



REPUBLIQUE TOGOLAISE

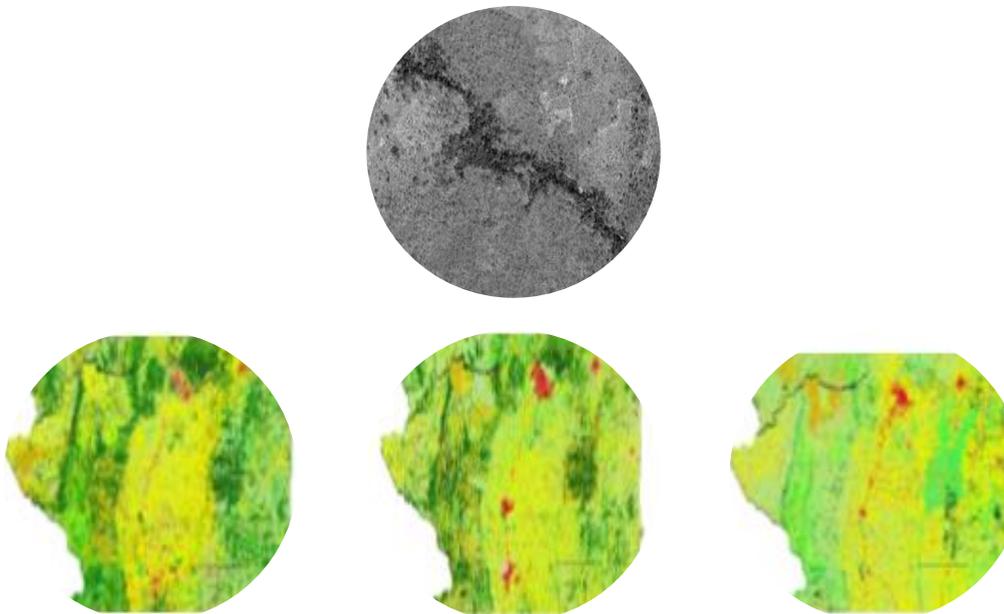
**MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RESSOURCES
FORESTIERES**



**Projet de soutien à la préparation à la Réduction des Émissions dues à la Déforestation et
à la Dégradation des forêts (REDD+)**

«Traitement et analyse des données cartographiques issus des différentes études dans le cadre de la REDD+ »

**DEFINITION ET CALCUL DU TAUX NATIONAL DE DEFORESTION
ANNUEL DU TOGO ENTRE 1990 ET 2015**



Août 2018

Financement: TF 11243 / Don FCPF TF 018779 administré par le groupe de la Banque Mondiale

Sommaire

Titres	Pages
Sommaire.....	2
Sigles et acronymes	3
Contexte.....	4
I- Définition de la déforestation	5
I- Données disponibles et leurs caractéristiques.....	7
II- Méthodologie de traitement des données.....	8
3.1. Images Landsat.....	8
3.2. Images RapidEye.....	9
3.3. Photos aériennes	10
III- Résultats.....	11
IV- Limite des résultats obtenus	11
V- Méthodologie de calcul du taux de déforestation	12
VI- Calcul du taux de déforestation.....	13
Conclusion et perspectives.....	14
Références bibliographiques :	15

Sigles et acronymes

DGC	: Direction Générale de la Cartographie
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FCPF	: Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier
MERF	: Ministère de l'environnement et des ressources forestières
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index/ Indice de végétation par différence normalisé
P-REDD+	: Projet de soutien à la préparation à la REDD+
PGICT	: Projet de gestion intégrée des catastrophes et des terres
ProREDD	: Programme d'appui au REDD+ Readiness et Réhabilitation des forêts au Togo
REDD+	: Réduction des émissions résultants de la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement ; rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone.
R-PP	: Proposition de mesure pour l'état de préparation à la REDD+
SIG	: Système d'Informations Géographique

