d'exploitation durable (c'est le cas avec les importateurs soumis au règlement FLEGT). Concernant l'extraction de bois à usage domestique (bois de service, bois de feu, charbon) : cela pourrait concentrer la pression de collecte sur certaines zones et y augmenter la dégradation ;
  - « Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle » (sous-option 3.1) : L'action de la sous-option 1.2 présentée supra vise à distinguer gestion et contrôle et cette action de la sous-option 3.1 vise à impliquer de nouveaux acteurs à la fois dans la gestion et le contrôle...Il semble y avoir une contradiction.
- 23 actions sont estimées être intéressantes, sans être prioritaires (cellules en vert clair) ;
- 13 actions sont estimées être intéressantes et prioritaires (cellules en vert foncé). Parmi celles-ci, deux actions ont des coûts de mise en œuvre difficilement estimables a priori : « Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière » et « Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

et des documents stratégiques des différents secteurs » (incluses doute les deux dans la sous-option 1.2). En effet, leur budgétisation impliquerait une analyse approfondie des tâches à mener.

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

	MD Infra.	MD Agri.	MD Bois	MD Feux/élev.	MI	Prioritaire	Estim. Coûts ?
<b>Option 1 : Améliorer le cadre politique global du secteur forestier</b>							
Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable							
Estimer la production et les besoins						Oui	Oui
Approvisionner durablement les marchés							
Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées						Oui	Oui
Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur							
Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires							
Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes							
Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière						Oui	Non
Réorganiser l'appui des PTF							
Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé							
Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières							
Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs							
Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs							
Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs						Oui	Non
<b>Option 2 : Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières</b>							
Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier							
Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement						Oui	Oui
Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières							
Déployer le système KoloAla							
Déléger la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable							
Sous-option 2.3 : Favoriser les reboisements et la restauration des ressources forestières dégradées							
Inciter fiscalement les privés à reboiser						Oui	Oui
Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés)						Oui	Oui
Lutter contre les feux de brousse						Oui	Oui
Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout)							
Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux							
Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales)							
Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales)							
Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales)						Oui	Oui
Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains						Oui	Oui
<b>Option 3 : Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi</b>							
Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers							
Assurer l'indépendance du contrôle forestier							
Renforcer les moyens techniques et financiers du contrôle							
Renforcer les capacités de l'administration et de la justice							
Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle							
Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant des inventaires)							
Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi							
Informar la justice sur la législation forestière							
Lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)							
Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs							
Renforcer les capacités de tous les acteurs							
<b>Option 4 : Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières</b>							
Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres							
Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles							
Révision et actualisation des textes							
Généraliser le zonage forestier, l'inscrire dans les plans régionaux/communaux de dévpt et valoriser les acquis dans les autres secteurs						Oui	Oui
Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage							
Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond)						Oui	Oui
Financer la sédentarisation par la micro-finance							
Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré							
Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés)							
Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières							
Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières							
Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires						Oui	Oui
Informar sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois							
Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local							
Développer les paiements pour services environnementaux							
Promouvoir l'écotourisme							
Diversifier la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non							

Figure 50 - Identification des actions REDD+ du RPP les plus prometteuses (source : auteurs, 2016)

Parmi les 11 actions restantes, il existe des recoupements :

- Deux actions sont identiques et se retrouvent dans les sous-options 2.1 et 4.1 : « Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement » ;
- Deux actions se recoupent en grande partie : « Inciter fiscalement les privés à reboiser » et « Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires », car il s'agit dans les deux cas d'estimer le coût du reboisement (pour le subventionner entièrement dans le second cas ; pour pouvoir déterminer le coup de pouce fiscal dans le premier cas) ;
- L'action « Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées » se retrouve dans trois autres actions : (i) « Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires » et « Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés) » pour ce qui est de l'aspect restauration des forêts, et (ii) « Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires » pour ce qui est des reboisements ;

Si l'on supprime les doublons et si l'on harmonise les actions qui se chevauchent, on peut retenir huit actions jugées prometteuses et prioritaires, et essayer d'estimer les coûts relatifs de mise en œuvre :

#### Estimer l'offre et la demande en bois sur un bassin d'approvisionnement

La méthode la plus connue et robuste pour ce faire est la méthode WISDOM (DRIGO et SALBITANO, 2009)<sup>17</sup>. Comme l'explique une notice technique relative à cette méthode (FAO, non daté)<sup>18</sup>, « *Les coûts pour réaliser une analyse WISDOM pourront fortement varier selon (i) les ressources humaines et le matériel disponible au début de l'étude et (ii) l'existence et l'accès à des bases de données, études, recensements et cartes géoréférencées [...] Avec une unité de SIG déjà opérationnelle, et le plein accès aux informations socioéconomiques et environnementales nécessaires pour l'étude, un expert du SIG et un analyste du WISDOM peuvent couvrir l'analyse entière de la zone en un ou deux mois presque indépendamment [...] si une unité SIG totalement nouvelle doit être créée et être opérationnelle et que l'accès aux données de base est plutôt conflictuel, les coûts seront multipliés* ».

On voit donc qu'il n'existe pas de « budget type » pour mener une telle analyse, les coûts dépendants fortement des données déjà disponibles sous forme de SIG. En gardant ceci à l'esprit, et dans l'objectif de fournir une estimation prudente des coûts, on peut relever les coûts mobilisés pour la réalisation des analyses WISDOM et des stratégies d'approvisionnement durables en bois énergie y relatives, pour deux villes où les données sous forme de SIG étaient très parcellaires : Bangui en République centrafricaine (DRIGO, 2009)<sup>19</sup> et N'Djaména au Tchad (DRIGO, 2012)<sup>20</sup>. Dans les deux cas, (i) les villes concernées comprenaient environ 750 000 habitants, (ii) l'étude WISDOM et l'élaboration du plan d'approvisionnement relatif a coûté 430 000 US\$.

#### Reboiser (via subvention, via incitation fiscale, via obligation de compensation)

Il existe de nombreuses expériences de reboisement à Madagascar. On peut citer les deux suivantes :

- GTZ-Green Mad (2007)<sup>21</sup>: mené à grande échelle entre 1995 et 2007 (3 500 ha reboisés au total dans la Région Atsirana), le coût du reboisement individuel villageois est estimé à 560 170 Ar/ha ;

<sup>17</sup> DRIGO, R. et SALBITANO, F. *WISDOM pour les villes - Analyse de la dendroénergie et de l'urbanisation grâce à la méthode WISDOM - Carte globale intégrée de l'offre et de la demande de bois de feu*. Rome – FAO, 2009. 134p

<sup>18</sup> FAO. *Question méthodologique et structure*. Rome – FAO, non daté. 14p

<sup>19</sup> DRIGO, R. *Plateforme WISDOM pour Bangui. Diagnostic et cartographie du territoire et de la société pour le bois énergie*. Rome – FAO, 2009. 54p

<sup>20</sup> DRIGO, R. *Appui à la formulation d'une stratégie et d'un plan d'action de la foresterie urbaine et périurbaine à N'Djaména. Plateforme WISDOM pour N'Djaména. Diagnostic et cartographie de l'offre et de la demande en combustibles ligneux. Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°8*. Rome – FAO, 2012. 78p

<sup>21</sup> GTZ-Green Mad. *Le reboisement villageois individuel - Stratégies, techniques et impacts de GREEN-Mad (MEM-GTZ) dans la Région d'Antsiranana, Madagascar*. Eschborn – GTZ, 2007. 120p

- WWF-SEESO (2011)<sup>22</sup> : mené à échelle beaucoup plus réduite entre 2008 et 2011 dans la Région Atsimo-Andrefana (860 ha en tout), le coût « net » du reboisement collectif villageois est estimé à 765 144 Ar/ha, soit 37% de plus que l'estimation précédente (économie d'échelle moindre)...mais surtout, le coût « brut » est presque le doublé si l'on prend en compte les frais d'encadrement des reboisements, de suivi-évaluation des reboisements et de coordination globale du projet : 1 328 692 Ar/ha.

Ces deux estimations donnent une idée de la fourchette du coût net du reboisement, qui varie selon l'échelle de l'intervention (et donc des économies d'échelle possibles), mais aussi selon les essences choisies (autochtones et/ou exotiques), leurs aptitudes plus ou moins bonnes à la multiplication en pépinière, l'éloignement des parcelles à reboiser des pépinières, les conditions locales plus ou moins favorables au reboisement (pluviométrie, fréquence des feux, présence de bétail divaguant, etc.).

Une estimation précise des coûts nets ne peut donc être faite qu'en tenant compte de l'échelle d'intervention visée, des spécificités des reboisements et des situations locales sur les sites à reboiser. Dans tous les cas, il faut également tenir compte des coûts d'encadrement, de suivi-évaluation et de coordination globale.

Par ailleurs, le coût à supporter par le Gouvernement dépend des modalités d'intervention publique : (i) 100% des coûts à supporter dans le cas de subventions (modalité adaptée pour des reboisements villageois), (ii) Une partie des coûts si mise en place d'un système incitatif type financement de contrepartie (*matching grant*), par ex 50% si financement 1:1 (modalité adaptée pour des reboisements par des sociétés privées), (iii) 0% des coûts à support dans le cas d'obligation de compensation (modalité adaptée pour les reboisements compensateurs de sociétés minières).

#### Généraliser le zonage forestier et l'inscrire dans les plans locaux de développement

L'ambition affichée dans le RPP est de mener ce zonage à l'échelle nationale. En l'absence de référence de coût à Madagascar, on s'intéresse à deux pays africains engagés de longue date dans le processus REDD+ et ayant déjà estimé les coûts d'une telle activité à l'échelle nationale, dans leurs Cadres d'investissement national (CIN) REDD+ respectifs : Gvt de RDC (2015)<sup>23</sup> et Gvt du Gabon (2016)<sup>24</sup>.

Dans les deux cas, le zonage forestier est au cœur du raisonnement, mais les activités prévues dépassent le strict cadre forestier pour prendre en compte toutes les autres utilisations du territoire (agriculture, élevage, infrastructures, etc.), ce qui fait que l'on parle dans les deux cas d'aménagement du territoire (AT).

La RDC prévoit 19 MUS\$ pour (i) Appuyer la réforme nationale AT et (ii) Appuyer de façon « *top-down* » des démarches provinciales d'AT sur des zones d'enjeux REDD+ (toutes les Provinces ne sont donc pas concernées, seules celles qui recouvrent des « *hot spots* » de déforestation). Le Gabon prévoit 11,1 MUS\$ pour élaborer de façon « *bottom-up* » sa politique nationale d'AT, avec comme soubassement de la démarche la cartographie participative détaillée de près de 2 600 terroirs villageois.

Dans le cas de la RDC et d'une approche « *top-down* », on a un coût unitaire de 8,1 US\$/km<sup>2</sup> ; dans le cas du Gabon et d'une approche « *bottom-up* » on a un coût unitaire de 41,5 US\$/km<sup>2</sup>. Si l'on considère ces deux estimations, le coût d'élaboration d'un Plan national d'AT à Madagascar pourrait varier entre 4,8 et 24,4 MUS\$.

#### Restaurer des forêts dégradées

Deux approches sont possibles pour cela :

- Régénération artificielle : elle consiste à utiliser des plants d'essences autochtones produits en pépinière et à les planter dans des forêts où existent encore des arbres autochtones épars, ou

<sup>22</sup> WWF. *Reboisement bois énergie dans le Sud-Ouest de Madagascar. Le bilan de trois campagnes. En partenariat avec Synergie énergie environnement dans le Sud-Ouest (SEESO)*. Antananarivo – WWF, septembre 2011. 50p

<sup>23</sup> Gvt de RDC. *Plan d'investissement REDD+ 2015-2020*. Kinshasa – Gvt de RDC, novembre 2015. 150p

<sup>24</sup> Gvt du Gabon. *Draft V3 du CIN - Planification de l'utilisation des terres et surveillance forestière pour promouvoir des stratégies de développement durable et écologique pour le Gabon*. Libreville- Gvt du Gabon, décembre 2016. 121p

entre des lambeaux de forêts où il n'y a plus d'arbres (afin notamment de restaurer la connectivité biologique entre des lambeaux de forêt). Cette approche a par exemple été mise en œuvre à très petite échelle (quelques ha) sur des sites du Projet holistique de conservation des forêts (PHCF).

Les coûts sont dans le même ordre de grandeur que le reboisement (Cf. supra), à la différence près que les plants d'essences autochtones sont parfois difficiles à produire en pépinière et que leurs croissance initiale lente oblige à d'avantage de suivi les premières années, d'où des coûts de reboisement un peu plus élevés que pour les essences exotiques ;

- Régénération naturelle assistée (RNA) : elle consiste à sélectionner des tiges d'avenir sur une friche agricole ou une forêt dégradée et à organiser une mise en défens de quelques années afin de favoriser leur développement, tout en maintenant la plupart du temps des activités agricoles non destructrices sur le site. A notre connaissance, cette approche a été peu testée à Madagascar, l'accent ayant été principalement mis sur le développement de reboisements d'essences exotiques à vocation énergétique.

Faute de données de coûts issus d'expériences passées à Madagascar, on peut citer l'estimation du coût de la RNA au Niger, estimation extraite du Cadre stratégique de la Gestion durable des terres (GDT) au Niger et son plan d'investissement 2015-2029 (CSI-GDT NE) (Ministère de l'environnement, de la salubrité urbaine et du développement durable - MESUDD, 2014)<sup>25</sup> : 7 500 FCFA/ha, soit 11,4 €/ha ou 12,6 US\$/ha. Il faut souligner le fait que cette estimation est

- Robuste : elle a été calculée par le service nigérien des eaux et forêts à partir de près de 30 ans de projets de RNA lui ayant permis de régénérer depuis cette date près de 5 Mha de terres, ce qui en fait le « champion africain de la RNA » (WATA SAMA et al., 2015)<sup>26</sup> ;
- Conservatrice : La RNA est pratiquée dans des conditions très difficiles au Niger : climat sahélien, sols en majorité ferrallitiques et souvent très dégradés, importante pression pastorale, etc. Cette estimation pourrait donc être considérée comme une fourchette haute des coûts nécessaires à la mise en œuvre de la RNA à Madagascar.

#### Lutter contre les feux de brousse

L'ouvrage de référence en la matière à Madagascar (MEEF – JIVA, 2003)<sup>27</sup> ne fournit malheureusement pas d'estimation de coûts, que ce soit pour la prévention, la surveillance ou la lutte contre les feux. Il a donc été nécessaire de chercher des estimations de coûts dans d'autres pays :

- Sénégal : Un rapport du Ministère en charge de l'environnement (MERP) et de l'USAID (MERP-USAID, 2011)<sup>28</sup> présente une stratégie de lutte intégrée contre les feux de brousse et fait à plusieurs reprises des commentaires sur les coûts comparés de différentes techniques de prévention (radio, affichage, organisations paysannes, etc.), de surveillance (patrouilles villageoises, tours de guet, etc.) et de lutte (moyens mécaniques lourds, manuels légers, mix, etc.), sans donner d'indications précises des coûts, arguant de la diversité des situations locales.

Les seules estimations de coûts concernent l'ouverture de pare-feux (de 300 000 à 1 000 000 FCFA par km linéaire) et leur entretien (de 100 000 à 500 000 FCFA par km linéaire) ;

- Niger : En matière de lutte contre les feux de brousse, seul le coût d'ouverture des pare-feux est estimé par le service nigérien des eaux et forêts (MESUDD, 2016)<sup>29</sup> : 50 000 FCFA par km linéaire, soit 6 à 20 fois moins cher que le coût estimé au Sénégal ;

<sup>25</sup> MESUDD. *Cadre stratégique de la GDT au Niger et son plan d'investissement 2015-2029*. Niamey – MESUDD, novembre 2014. 100p

<sup>26</sup> WATA SAMA, I., MAIZAMA, A., KHERRAZ, K., BEN KHATRA, N., BRIKI, M. *Atlas des cartes d'occupation du sol du Niger - Projet d'amélioration de la résilience des populations sahéliennes aux mutations environnementales (REPSAHEL)*. Tunis – OSS, décembre 2015. 354p

<sup>27</sup> MEEF-JICA. *Manuel sur la lutte contre les feux de végétation : compilation du savoir-faire actuel - Série I : Les techniques existantes dans la lutte contre les feux de végétation*. Antananarivo – MEEF-JICA, janvier 2003. 114p.

<sup>28</sup> MERP-USAID. *Vers une stratégie de gestion des feux de brousse dans la zone d'intervention de Wula-Nafaa (s de Tambacounda, Kolda et Sedhiou)*. Dakar – MERP-USAID, août 2010. 121p.

