

Facteurs explicatifs de la déforestation et de la dégradation forestière dans la Préfecture d'Amou au Sud-Ouest du Togo

Issa Abdou-Kérim BINDAOU DOU¹, Isaac Zakariya KONE², Mahaman Mansir SALIHOU DJARI³, Koffi Fernand KOUAME⁴

(1) Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Abidjan, Côte d'Ivoire

(2) Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Abidjan, Côte d'Ivoire

(3) Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Abidjan, Côte d'Ivoire

(4) Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract: The various research studies on forest dynamics and deforestation at the international and African levels suggest a trend towards the decrease or even disappearance of forests, with various causes. This study attempts to evaluate and analyze the state of deforestation and forest degradation in the Prefecture of Amou in order to understand its evolution. Thus, Landsat satellite images from 1975 and 2020 and the use of GIS and remote sensing tools were used to characterize forest degradation in this prefecture. The analysis of the results of this study shows that anthropogenic actions have had negative impacts on the forest resources of the Amou Prefecture. Thus, over the period 1975-2020, forest cover has decreased by 2.77% in favor of other types of land use. The ecological balance of the forest massifs has been strongly disturbed by the increase in population combined with anthropic activities.

This study revealed that population growth, the multiplication of localities and communication routes, topography and soil types according to their richness are the main underlying causes of forest regression in Amou Prefecture. Analysis of the evolutionary trend of the forest area shows that by 2055, the dense forest will disappear if current land use practices continue.

Keywords: Remote sensing, GIS, deforestation, Amou Prefecture

Date of Submission: 07-04-2022

Date of Acceptance: 22-04-2022

I. INTRODUCTION

La fragmentation des habitats est aujourd'hui considérée comme l'une des plus sérieuses menaces sur la biodiversité, et une des causes majeures de la crise actuelle d'extinction des espèces [11]. Dans les pays tropicaux, l'un des grands problèmes actuels est la déforestation, due essentiellement aux pressions agro-démographiques sur la végétation [14].

En effet, les forêts tropicales ont fortement diminué sous diverses pressions anthropiques [23] ; [5]. Pour la période 1976-1980, les forêts tropicales humides ont connu une déforestation annuelle d'environ 6,113 millions d'hectares [12].

Comme tous les pays en développement, le Togo se trouve confronté aux problèmes de gestion des ressources naturelles et de dégradation des terres. Entre 1990 et 1995, le Togo a perdu près de 93 000 ha de forêts soit un taux de déboisement annuel de 1,4% [4]. Les causes de cette dégradation sont principalement dues à la vente du bois de feu et du charbon sur tout le long des grands axes routiers, les feux de brousse au cours de la saison sèche et les défrichements à buts divers [6]. Cette régression des surfaces forestières, avec leurs multiples biens et services, marginalise le Togo par rapport aux besoins nationaux et à la moyenne internationale recommandée par la FAO qui est de 30% en termes de couverture forestière. Ceci constitue un frein au développement et à la sécurité alimentaire [17].

En effet, à la faveur du climat d'instabilité politique qu'a connu le Togo dans les années 1990 avec l'avènement de la démocratie, les populations avaient exercé une forte pression sur les ressources faunistiques et floristiques. Le but de cette pression était soit la collecte de bois d'œuvre ou d'énergie, soit l'installation des parcelles agricoles, surtout que la terre était riche et propice à l'agriculture [7].

Ainsi, dans le but d'atteindre le développement durable à travers les mesures d'adaptions dans le contexte du changement climatique, il est indispensable d'identifier et d'évaluer les facteurs qui sont à la base de cette dégradation du couvert forestier dans cette partie du Togo.

Pour mieux saisir cette réalité, les outils de la télédétection apparaissent comme une nécessité pour le suivi et la gestion des ressources forestières.

A la lumière de tout ce qui précède, cette recherche se fonde sur une question centrale : quels sont les facteurs responsables de la déforestation et de la dégradation de la couverture forestière dans la Préfecture d'Amou ? De cette question centrale découlent les questions subsidiaires suivantes : Quel est l'état de la couverture végétale dans la Préfecture d'Amou ? Quels sont les facteurs explicatifs de la déforestation et de la dégradation du couvert forestier dans la Préfecture d'Amou ? Quelle est l'évolution future du couvert forestier dans la Préfecture d'Amou au Togo ?

Afin de donner une orientation à cette recherche, des objectifs de recherche ont été définis. L'objectif général est d'analyser les facteurs de la déforestation et de la dégradation forestière dans la Préfecture d'Amou afin de comprendre son évolution à court et moyen termes.

De manière spécifique, il s'agit de : i) élaborer la cartographie de la couverture végétale à l'aide des images satellitaires optiques Landsat ; ii) identifier les facteurs explicatifs responsables de la déforestation et de la dégradation forestière ; iii) analyser la tendance future du couvert forestier dans la Préfecture d'Amou.

II. DONNEES, MATERIELS ET METHODES

2. 1. Présentation de la Préfecture d'Amou

La Préfecture d'Amou est située entre 7°12'11'' et 7°52'57'' de latitude nord et entre 1°0'6'' et 1°2'20'' de longitude est. Située au Sud-Ouest de la Région des Plateaux, elle est limitée au sud par la Préfecture de Kpélé et de Haho, à l'est par la Préfecture de l'Ogou, au nord par la Préfecture de l'Anié et à l'ouest par la Préfecture de Wawa et de Danyi. La figure 1 illustre la localisation de la zone d'étude.

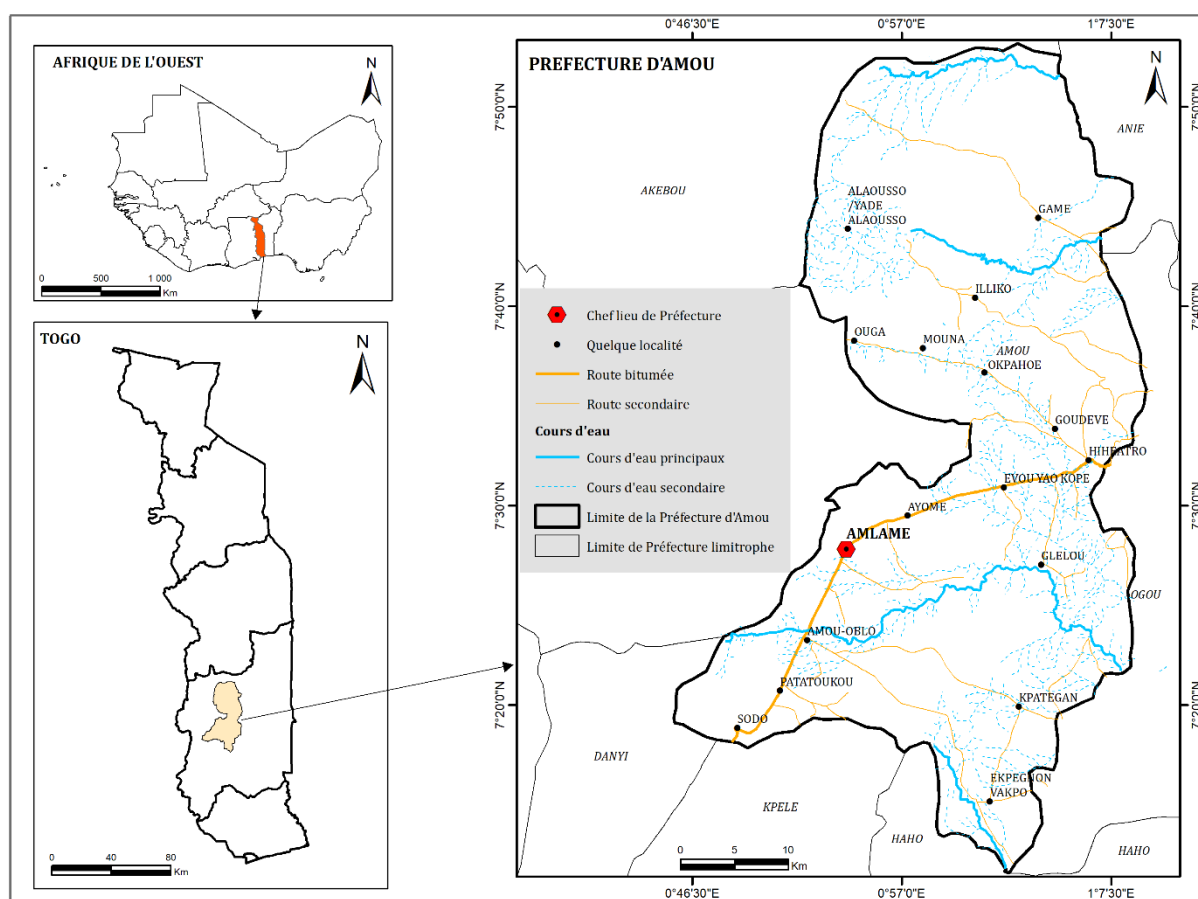


Figure 1 : Situation géographique de la Préfecture d'Amou (INSEED, 2018)

2.2. Données

2.2.1. Données satellitaires

- Images Landsat

Cette étude portant sur l'analyse des paramètres explicatifs de la dégradation forestière dans la Préfecture d'Amou a été menée à partir d'images satellitaires issues du satellite Landsat.