Contexte

Le Togo est un pays de l'Afrique de l'Ouest, situé entre 6° et 11° de latitude Nord et entre 0° et 2° de longitude Est. Il s'étend sur une superficie de 56 600 km², sur une longueur de 660 km du sud au nord et sur une largeur variant de 50 à 150 km d'Est en Ouest. Il est limité au Sud par l'Océan Atlantique, au Nord par le Burkina Faso, à l'Ouest par le Ghana et à l'Est par le Bénin. Le territoire national est subdivisé en cinq zones écologiques selon Ern (1979) et en cinq régions administratives et économiques qui sont diversement couvertes par la forêt. Le taux de couverture forestière est de 24,24 % avec un volume total par ha est de l'ordre de 54,42 m³ dont les arbres dominants ont de faibles diamètre et dimensions selon les résultats de l'inventaire forestier national de 2016 (MERF/IFN 2016, p.17).

À l'instar d'autres pays, le Togo s'est lancé dans le processus de réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) en 2010 pour contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre issus de la déforestation et de la dégradation des forêts. Entre 2012 et 2013, il a formulé de manière participative et inclusive sa proposition de mesure pour l'état de préparation à la REDD+ (R-PP) qui a été validé sur le plan national les 08 et 09 juillet 2013 par tous les acteurs impliqués.

Le R-PP du Togo a alors été soumis au Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier (FCPF) pour son évaluation à la 16^{ème} réunion du comité des participants (PC16) tenue du 12 au 15 décembre 2013 à Genève. Ce qui a permis de le validé à travers la résolution PC/16/2013/9 consacrant ainsi l'adhésion du Togo comme pays membre du FCPF.

Suite aux préparatifs pour le mécanisme REDD+, le Gouvernement fédéral d'Allemagne annonce par une note verbale No. 115/13 du 30 août 2013 qu'il est prêt à soutenir le Togo par un programme «Appui au REDD+-readiness et réhabilitation de forêts au Togo » (n° 2013.9755.3).

Depuis 2015, le Togo met en œuvre son document de proposition de mesures pour l'état de préparation à la REDD+ (R-PP) avec l'appui de trois programmes :

- le projet de soutien à la préparation à la REDD+ (P-REDD+) financé par le fonds de partenariat pour le carbone forestier (FCPF) à travers la Banque mondiale et

mis en œuvre par la Coordination nationale REDD+ couvrant la période 2015-2018 ;

- le programme d'appui au REDD+ Readiness et Réhabilitation des forêts au Togo (« ProREDD ») financé par le gouvernement allemand et mis en œuvre par la GIZ et couvrant la période 2014 – 2019.
- le projet de gestion intégrée des catastrophes et des terres (PGICT) financé par la Banque mondiale et couvrant la période 2012-2016 avec une prorogation jusqu'au 30 juin 2017.

Les projets P-REDD+ et PGICT ont permis de faire des études analytiques, traiter et analyser les photos aériennes historiques afin de connaître la situation de la couverture forestière entre les années 1976 et 1985.

Le programme ProREDD a permis de faire la cartographie de l'occupation du sol à travers l'acquisition et le traitement des images satellites RapidEye de 2013 et 2014 et l'historique de la couverture forestière par les images satellites Landsat.

Pour actualiser et donner plus de précision sur les taux de déforestation qui étaient produits dans les différents documents nationaux, le groupe national de suivi des forêts s'est réuni le jeudi 16 août 2018 pour analyser les différents résultats et faire le choix de calcul du Taux de déforestation annuel du Togo.

I- Définition de la déforestation

La déforestation est un concept imprécis qui est synonyme de déboisement, c'est à dire l'action qui consiste à détruire la forêt. D'une région à une autre et d'un domaine spécifique à un autre cette définition peut changer.

Les chercheurs qui étudient la déforestation en milieu tropical privilégient tantôt les aspects purement écologiques (Roussel, 1999), tantôt agro-écologiques (Michon et Bouamrane, 2000 ; Verdeaux et Alpha, 1999 ; Léonard et Oswald, 1996) ou socio-historiques (Fauroux, 2000 ; Moizo, 2000).

Selon les écologues, la déforestation signifie diminution ou perte de biodiversité forestière (Puig, 2001a,b) avec une perturbation du fonctionnement de l'écosystème.

