INTRODUCTION

La lutte contre la déforestation est devenue un enjeu mondial pour freiner le réchauffement climatique et la perte des biodiversités (Bao, 2012). Le suivi des conditions de la surface de la terre et ces changements sont essentiels pour la gestion de ce problème environnemental (Rasolohery *et al.*, 2005). Le changement de la couverture du sol est donc, un indicateur pertinent pour mener un suivi de la dynamique de l'écosystème (Andriamalala *et al.*, 2012). Actuellement, les forêts tropicales humides sont les zones qui préoccupent beaucoup les chercheurs, à cause d'une part, de la forte pression qu'elle subit suite à l'évolution démographique, sociale et économique. D'autre part, sa richesse en biodiversité tient un rôle très important dans l'écosystème mondial. (Achard *et al.*, 2002)

Madagascar est classé parmi les pays où les richesses et le taux d'endémicités floristiques et faunistiques sont les plus élevés. Cette biodiversité est concentrée dans les écosystèmes forestiers qui perdent sans cesse beaucoup de terrain au profit de l'activité agricole et de la gestion irrationnelle des forêts. A cet égard, la perte d'un hectare de forêt malgache a un effet grave sur la biodiversité mondiale. Les forêts humides de l'est de Madagascar sont les plus touchées par ce problème le rythme de déforestation s'avère plus rapide (Humbert, 1927, Green & Sussman, 1990).

La forêt de Maromizaha, appelée également "forêt pluviale d'arbres dragons", fait partie du corridor Ankeniheny-Zahamena, appartient à la forêt humide de l'est de Madagascar. Elle constitue un couloir reliant la grande forêt de Vohidrazana au SE, la réserve spéciale d'Analamazaotra et le parc national de Mantadia au Nord. Cette situation favorise le brassage génétique entre les animaux des deux blocs forestiers et/ou la régénération des plantes (Roger, 2005). Malgré ces rôles importants que tiennent la forêt de Maromizaha, sa surface s'évolue très rapidement. Ce qui oriente et justifie le choix de notre recherche sur la dynamique spatio-temporelle de la forêt de Maromizaha et ses périphéries. Il est ainsi nécessaire de comprendre les facteurs de ce dynamisme pour mieux cerner ce problème. D'où la problématique du présent travail de recherche s'articule autour de la question suivante: **Quels sont les causes qui entretiennent la dégradation de la forêt de Maromizaha?**

Les objectifs de la présente recherche sont définis comme suit:

- Analyser l'évolution de la couverture forestière végétale dans la forêt de Maromizaha
- Déterminer la dynamique de l'occupation du sol dans la forêt de Maromizaha et ses périphéries
- Identifier les facteurs sociaux et économiques qui expliquent la dynamique de l'occupation du sol.

Pour atteindre à ces objectifs, le présent travail va se subdiviser en deux parties : la première partie présente le cadre conceptuel de la recherche, tandis que la deuxième partie va analyser le processus de la dégradation de la forêt de Maromizaha comme un fait alarmant.

PREMIERE PARTIE : CADRE CONCEPTUEL DE LA RECHERCHE

La dynamique spatio-temporelle de la couverture forestière évalue la variation dans le temps et dans l'espace de la couverture forestière ou de paramètres structuraux tels que la composition floristique, la densité, la hauteur et le taux de régénération décrivant les changements des forêts. Plusieurs facteurs déterminent la dynamique de la forêt et méritent d'être conceptualisés : la dégradation de la forêt, la déforestation et la régénération de la forêt.

La dégradation des forêts

La dégradation des forêts est un problème qui touche plusieurs dimensions environnementale, sociale ou économique et plus particulièrement dans les pays en développement. Mais elle est difficile à cerner et donc à évaluer car la dégradation des forêts est perçue différemment par les divers acteurs selon leurs propres objectifs. Ainsi, sa définition peut avoir des implications politiques qui compliquent encore plus la tâche de concevoir des approches opérationnelles communes applicables tant au niveau international que national. (FAO, 2009)