<sup>29</sup> MESUDD. *Bilan de cinq ans de mise en œuvre du Programme de la Renaissance : volet environnement*. Niamey – MESUDD, janvier 2016. 25p

- Burkina-Faso : Là encore, seul le coût d'ouverture des pare-feux est estimé (SP-CONEDD, 2011)<sup>30</sup>, mais cette fois-ci par ha protégé : 50 000 FCFA/ha. On ne peut donc pas comparer cette estimation (exprimée en FCFA/ha) aux autres (exprimés en FCFA/km linéaire de pare-feu).

De ce qui précède, on peut conclure que (i) les estimations des coûts de lutte contre les feux de brousse sont incomplètes, souvent réduites à la seule confection des pare-feux, (ii) très hétérogènes d'un pays à l'autre en ce qui concerne les coûts des pare-feux, sans que les conditions biophysiques propres à chacun des pays ne puissent expliquer cette hétérogénéité...Ce qui laisse penser que ces estimations sont peu fiables.

Dans le cas de Madagascar, bâtir et budgéter une stratégie de lutte contre les feux de brousse nécessiterait de croiser les bonnes pratiques sur la gestion des feux (MEEF – JIVA, 2003), avec les données MODIS les plus récentes en matière de suivi des feux afin de planifier et budgéter des actions ad hoc en matière de prévention / suivi / lutte contre les feux.

#### Améliorer les techniques de carbonisation

Le projet Green Mad mené à grande échelle entre 1995 et 2007 dans la Région Atsiranana fournit des données très intéressantes en la matière (GTZ-Green Mad, 2007). Il est en effet estimé que la meule améliorée à tirage inversé (MATI) permet d'améliorer considérablement le rendement massique de carbonisation par rapport à la meule traditionnelle : de 8-14% à 16-20% de rendement.

Les seuls coûts de diffusion de cette technologie assez simple consistent en (i) formation initiale et formation de rafraîchissement des charbonniers, (ii) achat d'une cheminée en tôle (40 000 Ar, utilisable pour trois cuissons). Tout calculé, un charbonnier moyen (produisant 7 200 kg/an de charbon) verrait son coût de revient par sac de 12 kg baisser de 5%, de 1 867 Ar/sac (méthode traditionnelle) à 1 773 Ar/sac (méthode améliorée).

Malheureusement, comme l'explique bien ce rapport, le niveau de pauvreté des charbonniers est tel que la plupart préfère ne pas investir les 40 000 Ar requis pour l'achat de la cheminée. Par contre, si le bois devait être issu d'exploitation durable et légale et donc payé à sa juste valeur, le coût de revient par sac serait 28% moins élevé : 3 626 Ar/sac (méthode améliorée) contre 4 645 Ar/sac (méthode traditionnelle).

Le coût de diffusion de la carbonisation améliorée est donc réduit et la technique est en soi rentable, mais cette diffusion devrait s'accompagner de mesures incitatives (subventionner en tout ou partie l'équipement), voire coercitives (introduire une taxation croissante sur le bois issu d'exploitation non durable et/ou illégale).

#### Diffuser des foyers améliorés à charbon dans les centres urbains

Il y a eu de très nombreux projets de diffusion de foyers améliorés à Madagascar. On ne cite ci-dessous que trois d'entre-eux pour illustrer le propos :

- Foyer Mamoty<sup>31</sup>, mixte (bois, charbon de bois), à usage collectif (cantines, gargotes, etc.), il coûte 150 000 Ar, est garanti 10 ans et permet une économie de combustible estimée à 250 000 Ar/an (80% d'économie de matière) ;
- Foyers OLI-b (à bois) et OLI-c (à charbon)<sup>32</sup>, à usage familial. Le modèle OLI-c coûte 15 000 AR, est garanti trois ans et permet une économie de combustible estimée à 100 000 Ar/an (50% d'économie de matière) ;
- Foyer Fatana Mitsitsy<sup>33</sup>, à charbon et à usage familial, il coûte 15 000 AR, est garanti trois ans et permet une économie de combustible estimée à 71 000 Ar/an (50% d'économie de matière) ;

On voit donc que les utilisateurs malgaches ont un intérêt fort à utiliser des foyers améliorés : l'achat initial est rentabilisé en quelques mois avec les économies de combustibles, sans compter les

<sup>30</sup> SP-CONEDD. *Processus de GDT au Burkina Faso : Etat des lieux. Atelier de formation sur le budget-programme et cadre de dépenses à moyen terme, orientés sur la GDT*. Kombissiri – SP-CONEDD, mai 2011. 22p

<sup>31</sup> Cf. <http://agir.avec.madagascar.over-blog.com/2014/10/des-foyers-economes-ameliores-pour-proteger-l-environnement.html>

<sup>32</sup> Cf. <http://www.parrainages-madagascar74.fr/projet-rechauds>

<sup>33</sup> Cf. <http://wwf.panda.org/?207984/Des-foyers-conomes-pour-amliorer-le-quotidien-des-victimes-du-cyclone-Haruna>

bénéfices moins visibles en termes de réduction des particules fines (PM2,5) et du monoxyde de carbone, pourtant responsables de nombreux décès, notamment chez les enfants.

Les professionnels des filières foyers améliorés ont eux aussi généralement un intérêt fort à produire et commercialiser ces foyers. Avec la raréfaction du bois aux abords des villes, ces foyers sont de plus en plus prisés. Ainsi, à titre d'exemple, on peut citer les taux de marge nets dans la filière des foyers améliorés Sewa à Bamako (BOUYER, 2015)<sup>34</sup> : 33% pour les fournisseurs de foyers en céramique, 26% pour les ferblantiers/assembleurs, 14% pour les revendeurs.

Il n'en reste pas moins que ces filières doivent être appuyées par des subventions au démarrage, afin de permettre le prototypage des foyers, leur fabrication à large échelle avec des normes de qualité minimales (résistance mécanique, efficacité énergétique, performance sanitaire), leur diffusion auprès du grand public, etc.

Ainsi, à titre d'exemple, la composante 2b « Soutien à la diffusion des foyers améliorés à Kinshasa » du Projet de gestion améliorée des paysages forestiers (PGAPF) prévoit 2,1 MUS\$ de subvention pour la diffusion de 70 000 foyers améliorés sur la durée du projet, soit un coût unitaire de 28,6 US\$/foyer amélioré (Banque mondiale, 2014)<sup>35</sup>. Le coût d'appui dépend fortement du niveau de structuration des filières à appuyer : dans le cas de Kinshasa, la filière est quasiment inexistante, donc on peut considérer que ce coût est maximal.

#### Promouvoir des techniques culturelles améliorées

Le coût de cette action est extrêmement compliqué à estimer, car il dépend d'énormément de facteurs, notamment : le niveau de structuration des acteurs des filières agricoles, le niveau de performance des services supports (recherche agronomique, vulgarisation agricole, approvisionnement en intrants – notamment semences améliorées, crédit agricole, infrastructures de commercialisation domestique et d'export, etc.), l'échelle de mise en œuvre, etc.

Si l'on s'en tient à la seule vulgarisation agricole, on voit que les coûts en jeu sont a priori énormes :

- De 1995 à 1999, le Projet d'appui au programme de vulgarisation agricole (PNVA) a ainsi coûté 37 MUS\$, soit 9,2 MUS\$/an (Banque mondiale, 1995)<sup>36</sup>. D'une part, il semble que ce PNVA a manqué de moyens pour mettre en place tous les vulgarisateurs prévus (1 800 sur les 3 200 prévus ont été mis en place). D'autre part, le fait que le budget de fonctionnement dédié à la seule vulgarisation était plus de quatre fois supérieur au budget de fonctionnement global du Ministère de l'agriculture à l'époque (7,5 MUS\$ vs 1,8 MUS\$) a pu être critiqué. En somme, les besoins financiers pour la vulgarisation seraient colossaux, hors de proportion et donc insoutenable à long terme ;
- Dans sa seconde phase, le PHCF2 (Fonds français pour l'environnement mondial - FFEM, 2013)<sup>37</sup> s'est concentré sur deux sites : Andapa-Bealanana (cinq Districts et 13 Communes) et Beampingaratsy (deux Districts et quatre Communes). L'activité 2.3 « Appui aux communautés locales dans l'intensification et la diversification agricole » était dotée d'un budget de 240 000 €. Si on fait une simple proportion et qu'on ramène ce budget aux 1 579 Communes du pays, on arrive à 22,3 M€ sur cinq ans, soit 24,52 MUS\$ sur cinq ans et 4,9 MUS\$/an. Ce budget extrapolé à l'échelle nationale est certes moindre que celui du PNVA, mais il corrobore l'idée que les besoins en financement sont très importants.

<sup>34</sup> BOUYER, O. *Evaluation finale du projet CEnAO/GERES de diffusion large échelle de foyers améliorés à Bamako*. Paris – SalvaTerra, mars 2016. 153p

<sup>35</sup> Banque mondiale. *Project Appraisal Document on a proposed grant in the amount 36.9 MUS\$ to the DRC for an improved forested landscape management project*. Washington - Banque mondiale, mai 2014. 139p

<sup>36</sup> Banque mondiale. *Staff Appraisal Report - Madagascar Agricultural Extension Program Support Project - Report N° 14054-MAG*. Washington – Banque mondiale, mai 1995.

<sup>37</sup> FFEM. *Note d'engagement de projet – PHCF2*. Paris – FFEM, mars 2013. 84p

## **Bibliographie**

- BERTRAND, A., LEMALADE, J.L. Démographie galopante, tavy et déforestation. Dans AUBERT, S., et al. Déforestation et système agraire à Madagascar. La dynamique des tavy sur la côte orientale. Montpellier – Centre international de recherche agronomique pour le développement (CIRAD), 2013. 210p
- BAILIS, R., DRIGO, R., GHILARDI, A., MASERA, O., 2015. The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change*. doi:10.1038/nclimate2491
- Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra. *Projet de définition des niveaux de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humides de l'Est (PERR-FH) – Composante 2 : Scénario de référence éco-régional 2015 - 2024 – Sous-composante 2.4 : Analyse historique de la déforestation : 2005 – 2010 – 2013*. Antananarivo – Consortium WCS, ONE, MNP, Etc Terra, août 2014. 130p
- DRIGO R., BAILIS, R., MASERA, O., GHILHARDI, A., 2014. Pan-tropical analysis of woodfuel supply, demand and sustainability. Yale-UNAM NRB Project: Tier I : Final Report. Global Alliance for Clean Cookstoves (GACC) Project "Geospatial Analysis and Modeling of Non-Renewable Biomass: WISDOM and beyond". <http://www.wisdomprojects.net/global/csdetail.asp?id=31>
- EASTMAN, J.R., SOLORZANO, L.A., VAN FOSSEN, M.E. *GIS, Spatial Analysis, and Modeling - Transition Potential Modeling for land-cover change*, pages 357-385. ESRI Publisher Press, Chapitre d'ouvrage, 2005.
- Gemology Institute of America (GIA). *GIA Field Gemologist Documents Madagascar Ruby Rush*. 2015. URL : <https://www.gia.edu/gia-news-research/field-gemologist-documents-madagascar-ruby-rush>
- HUGHES, R. W., PARDIEU, V., SCHORR, D. *Sorcerers & Sapphires: A Visit to Madagascar*. 2006. URL : [http://www.ruby-sapphire.com/madagascar\\_ruby\\_sapphire.htm](http://www.ruby-sapphire.com/madagascar_ruby_sapphire.htm)
- LEUENBERGER, A. *The new ruby deposits in eastern Madagascar: Mining and production*. *Gems & Gemology*, volume XXXVII n°2, Summer 2011. pp 147-149. 3p.
- MAS, J. F., PUIG, H., PALACIO, J. L., SOSA-LOPEZ, A. *Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks*. *Environmental Modelling & Software*, 19(5):461-471. Article de périodique, 2004.
- MERTENS, B., LAMBIN, E. F. *Land-Cover-Change Trajectories in Southern Cameroon*. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(3):467-494., Article de périodique, 2000.
- Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (MAEP). Recensement de l'agriculture. Tome I – Généralités, méthodologies et principaux résultats (77p) ; Tome II – Populations et exploitations agricoles (101 p) ; Tome III - Parcelles et superficies des cultures (97p) ; Tome IV – Cheptel animal (37p) ; Tome V – Matériels et équipements (41p) ; Tome VI – Pêche et aquaculture (48p) ; Tome VII – Intégration de la dimension genre (61p). Antananarivo – MAEP, octobre 2007. 462p
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). *Migration à Madagascar – Profil national 2013*. Genève – OIM, 2014. 150p
- PARDIEU, V., SENOBLE, J. B. *An update on Ruby and Sapphire mining in South East Asia and East Africa. Summer 2005*. URL : <http://www.fieldgemology.org/gemology%20madagascar%202005.php>
- PARDIEU, V., RAKOTOSAONA, N. *Ruby and sapphire rush near Didy, Madagascar (April-June 2012)*. GIA Laboratory, Bangkok, 2012. 84p.
- PARDIEU, V., SANGSAWONG, S., DETROYAT, S. *Rubies from a new deposit in Zahamena National Park, Madagascar*. *Gems & Gemology*, Winter 2015, Vol. 51, No. 4. URL : <https://www.gia.edu/gems-gemology/winter-2015-gemnews-rubies-new-deposit-zahamena-national-park-madagascar>
- PARDIEU, V., VERTRIEST, W., WEERAMONKHONLERT, V., RAYNAUD, V., ATIKARNSAKUL, U., PERKINS, R. *Sapphires from the gem rush - Bemainty area, Ambatondrazaka (Madagascar)*. GIA Laboratory, Bangkok, 2017. 45p.
- PERKINS, R. *Sapphire Rush in the Jungle East of Ambatondrazaka, Madagascar. An expedition report by Rosey Perkins*. October 21st – 26th 2016. 2016. 17p.

PIJANOWSKI, B. C., BROWN, D. G., SHELLITO, B. A., MANIK, G. A. *Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model*. Computers, Environment and Urban Systems, 26(6):553-575. Article de périodique, 2002.

PONTIUS, R. G., CORNELL, J. D., HALL, C. A. S. *Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: application and validation for Costa Rica*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 85(1):191-203. Article de périodique, 2001.

VIEILLEDENT, G., GARDI, O., GRINAND, C., BURREN, C., ANDRIAMANJATO, M., CAMARA, C., GARDNER, C.J., GLASS, L., RASOLOHERY, A., RATSIMBA, H., GOND, V., RAKOTOARIJONA, J. *Bioclimatic envelope models predict a decrease in tropical forest carbon stocks with climate change in Madagascar*. Journal of Ecology 104(3): 703–715 (2016). <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12548>

WHITE, R. ENGELEN, G. (2000). *High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems*. Computers, Environment and Urban Systems, 24(5):383-400, Article de périodique, 2000.