Pour les agro-écologues et les ethno-botanistes, ils envisagent le phénomène comme un processus complexe d'enrichissement végétal et de succession culturelle alternant couverts forestiers et cultures vivrières associées (Michon et al, 2000 ; Empeaire et Lescure, 2000 ; Dounias, 1996).

Quant aux sciences sociales, elles abordent le sujet sous l'angle des rapports entre les sociétés et leur cadre de vie, privilégiant la manière par laquelle les activités humaines s'insèrent dans l'espace forestier et participent à sa dynamique (Bahuchet et al., 2000 ; Civilisations, 1997).

Pour la FAO par exemple, la déforestation « *implique la disparition durable ou permanente du couvert forestier ainsi que le passage à une autre utilisation des terres (...). Elle inclut aussi les cas où la surexploitation et la modification de l'environnement affectent la forêt de façon telle qu'elle ne peut maintenir un couvert arboré dépassant le seuil de 10 pour cent* » (FAO, 2001, p. 137) « exclut spécifiquement les zones où les arbres ont été enlevés par exemple pour en exploiter le bois et où la forêt devrait se régénérer soit naturellement, soit avec l'aide de mesures sylvicoles »

La variété des acceptions que recouvre le terme déforestation et donc l'imprécision de son contenu sémantique, appellent à une grande prudence dans l'emploi de l'expression.

D'un point de vue pratique, le groupe national de suivi des forêts au Togo tout comme les experts et les organismes internationaux, est intéressés surtout par l'aspect quantitatif et définit la déforestation comme étant « ***la transformation ou la conversion des forêts en d'autres types de couvert, désormais plus ou moins dépourvus de végétation ligneuse*** ». La forêt dans le contexte REDD+ au Togo est une surface minimale de de 0,5 hectares portant des arbres dont les houppiers ou couronnes couvrent plus de 10% de la surface au sol et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 5 m (MERF/IFN, 2016, p.6). Une fois que la forêt perd ces exigences d'une période à une autre, il y a déforestation.

I- Données disponibles et leurs caractéristiques

Trois (3) types de données de télédétection ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Il s'agit des images satellitaires RapidEye et Landsat, et des copies de négatifs de photos aériennes. Les images RapidEye couvrent la période 2013 - 2014 tandis que les images Landsat couvrent la période entre 1986 et 2014. Les photographies aériennes couvrent les années 1976 – 1985.

Tableau 1: Caractéristiques des données disponibles (MERF/REDD+, 2018)

Caractéristiques	RapidEye	Landsat (TM, ETM+, 8)	Orthophotos
Société	RapidEye	USGS	Archives DGC
Période de réception	depuis 2005	depuis 1982 à 2015	1976, 1977, 1978, 1979, 1982, 1985
Résolution spatiale	5 m	15 m panchromatique 30 m multi-spectral	50 cm
Résolution spectrale	0,48 - 0,89 μm	0,45 - 0,90 μm	
Résolution radiométrique	16 bit	16 bit	Photos scannées en niveau de gris dont les valeurs comprises 0-256 (8bits)
Résolution temporelle	2013 / 2014	1986 / 1988 / 1989 / 1990 / 1991, 1999 / 2000 / 2001, 2009 / 2011, 2014	1976, 1977, 1978, 1979, 1982, 1985
Données compatibles pour une cartographie à l'échelle du ...	1 : 25.000 1 : 50.000	- 1 : 100.000 - ...	1 : 200 000 1 : 50 000
Source des données	ProREDD / MERF	DFS ¹	DGC ²
Format	geotiff	geotiff	*.tif
Projection	Référentiel WGS84 Projection UTM31N	Référentiel WGS84 Projection UTM31N	Référentiel WGS84 Projection UTM31N
Produits	Images ortho-rectifiées	Images ortho-rectifiées	Images ortho-rectifiées
Surface net couverte	56 600 km ²	56 600 km ²	48 4000 km ²