En effet, le satellite Landsat permet de bénéficier d'un large corpus de données disponibles depuis le début des années 1970 et permet d'avoir un suivi régulier sur les cinquante (50) dernières années [16]. Afin de mener à bien cette étude, des images issues de deux capteurs de la série Landsat : MSS pour l'année 1975, et OLI pour l'année 2020 dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 1 ont été utilisées. Le système de projection des images est UTM, zone 31N et le système géodésique est le Datum : WGS 84 ont été les autres paramètres de projection cartographique retenus. Ces images présentent l'avantage d'être disponibles gratuitement, orthorectifiées et géoréférencées sur le lien du site internet <https://glovis.usgs.gov>. De plus, la haute résolution spatiale de ces données (60 m pour MSS et 30 m pour ETM+ et OLI) permet de caractériser des éléments paysagers au sol de 1200 m² et 900 m² [13]. Ceci est alors suffisant pour identifier les structures paysagères homogènes propres à la zone d'étude. Afin de garder une cohérence dans la réponse spectrale des différents couverts végétaux, les scènes ont été choisies en saison sèche où la couverture nuageuse est quasi absente. Enfin, l'utilisation d'images acquises pendant la période sèche permet également d'avoir des images dont la nébulosité est fortement réduite et de limiter ainsi les biais atmosphériques [9].

Tableau 1 : Date d'acquisition des images Landsat

Image	Scène (Path/Row)	Résolution spatiale	Date d'acquisition
MSS 1975	193-55	60 m	30/10/1975
OLI 2020	193-55	30 m	15/12/2020

Source : <https://glovis.usgs.gov>

2.2.2. Données cartographiques et démographiques

Les données cartographiques constituées d'une couche numérique géoréférencée du Togo, réalisée et mise à jour par la DGSCN en 2010 dans le cadre des travaux de cartographie du quatrième Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH-4) ont été utilisées. Ces données sont constituées d'infrastructures routières, du réseau hydrographique, les localités (habitat) et les limites administratives selon le nouveau découpage administratif de 2018. Les données sur les types de sols et d'altitude, la carte topographique du Togo (planche NB-31-XIX-2d) issue de la base de données de la Direction de la Cartographie Nationale (DCN), la carte d'occupation du sol du Togo issue des travaux de l'Inventaire Forestier National (IFN) de 2016 ont aussi été utilisées.

2.3. Matériel

Les logiciels utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- Envi 4.8 pour les traitements des images satellitaires optiques ;
- ArcGIS Desktop 10.6 pour les applications SIG et l'élaboration des cartes ;
- MS Excel pour les calculs statistiques, la conception des tableaux et les graphiques.

2.4. Méthodologie

2.4.1. Elaboration de la cartographie du couvert végétal de la Préfecture d'Amou en 1975 et en 2020

La démarche méthodologique adoptée se repose sur les prétraitements, les traitements des images satellitaires et les missions de collectes de données sur le terrain pour la validation des résultats.

- **Prétraitement**

Les prétraitements ont débuté par la réalisation de la correction radiométrique pour réduire les effets perturbateurs de l'atmosphère, qui est particulièrement chargée de nuage de poussière en période d'harmattan, car nous voulons effectuer une comparaison d'information à différentes dates. Pour ce faire, nous avons utilisé l'outil « Dark Object Subtraction » du logiciel ENVI 4.8. Selon [8], l'algorithme « Dark Object Subtraction » suppose l'existence d'« objets sombres », qui sont des pixels ayant des nombres de réflectance de zéro à très petits, dans une scène Landsat. Par conséquent, la valeur minimale du DN (nombre numérique) dans l'histogramme est considérée comme l'effet de la diffusion atmosphérique et est soustraite de tous les pixels de la scène, créant ainsi des « objets sombres » avec une valeur DN de zéro. Pour passer de valeur de pixel en compte numérique en valeur de réflectance, nous avons utilisé l'outil « Landsat Calibration » du logiciel ENVI 4.8. Pour s'assurer de l'homogénéité des traitements sur la période d'analyse, nous avons ramené toutes les classifications à une résolution de 30 m. Ainsi, la classification de 1975 obtenue avec l'image Landsat MSS4 à 60 m de résolution est rééchantillonnée à 30 m. Cette conversion est indispensable pour des analyses spatiales et le calcul des surfaces sur les différentes périodes de l'étude car une étude comparative des données a été faite. Pour l'image MSS 1975, nous avons opté pour un rééchantillonnage par la méthode du plus proche voisin qui conserve les valeurs radiométriques originales de l'image [8].

Par la suite nous avons effectué la composition colorée qui est une combinaison linéaire de trois canaux de l'image (Rouge/Vert/Bleu), ce qui a permis d'obtenir une image synthétique tout en bénéficiant de l'apport en termes de spécificités spectrales de chacune des bandes.

Au terme de plusieurs combinaisons, les compositions colorées des bandes 4-5-3 des images MSS, ETM+ et 5-4-3 des bandes d'image OLI ont été choisies, car elles présentent les meilleures discriminations des types d'occupation du sol [8]. Ainsi, divers types de forêts, de savanes, de jachères, de cultures pérennes et sols nus ont été discriminés.

- **Traitement**

Après la phase de prétraitement, nous avons procédé aux traitements numériques proprement dit, par la production de classes d'occupation du sol devant servir de base aux missions de visites de terrain. Le choix des sites d'entraînement a consisté à identifier et délimiter une centaine de parcelles représentant tous les types d'occupation du sol sur les compositions colorées OLI des bandes 5-4-3. Ces sites sont choisis en fonction de l'accessibilité (les localités, les pistes, le réseau hydrographique) et de leur répartition spatiale. Aussi, faut-il souligner que les connaissances théoriques du terrain (carte d'occupations du sol pré existantes réalisé au Togo dans le cadre de l'inventaire forestier national et du projet land use land cover) permettent de faciliter l'interprétation visuelle.

- **Mission de terrain et collecte de données**

La carte d'occupation du sol de l'année 1975 est réalisée à partir de l'image du MSS4. Compte tenu du fait que nous ne disposons pas de vérités terrain à cette période, nous avons utilisé les images d'archives de la plateforme GoogleEarth Pro et d'autres sources de données comme la carte d'occupation du sol réalisée par le Centre AGRHYMET en 2018, la carte de l'Inventaire Forestier National pour l'année 2020 pour faire la vérification et l'interprétation de certaines zones. Ainsi, la validation de la classification est faite à partir des données historiques disponibles sur la plateforme. Compte tenu de la taille et de l'accessibilité de la zone d'étude, un total 100 points ont été utilisé pour la validation de la carte. Il s'agit de points issus de l'échantillonnage aléatoire de point ayant servi pour la classification.

Les cartes du couvert végétal de la Préfecture d'Amou des années 1975 et 2020, produites par la classification dirigée ont permis d'identifier les classes suivantes :

- la classe forêt dense est la fusion des forêts denses semi-décidues, des forêts denses sèches et des galeries forestières ;
- la classe forêt dégradée/cultures pérennes est formée de forêts claires ou semi-décidues modifiées par les activités anthropiques ou non et des champs (plantations forestières, plantations industrielles et pérennes, etc.) ;
- la classe savane est un regroupement des savanes arbustives denses, des savanes arbustives peu denses et des brûlis, qui sont les savanes parcourues par les feux avant la prise de vue ;
- la classe sol nu/laboure est composées des savanes herbeuses, pâturages, cultures vivrières, brûlis, coupes forestières récentes et surfaces artificielles (habitation, route, piste, etc.).

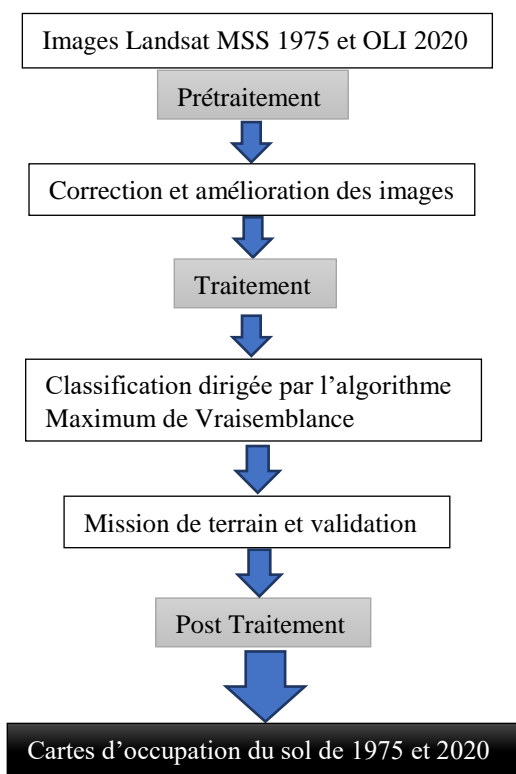


Figure 2. Synthèse de l'approche méthodologique adoptée

2.4.2. Analyse spatiale de l'évolution des surfaces forestières denses en lien avec quelques paramètres socio-économiques et biophysiques

La combinaison des composantes spatiales et temporelles en télédétection permet une analyse quantitative et qualitative de la dynamique de la végétation [5]. En effet, l'évaluation spatio-temporelle des différents types de végétation de la Préfecture d'Amou entre 1975 et 2020 permet de déterminer le sens de leur évolution (augmentation ou réduction). Pour cela, un accent particulier sera mis sur les formations forestières denses pour lesquelles une carte d'évolution sera élaborée en tenant compte de quelques paramètres.