La définition fonctionnelle de la dégradation des forêts, qui est la réduction de la capacité de la forêt de fournir des biens et des services, fournit un cadre commun pour toutes les définitions internationales et aussi compatible avec l'approche dite « service rendu par l'écosystème ». Les définitions à l'échelle internationale les plus complètes ont été développées par l'OIBT¹ et la CDB² abordant les changements de la structure des forêts et leur dynamique. Selon l'OIBT (2002, 2005), « *la dégradation des forêts se réfère à la réduction de la capacité d'une forêt de produire des biens et des services et la capacité comprend le maintien de la structure et des fonctions d'écosystèmes* ». Pour le CDB (2001, 2005) « *la dégradation des forêts est la conjugaison de la perte de fertilité des sols, l'absence forestière, la manque de fonction naturelle, la compaction du sol, la salinisation qui empêche ou retarde la régénération de la forêt non assistée par une succession secondaire* ».

¹ Organisation Internationale des Bois Tropicaux pour la restauration, l'aménagement et la réhabilitation des forêts tropicales dégradées et secondaires

² Une convention sur la diversité biologique

La définition développée par le GIEC³ en 2003 dans le contexte du changement climatique est centrée sur les changements causés par les activités humaines dans le cycle du carbone sur le long terme mais elle n'a pas été encore mise en œuvre et n'a pas de statut formel.

La déforestation

La déforestation est la conversion des surfaces forestières à d'autres usages non forestiers telles que les terres arables ou un usage urbain. Selon la FAO en 2009, la déforestation est la conversion de la forêt à une autre utilisation des terres ou la réduction à long terme de la couverture forestière dont la canopée est en dessous de 10 %. La déforestation peut être les résultats de l'élimination délibérée du couvert forestier pour l'agriculture ou le développement urbain, ou elle peut être une conséquence involontaire de pâturage incontrôlé (qui peut empêcher la régénération naturelle des jeunes arbres). L'effet combiné de pâturage et les incendies peuvent être une cause majeure de la déforestation dans les zones sèches. A Madagascar, c'est le « tavy » qui détermine cette conversion de la forêt en terres agricoles.

Le « tavy »

Le système agraire de la zone de la falaise Est de Madagascar est prédominé par le tavy ou la culture pluviale, surtout le riz, après brûlis. Le tavy n'est pas ici une simple pratique agricole mais un élément culturel déterminant de l'identité des paysans Betsimisaraka (Pfund et *al.*, 1997)⁴. Cette pratique agricole est souvent mentionnée comme la principale raison de la dégradation environnementale sur la falaise Est.

Par simple définition, le tavy est une culture itinérante sur brûlis de forêt primaire ou secondaire (Chabronlin, 1965). Cette pratique agricole suit chronologiquement les étapes suivantes : choix du terrain, défrichage, séchage, semis, première gardiennage, sarclage, deuxième gardiennage, récolte et stockage ou vente. (Brand & Randriamboavonjy in Terre-Tany, 1997)⁵. Ces étapes durent 5 à 6 mois.

D'abord, avant le défrichage les paysans vont choisir et délimiter leur terrain de culture. Le choix du terrain est dicté par la présence des quelques plantes indicateurs de fertilité du sol comme les *Psidia altissima*, *Albizia sp.*, *Robus mollucona* (Vololonirainy,

³Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988

⁴ Cahiers Terre-Tany n°6 Mars 1997. pp 68-88

⁵ Cahiers Terre-Tany n°6 Mars 1997. pp 89- 96

1997). Puis, le défrichement se fait le mois de Septembre ou Octobre. Il s'agit de couper et de laisser sécher la végétation. Ensuite, la mise à feu de la surface défrichée se déroule 2 mois après le séchage. L'intérêt du brûlis réside surtout dans la mise à disposition du stock de minéraux assimilés par la végétation forestière ou jachère (Terre-Tany, 1994). Selon Vololonirainy (2010), le feu est le support de la pratique agricole dans un système de tavy car l'absence de feu prive le sol d'éléments fertilisants, ce qui remettrait en cause la production et la pratique elle-même. Après le feu, la famille effectue le semis et garde la semence contre les animaux dévastateurs. Un mois plus tard commencent les opérations de sarclage qui consistent à arracher (à la main) les adventices nombreuses, variées et volumineuses qui ont levé en même temps que le riz. La récolte s'effectue d'une manière extrêmement précaire : les panicules⁶ sont cueillies à la main au fur et à mesure de leur maturité, ce qui explique que sur un même tavy, d'environ un hectare, la récolte se prolonge pendant un à deux mois.