World Wildlife Fund (WWF). Diagnostique du secteur énergie à Madagascar. WWF – Ministère de l'énergie, septembre 2012. 280p

## **Annexe 1 – Variables explicatives testées**

<b>Code variable</b>	<b>Description variable</b>
AgriPopProp1	Proportion de population agricole sur des exploitations de moins de 25 ares
AgriPopProp2	Proportion de population agricole sur des exploitations de 25 à 49 ares
AgriPopProp3	Proportion de population agricole sur des exploitations de 50 à 74 ares
AgriPopProp4	Proportion de population agricole sur des exploitations de 75 à 99 ares
AgriPopProp5	Proportion de population agricole sur des exploitations de 100 à 149 ares
AgriPopProp6	Proportion de population agricole sur des exploitations de 150 à 199 ares
AgriPopProp7	Proportion de population agricole sur des exploitations de 200 à 499 ares
AgriPopProp8	Proportion de population agricole sur des exploitations de 500 ares et plus
AgriPopSurf1	Population agricole sur des exploitations de moins de 25 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf2	Population agricole sur des exploitations de 25 à 49 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf3	Population agricole sur des exploitations de 50 à 74 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf4	Population agricole sur des exploitations de 75 à 99 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf5	Population agricole sur des exploitations de 100 à 149 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf6	Population agricole sur des exploitations de 150 à 199 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf7	Population agricole sur des exploitations de 200 à 499 ares (T.PO.24)
AgriPopSurf8	Population agricole sur des exploitations de 500 ares et plus (T.PO.24)
AgriPopTot	Population agricole totale (T.PO.14)
BfIRDProp	Proportion de surface de Bas-Fond extrait de la carte IRD
BfIRDSurf	Surface de Bas-Fond extrait de la carte IRD
CheptBov	Cheptel bovin (T.CH.02.)
CheptBovFem	Bovins femelles (T.CH.02)
CheptBovLait	Bovins femelles laitières (T.CH.02)
CheptBovMal	Bovins mâles (T.CH.02)
COBAProp	Proportion de surface des COBA par district
COBASurf	Surface des COBA par district
Crop13Surf	Surface de zone de culture estimée avec carte VEGETATION
DensMenAgri	Densité de ménage agricole // surface district
DensPop	Densité de population (sur base de PopD) // surface district
DensPopF	Densité de population (sur base de PopF) // surface district
EcoRegMaj	écorégion majoritaire du district
ExplAgrProp	Proportion des exploitations agricoles qui ont pour activité principale l'agriculture
F05AltMoy	Altitude moyenne des forêts (FS ou FH)
F05ApProp	Proportion de surface de forêt (FS ou FH selon le data.frame) sous aire protégée
F05ApSurf	Surface de forêt (FS ou FH) sous aire protégée
F05DistRoute	Indice de proximité des forêts (FH ou FS selon région) aux routes principales, pistes et chemins de fer (jusque 10km), pondéré par la surface de forêt
F05DistVille	Indice de proximité des forêts (FH ou FS selon région) aux villes (jusque 100km), avec poids 2 pour OSM City et poids 1 pour OSM town, pondéré par la surface de forêt
F05PenteMoy	Pente moyenne des forêts (FS ou FH)
Fertilmean	Contrainte de fertilité moyenne dans le district [1;7]
FireFH	Somme pondérée des feux actifs entre 2005-2013 (inversement pondéré par la distance à la forêt humide)
FireFS	Somme pondérée des feux actifs entre 2005-2013 (inversement pondéré par la

distance à la forêt sèche)

FragF05	FragF05
MenageAgiNbr	Nb de ménages agricoles (T.PO.05)
MenageTaille	Taille moyenne du ménage (T.PO.05)
MineArti	Nombre de commune du district avec des mines artisanales
MineIndu	Nombre de commune du district avec des mines industrielles
NbrCamion	Nb de camions (T.ME.04)
NbrCamtt	Nb de camionnettes (T.ME.04)
NbrCharr	Nb de charrettes (T.ME.04)
NbrCharrTract	Nb de charrues tractées (T.ME.04)
NbrDecort	Nb de décortiqueurs (T.ME.04)
NbrExpl	Nb d'exploitants agricoles total (T.EX.08)
NbrExplAbe	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage d'abeilles (T.CH.01)
NbrExplAgr	Nb d'exploitants agricoles ayant comme activité principale l'agriculture (T.EX.12)
NbrExplBov	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de bovins (T.CH.01)
NbrExplCap	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de caprins (T.CH.01)
NbrExplLap	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de lapins (T.CH.01)
NbrExplOvi	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage d'ovins (T.CH.01)
NbrExplPoi	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de poissons (T.CH.01)
NbrExplPor	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de porcins (T.CH.01)
NbrExplSyl1	Nb d'exploitants agricoles ayant comme activité principale la sylviculture (T.EX.12)
NbrExplSyl2	Nb d'exploitants agricoles ayant comme activité secondaire la sylviculture (T.EX.15)
NbrExplVol	Nb d'exploitations agricoles pratiquant l'élevage de volailles (T.CH.01)
NbrGenrat	Nb de générateurs électriques (T.ME.04)
NbrHoue	Nb de houes rotatives tractées (T.ME.04)
NbrMoiss	Nb de moissonneuses batteuses (T.ME.04)
NbrMoto	Nb de motocyclettes (T.ME.04)
NbrMotocult	Nb de motoculteurs (T.ME.04)
NbrParc	Nb de parcelles total (T.PA.01)
NbrParcBaib	Nb de parcelles en Baibocho (T.PA.13)
NbrParcBF	Nb de parcelles en Plaine/ Bas-fond (T.PA.13)
NbrParcColl	Nb de parcelles en Colline (T.PA.13)
NbrParcCult	Nb de parcelles cultivées total (T.PA.03)
NbrParcDist1	Nb de parcelles à moins de 100m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist2	Nb de parcelles entre 100 et 200m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist3	Nb de parcelles entre 200 et 500m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist4	Nb de parcelles entre 500 et 1000m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist5	Nb de parcelles entre 1000 et 2000m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist6	Nb de parcelles entre 2000 et 500m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcDist7	Nb de parcelles à plus de 5000m de la case du chef d'exploitation (T.PA.01)
NbrParcJach	Nb de parcelles en jachère (T.PA.02)
NbrParcLabAtt	Nb de parcelles cultivées avec labour attelé (T.PA.05)
NbrParcLabMan	Nb de parcelles cultivées avec labour manuel (T.PA.05)
NbrParcLabMot	Nb de parcelles cultivées avec labour motorisé (T.PA.05)
NbrParcLabSans	Nb de parcelles cultivées sans labour (T.PA.05)
NbrParcPhyto	Nb de parcelles cultivées avec produits phytosanitaires (T.PA.06)

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

NbrParcPlat	Nb de parcelles en Plateau (T.PA.13)
NbrParcSar2	Nb de parcelles avec sarclage manuel et mécanique (T.PA.10)
NbrParcSarChi	Nb de parcelles avec sarclage chimique (T.PA.10)
NbrParcSarMan	Nb de parcelles avec sarclage manuel (T.PA.10)
NbrParcSarMec	Nb de parcelles avec sarclage mécanique (T.PA.10)
NbrParcSarSans	Nb de parcelles sans sarclage (T.PA.10)
NbrParcSemAm	Nb de parcelles cultivées avec semences améliorées (T.PA.09)
NbrParcTerr	Nb de parcelles en Gradin / Terrasse (T.PA.13)
NbrParcVal	Nb de parcelles en Vallée/Tête de Vallée (T.PA.13)
NbrProvend	Nb de provenderies (T.ME.04)
NbrPulv	Nb de pulvérisateurs (T.ME.04)
NbrRemorq	Nb de remorques (T.ME.04)
NbrScie	Nb de scies électriques (T.ME.04)
NbrTract	Nb de tracteurs agricoles (T.ME.04)
ParcDist	Distance moyenne des parcelles à la case du chef d'exploitation (m)
PopD	Population (T.PO.05)
PopF	Population des fokontany agrégée par district
PressBov	Nombre de cheptel bovin par ha de forêt
PressPop	Nombre d'habitant (PopD) par ha de forêt
PressPopF	Nombre d'habitant (PopF) par ha de forêt
PropExpISyl1	Proportion d'exploitation agricole ayant pour activité principale la sylviculture
PropExpISyl2	Proportion d'exploitation agricole ayant pour activité secondaire la sylviculture
PropF05Alt1200	Proportion de forêt à une altitude de plus de 1200m
PropF05Alt1600	Proportion de forêt à une altitude de plus de 1600m
PropF05Alt400	Proportion de forêt à une altitude de plus de 400m
PropF05Alt800	Proportion de forêt à une altitude de plus de 800m
PropF05Pente10	Proportion de forêt sur pente supérieure à 10deg
PropF05Pente15	Proportion de forêt sur pente supérieure à 15deg
PropF05Pente20	Proportion de forêt sur pente supérieure à 20deg
PropF05Pente5	Proportion de forêt sur pente supérieure à 5deg
PropParcBF	Proportion de parcelles sur les bas-fonds
PropParcDist1	Proportion de parcelles à moins de 100m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist2	Proportion de parcelles entre 100 et 200m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist3	Proportion de parcelles entre 200 et 500m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist4	Proportion de parcelles entre 500 et 1000m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist5	Proportion de parcelles entre 1000 et 2000m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist6	Proportion de parcelles entre 2000 et 500m de la case du chef d'exploitation
PropParcDist7	Proportion de parcelles à plus de 5000m de la case du chef d'exploitation
PropParcLabAtt	Proportion de parcelles cultivées avec labour attelé
PropParcLabMan	Proportion de parcelles cultivées avec labour manuel
PropParcLabMot	Proportion de parcelles cultivées avec labour motorisé
PropParcLabsans	Proportion de parcelles cultivées sans labour
PropParcPhyto	Proportion de parcelles cultivées avec produit phyto
PropParcSarMC	Proportion de parcelles cultivées avec sarclage mécanique ou chimique
PropParcSarSans	Proportion de parcelles cultivées sans sarclage
PropParcSemAm	Proportion de parcelles cultivées avec semences améliorées

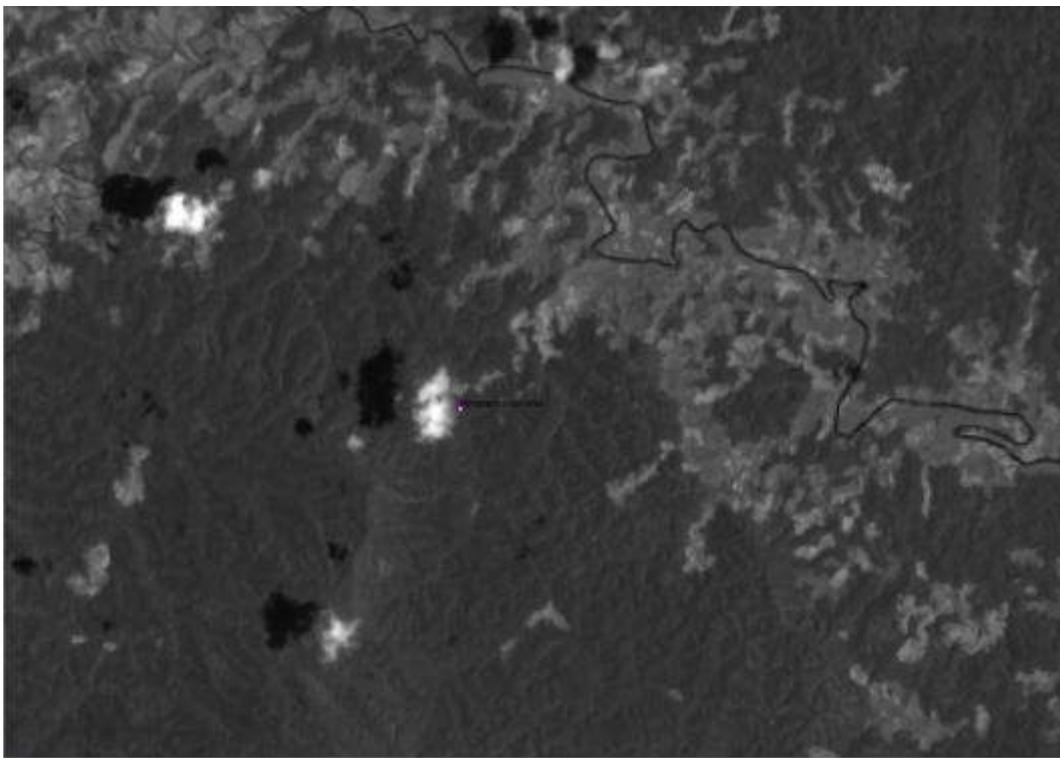
PropRenteFH	Proportion cultivée en cultures de rente en FH : Riz, haricot, canne à sucre, banane, vanille, girofle, café, arachide
PropRenteFS	Proportion cultivée en cultures de rente en FS : Arachide, riz, maïs, manioc, lentille, pois de cap, patate douce, canne à sucre, coton...
PropSurfBF	Proportion de surface exploitée sur les bas-fonds
PropSurfBFV	Proportion de surface exploitée sur les bas-fonds ou vallées
PropSurfEngrSans	Proportion de surface exploitée sans engrais
PropSurfJach	Proportion de surface des exploitations en jachère
PropSurfTitr	Proportion de surface exploitée en propriété avec Titre
PropVivrFH	Proportion cultivée en cultures vivrières en FH : Riz, manioc, maïs, haricot, banane, arachide et canne à sucre, patate douce
PropVivrFS	Proportion cultivée en cultures vivrières en FS : Riz, maïs, manioc, lentille, patate douce, arachide, haricot
RouteDens	Densité de route principales, pistes et chemins de fer
SurfAgricMoy	Surface moyenne des exploitations = somme des surfaces agricoles pondérée par la population agricole
SurfArac	Surface cultivée en arachide en ha (T.SU.28)
SurfCaca	Surface cultivée en cacao en ha (T.SU.29)
SurfCafe	Surface cultivée en café en ha (T.SU.29)
SurfCann	Surface cultivée en canne à sucre en ha (T.SU.28)
SurfCoto	Surface cultivée en coton en ha (T.SU.28)
SurfCult	Surface cultivée en ha (T.SU.04)
SurfCultBaib	Surface exploitée en Baiboho en ha (T.SU.07)
SurfCultBF	Surface exploitée en Plaine / Bas-fond en ha (T.SU.07)
SurfCultColl	Surface exploitée en Colline en ha (T.SU.07)
SurfCultPlat	Surface exploitée en Plateau en ha (T.SU.07)
SurfCultPure	Surface de cultures pures en ha (T.SU.04)
SurfCultTerr	Surface exploitée en Gradin/ Terrasse en ha (T.SU.07)
SurfCultVal	Surface exploitée en Vallée en ha (T.SU.07)
SurfEngrMin	Surface cultivée avec engrais minéral en ha (T.SU.06)
SurfEngrMix	Surface cultivée avec engrais mixte en ha (T.SU.06)
SurfEngrOrg	Surface cultivée avec engrais organique en ha (T.SU.06)
SurfEngrSans	Surface cultivée sans engrais en ha (T.SU.06)
SurfExpl	Surface des exploitations agricoles en ha (T.SU.01)
SurfGiro	Surface cultivée en girofle en ha (T.SU.29)
SurfHari	Surface cultivée en haricot en ha (T.SU.27)
SurfIgna	Surface cultivée en igname en ha (T.SU.26)
SurfJach	Surface en jachère en ha (T.SU.04)
SurfLegu	Surface cultivée en autres légumineuses en ha (T.SU.27)
SurfMais	Surface cultivée en maïs en ha (T.SU.25)
SurfMani	Surface cultivée en manioc en ha (T.SU.26)
SurfMoyExpl	Surface moyenne des exploitations agricoles en ha (T.SU.02)
SurfPata	Surface cultivée en patate en ha (T.SU.26)
SurfPdt	Surface cultivée en pomme de terre en ha (T.SU.26)
SurfPois	Surface cultivée en pois de cap en ha (T.SU.27)
SurfPoiv	Surface cultivée en poivre en ha (T.SU.29)
SurfPropTitr	Surface exploitée en propriété avec titre en ha (T.SU.05)

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

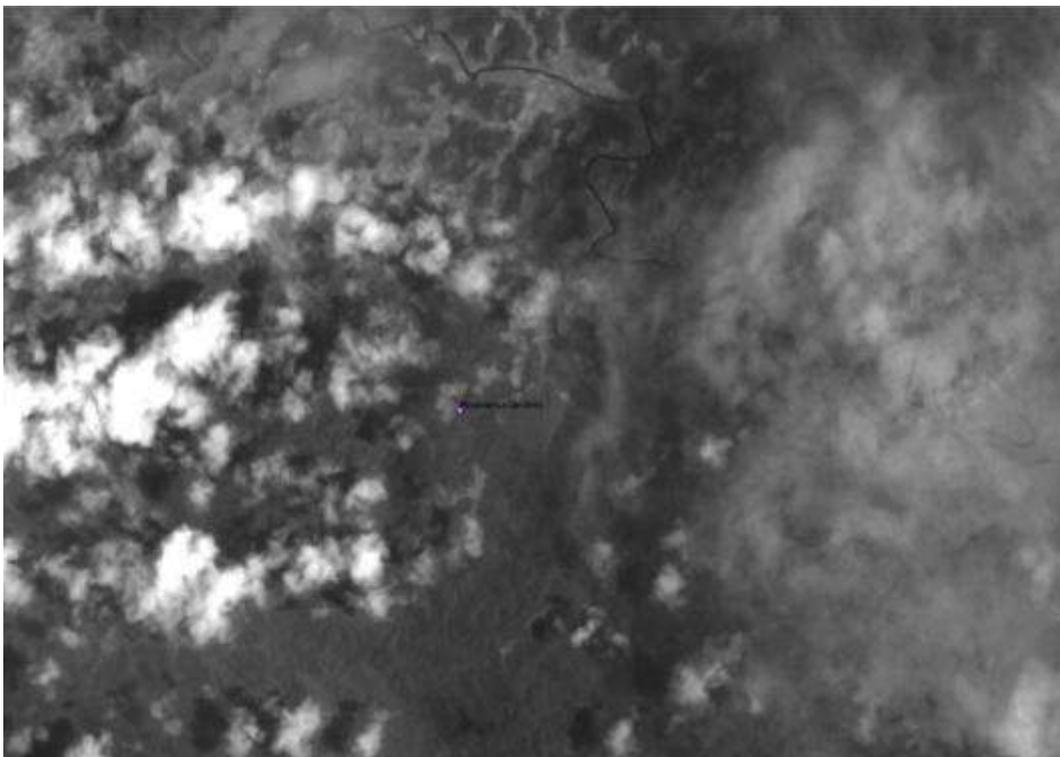
SurfRenteFH	Surface cultivée en cultures de rente en FH : Riz, haricot, canne à sucre, banane, vanille, girofle, café, arachide
SurfRenteFS	Surface cultivée en cultures de rente en FS : Arachide, riz, maïs, manioc, lentille, pois de cap, patate douce, canne à sucre, coton...
SurfRiz	Surface cultivée en riz en ha (T.SU.08)
SurfRizBaib	Surface rizicole développée en Baiboho en ha (T.SU.16)
SurfRizBF	Surface rizicole développée en Plaine / Bas-fond en ha (T.SU.16)
SurfRizColl	Surface rizicole développée en Colline en ha (T.SU.16)
SurfRizDevTane	Surface rizicole développée sur tanety (T.SU.14)
SurfRizDevTavy	Surface rizicole développée sur tavy (T.SU.14)
SurfRizJeby	Surface rizicole développée irriguée cultivée en jeby (T.SU.24)
SurfRizPlat	Surface rizicole développée en Plateau en ha (T.SU.16)
SurfRizTerr	Surface rizicole développée en Gradin/ Terrasse en ha (T.SU.16)
SurfRizVal	Surface rizicole développée en Vallée en ha (T.SU.16)
SurfSaon	Surface cultivée en saonjo en ha (T.SU.26)
SurfSoja	Surface cultivée en soja en ha (T.SU.28)
SurfTaba	Surface cultivée en tabac en ha (T.SU.28)
SurfVani	Surface cultivée en vanille en ha (T.SU.29)
SurfVivrFH	Surface cultivée en cultures vivrières en FH : Riz, manioc, maïs, haricot, banane, arachide et canne à sucre, patate douce
SurfVivrFS	Surface cultivée en cultures vivrières en FS : Riz, maïs, manioc, lentille, patate douce, arachide, haricot
SurfVoan	Surface cultivée en voanjobory en ha (T.SU.27)
WetProp	Proportion de surface en wetland (d'après la carte VEGETATION) dans le district
WetSurf	Surface wetland d'après la carte VEGETATION