A cet effet, l'identification et la validation des paramètres ou conditions qui caractérisent les forêts transformées en d'autres classes (surfaces agricoles ou habitat) entre 1975 et 2020 ont été faites. En effet, au cours des missions de terrain pour la collecte de données, les échanges avec les populations de la zone d'étude et les résultats de l'IFN, ont permis de retenir quelques facteurs clés ayant des impacts directs sur les forêts denses. Pour leur validation, les facteurs doivent avoir des données disponibles et en relation étroite avec le phénomène étudié c'est-à-dire la déforestation et la dégradation forestière [5].

Ainsi, l'application des conditions citées plus haut a permis de retenir les critères : altitudes, types de sols, infrastructures routières, localité (habitat/ démographique).

A cet effet un croisement des données portant sur les infrastructures routières, l'habitat (localité/population), l'altitude et les sols, et les surfaces forestières denses pour la caractérisation de l'évolution de ces surfaces forestières denses a été fait.

- Altitude et évolution des surfaces forestières

La répartition des surfaces forestières en fonction des altitudes a permis la classification du critère altitudes. La carte des altitudes a été générée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). A cet effet, les courbes de niveau ont été générées et ensuite superposées aux surfaces de forêt dense transformée en exploitations agricoles ou en d'autres classes d'occupation et celles restantes entre 1975 et 2020, et celles restées stables. Ici l'on a supposé que les altitudes influent sur les surfaces forestières. Ainsi, en s'appuyant sur l'étendue des surfaces converties, trois classes d'aptitudes (forte-moyenne-faible) ont été déterminées par rapport aux altitudes. Plusieurs essais ont été nécessaires pour fixer les bornes des classes d'altitudes. Ainsi, on note que de 1975 à 2020, les forêts situées sur les plus faibles altitudes et ayant l'accès facile ont été celles préférentiellement défrichées pour la mise en valeur, donc présentaient les meilleures aptitudes culturales. Le tableau 2 présente les éléments du critère altitudes.

Tableau 2 : Classification du critère altitudes

<i>N°</i>	<i>Altitudes (m)</i>	<i>Evaluation des altitudes</i>	<i>Classes d'aptitudes</i>
1	150 - 250	Basses	Forte
2	250 - 500	Moyennes	Moyenne
3	500 - 850	Elevées	Faible

- **Types de sols et évolution des surfaces forestières denses**

La répartition des surfaces forestières sur les différents types de sols de la zone d'étude a permis la classification du critère sols. Cette opération a été possible après scannage, géoréférencement, numérisation de la carte des sols de la zone d'étude. Les meilleurs sols sont considérés comme ceux qui abritent les plus importantes surfaces exploitées pour les cultures.

- **Construction de réseau routier et évolution des surfaces forestières denses**

La création de route reste le point de départ pour l'installation des populations. Ainsi, la répartition des surfaces forestières converties en zones agricoles ou autres classes d'occupation serait le résultat de la création du réseau routier dans la Préfecture d'Amou. L'hypothèse suppose que, plus les routes sont créées, elles favorisent l'installation des populations, ce qui constitue le point de départ des pressions sur les ressources naturelles disponibles. Ainsi, une superposition de la carte du réseau routier (1975 et 2020) et celle des forêts entre 1975 et 2020, a permis de déterminer trois niveaux d'accessibilité (forte, moyen et faible). Le tableau 3 présente ce critère.

Tableau 3 : Classification du critère réseau routier

<i>N°</i>	<i>Types de routes</i>	<i>Evaluation des sols</i>	<i>Classes d'aptitudes</i>
1	Bitumée	Accessibilité forte	Faible
2	Piste rurale	Accessibilité moyenne	Moyenne
3	Sentier	Accessibilité faible	Forte

- **Création de zone tampon autour du réseau routier et évolution des surfaces forestières denses**

Une zone tampon de 500 mètres de rayon autour du réseau routier a été construite afin d'évaluer la pression forestière à l'intérieur de cette zone. Les 500 mètres retenus comme critère proviennent des échanges avec les populations de la zone d'étude et des observations faites lors des missions de terrain. Dans la construction de cet indicateur, la zone tampon a servi à quantifier la surface forestière dense au cours de la période 1975 et 2020 à travers une extraction de cette classe contenue à l'intérieur de la zone tampon.

- **Création de localité/accroissement de la population et évolution des surfaces forestières denses**

La répartition des surfaces forestières converties en zones agricoles ou autres classes d'occupation en fonction de la création de localité/accroissement démographique de la préfecture d'Amou, a permis la classification de ce critère. Comme le critère distribution des populations, les données de populations issues du recensement général de la population et de l'habitat de 2010 et des projections en 2020 sur l'évolution de la population ont été spatialisées par interpolation. L'hypothèse posée par cette opération suppose que, plus la croissance démographique est élevée, plus les dégâts causés sur les forêts sont importants [3]. Ainsi, une superposition de la carte des localités/accroissement de la population (1975 et 2020) et celle des surfaces forestières entre 1975 et 2020, a permis de déterminer le poids de l'accroissement démographique sur les ressources forestières. On note que les forêts situées dans les zones où la croissance démographique entre 1975 et 2020, est supérieure à 60% ont été les plus exposées aux pressions.

Les différents critères déterminés vont permettre l'élaboration des cartes thématiques suivantes :

- altitudes et surfaces forestières,
- types de sols et surfaces forestières,
- réseau routier et surfaces forestières
- zone tampon autour du réseau routier et surfaces forestières
- Localités/accroissement démographique et surfaces forestières

Enfin, une projection par la méthode de régression linéaire des surfaces forestières denses sur la période 1975 à 2020 a été faite afin de suivre l'évolution de cette classe dans les prochaines années avec l'hypothèse selon laquelle la pression sur les ressources forestières continue. La figure 3 présente la démarche utilisée pour ces traitements.

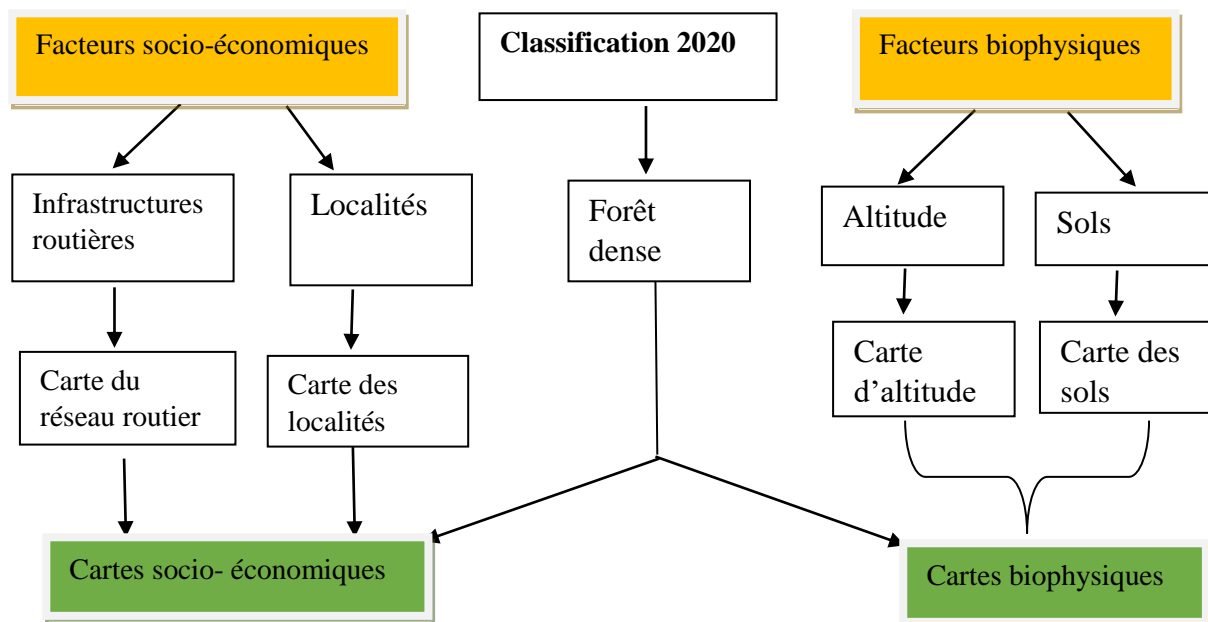


Figure 3 : Synthèse des paramètres utilisés dans l'analyse de l'évolution des surfaces forestières denses.