Le rendement de la culture sur brûlis est faible, inférieur à 1 tonne/ha. Pour avoir un rendement satisfaisant, c'est -à-dire plus de 1000 kg à l'hectare, il faut au moins 6 à 8 années de jachères. (Vololonirainy, 1995). La durée de la jachère varie en fonction de l'ancienneté de la mise en valeur. (Vololonirainy, 1995). La durée moyenne de la jachère a été estimée à 5 ans. Après les premiers défrichements elle peut être plus courte (1 à 3 ans) grâce à la quantité de matière organique non décomposée qui pourra fertiliser rapidement le sol. (Pfund et *al.*, 1997). Pourtant le rendement de la première année est faible par rapport à la deuxième car les sols sous forêts présentent une teneur en base échangeable moins importants que les sols sous savoka (Vololonirainy, 1995). Les villageois doivent changer de parcelle et la laisser en jachère après 3 ans de culture successive. La durée de la jachère joue un rôle déterminant dans la succession végétale et la régénération de la forêt.

La régénération de la forêt

La régénération désigne la restauration du couvert végétal à la suite de sa destruction ou de l'action de l'homme. Restaurer le couvert forestier peut avoir lieu par la reforestation, la régénération naturelle ou la régénération naturelle assistée.

La reforestation est une plantation d'arbres par l'homme dans le but de repeupler une surface déboisée par lui-même. La régénération naturelle est la capacité de la forêt à se

⁶Type d'inflorescence rameuse comportant plusieurs branches qui est commune chez les graminées (Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, 2008)

reconstituer sans intervention humaine suite à une perturbation. Elle peut être réalisée sans de grands travaux ni des investissements importants à condition qu'on arrive à respecter la durée de jachère minimale nécessaire car une durée de jachère plus longue favorise la croissance et développement des espèces ligneuses. Leur prédominance va concurrencer la végétation herbacée et assurer la stabilité floristique de l'unité végétale (Vololonirainy, 1995). Tandis que la régénération naturelle assistée s'agit d'une technique d'agroforesterie qui consiste à protéger et gérer les repousses naturelles que produisent les souches d'arbres et arbustes dans les champs.

L'évolution de ces concepts, leurs causes et leurs interrelations expliquent la dynamique dans le temps et dans l'espace de la couverture. Ainsi, nous avons adoptés la démarche suivante pour analyser la dynamique spatio-temporelle de la forêt de Maromizaha.

Chapitre I : Démarche et outils de recherche

Les travaux de recherche ont commencé par une analyse bibliographique concernant la dynamique de la forêt et la zone de recherche. Cette phase a permis d'élaborer la problématique et les hypothèses de recherche. La dernière phase consiste à construire les outils de travail comme les cartes, les questionnaires et le choix des sites de recherche.

I.1. La phase de documentation

Une trentaine de références bibliographiques a été consultée. Les ouvrages, revues, articles, et les travaux universitaires consultés montrent que les forêts tropicales et les forêts du versant Est malgache ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs scientifiques d'une part, à cause de leur richesse en biodiversité et d'autre part, à cause leur dégradation et déforestation rapide (Green G, et Sussman R.W., 1990). Pomel S et Salomon J.N. (1998) expliquent, dans leur article intitulé « la déforestation dans le monde tropical », la fragilité des forêts tropicales face aux actions anthropiques. Ils développent la conjonction de plusieurs facteurs spécifiques de la fragilité des forêts tropicales d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine. Les facteurs avancés qui expliquent cette fragilité sont : premièrement, la fragilité et la médiocrité des sols constitués des altérites épaisses et instables en général. La qualité aussi bien physique que chimique rend difficile la reconquête des forêts tropicales en cas de déforestation. Deuxièmement, la structure et l'endémisme de la formation végétale sont aussi des facteurs de faiblesse. Par exemple, à Madagascar ou dans certains massifs montagneux, l'évolution des forêts s'est effectuée en vase clos, ce qui a permis le développement d'une riche flore endémique renforcée par la variété des formations édaphiques. La forêt malgache, au contraire, s'est fragilisée, une situation remarquablement illustrée par la faible compétitivité face aux espèces étrangères introduites. Troisièmement, l'expansion démographique et la pauvreté sont des facteurs qui entretiennent la déforestation pour se procurer des terres cultivables en général mais aussi pour la vente des ressources forestières leur permettent de se procurer des revenus monétaires. Les deux auteurs soulignent également, les conséquences de la déforestation sur le climat, la biodiversité, l'érosion des sols, les crues et les transports fluviaux... avant d'aborder les effets sociaux, économiques et écologiques.