¹ Les données Landsat ayant servi de base à la présente étude ont été téléchargées gratuitement sur internet via les liens suivants <http://gloisf.umd.edu/data/landsat/> et <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

² Copies des négatifs originaux récupérées à la Direction Générale de la Cartographie

Caractéristiques	RapidEye	Landsat (TM, ETM+, 8)	Orthophotos
Sources des images	Satellites	Satellites	photos aériennes analogiques
Visibilité de la canopée	Non	Non	Oui
Composition colorée	Fausse couleur, vraie (canal spectre)	Fausse couleur, vraie (canal spectre)	Noir et blanc
Contraste	Moyen	Faible	Bon
Forme	Bon	Moyen	Bon
Taille	Moyen	Faible	Bon
Structure	Moyen	Faible	Bon
Texture	Moyen	Faible	Bon
Durée d'interprétation	Moins	Moins	Plus

II- Méthodologie de traitement des données

3.1. Images Landsat

Après la classification des images Landsat, l'analyse des données a été faite à partir d'une matrice de changement par la méthode de « Détection de Changement Multi-Date ». Cette méthode consiste à comparer des images de différentes années sur la base de la différence des caractéristiques spectrales pour chaque pixel / unité. Comme variable, on peut utiliser la valeur de l'Indice de Végétation par Différence Normalisé (NDVI)³ et la valeur simple de la réflexion de la bande. Par exemple, pour estimer la variation de la forêt entre la période P₁ et la période P₂, les valeurs des pixels / unités sont comparées et, en cas de variances, ajoutées au groupe d'unités changées. Cette méthode a été choisie en raison d'un manque d'informations sur l'occupation historique des sols. Par la suite, ces images (Landsat de la période 1986 - 2014) ont été segmentées et les objets ont été combinés. Concernant les objets, les valeurs moyennes et les variances de NDVI ont été calculées pour chaque unité et sauvegardées dans les tableaux pour chacune des périodes 1986 - 1991, 1999 - 2001, 2009 - 2011 et 2014.

³ L'Indice de Végétation par Différence Normalisé (NDVI) est l'indice le plus connu et le plus utilisé dans l'analyse du couvert végétal par exploitation de données multi-spectrales. Son expression est la suivante :

$$NDVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + \rho_R}$$

- ✓ **Pré- traitement des images :** (découpage, amélioration de l'histogramme, choix des canaux RGB, etc.)
- ✓ **Segmentation des images**

La segmentation numérique des images (subdivision des images en éléments d'images et régions semblables) est la base pour des évaluations thématiques ultérieures. Pendant ce processus, des segments se forment selon les critères d'homogénéité spectrale et spatiale.

- ✓ **Calcul des statistiques pour les objets**

Pour chaque objet (segment), sont calculées les moyennes des valeurs des canaux et du NDVI et ce, pour les différentes années.

- ✓ **Visualisation et correction visuelle des résultats**

Un processus de première vérification et une correction des résultats sont exécutés.

- ✓ **Vérification des résultats**

Avec des points de l'inventaire forestier national et une interprétation visuelle des données historiques indépendantes pour les différentes années, on effectue une vérification et on compare avec les résultats du processus d'interprétation.

3.2. Images RapidEye

Les images RapidEye ont été interprétées suivant les étapes suivantes

- ✓ **Pré- traitement des images satellite**

(Découpage, amélioration de l'histogramme, choix des canaux RGB, etc.)

- ✓ **Elaboration d'une clé d'interprétation**

Les caractéristiques significatives et discriminantes des strates d'occupation du sol (forêts dense, ...) à délimiter sont visualisées dans la clé d'interprétation. Le but est la constitution d'un instrument garantissant une interprétation visuelle homogène et relativement objective (Hildebrandt, 1996, AFL, 1998).

- ✓ **Segmentation des images satellitaires**

La segmentation numérique des images (subdivision des images en des éléments d'images et des régions semblables) est la base pour des évaluations thématiques

ultérieures. Sans que l'utilisateur ait défini des objets cibles ou tests, l'image est segmentée sur la base de paramètres statistiques. A partir d'un pixel en tant qu'objet d'une image, les 'objets voisins' sont examinés en fonction de leurs critères locaux d'homogénéité et regroupés comme objets plus grands le cas échéant. Pendant ce processus, des segments se forment selon les critères d'homogénéité spectrale et spatiale.