III. Résultats

3.1. Cartographie de l'évolution du couvert végétal de la Préfecture d'Amou

Les cartes de la couverture végétale issues de la classification des images satellitaires Landsat de la préfecture d'Amou de 1975 et 2020 sont représentées par la figure 4.

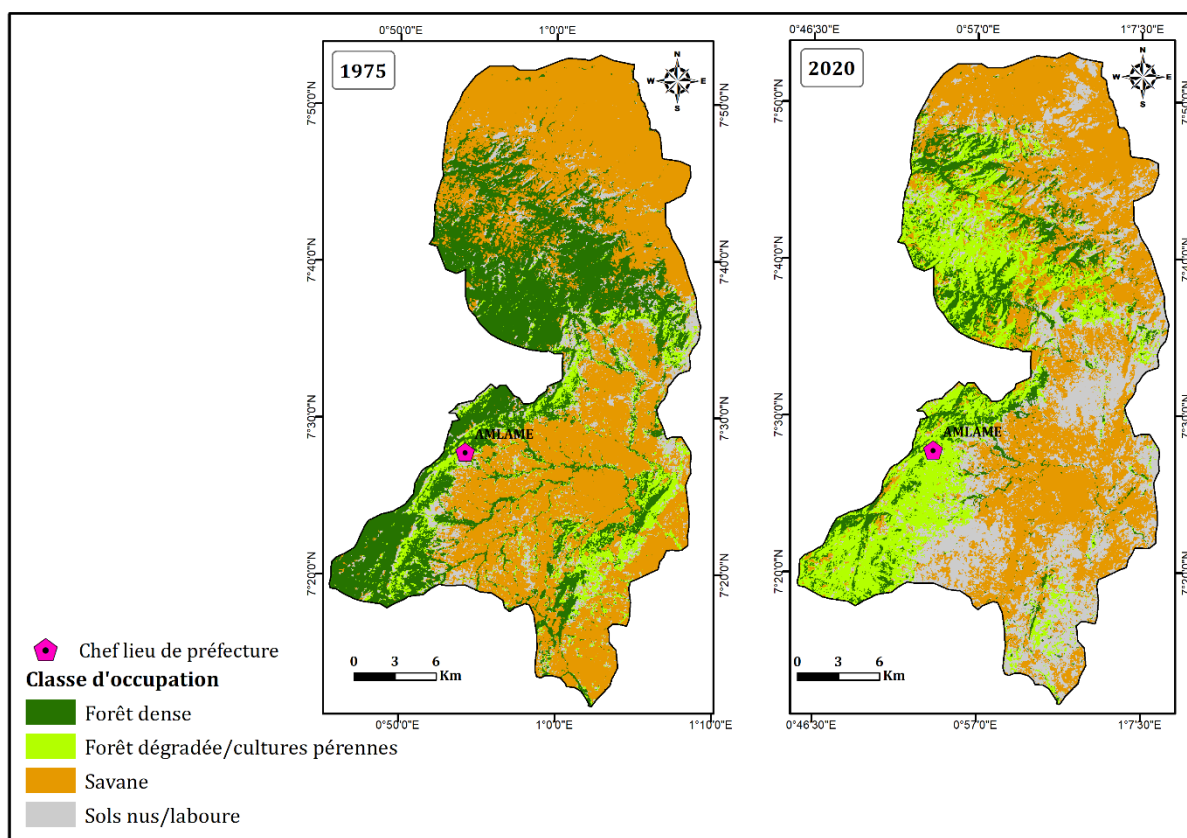


Figure 4 : Evolution du couvert végétal entre 1975 et 2020 dans la Préfecture d'Amou

L'analyse de la figure 4 montre que dans les années 1975, les parties Nord-Ouest et Sud-Ouest étaient occupées par la forêt dense. Sur cette même carte, une dominance de la savane est également constatée dans la partie Nord et du centre jusqu'au Sud de la Préfecture. La forêt dégradée/cultures pérennes est visible dans les parties Sud-Est et Sud-Ouest au sein de la forêt dense. Les sols nus/laboures en faible proportion sont beaucoup plus à l'intérieur des zones de savanes.

Sur la carte de 2020, quelques îlots de forêt dense sont observés un plus au Nord et Nord-Ouest ainsi qu'au Sud-Ouest. La forêt dégradée/cultures pérennes est beaucoup plus localisée dans les parties Nord-Ouest et Sud-Ouest. La savane et les sols nus/laboures se localisent beaucoup plus dans les parties Sud, centrale et Nord de la Préfecture.

3.2 Facteurs explicatifs de la déforestation et de la dégradation forestière dans la Préfecture d'Amou de 1975 à 2020.

3.2.1 Dynamique de la forêt dense en fonction de l'altitude

En considérant le critère altitude, près de 70% des sols nus se trouvent en faible altitude (200 à 450 m). Ceci démontre une forte mise en valeur de ces zones, soit pour l'agriculture, soit pour l'installation humaine. La figure 5 présente l'évolution de la forêt dense en fonction de l'altitude.

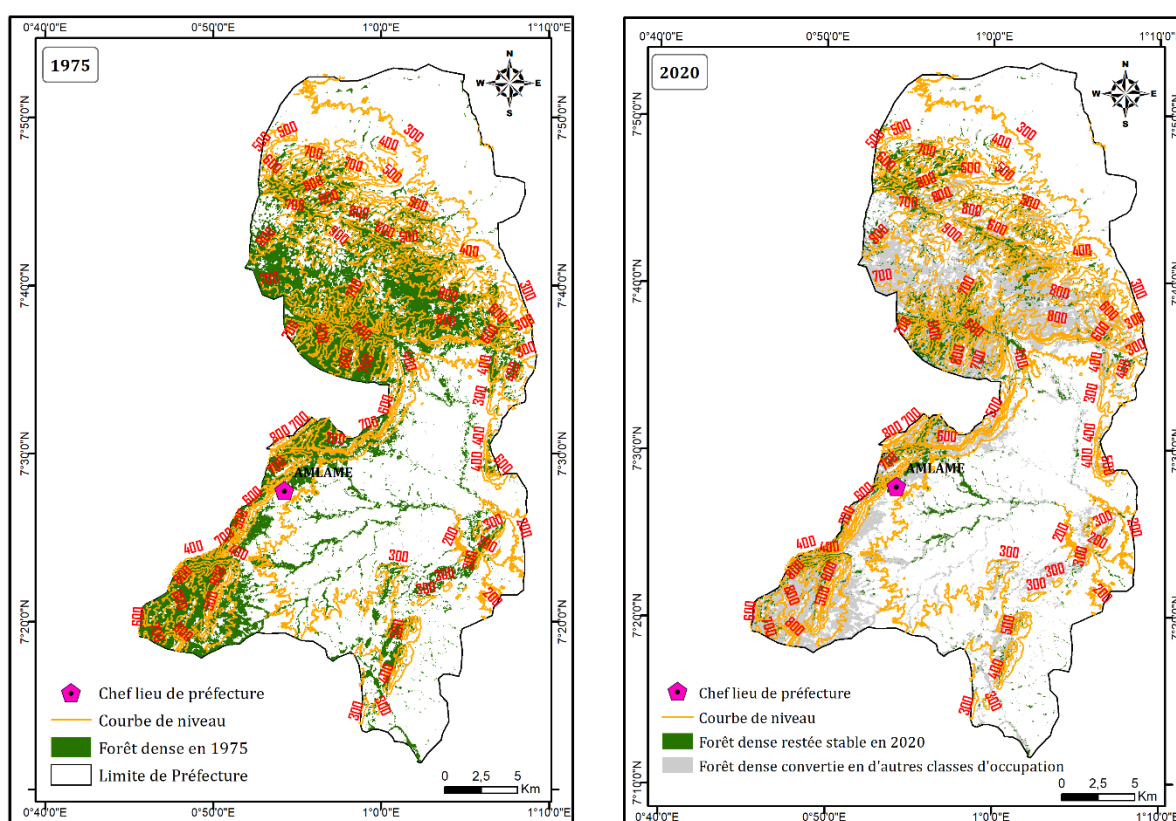


Figure 5 : Couverture forestière en fonction de l'altitude en 1975 et en 2020 dans la Préfecture d'Amou

L'analyse de la figure 5 montre que les plus faibles altitudes (200 m) se localisent dans les parties Nord, centrale et au Sud de la zone d'étude. Les formations savaniques, les forêts dégradées/cultures pérennes et la forêt dense se trouvent respectivement dans les altitudes faibles, moyennes et fortes. Une bonne partie (plus de 50%) des surfaces forestières denses qui existent dans la zone d'étude se situent beaucoup plus dans les altitudes de plus de 400 m, ce qui limite parfois leur dégradation. Le tableau 4 illustre la dynamique de la forêt dense en fonction de l'altitude dans la zone d'étude.