## **Annexe 2 – Images exploitées pour l'évaluation de l'impact des mines artisanales dans le Corridor Ankeniheny-Zahamena**

**Moramanga carrières : Image Landsat du 18 décembre 1998 (avant découverte du gisement)**



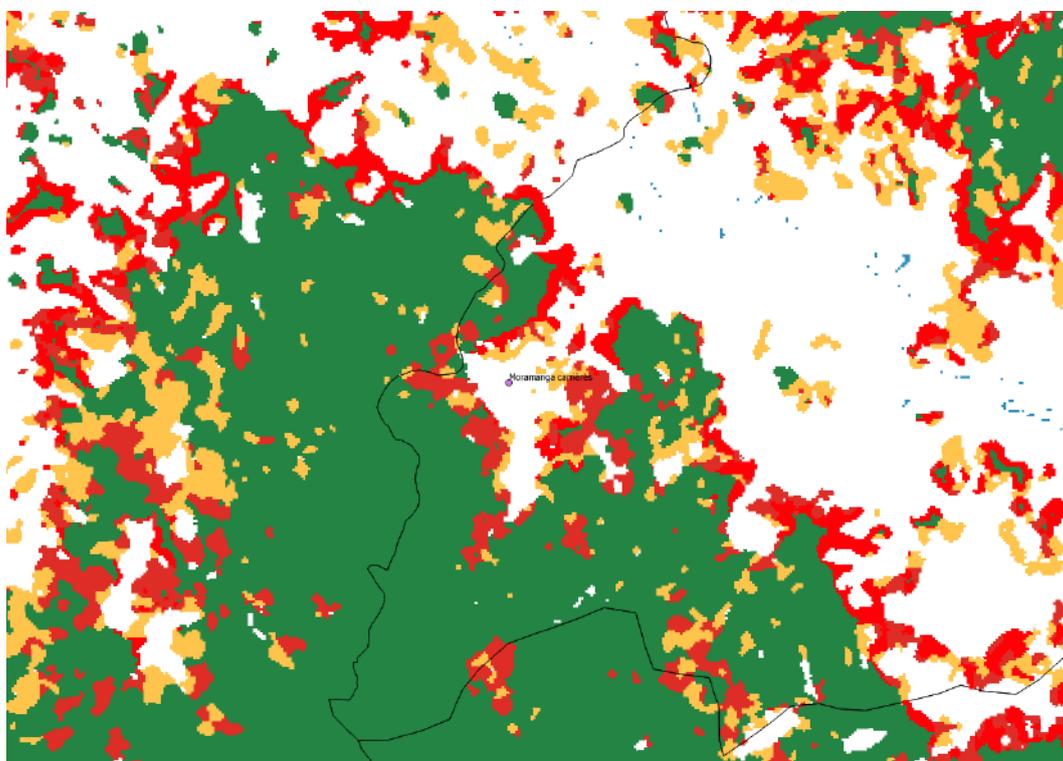
**Moramanga carrières : image Landsat du 08 janvier 2001 (après découverte du gisement)**



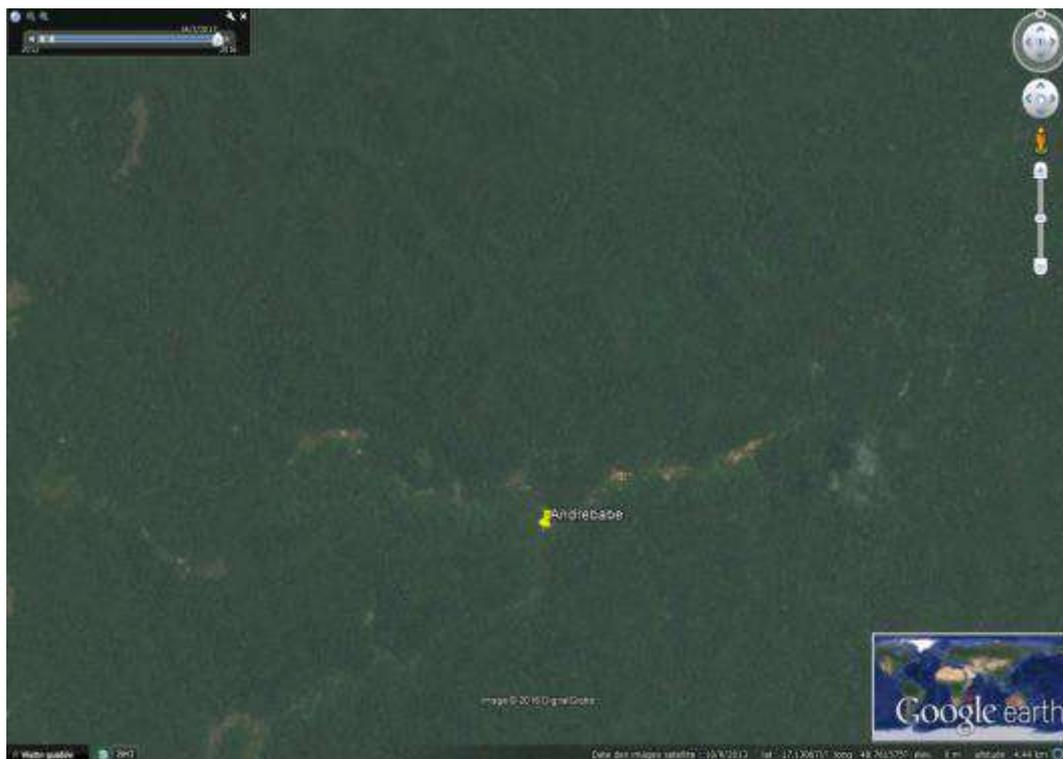
**Moramanga carrières : Images CNES/Spot Images et Digital globe de 2013 (après découverte du gisement)**



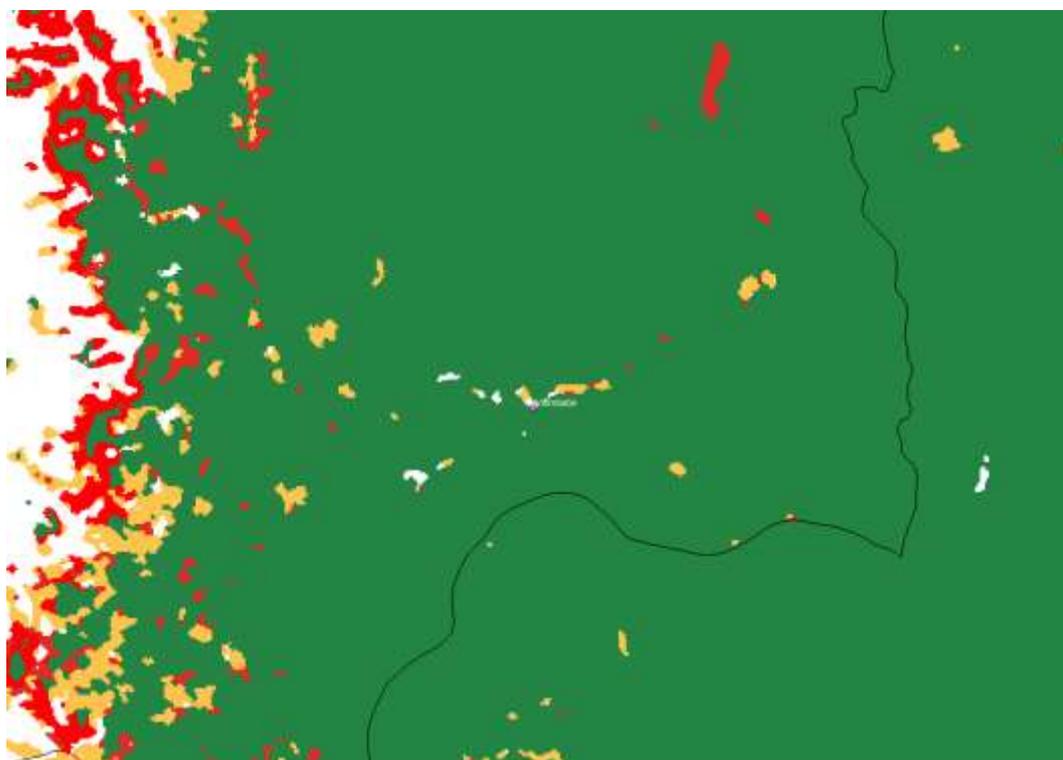
**Moramanga carrières : déforestation 2005-2010 (en orange) et 2010-2013 (en rouge) d'après le PERR-FH**



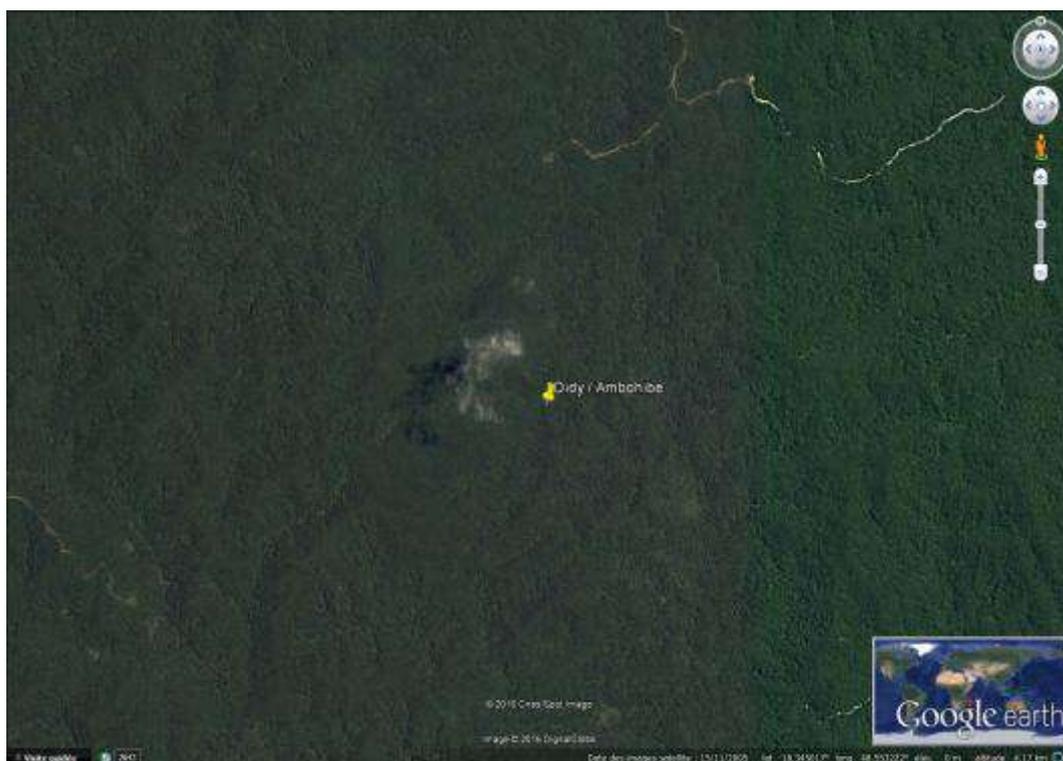
**Andrebabe : Images Digital Globe du 10 septembre 2013 (après découverte du gisement)**



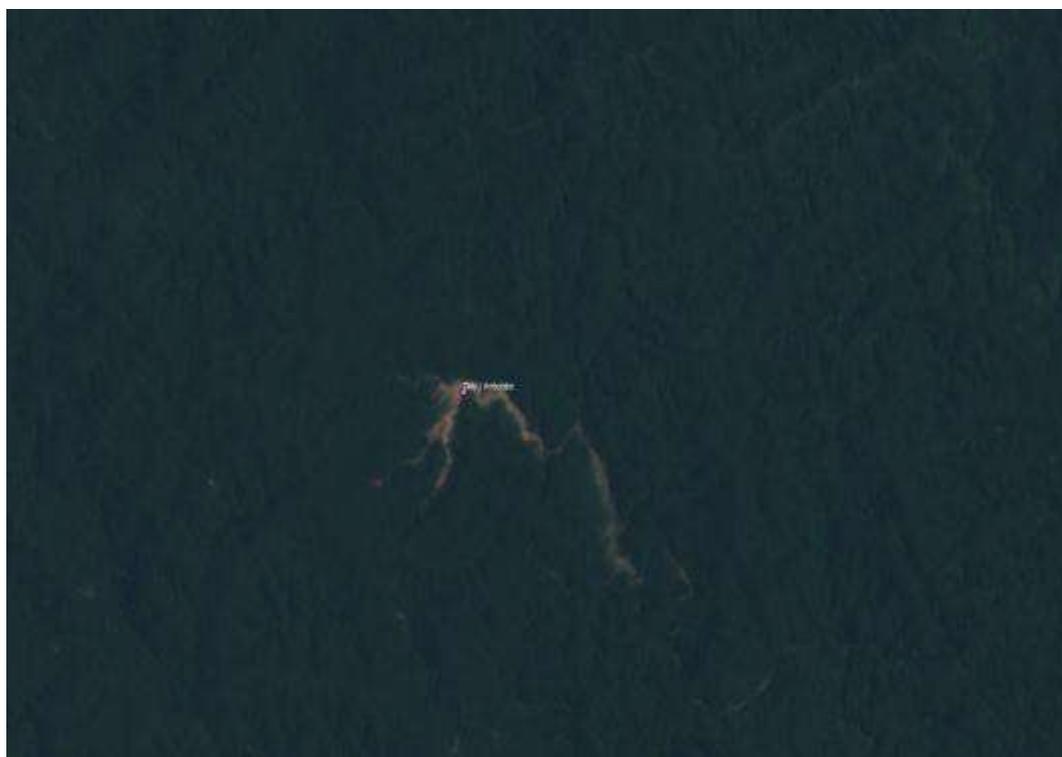
**Andrebabe : déforestation 2005-2010 (en orange) et 2010-2013 (en rouge) d'après le PERR-FH**