✓ **Classification thématique des segments**

L'attribution thématique des segments est effectuée via une interprétation visuelle à l'écran. L'image originale et la couche comportant les segments sont ajoutés au projet SIG et les segments sont caractérisés par une interprétation visuelle.

✓ **Vérification des résultats**

Avec une grille de 4 km et les informations de l'occupation du sol ajouter en base de l'interprétation visuelle dans Google Earth et l'attribut de la carte topographique pour chaque point et les informations de visite du terrain pour les points sélectionnés une vérification des résultats va être exécuter

3.3. Photos aériennes

Les photos aériennes ont passées les différentes étapes suivants :

✓ **Scannage en haute résolution**

Réorganisation des photos suivant le plan de vol et les missions aériennes effectuées. Diminution des dépôts d'artéfacts par un nettoyage spécifique des négatifs dûs à la mauvaise conservation de ces négatifs. Numérisation des négatifs à très haute résolution soit à 1 200 dpi (Dot per inch) dont l'intensité de l'image de sortie est enregistrée sur 8 bits soit 256 niveaux de gris puis compressée sous format « Tiff ».

✓ **Géo-référencement et ortho-rectification**

Les photographies scannées d'abord géoréférencées à partir des points de calages et de contrôle, et aussi des points des réseaux géodésiques du pays, puis ortho-rectifiées par la méthode du plus proche voisin deviennent alors raccordable, permettant ainsi la réalisation d'une mosaïque.

✓ **Assemblage des photos géo-référencées en mosaïques continues**

Constitution d'un continuum géographique. Mosaïque des diverses tuiles d'images avec correction itérative des décalages éventuels le long des lignes de sutures. Application d'une égalisation radiométrique. Définition d'une grille permettant le découpage de la mosaïque d'images en scènes traitables.

✓ **Interprétation des scènes des ortho-photos**

Elaboration de la clé d'interprétation. Segmentation numérique des scènes grâce au logiciel « Berkley Image Segmentation Tool » (BIS). Interprétation visuelle des images sous un environnement SIG libre (QGIS). Vérification terrain et validation de l'interprétation.

III- Résultats

A l'issu du traitement et analyse des trois données (Photos aériennes, images RapidEye et images Landsat, les résultats suivants sont obtenus (MERF/REDD+, 2018).

Tableau 2 : Superficies des formations forestières (MERF/REDD+, 2018)

Type de données	Photos aériennes	Images RapidEye	Images Landsat	Images Landsat	Images Landsat
Périodes	1976-1985	2013-2014	1986-1991	1999-2001	2014
Surface totale couverte (ha)	5 138 653	5 698 778	5 698 778	5 698 778	5 698 778
Forêt (ha)	1 299 975	1 253 170	1 361 661	1 265 371	1 226 829
Forêts denses (ha)	276 025	118 035			
Forêts riveraines (ha)	229 468	301 334			
Forêts claires et savanes boisées (ha)	775 077	786 045			
Plantations (ha)	19 405	47 756			

IV- Limite des résultats obtenus

Le 1^{er} constat de ces données est qu'elles sont de sources diverses, ne couvrent pas les mêmes périodes et pas les mêmes détails de précision.

- ✓ Les données de photos aériennes bien que d'une bonne précision (résolution spatiale de 50 cm) ne sont disponibles que sur une courte période (1976-1985) et ne couvrent pas toute la superficie du Togo (56 698 778 ha). Il n'y a pas deux périodes pour déterminer le taux de déforestation entre deux périodes.
- ✓ Les données d'images RapidEye ont une bonne résolution spatiale (5 m) et couvrent toute l'étendue du territoire mais pas sur deux périodes pour faire le calcul du taux de déforestation.
- ✓ Les images Landsat ont une faible résolution spatiale (15 et 30m), couvrent tout le pays et sont disponibles sur plusieurs périodes (1986-1991 ; 1999-2001 ; 2014) et sont susceptibles de calculer le taux de déforestation avec les limites liées à la qualité des données.