Tableau 4 : Dynamique de la forêt dense en fonction de l'altitude en 2020 dans la préfecture d'Amou

Altitude (m)	Superficie de Forêt dense restée stable (ha)	Superficie de Forêt dense convertie en d'autres classes (ha)	TOTAL
< à 200	109,61	153,20	262,81
200 à 300	1 586,06	5 431,62	7 017,69
300 à 400	2 237,68	6 664,38	8 902,06
400 à 500	2 780,67	3 513,64	6 294,31
> à 500	9 284,98	24 088,16	33 373,14
TOTAL	15 999,00	39 851,01	55 850,00

L'analyse du tableau 4 montre qu'en 2020, les plus importantes surfaces forestières denses converties en d'autres classes d'occupation se trouvent beaucoup plus sur les altitudes comprises entre 300 et 400 m correspondant à surface de 6 664,38 ha et au-delà de 500 m d'altitude correspondant également à une surface de 24 088,16 ha.

3.2.2. Dynamique de la forêt dense en fonction des types de sols

Dans la Préfecture d'Amou, les sols ferrallitiques dans leur ensemble sont les plus importants. Ils occupent une proportion de plus de 60 % de la superficie totale de la zone couverte par la forêt dense. La figure 6 illustre les types de sols présents dans la Préfecture d'Amou.

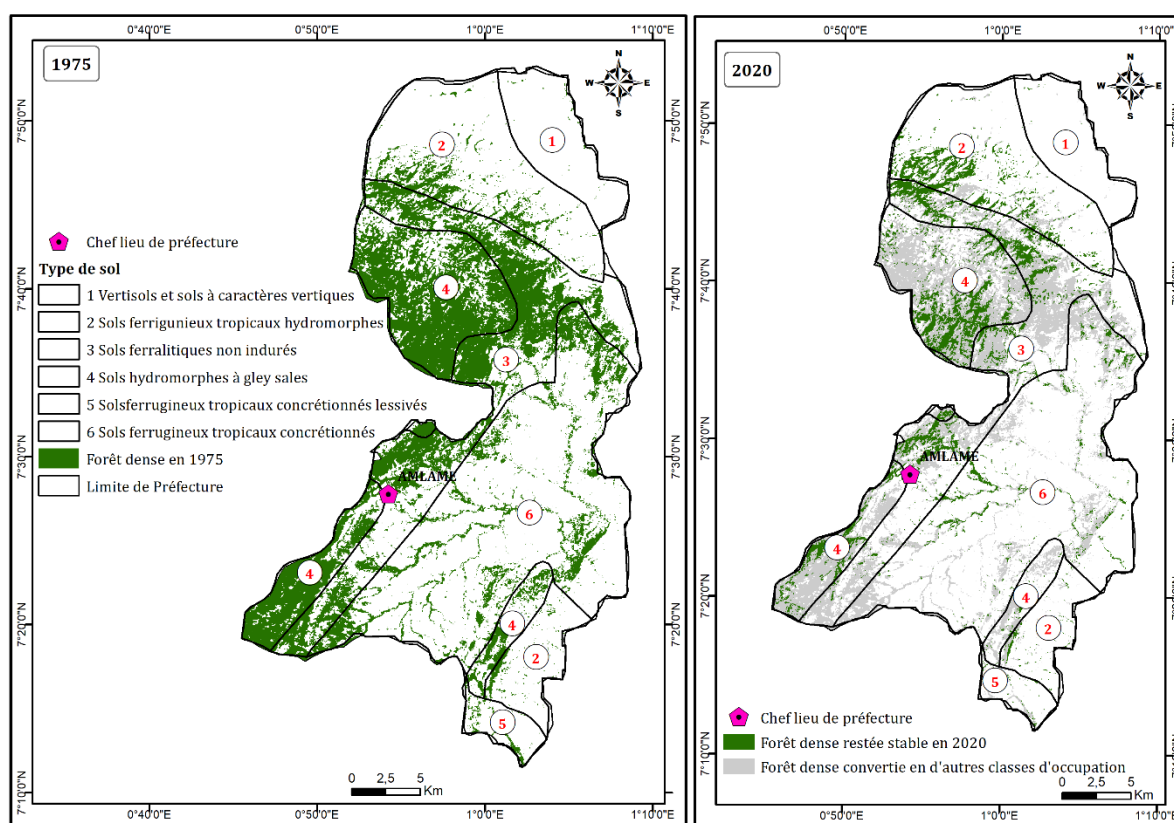


Figure 6 : Couverture forestière en fonction des types de sol en 1975 et en 2020 dans la Préfecture d'Amou

L'analyse de la figure 6 montre que les forêts dégradées/cultures pérennes occupent plus les sols ferrallitiques non indurés qui ont une superficie de 36867,14 ha et sur les sols hydromorphes à gley salés (32 665,11 ha) et se localisent à l'Ouest et au Sud-Ouest. Quant aux sols ferrugineux tropicaux hydromorphes (35 195,92 ha), ils se localisent dans les parties Nord et un peu au Sud-Est de la zone d'étude. Les sols ferrugineux tropicaux concrétionnés (59 806,37 ha) s'étendent du centre vers le Sud de la zone d'étude. Le résultat des

surfaces occupées par la forêt dense restée stable et celles de la forêt dense convertie en d'autres classes d'occupation est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Dynamique de la forêt dense en fonction des types de sol en 2020 dans la préfecture d'Amou

Types de sol	Superficie de Forêt dense restée stable (ha)	Superficie de Forêt dense convertie en d'autres classes (ha)	TOTAL
Vertisols et sols à caractères vertiques	15,03	51,30	66,33
Sols ferrugineux tropicaux hydromorphes	3 201,08	1 734,96	4 936,04
Sols ferralitiques non indurés	4 953,15	13 757,43	18 710,58
Sols hydromorphes à gley sales	5 999,42	16 050,90	22 050,32
Sols ferrugineux tropicaux concrétionnés	99,15	354,98	454,13
Sols ferrugineux tropicaux concrétionnés lessivés	1 731,17	7 901,44	9 632,61
TOTAL	15 999,00	39 851,01	55 850,00

L'analyse du tableau 5 montre qu'en 2020, les plus importantes surfaces forestières denses converties en d'autres classes d'occupation se trouvent beaucoup plus sur les sols ferralitiques non indurés (13 757,43 ha), les sols hydromorphes à gley sales (16 050,90) et les sols ferrugineux tropicaux concrétionnés lessivés (7 901,44 ha).

3.2.3. Dynamique de la forêt dense en fonction des localités

La préfecture d'Amou dans les années 1975, comptait près d'une centaine (101) de localités. Elles étaient situées beaucoup plus dans les basses altitudes. La figure 7 illustre la répartition spatiale des localités au cours de cette période (1975 - 2020).