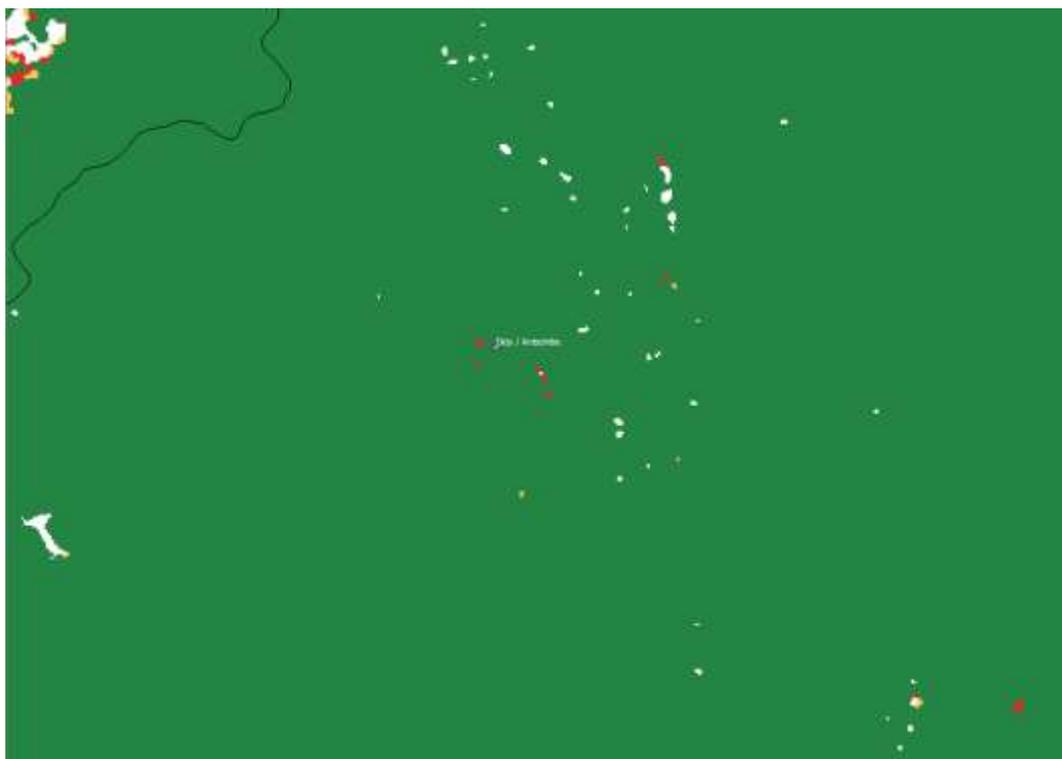
**Didy / Ambihobe : Images CNES/Spot Images et Digital globe du 15 novembre 2005 (avant découverte du gisement)**



**Didy / Ambihobe : Image Sentinel du 20 février 2017 (après découverte du gisement)**



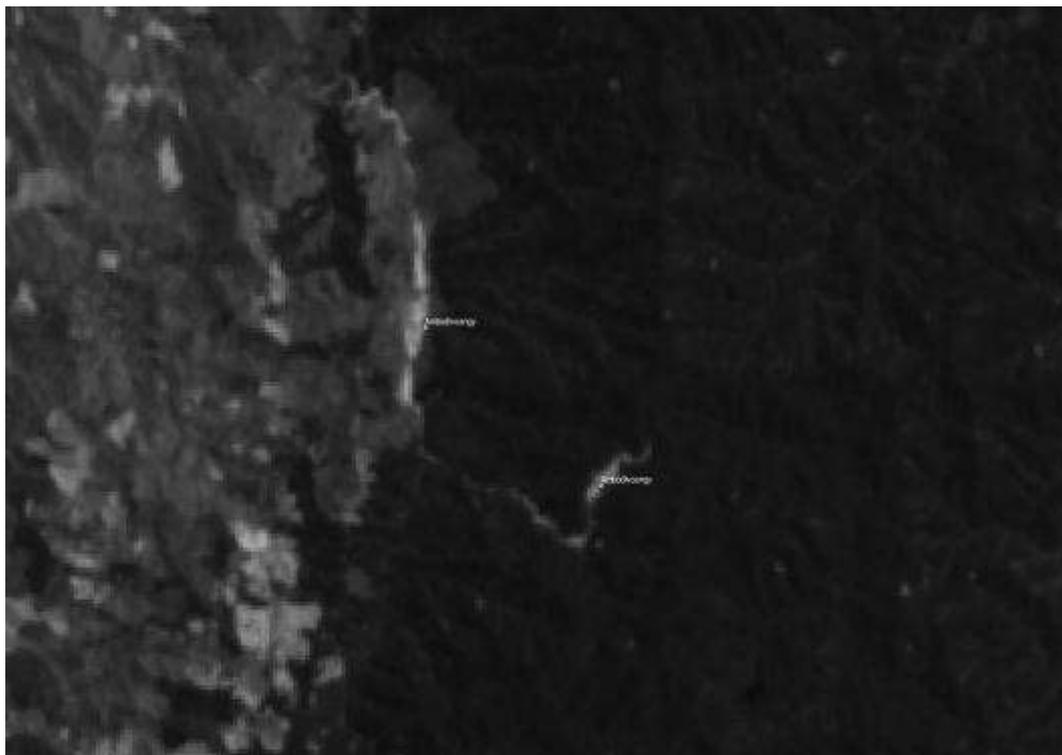
**Didy / Ambihobe : déforestation 2005-2010 (en orange) et 2010-2013 (en rouge) d'après le PERR-FH**



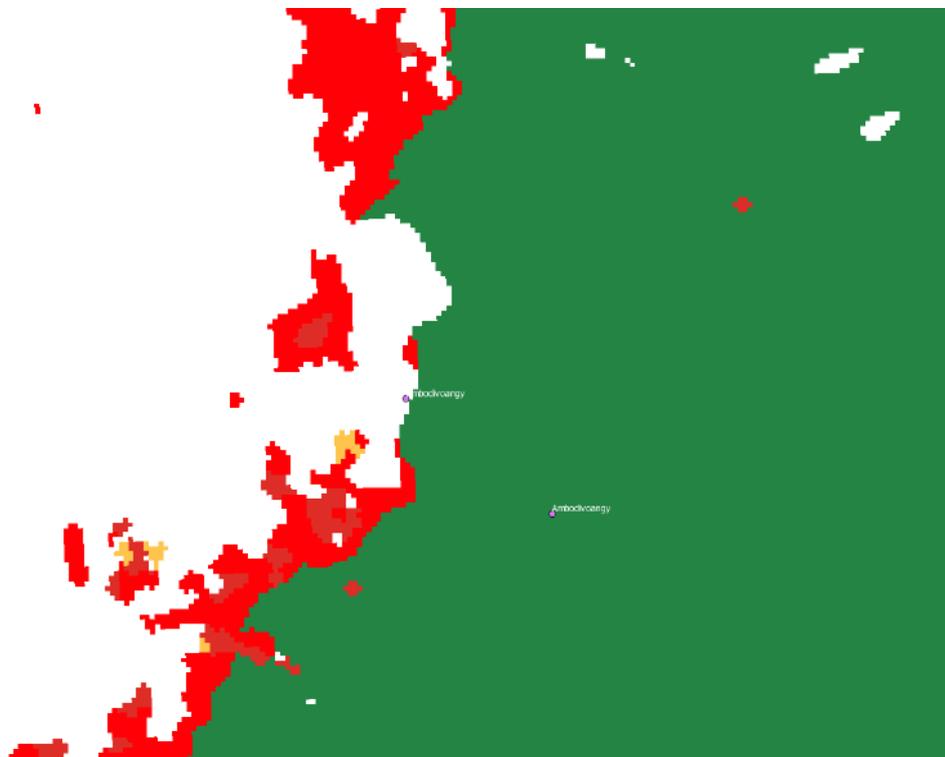
**Ambodivoangy : Image CNES/Astrium du 16 mai 2014 (avant découverte du gisement)**



**Ambodivoangy : Image Sentinel du 03 octobre 2016 (après découverte du gisement)**



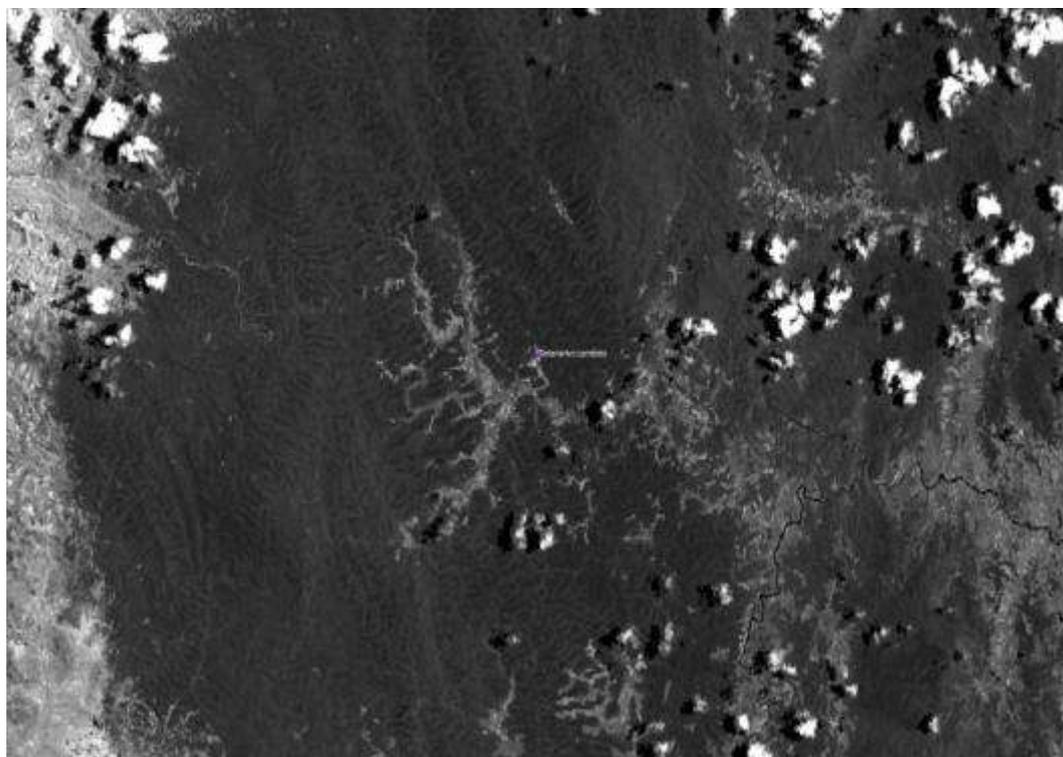
**Ambodivoangy : déforestation 2005-2010 (en orange) et 2010-2013 (en rouge) d'après le PERR-FH**



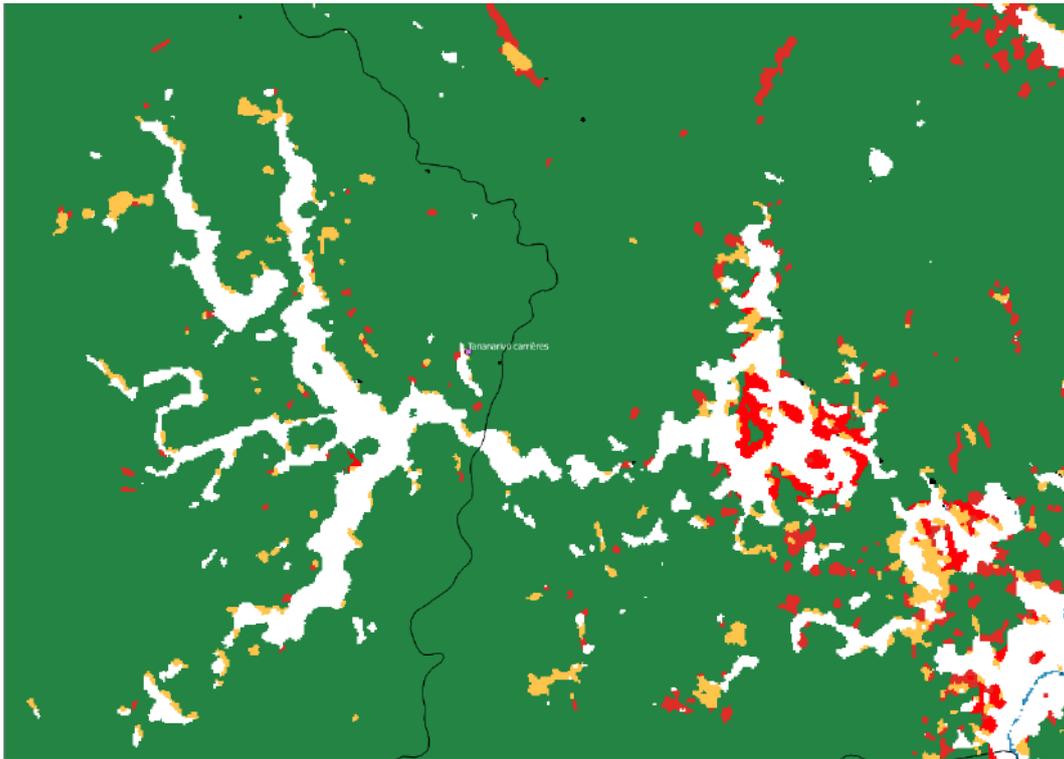
**Tananarivo carrières : images CNES/Astrium et Digital Globe de 2016, 2015 et 2005 (avant découverte du gisement)**



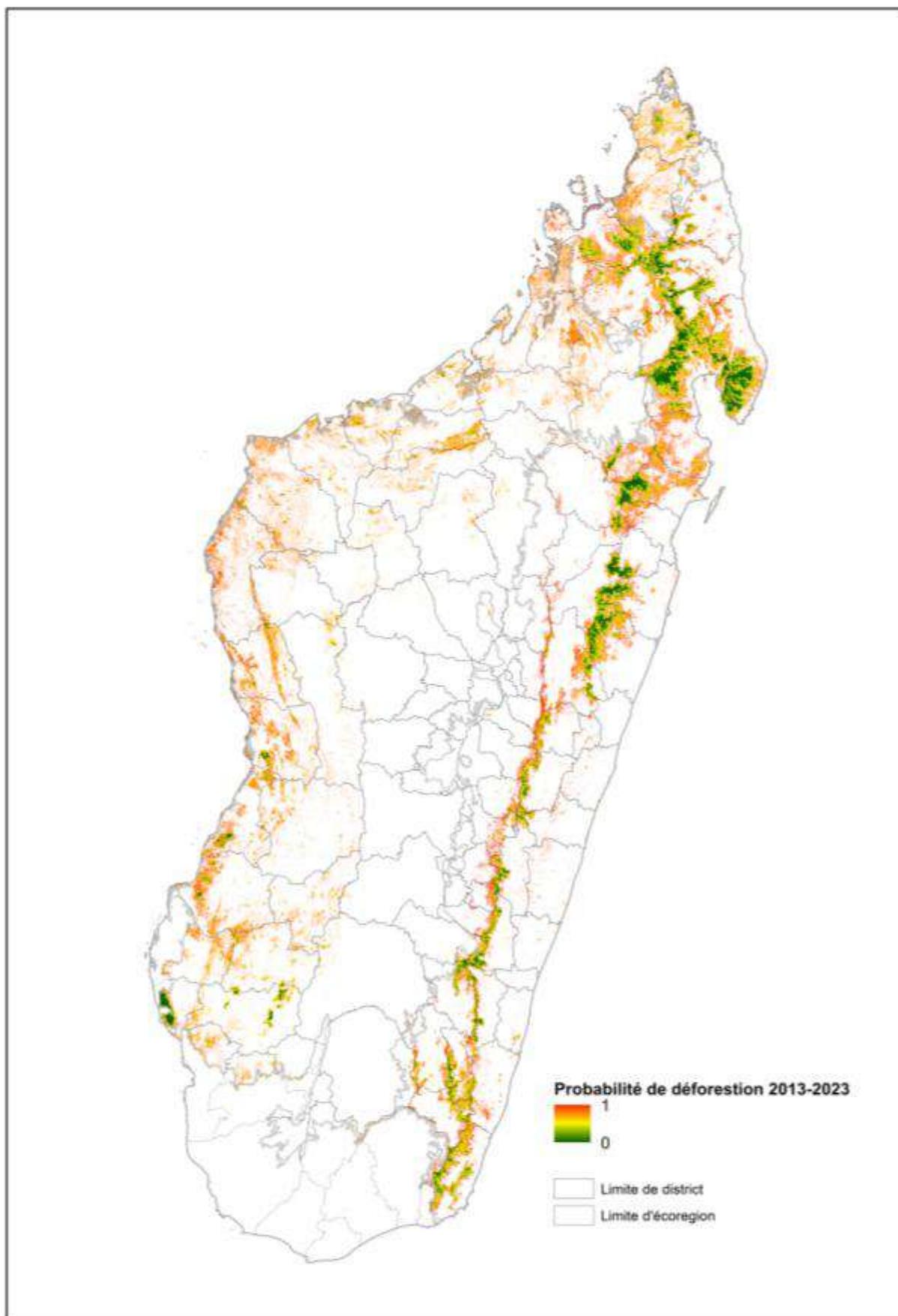
**Tananarivo carrières : Image Sentinel du 02 novembre 2016 (après découverte du gisement)**