D'une façon générale les auteurs accusent l'expansion démographique et la pauvreté comme causes principales de la dégradation de la forêt dans le monde tropical. Au cours des débats du Forum intergouvernemental des Nations Unies sur les forêts en 2001, la

communauté internationale a reconnu que les causes de la déforestation et de la dégradation de la forêt étaient étroitement souvent liées à la situation sociale et économique. Les travaux de Bao C. et Ravatsy P. (2012) ont confirmé ce constat en estimant que 90% de la population mondiale des pays pauvres dépend des ressources forestières pour vivre. L'analyse de l'évolution de la forêt est donc pratiquement inséparable de la vie sociale et économique de la communauté locale, pourtant cet aspect n'est pas tellement abordé dans l'analyse de la dégradation et la déforestation des forêts tropicales. C'est à partir de l'ouvrage de Sigrid *et al.* (2003) intitulé « la déforestation et systèmes agraires à Madagascar : les dynamiques de tavy sur la côte orientale », que les facteurs de la dynamique spatio-temporelle de la couverture végétale ont été largement analysés. Les aspects historique, agronomique et socio-économique de la pratique du tavy sont considérés comme étant la cause de la déforestation dans la partie Est de Madagascar. Cet ouvrage montre que le tavy traduit les relations entre la société et la nature, il révèle que les dynamiques des systèmes agraires, leur diversification varient en fonction des constructions et des représentations sociales de la forêt.

Green G. et Sussman R.W.(1990), ont fait une analyse de l'évolution de la forêt du versant est de Madagascar et ont déterminé l'étendue des forêts humides de l'Est de Madagascar et le taux de déforestation sur une période de 35 ans (1950-1985) à partir des images satellitaires Landsat TM et des photographies aériennes. Ils ont estimé qu'en moyenne la forêt de l'Est perd 111.000 ha par an. Ils ont également démontré que la déforestation est la plus rapide dans les zones de topographie à faible pente où il y a une forte densité de la population. Si la destruction de la forêt se poursuit au même rythme, seules les forêts de pente les plus raides vont survivre dans les 35 prochaines années. L'analyse de la dynamique spatio-temporelle de la couverture forestière a été le sujet de recherche de plusieurs auteurs mais reste toujours préoccupante à cause de la rapidité de son évolution et de ses conséquences à la fois écologiques et économiques. Ce qui explique la pertinence du sujet.

Concernant la démarche et la méthode, pour l'évaluation spatio-temporelle de la dynamique d'une couverture forestière, la thèse de Vololonirainy (2010) est une référence très explicite. L'auteur a démontré la fiabilité des résultats en utilisant les images satellitaires à haute résolution comme l'IKONOS, une image payante et à coût élevé qui limitent l'accès à cette base de données. La combinaison de deux méthodes: traitement des images satellitaires et travaux de terrain permet d'avoir des résultats plus fiables en terme d'évaluation mais permet également de mieux comprendre les facteurs qui entretiennent le déplacement de la population riveraine dans l'espace forestier. L'ouvrage traite ainsi à la fois la dynamique naturelle et son évolution spatiale pour pouvoir évaluer si la reconstitution des divers faciès

forestiers est théorique possible ou non. Les relations de l'homme avec la forêt montrent que les facteurs de déforestation ne sont pas les mêmes, ils évoluent selon les situations locales. Le changement du statut juridique de la forêt d'Anjozorobe qui est devenue un espace protégé a segmenté l'espace forestier en différentes zones de gestion qui compliquent sa gestion.