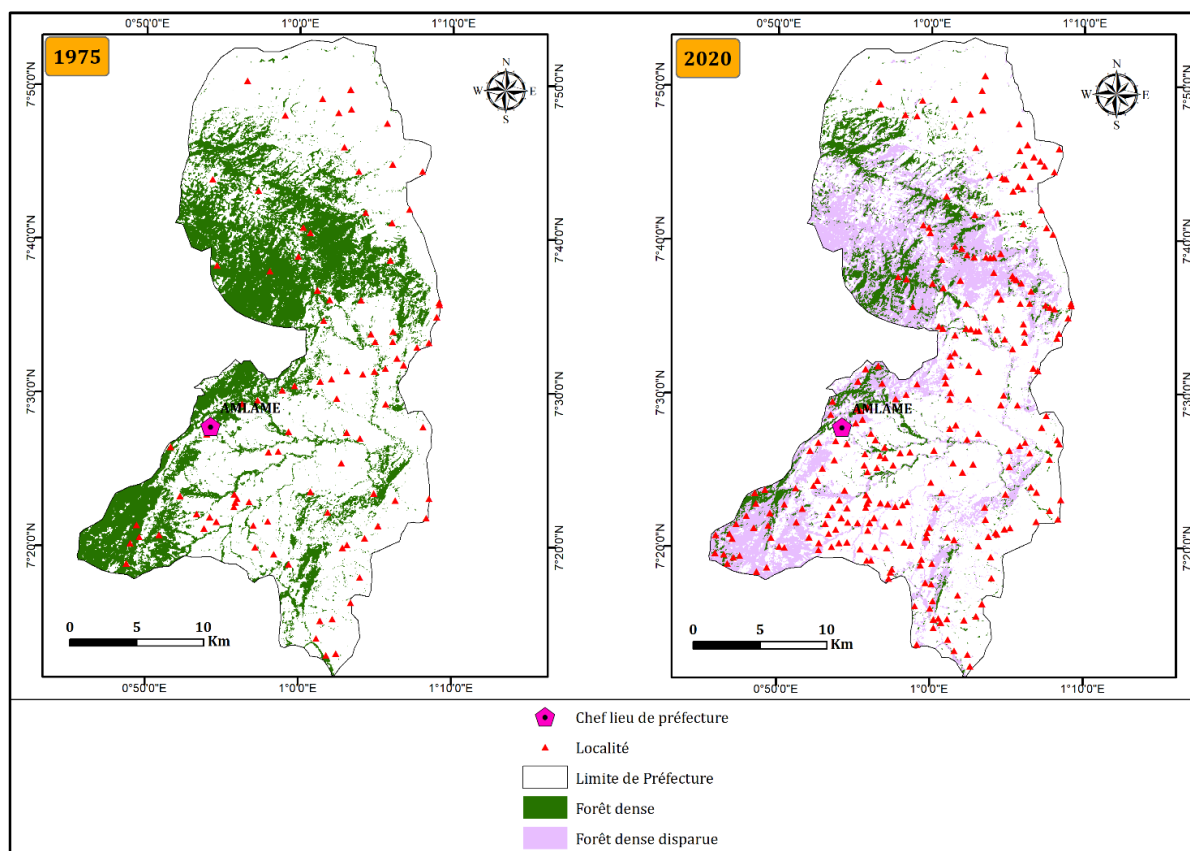


Figure 7 : Couverture forestière en fonction de la création des localités en 1975 et en 2020 dans la Préfecture d'Amou

Il ressort de l'analyse de la figure 7, une augmentation importante des localités à partir de 2020 atteignant près trois cent treize (313). Ces localités s'observent dans pratiquement sur toute l'étendue de la zone d'étude avec une part importante dans les parties Sud-Ouest, Sud, au centre, au Nord et autour de la ville d'Amlamé. Ces créations de localités sont suivies d'une augmentation de la population passant de 78 125 habitants au recensement général de la population et de l'habitat de 1981 à 105 091 habitants en 2010, soit une croissance annuelle de 2,3 % sur la période [3]. Cette population est estimée à 131 273 habitants en 2020 d'après l'Institut National de la Statistique est de Etudes Economiques et Démographiques [10].

3.2.4. Dynamique de la forêt dense en fonction du réseau routier

La création de voies de communication favorise parfois l'installation des populations qui parfois tire leur profit des activités agricoles. En effet, le réseau routier est un moyen d'organisation et d'appropriation de l'espace par les populations. La figure 8 présente le réseau routier dans la Préfecture d'Amou.

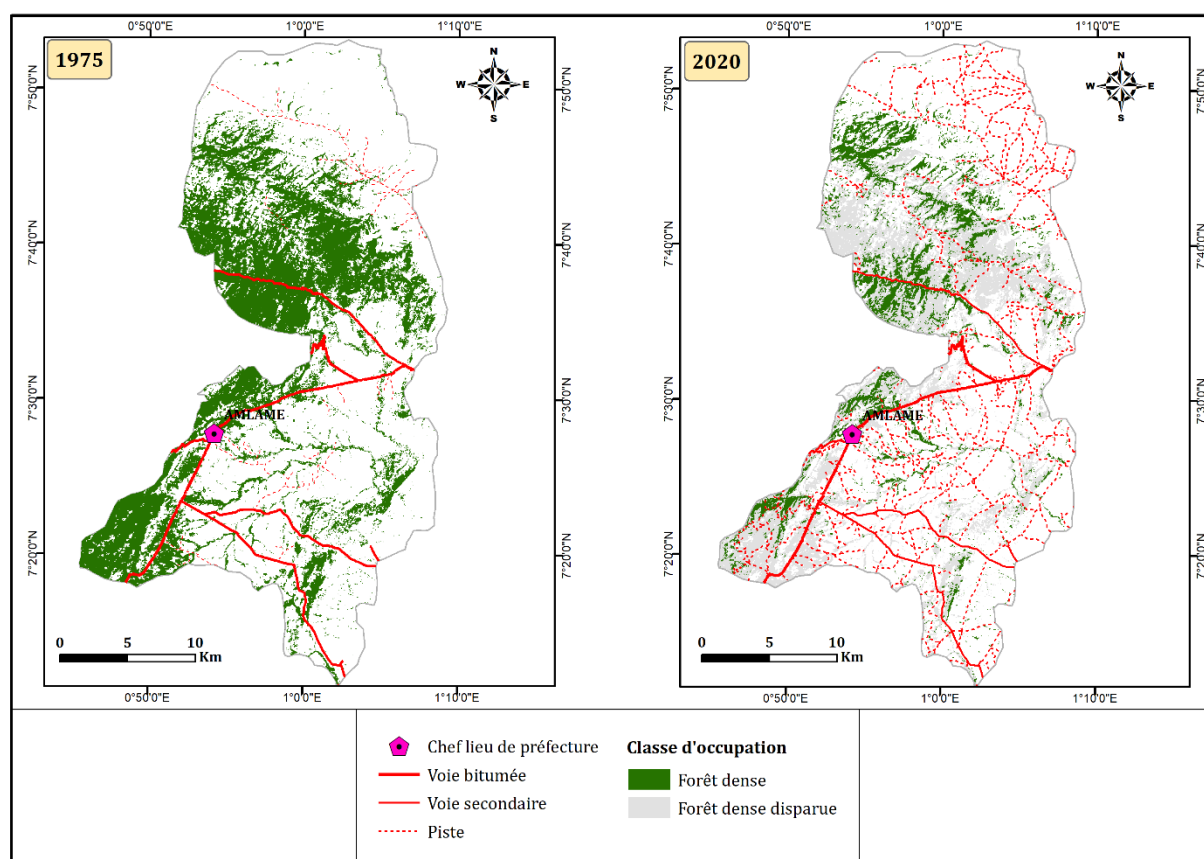


Figure 8 : Couverture forestière autour du réseau routier en 1975 et en 2020 dans la Préfecture d'Amou

Comme précédemment, la figure 8 montre une tendance à la baisse des espaces forestiers (forêt dense) à la lisière des voies de communication et une augmentation de la végétation naturelle au fur et à mesure que l'on s'éloigne du réseau routier. Sur la carte de 2020, les forêts situées dans les zones où l'accès est facile sont les plus exposées aux pressions surtout dans la partie Nord, un peu au Nord-Ouest et toute la partie Sud de la Préfecture. Une densification du réseau routier surtout des sentiers est observée dans ces parties déforestées (Sud-Ouest, Ouest, Est).

3.2.5. Dynamique de la forêt dense en fonction du réseau routier dans un rayon de 500 m autour des voies de communication

La construction des infrastructures routières qu'elles soient une réhabilitation ou une ouverture, provoque l'installation des populations pour la pratique d'activités économiques. La figure 9 illustre la pression qu'ont subi les forêts dans un rayon de 500 m autour des voies de communications.