**Tananarivo carrières : déforestation 2005-2010 (en orange) et 2010-2013 (en rouge) d'après le PERR-FH**



### **Annexe 3 – Carte de probabilité de déforestation en 2013**



## **Annexe 4 – Carte de déforestation 2013-2028**



## Annexe 5 – Résultats des projections par district

**NB : ces résultats ne concernent que les forêts sèches et humides des districts.**

Région	Code district	District	Déforestation (ha)		Emissions (tCO <sub>2e</sub> )	
			2013-2018	2018-2028	2013-2018	2018-2028
Analamanga	101	Antananarivo Renivohitra	0	0	0	0
	102	Antananarivo Avaradrano	49	0	14 583	0
	103	Ambohidratrimo	52	0	12 879	0
	104	Ankazobe	23	693	7 413	194 117
	106	Manjakandriana	5 019	2 659	1 839 561	1 346 685
	107	Anjozorobe	617	5 822	296 540	2 504 435
	115	Andramasina	4 193	2 004	1 267 353	605 508
	117	Antananarivo Atsimondrano	18	0	4 770	0
Vakinankaratra	108	Antsirabe I	0	0	0	0
	109	Betafo	11	6	3 028	1 732
	110	Ambatolampy	490	1 994	137 720	569 365
	114	Antanifotsy	153	2 963	53 476	886 097
	116	Faratsiho	68	23	21 430	7 439
	118	Antsirabe II	38	3	11 742	1 113
	120	Mandoto	34	36	5 736	5 775
Itasy	105	Arivonimamo	0	3	0	959
	112	Miarinarivo	0	0	0	0
	113	Soavinandriana	5	7	776	1 026
Bongolava	111	Tsiroanomandidy	20	400	3 767	83 536
	119	Fenoarivobe	0	513	109	142 121
Haute Matsiatra	201	Fianarantsoa I	273	0	97 269	0
	205	Ambalavao	1 630	637	662 595	268 915
	208	Ambohimahaso	8 745	2 507	2 811 777	782 224
	219	Ikalamavony	211	223	43 948	37 277
	220	Lalangina	6 378	3 245	2 294 587	1 226 477
	224	Vohibato	5 949	756	2 191 844	303 193
	225	Isandra	435	0	140 830	95
Amaron I Mania	202	Ambatofinandrahana	131	134	22 877	23 403
	203	Ambositra	5 785	12 161	2 007 673	3 900 524
	204	Fandriana	2 889	4 132	848 746	1 274 182
	223	Manandriana	20	22	6 102	6 428
Vatovavy Fitovinany	206	Ifanadiana	7 656	6 545	3 745 009	3 369 898
	207	Nosy-Varika	43	6 643	23 374	3 970 502
	209	Mananjary	3 106	5 739	1 823 543	3 466 776
	210	Manakara Atsimo	601	1 219	362 037	666 683
	211	Ikongo	2 504	2 989	1 368 996	1 586 728
	212	Vohipeno	25	114	13 574	55 602

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

Ihorombe	216	Ihosy	709	1 620	81 105	191 915
	218	Ivohibe	2 175	6 951	1 011 438	3 219 768
	221	Iakora	2	248	251	89 943
Atsimo Atsinanana	213	Farafangana	2	446	826	222 533
	214	Vangaindrano	738	7 664	430 619	4 210 990
	215	Midongy-Atsimo	0	804	0	393 888
	217	Vondrozo	154	837	80 465	436 202
	222	Befotaka	501	10 402	210 108	4 370 033
Atsinanana	301	Toamasina I	9	0	3 560	0
	306	Brickaville	8 872	7 927	4 430 165	4 014 347
	307	Vatomandry	38	590	22 250	327 654
	308	Mahanoro	0	3 902	0	2 233 325
	309	Marolambo	804	6 858	411 411	3 396 955
	310	Toamasina II	10 771	4 391	5 879 645	2 366 242
	311	Antanambao Manampontsy	145	4 325	89 638	2 767 785
Analanjirofo	302	Sainte Marie	0	7	0	3 042
	303	Maroantsetra	0	1	0	450
	304	Mananara-Avaratra	0	333	0	205 447
	305	Fenerive Est	528	17 027	281 226	11 316 805
	315	Vavatenina	2 675	3 089	1 744 162	1 957 894
	318	Soanierana Ivongo	0	7 206	0	4 313 748
Alaotra Mangoro	312	Amparafaravola	56	9 936	36 266	4 899 207
	313	Ambatondrazaka	1 571	13 070	768 944	5 281 832
	314	Moramanga	13 024	22 209	6 105 374	11 053 188
	316	Andilamena	5	2 462	1 192	1 101 901
	317	Anosibe-An'ala	5 254	7 996	2 611 436	3 794 199
Boeny	401	Mahajanga I	91	45	15 774	6 709
	403	Soalala	7 452	19 120	1 283 361	3 473 040
	405	Ambato Boeni	4 973	11 784	810 699	2 238 817
	406	Marovoay	4 388	23 884	574 437	4 113 550
	407	Mitsinjo	3 816	30 734	566 157	5 570 152
	415	Mahajanga II	4 290	10 115	576 543	1 400 509
Sofia	409	Port-Berge	6 320	8 774	1 049 984	1 589 988
	410	Mandritsara	472	1 332	109 061	347 845
	411	Analalava	15 292	24 202	3 241 201	5 470 523
	412	Befandriana Nord	2 041	5 211	678 527	1 769 547
	413	Antsohihy	16 072	15 779	3 855 096	3 718 982
	414	Bealanana	5	54	1 893	18 688
	423	Mampikony	1 973	1 845	338 943	380 325
Betsiboka	404	Maevatanana	1 401	1 878	273 475	409 316
	408	Tsaratanana	137	1 075	29 233	383 313
	416	Kandreho	1 031	3 072	214 759	744 083
Melaky	402	Besalampy	24 107	31 369	4 305 100	5 827 856

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 : Rapport d'analyse

	417	Ambatomainity	137	646	29 658	160 884
	420	Antsalova	22 110	38 369	5 347 118	9 792 717
	421	Maintirano	42 792	34 772	10 403 745	8 051 278
	422	Morafenobe	4 116	7 391	1 048 034	2 035 807
Atsimo Andrefana	501	Toliary I	0	0	0	0
	503	Beroroha	6 722	12 053	791 537	1 440 852
	504	Morombe	6 605	16 969	648 960	1 688 308
	505	Ankazoabo	4 012	5 762	406 971	602 450
	506	Betioky Atsimo	1 530	5 771	102 677	423 666
	507	Ampanihy Ouest	353	230	17 717	13 165
	512	Sakaraha	2 620	7 039	219 357	764 365
	520	Toliara II	3 730	23 994	281 133	2 110 448
	521	Benenitra	199	272	16 243	22 786
Androy	513	Beloha	0	0	0	0
	514	Tsihombe	0	0	0	0
	516	Ambovombe-Androy	4	198	350	13 509
	518	Bekily	95	149	7 883	13 883
Anosy	515	Taolagnaro	14 759	10 614	5 299 251	4 440 138
	517	Betroka	32	124	3 414	28 743
	519	Amboasary-Atsimo	3 334	6 638	979 328	2 070 055
Menabe	502	Manja	25 720	29 939	2 616 601	3 042 028
	508	Morondava	21 225	28 471	2 399 433	3 713 936
	509	Mahabo	8 914	12 592	1 450 560	2 104 286
	510	Belo Sur Tsiribihina	30 098	28 661	6 666 484	6 145 592
	511	Miandrivazo	4 236	5 450	812 945	1 385 498
Diana	713	Antsiranana II	7 066	28 860	1 479 128	6 781 536
	715	Antsiranana I	84	72	11 465	11 204
	717	Ambilobe	11 148	29 463	2 862 163	8 382 115
	718	Nosy-Be	0	1 763	0	595 596
	719	Ambanja	1 419	5 468	424 685	1 552 212
Sava	710	Antalaha	0	0	0	0
	711	Sambava	0	0	0	0
	712	Andapa	0	0	0	0
	716	Vohemar	2 115	11 636	400 778	4 080 302

## **Annexe 6 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « infrastructures »**

	1.1 Transport (routes, chemin de fer...)	1.2 Expansion des infrastructures urbaines, semi-urbaines et rurales, ainsi que les infrastructures de marché	1.3 Colonisation de l'espace (rural et urbain)	1.4 Service publique (réseau d'eau, électricité, assainissement, etc.)	1.5 Investissements privés (hydroélectricité, orpaillage, pétrole, etc.)
Impact sur la forêt (qualitatif)	Pas d'impact direct sur la forêt car peu de construction de routes. Par contre, accès facilité donc concentration de certaines activités du fait de ces routes -> impact indirect en termes de localisation de la DD.	Pas identifié comme un moteur	Pas identifié comme un moteur	Pas identifié comme un moteur	Mines artisanales : faible impact de dégradation et occurrence moyenne. Mines industrielles : faible impact de déforestation et occurrence rare.
Impact sur la déforestation	0	0	0	0	0
Impact sur la dégradation	0	0	0	0	+
<b>STRATEGIES</b>					
<b>Option 1 : Améliorer le cadre politique global du secteur forestier</b>					
Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable					
Estimer la production et les besoins					
Approvisionner durablement les marchés					
Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées					
Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur					
Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires					
Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes					
Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière					
Réorganiser l'appui des PTF					
Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé					
Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières					
Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs					
Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs					
Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs					
Favorisera la prise en compte des forêts lors de la planification des projets d'extension ou de création d'infrastructures					
<b>Option 2 : Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières</b>					
Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier					
Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement					
L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les conflits entre les infrastructures, l'agriculture et la forêt.					
Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières					
Déployer le système KoloAla					
Déléger la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable					
Sous-option 2.3 : Favoriser les reboisements et la restauration des ressources forestières dégradées					
Inciter fiscalement les privés à reboiser					
Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés)					
Lutter contre les feux de brousse					
Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout)					
Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux					
Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales)					
Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales)					
Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales)					
Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains					

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 :  
Rapport d'analyse

	1.1 Transport (routes, chemin de fer...)	1.2 Expansion des infrastructures urbaines, semi-urbaines et rurales, ainsi que les infrastructures de marché	1.3 Colonisation de l'espace (rural et urbain)	1.4 Service public (réseau d'eau, électricité, assainissement, etc.)	1.5 Investissements privés (hydroélectricité, orpaillage, pétrole, etc.)
<b>Option 3 : Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi</b>					
Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers					
Assurer l'indépendance du contrôle forestier					
Renforcer les moyens techniques et financiers du contrôle					
Renforcer les capacités de l'administration et de la justice					
Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle					
Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant des inventaires)					
<b>Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi</b>					
Informar la justice sur la législation forestière					
Lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)					
<b>Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs</b>					
Renforcer les capacités de tous les acteurs	Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie				
<b>Option 4 : Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières</b>					
<b>Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres</b>					
Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles					
Révision et actualisation des textes					
Généraliser les processus de zonage forestier, inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs	L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les conflits entre les infrastructures, l'agriculture et la forêt.				
<b>Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage</b>					
Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond)					
Financer la sédentarisation par la micro-finance					
Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré					
Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés)					
<b>Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières</b>					
Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières					Réduction des dégradations et déforestations dues aux mines
Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires					Compensation des dégradations et déforestations dues aux mines
Informar sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois					La stratégie mérite d'être clarifiée pour en évaluer l'impact : s'agit-il de conditionner les projets miniers au CLIP des riverains ?
<b>Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local</b>					
Développer les paiements pour services environnementaux					
Promouvoir l'écotourisme					
Diversifier la la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non					

## Annexe 7 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « agriculture »

	2.1 Cultures permanentes (grande échelle vs petites exploitations, subsistance vs commercial)	2.2 Cultures itinérantes	2.3 Elevage (petite et grande échelle)	2.4 Colonisation (incluant les projets de recolonisation et les migrations)
Impact sur la forêt (qualitatif)	Déforestation ou dégradation à l'installation de cultures en forêt. Fournit une alternative à la culture sur abattis-brûlis et peu protéger la forêt. Renforcement du stock de carbone dans le cas du giroflorier.	Un des moteur principaux de déforestation, que les cultures soient vendues ou consommées.	Pas d'impact direct (pâturage en forêt marginal), impact indirect de déforestation et dégradation quand les éleveurs déclenchent des feux en prairies (pas en forêt) pour régénérer les pâturages et que ces feux s'étendent aux forêts.	Pas identifié comme un moteur
Impact sur la déforestation	+ à -	+++	0	0
Impact sur la dégradation	+	+++	0	0
<b>STRATEGIES</b>				
<b>Option 1 : Améliorer le cadre politique global du secteur forestier</b>				
Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable				
Estimer la production et les besoins				
Approvisionner durablement les marchés				
Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées				
Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur				
Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires				
Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes				
Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière	Les défrichements pour la mise en culture pourraient être réduits.		Les pratiques de régénération par brûlis des pâturages proches des forêts pourraient être limitées.	
Réorganiser l'appui des PTF				
Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé				
Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières	Ces stratégies ont eu des impacts positifs ou négatifs, dépendants des acteurs responsables de la gestion			
Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs				
Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs				
Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs	En tant que principal secteur responsable de la DD, l'intégration de la REDD+ dans les stratégies du secteur agricole est indispensable au succès de la REDD+			
<b>Option 2 : Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières</b>				
Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier				
Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement	L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les conflits entre les infrastructures, l'agriculture et la forêt.			
Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières				
Déployer le système KoloAla				
Déléguer la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable				
Sous-option 2.3 : Favoriser les reboisements et la restauration des ressources forestières dégradées				
Inciter fiscalement les privés à reboiser				
Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés)				
Lutter contre les feux de brousse				
Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout)				
Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux				
Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales)				
Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales)				
Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales)				
Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains				

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 :  
Rapport d'analyse

	2.1 Cultures permanentes (grande échelle vs petites exploitations, subsistance vs commercial)	2.2 Cultures itinérantes	2.3 Elevage (petite et grande échelle)	2.4 Colonisation (incluant les projets de recolonisation et les migrations)
<b>Option 3 : Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi</b>				
<b>Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers</b>				
Assurer l'indépendance du contrôle forestier				
Renforcer les moyens techniques et financiers du contrôle				
Renforcer les capacités de l'administration et de la justice				
Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle				
Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant des inventaires)				
<b>Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi</b>				
Informar la justice sur la législation forestière				
Lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)				
<b>Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs</b>				
Renforcer les capacités de tous les acteurs	Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie			
<b>Option 4 : Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières</b>				
<b>Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres</b>				
Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles	Pourrait permettre de réduire les défrichements pour l'appropriation des terres, mais le manque de détail ne			
Révision et actualisation des textes				
Généraliser les processus de zonage forestier, inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs	L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les conflits entre les infrastructures, l'agriculture et la forêt.			
<b>Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage</b>				
Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond)	Réduction des besoins en terres.			
Financer la sédentarisation par la micro-finance				
Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré			Impact limité car l'effet direct de l'élevage est faible. L'effet pourrait être ressenti sur les feux de brousse.	
Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés)			Impact limité car l'effet direct de l'élevage est faible. L'effet pourrait être ressenti sur les feux de brousse.	
<b>Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières</b>				
Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières				
Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires				
Informar sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois				
<b>Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local</b>				
Développer les paiements pour services environnementaux	Les PSE pourraient inciter à conserver les ressources naturelles. L'impact sera important seulement si l'incitation dépasse l'incitation aux défrichements et prélèvements de bois. La stratégie nécessite de trouver des solutions			
Promouvoir l'écotourisme				
Diversifier la la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non				