A propos de la zone de recherche, cinq références bibliographiques ont traité la forêt de Maromizaha et de ses périphéries, l'ouvrage de Ramanahadray (2009) se focalise sur l'étude écologique des différents types de formation végétale de Maromizaha (corridor Ankeniheny-Zahamena). Une étude sur les activités de la population locale effectuée par Randrianarison *et al.* en 2015 nous a été aussi utile pour comprendre la vie sociale et économique des habitants de la zone. Néanmoins, les opportunités de recherches sur le sujet s'avèrent encore vastes.

La lecture suivie de la synthèse bibliographique nous a permis d'élaborer la problématique et les hypothèses de recherche, ainsi que de construire les outils de travail comme les cartes, les questionnaires et le choix des sites de recherche.

I.2. La phase d'élaboration de la problématique et des hypothèses de travail

Face au réchauffement climatique et l'émission de gaz à effet de serre causé par le problème de déforestation, Madagascar a participé au congrès mondial de Durban sur les parcs naturels en 2003 en augmentant la surface des aires protégées. En Avril 2015, 15 nouvelles aires protégées ont été créées et la forêt de Maromizaha en fait partie. Cependant, cette forêt connaît actuellement une dégradation forestière alarmante malgré les politiques forestières appliquées. C'est pourquoi notre problématique s'organise autour de la question suivante : **Quelles sont les causes qui entretiennent la dégradation de la forêt de Maromizaha ?**

Pour répondre à cette question les hypothèses de travail ci-dessous ont été retenues:

H1-L'insuffisance des terres cultivables contribue à l'évolution rapide de la forêt de Maromizaha.

La forêt de Maromizaha située sur la falaise betsimisaraka, recouvre de terrain très accidenté avec une forte pente (en général supérieur à 40%). Les réseaux de bas-fonds sont peu développés pour la pratique de la riziculture irriguée, dans cette région la pratique du tavy est

systematique et généralisée. Ce type de culture représente 70 % des activités économiques de la population riveraine de Maromizaha (Randrianarison *et al.*, 2015).

H2- L'accroissement des besoins en produits forestiers de la population locale favorise l'exploitation de la forêt.

La forêt de Maromizaha est actuellement menacée par la production du charbon de bois. 187 fours à charbon y ont été enregistrés (Randrianarison, 2014), la croissance de la population locale par apport migratoire explique les besoins croissants des riverains de l'énergie combustible. Ainsi, l'insuffisance des espaces cultivables favorisent également l'exploitation des ressources forestières.

Pour mener à bien ce travail de recherche axé sur la déforestation de la forêt de Maromizaha et ses périphéries, nous avons construit des outils de recherche tels que : l'analyse diachronique de l'évolution de la forêt à partir des images satellitaires des différentes dates, l'élaboration des questionnaires pour les enquêtes auprès des différents acteurs (ménages, villageois, des autorités locales...)

I.3. La phase de construction des outils de recherche.

- L'élaboration des cartes des 3 dates différentes : 2001, 2008 et 2015

Des cartes préliminaires à partir du traitement des images Landsat 7 ETM+ de 2001 et 2008 et Landsat 8 de 2015 (nouvelle application de Landsat lancée en 2013) ont été élaborées. Les images satellitaires 7 proviennent des capteurs TM (Thematic Mapper) et ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de Landsat. Les images ont la même résolution de 30m. Tandis que le Landsat 8 a une résolution spectrale de 15-100m (tableau 1). Ces images Landsat sont combinées avec la carte topographique de la FTM au 1/100000^e (feuille S 47) et des bases de données produites par la Région Analamanga en 2015. Ces bases de données ont permis de créer trois cartes d'occupation du sol de 2001, 2008 et de 2015.