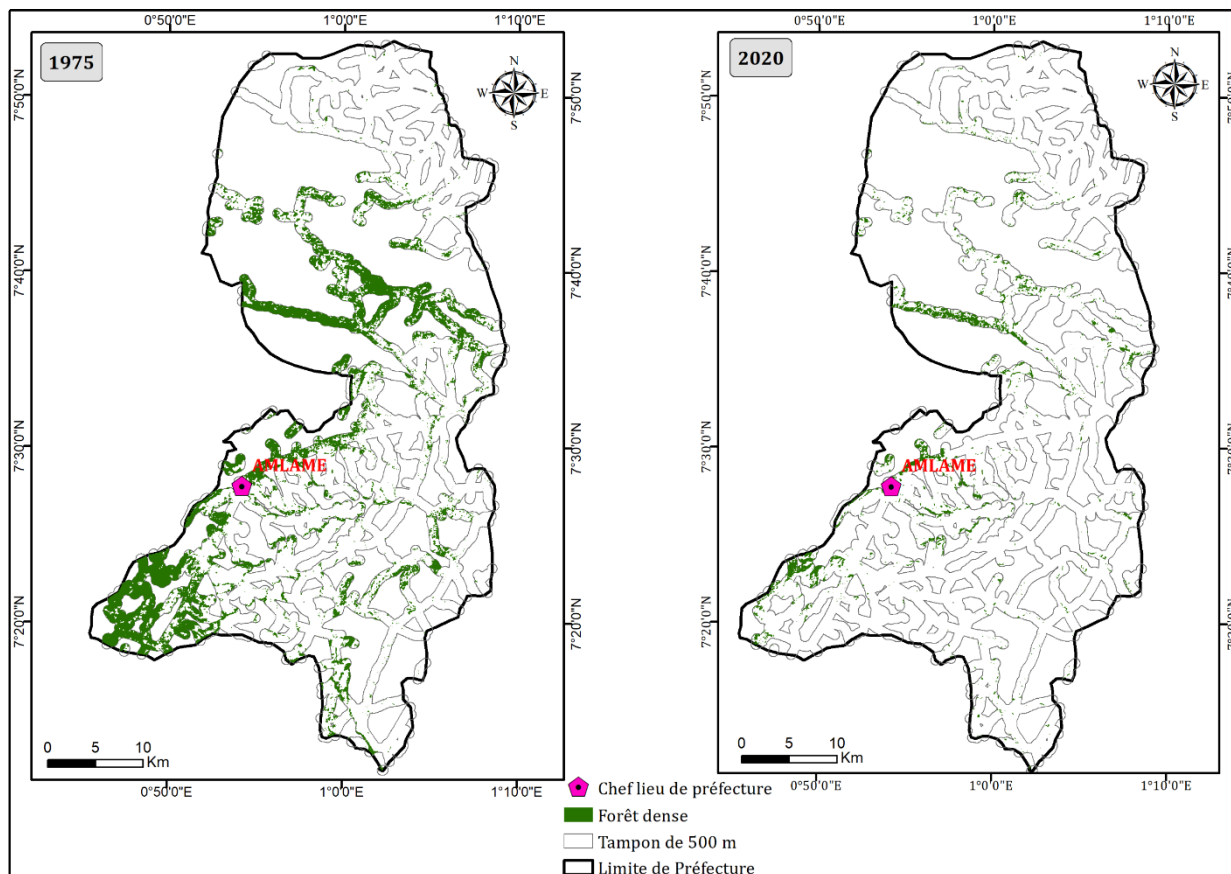


Figure 9 : Couverture forestière autour du réseau routier en 1975 et en 2020 dans la Préfecture d'Amou

L'analyse de la figure 9 montre que dans les années 1975, la surface forestière dans la Préfecture d'Amou était de 20 801,13 ha autour des aux abords des voies de communication dans un rayon de 500 m. Sur la carte de 1975, la forêt dense se localise beaucoup plus dans la partie Sud-Ouest, au centre-Est et à l'Ouest de la Préfecture. Sur la carte de 2020, cette forêt ne reste que des traces surtout dans la partie Ouest et elle est de 4 478,03 ha soit une perte 16 323,1 ha.

3.3. Tendence future des ressources forestières de la Préfecture d'Amou

D'après l'analyse des résultats issus des différents traitements des données, il ressort une diminution continue des ressources forestières denses sur toute la période de 1975 à 2020. Afin de suivre la baisse de ces ressources forestières denses, une projection de cette classe à travers la méthode par régression linéaire a été faite. Le résultat est présenté par la figure 10.

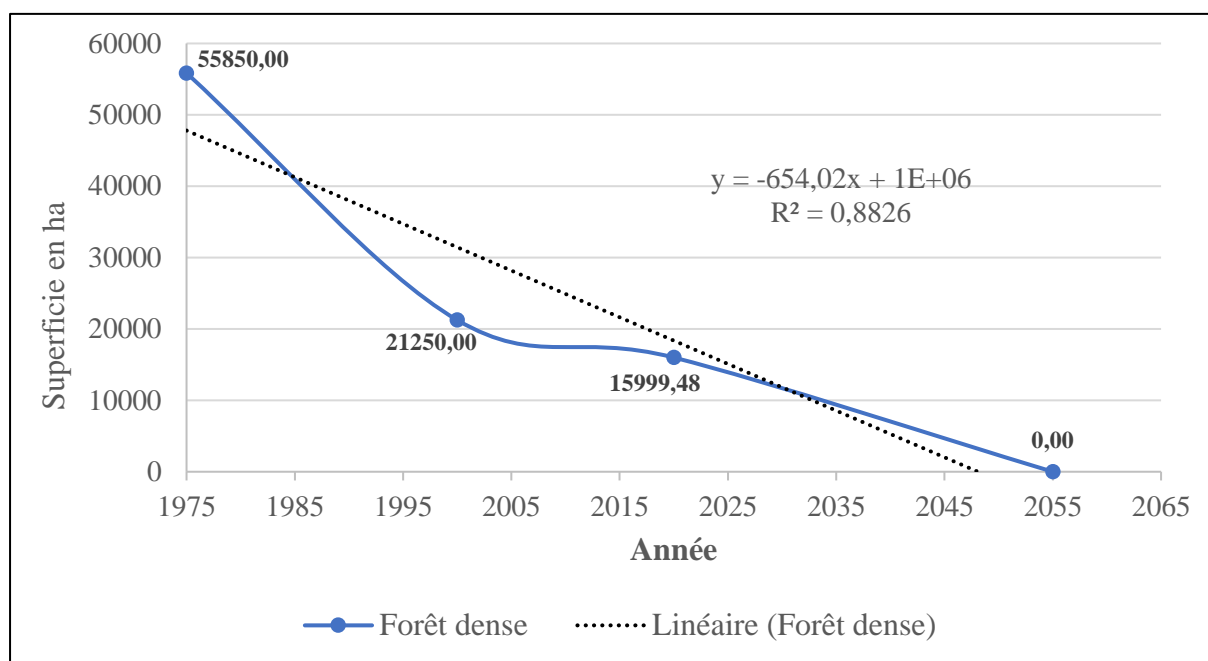


Figure 10 : Evolution future de la forêt dense dans la Préfecture d'Amou

L'analyse de la figure 10 montre une diminution sensible des surfaces forestières (forêt dense). La tendance future montre que, d'ici 2055 on assistera à une disparition totale de la forêt dense dans la Préfecture d'Amou si toutefois la situation actuelle se maintenait, car cette formation végétale (forêt dense) connaît une baisse progressive de sa superficie depuis 1975 à 2020.

IV. Discussion

Cette étude a permis d'identifier un certain nombre de critères qui ont servi de base à la modélisation de la dynamique forestière dans la Préfecture d'Amou. Le choix du critère type de sols se justifie par son importance en culture cacaoyère et vivrières. En effet, dans la Préfecture d'Amou, les populations paysannes ne comptent que sur la richesse naturelle des sols. Ainsi, la répartition des surfaces cultivables dans la Préfecture serait liée à l'aptitude des sols pour le développement de la culture cacaoyère et parfois vivrière. Les altitudes seraient également en rapport avec la répartition des surfaces cultivables. Ainsi, la préférence des hautes altitudes (plus de 200 m) pour l'implantation des exploitations agricoles s'expliquerait par la faible saturation en eau de ces zones. En effet, la saturation en eau des sols est plus élevée dans les zones de basses altitudes qui seraient peu propices à la culture du cacao. Cette même analyse est faite par [5]. Cette étude a également relevé que les voies de communication constituent des moyens qui guident la formation des fronts pionniers, ce qui est confirmé par [19] dans une étude portant sur la compréhension du déboisement dans le bassin amazonien. Il a montré que les routes et les cours d'eau constituent les principales voies de pénétration pionnière conduisant à l'accaparement et à la mise en culture des milieux forestiers. Pour [15], ce sont elles qui permettent la pénétration en milieu forestier, la diffusion des hommes et leur installation.

Les pressions exercées par les populations sur les forêts seraient à l'origine de cette déforestation. En effet, l'augmentation de la population entraîne des besoins tout aussi importants en nourriture, logement, santé, à combler [5], or ces besoins sont tirés de l'environnement et principalement des forêts. Aussi, faut-il souligner que la Préfecture d'Amou connaît une augmentation de sa population qui est passée de 78 125 habitants en 1981 à 105 091 habitants en 2010 soit un taux de croissance de 2,3% [3]. Cette population est estimée à 131 273 habitants en 2020 dans la zone d'étude et elle est essentiellement rurale et l'agriculture est l'activité principale pratiquée. Ainsi, les zones à forte concentration de population surtout avec la création des localités et la construction des voies de communication sont les plus exposées aux activités agricoles donc à la pression sur les ressources forestières. Si la distribution des populations est une expression des pressions anthropiques dans la Préfecture d'Amou, l'accroissement démographique donne une idée de la dynamique de cette pression. Ainsi, les zones de la préfecture (Cantons) présentant de fortes croissances démographiques sont celles où les besoins de la population augmentent rapidement. De ce fait, la dégradation des forêts dans la Préfecture s'expliquerait par les défrichements annuels pour l'accroissement des surfaces de cultures. Dans une étude réalisée sur l'occupation du sol au Togo en 2000 dans le cadre du programme sous régional Land Use Land Cover, [22], ont trouvé que la pression démographique, les anomalies climatiques, les feux de brousse plus fréquents,

l'extension des cultures constituaient les causes de la dégradation des forêts togolaises. Dans une étude sur les causes de la déforestation dans le bassin du Congo, [18] trouve que la conversion du couvert forestier en un couvert alternatif (agriculture, plantation à grande échelle ou urbanisation) peut être liée à l'augmentation de la pression démographique. Cette même analyse est faite par [1] qui trouve que la déforestation nette augmente sous l'effet de l'augmentation de la population et de la conversion pour d'autres utilisations de l'espace, ce qui est confirmé par cette étude également.