## Annexe 8 – Liens entre OS du RPP et groupe de moteurs de DD « extraction de bois »

	3.1 Exploitation commerciale	3.2 Bois de feu	3.3. Bois de service	3.4 Charbon
Impact sur la forêt (qualitatif)	Peut être un moteur de dégradation dans certains cas, surtout en forêts sèches où l'accroissement compense difficilement les prélèvements importants.	Faible impact du fait des faibles volumes consommés, du fait qu'il s'agit essentiellement de bois mort et que toutes la demande n'est pas ciblée sur quelques essences.	Faible impact des prélèvements domestiques car les volumes consommés sont faibles. Les prélèvements peuvent ponctuellement entraîner la dégradation dans quelques zones des forêts sèches quand l'accroissement des forêts ne compense pas la demande en bois et que la demande est ciblée sur quelques essences.	Impact difficile à estimer du fait qu'on ne sait pas si les prélèvements sont faits en forêt, sur les défriches destinées à la culture, en savane, dans les haies, sur les vieux manguiers, etc. Pourrait entraîner ponctuellement la déforestation et surtout la dégradation, surtout en forêts sèches quand l'accroissement des forêts ne compense pas la demande en bois.
Impact sur la déforestation	0	0	+	+
Impact sur la dégradation	+	+	+	++
<b>STRATEGIES</b>				
<b>Option 1 : Améliorer le cadre politique global du secteur forestier</b>				
Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable				
Estimer la production et les besoins	Permet d'identifier l'intensité du déficit et les zones dans lesquelles il s'applique -> permet de concevoir les actions correctives			
Approvisionner durablement les marchés	Peut réorienter la demande vers des sources de production durable, à condition que l'achat de ces produits soit intéressant comparativement à l'achat de produits non durables			
Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées	Permettra de mieux répartir l'offre et d'éviter que certaines zones soient dégradées			
Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur				
Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires				
Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes				
Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière	Permet de réduire les abus, si les solutions permettant de répondre à la demande accompagnent la mesure			
Réorganiser l'appui des PTF				
Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé				
Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières	Ces stratégies ont eu des impacts positifs ou négatifs, dépendants des acteurs responsables de la gestion communautaire.			
Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs				
Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs				
Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs		L'intégration de la REDD+ dans les stratégies énergétiques devraient favoriser les actions concernant la promotion des reboisements à vocation énergétiques et l'identification de sources d'énergies alternatives dans les zones où la ressources forestière est fortement déficitaire.		L'intégration de la REDD+ dans les stratégies énergétiques devraient favoriser les actions concernant l'amélioration de l'efficacité énergétique (carbonisation améliorée, foyers améliorées), la promotion des reboisements à vocation énergétiques et l'identification de sources d'énergies alternatives dans les zones où la ressources forestière est fortement déficitaire.
<b>Option 2 : Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières</b>				
Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier				
Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement				
Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières				
Déployer le système KoloAla	Peut réorienter la demande vers des sources de production durable, à condition que l'achat de ces produits soit intéressant comparativement à l'achat de produits non durables	Peut concentrer la pression de collecte sur certaines zones		
Déléguer la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable				
Sous-option 2.3 : Favoriser les reboisements et la restauration des ressources forestières dégradées				
Inciter fiscalement les privés à reboiser	L'augmentation de l'offre de bois ne peut que réduire les impacts des prélèvements			
Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés)				
Lutter contre les feux de brousse				
Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout)	Stratégie nécessaire mais peu détaillée, il est difficile d'en évaluer l'impact			
Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux				
Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales)	Limitation des pertes et réduction des prélèvements nécessaires			
Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales)	Limitation des pertes et réduction des prélèvements nécessaires			
Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales)				Réduction des quantités de bois nécessaires à la production de charbon
Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains				Réduction des besoins en charbon et donc des prélèvements et de la dégradation forestière

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 :  
Rapport d'analyse

	3.1 Exploitation commerciale	3.2 Bois de feu	3.3. Bois de service	3.4 Charbon
<b>Option 3 : Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi</b>				
Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers				
Assurer l'indépendance du contrôle forestier				
Renforcer les moyens techniques et financiers du contrôle				
Renforcer les capacités de l'administration et de la justice				
Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle				
Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant des inventaires)	Devrait limiter la commercialisation de bois issue d'exploitation non durable			
Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi				
Informez la justice sur la législation forestière				
Lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)				
Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs				
Renforcer les capacités de tous les acteurs	Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie			
<b>Option 4 : Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières</b>				
Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres				
Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles				
Révision et actualisation des textes				
Généraliser les processus de zonage forestier, inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs				
Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage				
Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond)				
Financer la sédentarisation par la micro-finance				
Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré				
Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés)				
Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières				
Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières				
Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires				
Informez sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois				
Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local				
Développer les paiements pour services environnementaux	Les PSE pourraient inciter à conserver les ressources naturelles. L'impact sera important seulement si l'incitation dépasse l'incitation aux défrichements et prélèvements de bois. La stratégie nécessite de trouver des solutions de financement pérennes de ces PSE ainsi que des alternatives pour répondre aux besoins en produits agricoles et forestiers, sachant qu'à l'heure actuelle le recours au marché semble difficile, du fait de la faible accessibilité des zones et du faible développement de la commercialisation des produits agricoles et forestiers			
Promouvoir l'écotourisme				
Diversifier la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non				

## Annexe 9 – Liens entre OS du RPP et moteurs de DD « feux et élevage »

	2.3 Elevage (petite et grande échelle)	9.2 Moteurs biophysiques (maladies, incendies, ravageurs, inondations, etc.)
Impact sur la forêt (qualitatif)	Pas d'impact direct (pâturage en forêt marginal), impact indirect de déforestation et dégradation quand les éleveurs déclenchent des feux en prairies (pas en forêt) pour régénérer les pâturages et que ces feux s'étendent aux forêts.	Feux de brousse identifiés comme moteurs majeurs de déforestation et de dégradation.
Impact sur la déforestation	0	+++
Impact sur la dégradation	0	+++
<b>STRATEGIES</b>		
<b>Option 1 : Améliorer le cadre politique global du secteur forestier</b>		
<b>Sous-option 1.1 : Harmoniser les stratégies de protection et de production durable</b>		
Estimer la production et les besoins		
Approvisionner durablement les marchés		
Mobiliser les forêts naturelles, les reboisements et les forêts restaurées		
<b>Sous-option 1.2 : Compléter et améliorer le cadre légal et institutionnel du secteur</b>		
Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires		
Focaliser l'administration forestière sur les fonctions régaliennes		
Renforcer l'indépendance et l'efficacité du suivi/contrôle des interventions des acteurs locaux par l'administration forestière	Les pratiques de régénération par brûlis des pâturages proches des forêts pourraient être limitées.	
Réorganiser l'appui des PTF		
<b>Sous-option 1.3 : Promouvoir l'intégration d'acteurs de la société civile et du secteur privé</b>		
Poursuivre le développement de la gestion communautaire des ressources forestières		
Définir le cadre légal de la délégation de gestion des AP à une grande diversité d'acteurs		
<b>Sous-option 1.4 : Faciliter l'intégration de la REDD+ dans d'autres secteurs</b>		
Promouvoir une intégration de la REDD+ au niveau des politiques et des documents stratégiques des différents secteurs		
<b>Option 2 : Créer des incitations à la gestion durable et l'utilisation efficace des ressources forestières</b>		
<b>Sous-option 2.1 : Harmoniser la planification au niveau du secteur forestier</b>		
Généraliser les processus de zonage forestier et inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement		L'inscription des zonages dans les plans de développement devraient permettre de réduire les risques d'incendies de forêt par régénération des pâturages.
<b>Sous-option 2.2 : Promouvoir la gestion durable des ressources forestières</b>		
Déployer le système KoloAla		
Déléger la gestion des forêts de protection et de production pour une gestion durable		
<b>Sous-option 2.3 : Favoriser les reboisements et la restauration des ressources forestières dégradées</b>		
Inciter fiscalement les privés à reboiser		
Restaurer des zones dégradées (surtout en AP pour la connectivité et la biodiversité et en zones KoloAla pour approvisionner les marchés)		
Lutter contre les feux de brousse		Stratégie nécessaire mais peu détaillée, il est difficile d'en évaluer l'impact
Renforcer la gestion durable des plantations (énergétiques surtout)		
<b>Sous-option 2.4 : Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des produits forestiers ligneux</b>		
Améliorer les techniques d'exploitation et de débardage (incluant incitations fiscales)		
Promouvoir la transformation en scierie ou les scieries mobiles pour les grosses grumes (incluant incitations fiscales)		
Améliorer la carbonisation (incluant incitations fiscales)		
Diffusion de foyers améliorés à charbon dans les centres urbains		
<b>Option 3 : Renforcer le contrôle forestier et l'application de la loi</b>		
<b>Sous-option 3.1 : Renforcer le suivi et le contrôle forestiers</b>		
Assurer l'indépendance du contrôle forestier		
Renforcer les moyens techniques et financiers du contrôle		
Renforcer les capacités de l'administration et de la justice		
Intégrer les nouveaux acteurs de la gestion dans le contrôle		
Développer des systèmes de traçabilité des produits forestiers ligneux (incluant des inventaires)		
<b>Sous-option 3.2 : Améliorer l'application de la loi</b>		
Informar la justice sur la législation forestière		
Lutter contre la corruption (forêt, justice, douanes, forces de l'ordre)		
<b>Sous-option 3.3 : Renforcer les capacités des acteurs</b>		
Renforcer les capacités de tous les acteurs	Le renforcement des capacités des acteurs devrait faciliter la gestion durable des ressources naturelles. Sans connaître les capacités ciblées et les outils proposés, il est cependant difficile d'évaluer l'impact de la stratégie	
<b>Option 4 : Développer des alternatives à la déforestation et à la dégradation des ressources forestières</b>		
<b>Sous-option 4.1 : Améliorer la sécurisation foncière et planification de l'utilisation des terres</b>		
Articuler la politique foncière avec les autres politiques sectorielles		
Révision et actualisation des textes		
Généraliser les processus de zonage forestier, inscrire ces zonages dans les plans régionaux et communaux de développement et valoriser les acquis dans les autres secteurs		
<b>Sous-option 4.2 : Optimiser des systèmes de production agricole et d'élevage</b>		
Promouvoir des techniques culturales améliorées (en évitant l'effet rebond)		
Financer la sédentarisation par la micro-finance		
Mettre en place des systèmes de pâturage amélioré	Dans l'hypothèse, non mise en évidence par les analyses de corrélation mais citée dans la bibliographie et lors des enquêtes de terrain, où les feux seraient principalement corrélés à la régénération des pâturages, ces actions permettraient de limiter ou contrôler les feux	
Gérer les pâturages (conventions collectives, plans d'aménagement et de gestion simplifiés)		
<b>Sous-option 4.3 : Réorganiser les exploitations minières</b>		
Améliorer le contrôle et le suivi des exploitations minières		
Assurer des reboisements et/ou des restaurations compensatoires		
Informar sur le droit et permettre la participation publique, pour une meilleure application des lois		
<b>Sous-Option 4.4 : Appuyer le développement communautaire local</b>		
Développer les paiements pour services environnementaux		
Promouvoir l'écotourisme		
Diversifier la valorisation économique des produits forestiers ligneux ou non		

## **Annexe 10 – Echanges au cours de l'atelier de validation**

### **1. Méthode**

<b>Remarques</b>	<b>Réponses apportées</b>
Il faut prendre en compte l'évolution temporelle des moteurs	<p>L'évolution temporelle a été prise en compte au travers de la revue bibliographique (par exemple, le cas de la diminution de l'exploitation de bois de rose dans le Nord-Est est mentionné) et des enquêtes de terrain qui comportaient des questions sur l'évolution des pratiques dans les 10 dernières années (dans la plupart des cas, les réponses apportées indiquaient une stabilité).</p> <p>Les analyses spatiales multitudes n'ont pas été possibles du fait que les variables explicatives étaient généralement disponibles pour une seule date.</p> <p>Ainsi, les livrables 1a, 1b, 2 et 3 indiquent quelle est l'évolution des moteurs, quand cette information est disponible.</p>
Il faut prendre en compte la gouvernance	<p>Le moteur « gouvernance » a été inclus dans les analyses. En particulier, la bibliographie exploitée mentionne le fait que l'Etat n'apporte que de peu de services et de bénéfices aux populations, un manque de cohérence intersectorielle des politiques, l'existence d'un pluralisme juridique informel, le manque de cohérence entre la promotion des AP et les TGRN, le retard de la publication des textes d'application, le faible déploiement de l'aménagement forestier, la politique répressive et contre-productive sur le tavy, les faibles moyens humains et financiers, l'absence de pouvoir régalien de verbalisation pour les ONG et Madagascar National Parks, la corruption, les conflits d'intérêts et la difficile mise en œuvre du système d'octroi de permis d'exploitation forestière par adjudication.</p> <p>Les enquêtes ont mis l'accent sur le cas de la gestion des TGRN, tandis que l'impact de la localisation des Aires protégées et zones de TGRN a été examiné au travers de l'analyse spatiale. L'ensemble des conclusions est présenté dans les livrables 1a, 1b, 2 et 3.</p> <p>La présentation au cours de l'atelier a mis l'accent sur les éléments nouveaux apportés par SalvaTerra/UCL, à savoir que les districts les moins déboisés ne sont pas ceux dont la proportion de forêts couvertes (AP et TGRN) est la plus grande.</p>
Il faut lier les moteurs à un modèle dynamique de simulation	<p>Le livrable 3 détaille les résultats d'analyses multivariées conduites pour identifier les variables décrivant le mieux la déforestation.</p> <p>La principale variable expliquant la déforestation est l'intensité des feux. Il est impossible de fixer des valeurs futures par District pour cette variable. De plus, 371 variables explicatives potentielles ont été testées, mais aucune ne permet une identification certaine des principales causes de départ des feux et de leurs extensions. Ces causes ne peuvent faire l'objet que de suppositions, ce qui ne permet pas de produire un modèle de prédiction de cette intensité des feux.</p> <p>La fixation de valeurs futures pour les autres variables jugées les plus corrélées à l'issue des analyses multivariées s'avère également impossible (cas des variables "socio-économiques" suivantes : pression bovine, surface de riz sur plateau, distance des parcelles au siège de l'exploitation), à l'exception unique de la variable proximité forêts-routes.</p> <p>La seule variable sur laquelle cela semble possible est la variable "pression démographique", avec cependant une incertitude si grande (à la fois sur la corrélation démographie-déforestation que sur les estimations de population futures) que l'exercice présente peu d'intérêt.</p> <p>L'approche peut également être critiquée si elle ne repose pas sur des données</p>

	<p>fiables (voir par exemple Basta !, Les Amis de la Terre. <i>REDD+ à Madagascar : le carbone qui cache la forêt. Etude de cas à Madagascar</i>. Basta !, Les Amis de la Terre, juillet 2013. 44p)</p>
<p>Il existe une analyse de l'économie politique de la déforestation et de la dégradation des forêts, qui doit être exploitée.</p>	<p>La publication « Analyser l'économie politique de la déforestation et de la dégradation des forêts » (RAMAMONJISOA et al., 2016) a été exploitée suite à cet atelier.</p> <p>Le livrable 1b a été actualisé pour intégrer les éléments de cette publication : (i) dans la revue des méthodologies visant à évaluer les moteurs de la déforestation et la dégradation des forêts et (ii) dans la revue des informations existantes sur les différents moteurs.</p> <p>Cette publication se fonde sur des analyses univariées et multivariées, à l'image de la phase d'analyses spatiales conduite dans la présente étude. Nos conclusions diffèrent cependant sur plusieurs points, notamment l'importance de la carbonisation, des mines artisanales et de l'élevage comme moteurs de déforestation.</p>
<p>Trop peu d'enquêtes ont été menées</p>	<p>Les objectifs des enquêtes étaient de collecter des données en nombre limité sur les moteurs de déforestation/dégradation potentiels, afin de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infirmer/confirmer leur rôle significatif dans chacune des zones ;</li> <li>• S'ils étaient significatifs, trianguler les données collectées pour chacun des moteurs avec les bases de données spatialisées et désagrégées utilisées pour la modélisation.</li> </ul> <p>Il ne s'agissait donc pas de produire des données statistiquement fiables, via un échantillon large et systématique. Ceci n'est pas nécessaire pour l'exercice d'identification des moteurs de déforestation et dégradation forestière, ni de toute façon faisable, étant donné la quantité colossale de données qu'il aurait fallu amasser sur un très grand nombre de variables et sur un très large territoire.</p> <p>Comme dans toute étude, le nombre d'enquête a été limité par le temps disponible, fixé par les termes de référence.</p>
<p>Comment sont considérées les jachères dans le suivi de la déforestation ?</p>	<p>Les jachères ont été identifiées comme telles au cours des enquêtes : l'histoire des parcelles a été discutée avec les producteurs afin de savoir si les terres boisées cultivées avaient ou non déjà été cultivées par le passé. Les producteurs sont cependant très réticents à avouer cultiver sur des forêts, la plupart ont déclaré cultiver sans jachères des terrains ouverts depuis plusieurs décennies.</p> <p>En ce qui concerne les analyses spatiales, les données de déforestation sont tirées du travail du PERR-FH (Consortium WCS, ONE, MNP, ETC Terra, 2014). Le consortium précise que « La définition de la forêt pour l'écorégion de forêts humides de l'Est se caractérise par une hauteur à terme supérieure à 5 m et un taux de couverture minimal de 30% ». La même définition a été utilisée pour les forêts sèches. Rien n'indique comment sont traitées les jachères.</p> <p>Il est à noter que cultiver sur une jachère peut être considéré ou non comme de la déforestation, selon qu'on considère la jachère arborée comme terrain de culture ou comme forêt en devenir.</p>

## 2. Mines

Remarques	Réponses apportées
<p>Le cas des grandes mines est également à analyser</p>	<p>Les mines industrielles ne sont pas identifiées dans la bibliographie comme moteur important de déforestation ou dégradation. Par ailleurs, les enquêtes de terrain sur les hotspots de déforestation n'ont identifié aucune industrie minière dans ces zones.</p> <p>Les impacts de ces industries peuvent être localement importants. Cependant, le nombre de sites et la surface totale concernée sont limités et les pratiques</p>

	d'exploitation sont encadrées.
A Didy, il y a de centaines de milliers de personnes	Cette situation a été identifiée et jugée importante au niveau locale mais peu représentative de la situation générale des forêts humides de l'Est. L'argumentation est détaillée plus loin, dans la partie concernant les travaux de groupe.
Il existe une exploitation des terres rares à Apasandava	Il s'agit d'un permis de recherche.