Selon ces limites, le choix d'utilisation des images Landsats pour le calcul du taux de déforestation est basé sur leurs disponibilités sur une longue période, la résolution et la même taille de pixel qui permet de faire une comparaison.

V- Méthodologie de calcul du taux de déforestation

Le taux de déforestation annuel résulte du rapport entre la surface défrichée sur une période, divisée par la surface forestière initiale et par le nombre d'années de la période (Menon *et al.*, 1997, Ramesh *et al.*, 1997, Narendra Prasad *et al.*, 1998) qui correspond à l'équation (1). Cependant, plusieurs publications ont récemment mis en lumière que l'évolution de la perte forestière ne peut pas être obtenue avec ce simple rapport (Puyravaud *et al.*, 2002). La formule standardisée proposée par Puyravaud *et al.*, (2002) a été adoptée pour calculer le taux de déforestation annuel pour cette étude (équation 2). Cette formule est universelle et s'applique dans le contexte tropical. Cas de Rakotomala *et al.* (2015) à Madagascar et Konko *et al.* (2018) au Togo.

$$\text{Equation 1 : } \theta = \frac{1}{A_1} \left(\frac{A_2 - A_1}{t_2 - t_1} \right) * 100 \quad (1) \text{ et l'équation 2 : } \theta = - \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * 100 \quad (2)$$

où

θ = est le taux de déforestation

A_1 = est la couverture forestière de l'année 1

A_2 = est la couverture forestière de l'année 2

t_1 = est l'année 1

t_2 = est l'année 2.

VI- Calcul du taux de déforestation

Les résultats de traitement des images Landsat de 1990 et de 2015 donnent les résultats suivants.

Année	1990	2000	2015
Période	1990-2015	1990-2000	2000-2015
Superficie (ha)	1 361 661	1 265 371	1 226 829
Durée (an)	25	10	15
Taux de déforestation (%)	0,417	0,733	0,206

$$\theta (1990 - 2015) = -\frac{1}{2015-1990} \ln \left(\frac{1226829}{1361661} \right) * 100 = 0,417$$

$$\theta (1990 - 2000) = -\frac{1}{2000-1990} \ln \left(\frac{1265371}{1361661} \right) * 100 = 0,733$$

$$\theta(2000 - 2015) = -\frac{1}{2015-2000} \ln \left(\frac{1265371}{1226829} \right) * 100 = 0,206$$

L'analyse de ces résultats montre qu'entre la période 1990 à 2000, il y a eu plus de déforestation. Ce qui n'est pas étonnant compte tenu de la crise socio politique que le Togo a connu avec la mouvance démocratique. Cette période est marquée par le pillage des ressources forestière, la faible autorité de l'administration forestière pour protéger les forêts et la rupture de la coopération internationale.

Au cours de la période 2000 à 2015, la stabilité politique et le retour des investisseurs ont permis à l'administration forestière de développer et mettre en œuvre plusieurs programmes et projets pour freiner la déforestation.

La période 1990 à 2015 couvre les deux périodes et traduit mieux le dynamique de déforestation observé au Togo.

Conclusion et perspectives

Sur la base de l'analyse des images Landsat (1990 ; 2000 et 2015), le taux de déforestation annuel au Togo pour la période 1990-2015 est de 0,42 % soit environ 5 679 ha/an. Ce taux de déforestation pour la période 1990-2000 est de 0,73% soit environ 9 280 ha/an alors que pour la période 2000-2015, le taux est de 0,206% soit environ 2 530 ha/an.

Cependant, il est à noter quelques lacunes dans les données disponibles pour l'évaluation du taux de déforestation. Ce taux est susceptible d'être amélioré une fois les données actualisées mais aussi lorsque les années passent.