Tableau 1 : Les données utilisées

Période de référence	Capteur	Résolution spatiale
Août 2015	Landsat ETM +8	15-100m
Sept 2008	Landsat TM 7	30 m
Octobre 2001	Landsat TM7	30 m

Source : www.usgs.gov

- L'élaboration des questionnaires

L'élaboration des questionnaires est une étape nécessaire aux travaux de terrain. Dans celle-ci, les types de question administrés sont des questions semi-ouvertes. Il s'agit d'orienter en partie les réponses des personnes interrogées autour des différents thèmes préétablis. Les questions choisies sont surtout focalisées sur l'utilisation des sols, les pratiques agricoles et l'usage forestier par les villageois auprès des ménages. Un guide d'entretien avec les chefs administratifs et les personnes âgées est aussi élaboré dans le but d'avoir des informations sur l'historique de l'implantation humaine dans la zone ainsi que les mouvements migratoires afin de mieux cerner le thème.

I.4. Travaux de terrain

Cette phase consiste à vérifier l'interprétation des images Landsat ETM+ et d'identifier les unités d'interprétation à partir d'un GPS (Vololonirainy, 2010). Les données cartographiques seront combinées avec des données sociales, économiques et écologiques. Les données à récolter sont définies par la problématique et les hypothèses de recherche, il s'agit de l'historique du peuplement de la zone, les activités principales de la population et particulièrement le mode d'utilisation du sol et l'exploitation forestière. Des enquêtes auprès de ménages, des entretiens avec les présidents des Fokontany et les patrouilleurs ainsi que des échanges avec le Tangalamena ont été réalisés afin de vérifier les hypothèses de recherche.

Trois (3) fokontany concernés par la forêt de Maromizaha: Fokontany d'Ampangalatsary, de Morafeno et d'Ambavaniasy sont les sites d'observation. Pour le Fokontany d'Ampangalantsary nous avons choisi les villages de Maromizaha et de Madorano pour effectuer l'enquête. Pour le fokontany de Morafeno, les villages d'Anevoka et de Morafeno ont été sélectionnés. Pour ce qui est du fokontany d'Ambavaniasy, c'est le fokotany d'Ambatosonegaly.

Le contexte durant l'enquête est difficile à cause des arrestations et des menaces dues à l'exploitation illégale de la forêt (charbonnage et tavy). Ainsi, l'enquête au niveau des ménages s'avérait un peu difficile, à cause de la tension latente entre la gestion de la forêt et la population locale. En outre, les travaux de terrain coïncident avec la période des travaux agricoles, en effet la coupe commence au mois d'octobre et la mise à feu un mois après et la mise en culture le lendemain. Par conséquent, le nombre des personnes enquêtées fut limité à cause de la méfiance et inquiétude des habitants vis-à-vis des étrangers. Au total, 42 ménages

sur 212 ont été enquêtés dont le taux d'échantillonnage est de 19.8% (tableau 2). Toutefois, l'enquête nous a fourni des informations nécessaires. (Annexe 1)

Tableau 2: Villages enquêtés

Villages enquêtés	Fokontany	Nombre total de ménages	Nombre de ménages enquêtés	%
Maromizaha	Ampangalantsary	20	4	20
Madiorano	Ampangalantsary	20	2	10
Morafeno	Morafeno	60	15	30
Anevoka	Morafeno	80	14	17.5
Ambatosonegaly	Ambavaniasy	32	7	21.8
TOTAL		212	42	19.8

Source : Auteur, 2015

Tableau 3: Matrice du cadre conceptuel de la recherche

Problématique de la recherche	Hypothèses	Variables à analyser, à mesurer, identifier	Outils ou moyens d'analyse	Echelle d'observation
Quelles sont les causes qui entretiennent l'évolution de la forêt de Maromizaha?	H1- L'insuffisance des terres cultivables contribue à l'évolution rapide de la forêt.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Surfaces converties (en forêts ou non forêts) ▪ Taux de déforestation ▪ Taille moyenne de l'exploitation familiale 	Traitement des données satellitaires et SIG avec les logiciels ENVI et Arcgis 9.3	Villages / Ménages
	H2- l'accroissement des besoins en produits forestiers de la population locale favorise l'exploitation de la forêt	<ul style="list-style-type: none"> • La dynamique de l'utilisation du sol par rapport à la densité de la population riveraine • L'inventaire des besoins et de leur évolution 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des données satellitaires et SIG avec des logiciels ENVI et Arcgis 9.3 • Enquête sociale et économique 	Villages / ménages

Source : Auteur, 2015