L'étude révèle également que l'expansion de l'agriculture a aussi contribué à la déforestation. Cette même analyse est faite par [21] dans une étude portant sur l'Analyse éco géographique de la fragmentation du couvert végétal au nord Bénin : paramètres dendrométriques et phytoécologiques comme indicateurs in situ de la dégradation des peuplements ligneux. Ils ont montré que les principales causes qui expliquent la dégradation observée sont les défrichements incontrôlés dus aux besoins croissants de superficies cultivables sous l'effet de la pression démographique ; les mauvaises pratiques culturales (extension chronique des surfaces cultivées, disparition de la jachère, feux de végétation abusifs, absence d'apport fertilisant, monoculture, etc.); les prélèvements non contrôlés de bois de feu et de bois d'œuvre avec disparition des essences de valeur; la transhumance. Dans une étude portant sur les paysages de l'Afrique de l'Ouest, le [2] trouve que les superficies cultivées ont été multipliées par 11 entre 1976 et 2013 et constituent désormais la classe dominante d'occupation des terres dans cette partie du Togo. Les causes de cette déforestation sont entre autres l'extension des terres cultivées du fait de l'accroissement de la population, la coupe de bois pour la production du charbon et à des fins d'exploitation du bois d'œuvre, la baisse des rendements qui entraîne des difficultés pour satisfaire les besoins alimentaires quotidiens de nombreuses familles. Pour [20], l'expansion des cultures de café, de cacao et de coton, ainsi que des cultures vivrières, ont contribué au défrichement de vastes portions de terre, remplaçant les paysages semi naturels par un paysage agricole.

V. CONCLUSION

L'approche méthodologique utilisée permet de noter que les types de sols et les altitudes des surfaces forestières, la création des localités et la construction des infrastructures routières, l'accroissement démographique dans la préfecture d'Amou en général et leur proximité des forêts ont permis de caractériser l'évolution de la forêt dense dans ladite préfecture.

En effet, l'analyse de tous ces critères (physiques et humains) et la combinaison de ces derniers permet de faire les observations suivantes :

- les parties occupées par les forêts sont dans l'ensemble propices aux exploitations des cultures ;
- les pressions anthropiques sur les surfaces forestières sont croissantes dans les basses altitudes (300 m) du Sud-Est vers le Sud-Ouest de la préfecture. Ces différentes conditions ont permis de déterminer que plus de 1756,44 ha (9,16%) de forêts situées au Sud-Ouest et 2102,71 ha (10,96%) de forêts situées au Sud-Est de la zone d'étude, sont condamnées à disparaître car elles sont très vulnérables à la déforestation et à la dégradation forestière. Ainsi, il faut souligner que la pression anthropique est l'indicateur le plus déterminant ayant conduit à la destruction des forêts dans la préfecture d'Amou. La tendance future a montré à travers les différentes analyses que la préfecture d'Amou risque de perdre toutes ses ressources forestières d'ici 2050 si les actions anthropiques se poursuivaient.

Cette étude a relevé que les types de sols et les altitudes (topographie), le réseau routier qui favorise d'avantage l'installation des peuplements humains et ces derniers dans la quête des moyens de subsistance mettent la pression sur les ressources naturelles, la répartition des populations et leur accroissement démographique, la création des localités sont les critères qui ont permis de caractériser la dynamique forestière dans la Préfecture d'Amou. Dans l'ensemble, les pressions anthropiques sur les surfaces forestières sont croissantes au regard des résultats obtenus. Ainsi, en tant qu'outil d'aide à la décision, la télédétection haute résolution peut être un outil efficace permettant d'évaluer la vitesse ainsi que l'ampleur spatiale de la déforestation et la dégradation forestière dans cette Préfecture.

REFERENCES

- [1]. A. Angelsen, How do we set the reference levels for REDD payments, 2008. In: Moving ahead with REDD: issues, options and implications. Bogor, Indonesia: CIFOR, 53-64.
- [2]. CILSS Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Évolution, 2016. U.S. Geological Survey EROS, 47914 252nd St, Garretson, SD 57030, UNITED STATES. 26 p
- [3]. DGSCN, Recensement Général de la Population et l'Habitat au Togo (du 6 au 21/11/2010).
- [4]. FAO, State of the world's forests. FAO, Rome, Italy, 1999. Disponible sur le site : <http://www.fao.org/docrep /w9950e/w9950e00.htm> (visité le 20 juin 2016).
- [5]. H. N'da D., Etude et suivi par télédétection et système d'informations géographiques d'une aire protégée soumise aux pressions anthropiques : Cas du Parc National de Marahoué. Thèse de doctorat, Université de Cocody, 2007, 158 p.
- [6]. H. Ern, Les divisions écologiques du Togo. In BRUNEL J.F., HIEPKO P. & SCHOLZ H. (eds) Flore analytique du Togo, Phanérogames, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Germany, 1984, 234-316.

- [7]. I. A-K. Bindaoudou, Analyse par télédétection des vecteurs de changement des types d'occupation et d'utilisation du sol de 1987 à 2013 dans la Préfecture d'Amou au Sud-Ouest du Togo. Mémoire de master, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, 2014, 81 p.
- [8]. I. A-K. Bindaoudou, K. F. Kouame, I. Z. KONE, Apport de la télédétection dans l'analyse de l'occupation et d'usage des terres dans la Préfecture d'Amou au Sud-Ouest du Togo, 2021. *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences* Volume 7 ~ Issue 11 (2021). 23-35.
- [9]. I. C. H. Hountondji, Dynamiques environnementales en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de doctorat en Sciences, Université de Liège, Belgique, 2008, 153 p.
- [10]. INSEED, Perspectives démographiques du Togo 2011-2031, 2015, 45 p
- [11]. J. Betbeder, Evaluation des données de télédétection pour l'identification et la caractérisation des continuités écologiques. Thèse de doctorat, Université Rennes 2 Haute Bretagne, 2015, 373 p.
- [12]. J. P. Lanly, Les ressources forestières tropicales. FAO, Rome, Italie, 1982, 113 p.
- [13]. J. Oszwald, A. Lefebvre, X. Arnault de sartre, M. Thales, V. Gond, Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de maçaranduba (para, Brésil) entre 1997 et 2006. (*Revue Télédétection*, 2010) Vol 9 (2). 97-111.
- [14]. K. A. Guelly, Reconquête forestière sur le plateau akposso (Togo) : stratégies paysannes, caractéristiques botaniques et écologiques. In: *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 36^e année, bulletin n°1, 1994. 15-28.
- [15]. K. E. Konan, Conservation de la diversité végétale et activités humaines dans les aires protégées du Sud forestier ivoirien : l'exemple du Parc d'Azagny national. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Cocody-IGT, 2008, 270 p.
- [16]. L. Leroux, Analyse diachronique de la dynamique paysagère sur le bassin supérieur de l'Ouémé (Bénin) à partir de l'imagerie Landsat et MODIS-Cas d'étude du communal de Djougou, Rapport de travail, Hydrosociétés Montpellier, France, ANR ESCAPE, 2012, 62 p.
- [17]. MERF, Politique forestière du Togo, 2011, 67 p.
- [18]. P. Gillet, C. Vermeulen, L. Feintrenie, H. Dessard, C. Garcia, Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas (2016). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2016 20(2), 183-194
- [19]. T. D. Moïse, Caractérisation et suivi de la déforestation en milieu tropical par télédétection : application aux défrichements agricoles en Guyane française et au Brésil. Thèse de Doctorat en Géographie, Université d'Orléan, 2002, 242 p.
- [20]. T.T.K. Tchamiè, Les problèmes environnementaux liés à la caféiculture sur les plateaux du sud-ouest du Togo, 2000. *Revue du CAMES – Série B*, vol. 02.
- [21]. Y-C. HOUNTONDJI, O.G. GAOUE, N. SOKPON et P. OZER, Analyse éco géographique de la fragmentation du couvert végétal au nord Bénin : paramètres dendrométriques et phytoécologiques comme indicateurs in situ de la dégradation des peuplements ligneux, 2013. 18 p.
- [22]. Y. D. Kpogo et E. Kokou, Cartographie de l'Occupation et de l'Utilisation du Sol au Togo, Rapport du Projet West Africa Land-Use and Land-Cover, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger, 2005, 27 p.
- [23]. WRM., The bitter oil palm harvest. *WRM Bulletin*, 2000, vol.32

Issa Abdou-Kérim BINDAOU DOU, et. al. "Facteurs explicatifs de la déforestation et de la dégradation forestière dans la Préfecture d'Amou au Sud-Ouest du Togo." *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 11(04), 2022, PP 19-33. Journal DOI- 10.35629/6734