Au vue des limites observées dans la production des données forestières de qualités, le Togo doit produire les données de mêmes caractéristiques pour faciliter la comparaison. Il s'agit pour les 10 prochaines années de faire l'acquisition des images de mêmes qualités que celles de 2013-2014 (RapidEye) pour avoir les données d'une même précision. Mieux encore l'équipe proposait également une mission de production des photos aériennes à partir des drones pour rapprocher ces données aux photos aériennes de (1976-1985).

Références bibliographiques :

Bahuchet S. (coord.), 2000. Les peuples des forêts tropicales aujourd'hui. Bruxelles : APFTULB, 5 volumes.

Civilisations, vol. XLIV, n°1-2, 1997. Les peuples des forêts tropicales. Systèmes traditionnels et développement rural en Afrique équatoriale, grande Amazonie et Asie du sud-est. Bruxelles, 255 p.

Dounias E., 1996. Recrûs forestiers post-agricoles : perceptions et usages chez les Mvae du Sud-Cameroun. In JATBA, n° 38, p.p. 153-178

Empereire L., Lescure J.P., 2000. Activités extractivistes pour gérer la forêt, p.p. 39-52. In Du bon usage des ressources renouvelables, Paris, IRD éditions.

Ern H. 1979. Vegetation Togos. Gliederung, Gefahrung, Ernhaaltung. Willdenowia 9

F.A.O., 2001b. Comparison of forest area and forest area change estimates derived from FRA 1990 and FRA 2000. Forest resources assessment programme, working

Fauroux E., 2000. La forêt dans les systèmes de production ouest-malgaches, p.p. 153-168. In Du bon usage des ressources renouvelables, IRD éditions

Konko, Y., Rudant, J.P., Akpamou, G.K., Noumonvi, K.D. and Kokou, K. 2018. Spatio-temporal Distribution of Southeastern Community Forests in Togo (West Africa). Journal of Geoscience and Environment Protection, 6, 51-65.

Léonard E., Oswald M., 1996. Agriculture forestière sans forêt. Changements géoécologiques et innovations paysannes en Côte d'Ivoire. In Natures, Sciences, Sociétés, 4(3), p.p. 202-216.

Menon et al., 1997, Application of geographic information systems, remote sensing, and landscape ecology approach to biodiversity conservation in Western Ghats. Curr.Sci, 75:pp 228 -285

MERF/IFN, 2016, pp.6-17. Rapport Inventaire Forestier National du Togo 2015-2016

MERF/REDD+, 2018. Interprétation des photos aériennes 1976 – 1985 et comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'interprétation des images Rapideye 2013 - 2014 et landsat 1988 - 2015

Michon G., Bouamrane M., 2000. Artificialisation et nature. Continuité en agroforêt, p.p.53-74. In Du bon usage des ressources renouvelables, IRD éditions

Moizo B., 2000. Déforestation et dynamiques migratoires (Madagascar), p.p. 169-185. In Du bon usage des ressources renouvelables, IRD éditions.

Narendra Prasad, S. 1998. Conservation planning for the Western Ghats of Kerala. II. Assessment of habitat loss and degradation. Curr. Sci, 75:pp 228 - 285.

- Puig H., 2001a.** Diversité spécifique et déforestation : l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. In Bois et Forêts des Tropiques, n° 268 (2), p.p. 41-55.
- Puig H., 2001b.** La forêt tropicale humide. Paris, Belin, 447p.
- Puyravaud, J. P. 2002.** Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. Forest Ecology and Management, 177:pp 593–596. Rakotomala et al. (2015)
- Ramesh, B.R., Menon, S., and Bawa, K.S., 1997.** A Vegetation based approach to biodiversity gap analysis in the Agastyamalai region, Western Ghats, India. Ambio, 26: pp 536-539
- Roussel B., 1999.** Déforestation des bas-fonds sahélo-soudaniens au Niger central : de la « brousse noire » aux cultures maraîchères. In Autrepart, n° 9, p.p. 17-32.
- Verdeaux F., Alpha A., 1999.** L'économie très politique d'une mise en valeur des ressources forestières : Côte d'Ivoire, 1900-1999. In Autrepart, n° 9, pp. 33-51.