### 3. Cultures permanentes

Remarques	Réponses apportées
Attention avec le giroflier : on utilise beaucoup de bois pour l'extraction de l'huile/essence	La remarque est notée. Cette situation n'a cependant pas été rencontrée au cours des enquêtes ou dans la bibliographie.
Il existe une grande plantation de coton dans le Sud-Ouest	Cette plantation ne représente pas un enjeu car est localisée dans une zone non boisée.

### 4. Elevage

Remarques	Réponses apportées
L'analyse sur l'élevage doit prendre en compte l'élevage caprin qui a un impact important à Diego Suarez	Diego Suarez est hors de la zone d'étude. Cependant, les analyses spatiales ont été conduites sur l'ensemble des forêts sèches de l'Ouest et humides de l'Est (pas uniquement celles incluses dans les limites de l'étude), afin d'augmenter le nombre de districts testés et améliorer la fiabilité des tests.  Le rôle de l'élevage caprin n'a pas été mis en évidence au travers de cette analyses spatiales, ni au travers de la revue bibliographique. Il est donc probable que le moteur soit spécifique à cette zone. On ne considère donc pas ce moteur comme moteur important à l'échelle des forêts sèches ou humides.

### 5. Incendies

Remarques	Réponses apportées
Le MNP utilise déjà VIIRS	La stratégie proposée et de renforcer et soutenir cette utilisation à large échelle, en améliorant les capacités d'intervention et en systématisant la collecte d'information sur l'origine des incendies, afin de mieux planifier la lutte à l'avenir.
Il faut prendre en compte les aspects anthropologiques et socioculturels dans la recherche des origines des incendies	Les enquêtes intégraient ces aspects au travers de question ouvertes sur l'origine des feux.  Une étude spécifique sur ces aspects serait effectivement utile.

## 6. Moteurs économiques

Remarques	Réponses apportées
A Morondava, il existe une forte production commerciale d'arachide et maïs	Cette spécificité ressort de la bibliographie (livrable 1b) et de nos enquêtes (livrable 2). Ainsi, elle est intégrée aux conclusions (livrables 3 et 4).

## 7. Foncier

Remarques	Réponses apportées
Insécurité foncière et non titrisation ne sont pas la même chose, Cf accaparement de terres grâce aux titres foncier.	L'équipe parvient aux mêmes conclusions : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D'une part, la bibliographie mentionne ce risque : la sécurisation foncière en bordure des aires protégées aurait par exemple encouragé la colonisation agricole</li> <li>▪ D'autre part, les enquêtes ont montré des évolutions dans les régimes fonciers, avec notamment une perte de pouvoir des autorités traditionnelles et, dans le cas des forêts humides, un attrait pour les attestations foncières. Ces évolutions elles peuvent être des accélérateurs (par ex : développement des transactions foncières et incitation à l'accaparement des terres en vue de spéculation future) ou atténuateurs (par ex : attestations foncières, qui sécurisent les producteurs et les incitent à s'investir sur la gestion de long-terme de la fertilité des sols) de la déforestation et de la dégradation.</li> <li>▪ Enfin, les analyses spatiales ne montrent aucun effet d'atténuateur de la titrisation (au contraire même, dans le cas des forêts sèches).</li> </ul>
Il n'y a pas de reconnaissance du statut du foncier forestier, la forêt est toujours perdante.	Cette information est ajoutée à l'analyse.

## 8. Moteurs institutionnels

Remarques	Réponses apportées
La corruption de haut niveau est à considérer	Ce moteur est présenté au travers de la revue bibliographique et donc dans les conclusions de l'étude. L'étude n'a cependant pas apporté d'éléments nouveaux sur la corruption. Or, la présentation, contrainte par le temps, s'est focalisée sur les éléments nouveaux apportés par l'étude.

## 9. Moteurs culturels

Remarques	Réponses apportées
Le cas des forêts sacrées n'a pas été mentionné	Cet aspect est mentionné car présent dans l'analyse bibliographique. Cependant, seuls de très rares producteurs ont mentionné ces forêts quand ils étaient interrogés sur le rôle (conservation / production de bois / défrichement, etc.) à attribuer aux différents types de forêts (intactes, peu dégradées, dégradées, très dégradées).

## 10. Stratégies

Remarques	Réponses apportées
<p>Dans la suite du processus REDD+, il faudra faire des analyses des coûts et bénéfices des stratégies proposées</p>	<p>Cet exercice est effectivement courant dans les processus de préparation nationaux à la REDD+ et pourraient être conduits une fois les options stratégiques REDD+ affinées.</p> <p>L'analyse environnementale et sociale stratégique (SESA) fournira déjà des éléments utiles à ces analyses des coûts et bénéfices.</p>
<p>L'application des lois est prioritaire</p>	<p>L'analyse de SalvaTerra concernant les options stratégiques REDD+ vise à évaluer leurs impacts. Ainsi, l'option stratégique « Mettre à jour des textes de loi et promulguer des textes complémentaires » n'a pu être évaluée, car elle est peu explicite. L'évaluation nécessiterait plus de détails : quelles lois dans quels domaines ?</p>
<p>Quelle valeur ajoutée des propositions sur la vulgarisation agricole ? Cela a déjà été tenté.</p>	<p>Beaucoup de projets ont été initiés sans étude préalable et ont cherché à vulgariser des pratiques non pertinentes, non adaptées localement et non accessibles. Il existe cependant des exemples de réussite, comme par exemple l'aménagement en terrasses agricoles dans les forêts humides, promu par AgriSud.</p>

## **Annexe 11 – Atelier de validation - Introduction aux travaux de groupe**



SalvaTerra

MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ÉLEVAGE ET DE LA PÊCHE

REPUBLIQUE MALGACHE

UCL  
Université  
catholique  
de Louvain

TRAVAUX DE GROUPES

1



Objectif

Alimenter l'étude sur quelques questions soulevées

SalvaTerra

2

## 5 thèmes proposés



- 1. Mines** : Zones concernées (région/district/commune) ? Pratiques d'exploitation incriminées (minerais, types d'écosystèmes, taille des exploitations en m<sup>2</sup>, quantité d'arbres coupés, saisonnalité, nombre de personnes par mines/total, etc.) ?
- 2. Cultures de rente en FH** : Impact plus positif que négatif ? Comment promouvoir le développement sur *savoka* uniquement ?
- 3. Carbonisation** : origine du bois en fonction des zones ? (bois mort, bois vert de forêts naturelles, plantations, *tavy*, arbres hors forêt, etc.)
- 4. Incendies** : Liste des causes, par ordre d'importance, avec indications géographiques.
- 5. Aires protégées/TGRN et sécurisation foncière** : AP et TGRN évitent ou déplacent la DD ? Conditions pour une sécurisation foncière efficace.

## Organisation



**Constitution des groupes** : en fonction de la maîtrise des sujets, avec idéalement une bonne représentation géographique

### Travaux de groupe :

- 45 minutes
- Chercher autant que possible à quantifier, préciser les lieux, citer des documents s'ils sont connus
- Prévoir 10 minutes pour synthétiser l'information sur un fichier .doc ou .ppt à projeter

**Restitution** : 5 minutes de présentation par un membre du groupe + 15 minutes d'échanges (en malgache). Organisation valable pour 5 groupes.

## **Annexe 12 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Mines »**

Zones concernées	Région	Pratiques d'exploitation	Minerais	Ecosystème	Arbres coupés	Saisonnalité	Taille	Observations/constats
CAZ	ALMAN, EST	Artisanale	Or, Saphir,	Forêt humide	Trouaison, chute des arbres	Toute l'année,	100 000 personnes	Pratiques des feux non contrôlés, migrations, ruée en masse vers des zones minières dans le CAZ, impacts économique et social, insécurité, abandon activité agricole
Ambatovy	ALMAN, EST	Industrielle, Ambatovy	Cobalt, Nickel	Azonale	Défrichage, installation pipeline, route	Toute l'année		Plan de sauvegarde existant, zone de conservation (offset),
Ampasindava	Diana	Industrielle	Terre rare	Forêt de transition	Carreutage, défrichage			Permis de recherche, destruction future de l'écosystème dû à la lixiviation
			Pétrole	Forêt de transition	Défrichage pour ligne sismique (layon), (100m x 100m)			Permis de recherche, utilisation explosif,
		Artisanale	Or	Forêt de transition dégradée			50aine personnes	Défrichage suivi de feux de la zone d'exploitation
Nouvelle AP Daraina (Ambilobe)	Diana	Artisanale	Or	Forêt sèche		Toute l'année		Permis de collecte entraînant de pratique illicite; infiltration des exploitants illicite dans les forêts gérées par les COBA (TGRN)
QMM	Anosy	Industrielle	Zircon, illemnite	Forêt littorale sur sable	Déforestation	Toute l'année		Mesures de sauvegardes, problème de radioactivité

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar – Livrable 3 :  
Rapport d'analyse

Toliara Sands	Atsimo Andrefana	Industrielle	Zircon, illemnite	Forêt épineuse	Déforestation	Toute l'année		Permis d'exploiter, infrastructure routière
COFAV	Amoron Mania, Vatovavy Fitovinany, Atsimo Atsinanana, Ihorombe	Artisanale	Or, rubis, cristal,	Forêt humide	Trouaison, chute des arbres	Période de soudure		Pratiques des feux non contrôlés, migrations, ruée en masse vers des zones minières dans le COFAV, impacts économique et social, insécurité, abandon activité agricole
								Permis de collecte entraîne l'exploitation illicite

→ **Interrogés sur ce sujet, les membres du groupe ont expliqué que : (i) l'or peut être recherché sous couvert forestier, pas seulement en rivières et (ii) le cristal est parfois excavé et pas uniquement ramassé sur des affleurements.**

## **Annexe 13 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Cultures de rente en FH »**

### 1-Culture de rente

Impact positif	Impact négatif
-Alternatif à l'exploitation forestière -Restauration forestière -Pare feu naturel	-Lors de l'installation, il y a défrichage et abattage de quelque pied d'arbre, éclaircissement -Appauvrissement de la biodiversité -Destruction Habitat

### 2-Savoka

-choix sur la culture de rente : girofle, cacao

***-> Interrogés sur la façon de promouvoir les cultures de rente en forêts humides sans risque de déforestation, les membres du groupe ont proposé que soient développées des techniques de production de vanille sur tuteurs artificiels afin de déplacer la culture hors des forêts et éviter la dégradation du sous bois.***

## **Annexe 14 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Carbonisation »**

**Carbonisation**



**Forêts humides :**  
Peu d'enjeu avec la carbonisation, à la limite une faible dégradation car : (i) accroissements forestiers élevés, plantations disponibles (grevillea, eucalyptus).

**Forêts sèches :** gradient Nord-Sud d'augmentation de la dégradation (accroissements diminuant). Mangrove : facile à replanter et forts accroissements. Refus de l'administration de cautionner la carbo en forêt nat. Pas de carbo des déchets d'exploit (obligatoire).

**Diego :** environ 20% d'eucalyptus, moins de 10% de jujubier et le reste en forêt naturelle. Programmes clôturés/existants pour la production durable à Diego (CIRAD et GIZ)

**Carbonisation**



**Ambilobe et Ambanja :** grosse consommation pour des « petites » villes, a priori forêt nat et mangrove

**Antsohihy et Nosy Be:** beaucoup de mangrove

**Mahajanga :** peu de plantations mais beaucoup de mangrove. Programme de production durable sur plantations, jujubier et forêt naturelles en station forestière de Tsaramandroso (Cirad)

**Morondava :** grosse consommation, mais liée à l'agriculture -> quel responsable identifier ? Le charbon où l'agriculture ? Surtout le long des axes routiers.

**Morombe :** Beaucoup de mangroves disponibles -> peu d'enjeu sur les forêts sèches a priori

## Carbonisation



**Tuléar** : grosse consommation, mais liée à l'agriculture -> quel responsable identifier ? Le charbon ou l'agriculture ? Surtout carbo le long de la RN7. Projet WWF/Cirad pour la prod durable.

Programme GIZ dans les 3 régions (Diana, Boeny et Atsimo Andrefana).

Plans d'appro existants à Diana et Boeny, études faites/en cours à Diego, Mahajanga et Tuléar.



3

➔ **Les participants à l'atelier ont ajouté les informations suivantes : (i) il existe une étude sur la carbonisation dans la commune de Soalary district Betioki, région Atsimo-Andrefana et (ii) Il existe un projet de gestion durable des mangroves à Ambilobe.**

## **Annexe 15 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « Incendies »**

### Incendies: Liste des causes, par ordre d'importance, avec indications géographiques

Membres du Groupe:

Simon (WWF), Marcel (MEP); Elisette (DG Ecologie); Andry (BNGRC); Rija (WCS)

1. Feux non contrôlés
2. Feux volontaires
3. Feux accidentels
4. Feux naturels
5. Feux favorisés par le climat (sècheresse):  
Déclenchement facile à la propagation des feux
6. Inconscience des citoyens

- **Agriculture:** Culture sur brûlis: Feu de *Tavy/Hatsaka* non contrôlé (Exemple: pratiques Betsimisaraka; Régions Atsinanana, Analanjirifo; Mangoro; Atsimo Atsinanana; Vatovavy Fitovinany; Melaky, Menabe, Atsimo Andrefana, SAVA) (1; 2)
- **Cause politique** (occasionnel en cas de crise politique) (2)
- **Feux naturels** (tonnerres) (4)
- **Changement climatique:** La grande chaleur qui provoque des feux spontanés (Exemple les bouteilles de bière à Tampoketsa) (5)
- **Élevage:** Pâturage: Bruler la prairie pour avoir des nouveaux pâturages pour les zébus (Sud et Ouest) (1; 2)
- **Insécurité:** Dahalo (effacement de leurs traces des après actes de banditisme: Menabe, Melaky, Haute Matsiatra, Ihorombe, Atsimo Andrefana) (2)
- **Culture locale:** Feu purificateur (fomban-tany, croyance locale) (1; 2)
- **Irresponsabilité:** Citoyens irresponsables: Négligence des feux existants, qui ne s'engagent pas à éteindre les feux en début d'incendie) (6)
- **Inconscience** des adultes par rapport à l'usage des feux et l'état des lieux des habitats (Partie Est et Sud-Est) (6)

- *Les membres du groupe ont été interrogés sur la hiérarchisation des facteurs. La liste présentée n'est pas hiérarchisée.*
- *Les participants à l'atelier ont rajouté le moteur « Non application des sanctions »*
- *Un participant a précisé que le « feu purificateur » est pratiqué à Ankazobe (Analamanga, hautes terres).*

## **Annexe 16 – Atelier de validation - Résultats des travaux : groupe « AP/TGRN et foncier »**

### **AP et TGRN évitent ou déplacent la DD ?**

Non et non (pas uniquement) → il y a toujours des cas de DD à l'intérieur des AP et TGRN.

- PB1: pas d'approche intégrée des AP dans des plans d'aménagement du territoire pour un développement durable.
- PB2: Pas de bénéfices directs des APs pour les populations locales
- PB3: Souvent les AP appartiennent à des ONG étrangères, et la population pense qu'il s'agit d'un moyen pour préserver des ressources naturelles (e.g. minières)
  - Il faut permettre aux populations de continuer leur pratiques sur des terrains appropriés
  - Il faut donner les moyens matériels et formations pour les pratiques agricoles sur labour
  - Intégrer la mise en place d'AP dans un plan de développement local intégré
- TGRN, problème de compétence lors de la création des TGRN, et conflits d'intérêts au niveau local lorsque les TGRN ne concernent que les COBA/VOI
- Problème de gouvernance centrale et locale

### **Conditions pour une sécurisation foncière efficace ?**

PB1: Certificat foncier forestier n'existe pas.

→ Promouvoir les certificats fonciers agricoles autour des zones forestières.

→ Assurer sécurisation foncière et TGRN pour améliorer la répression.

Mais la sécurisation foncière ne peut pas résoudre les problèmes de migration et croissance démographique, qui l'impactent pourtant directement.

➔ **Recommandations des participants :**

- **Politique de sécurisation foncière (délivrance de certificats fonciers ou inscription dans des POS) adossée aux TGRN.**
- **Utiliser GELOSE et GCF**
- **Promouvoir le contrôle de base autour des TGRN.**
- ➔ **COGESFOR a essayé de faire de la sécurisation foncière au sein des TGRN à Didy mais c'est difficile.**



Mars 2017

SAS SalvaTerra

6 rue de Panama

75018 Paris I France

Tél : +33 (0)6 66 49 95 31

Email : [info@salvaterra.fr](mailto:info@salvaterra.fr)

Skype : o.bouyer.salvaterra

Web : [www.salvaterra.fr](http://www.salvaterra.fr)

Université Catholique de Louvain

Croix du Sud

2 - L7.05.16 1348 Louvain-la-

Neuve

