

Analyse diachronique des transformations des milieux naturels par régions morphopédologiques dans le Parc National de la Comoé (Nord-Est de la Côte d'Ivoire)

Diachronic analysis of the transformation of natural environments by morphopedological landscapes in the Comoé National Park (Northeastern Côte d'Ivoire)

Sambi KAMBIRE^{1*}

¹ Université Peleforo GON COULIBALY, Côte d'Ivoire

*Correspondence to: Sambi KAMBIRE. E-mail: Kambire_sambi@yahoo.fr.

CC BY 4.0

Vol. 33.2 / 2023, 13-28



Published:

15 December 2023

DOI:

10.4316/GEOREVIEW.2023.02.02

RÉSUMÉ: L'objectif de cette étude est de montrer l'importance des dégradations des écosystèmes du parc de la Comoé, à l'échelle des régions morphopédologiques, et des mécanismes de terrain déterminant les processus de dégradation. L'hypothèse est que les dégradations sont plus marquées dans les domaines des sols arénacés sur plateaux en roches granitiques et sont plus liées à des circonstances physiques à signification édaphique. De l'analyse intégrée des milieux, il ressort que les « catégories » champ/jachère et savane arborée-arbustive ou herbeuse de l'occupation du sol constituent des formes de dégradation, mais avec des taux de perturbation surreprésentés liés à l'extension de la savane arborée-arbustive ou herbeuse. Les régions sur sols ferrugineux tropicaux et ferrallitiques sableux, à très faible capacité de rétention en eau, issus de granites, sont les plus exposées aux transformations. A la faible réserve d'eau du sol, s'ajoute l'effet des déficits climatiques cumulés, déjà importants parce que <250 mm, pour offrir une opposition à la régénération des végétaux relativement plus forte qu'en régions sur roches phylliteuses.

ABSTRACT: This study aims to show the importance of ecosystems degradation of the Comoé national park at the morphopedological regions scale, and the field mechanisms determining the degradation processes. The hypothesis is that the degradation is more pronounced in sandy soils on plateau landscapes made up with granite rocks and are mainly linked to physical circumstances with edaphic significance. From the integrated analysis of landscapes, it appears that "categories" characterized as field/fallow and tree-shrub or grass savanna of the land cover constitute forms of degradation, but with overestimated disturbance rates due to extension of tree-shrub or grass savanna. Regions on tropical ferruginous and sandy ferralitic soils, with very low water retention capacity, resulting from granites, are the most exposed to transformations. To the low water reserve in the soil, it is added the effect of climatic deficits, already important because <250 mm, to cause a weaker regeneration of vegetations than in regions on green rocks and shales.

MOTS-CLÉS: Parc de la Comoé, Côte d'Ivoire, transformations, milieux naturels.

KEYWORDS: Comoé national park, Côte d'Ivoire, transformation, natural environments.

1. Introduction

Après le Sommet de la Terre, à Rio en 1992, les recherches sur la dégradation des milieux ont pris une ampleur considérable. On espère aboutir, à terme, à une amélioration des connaissances et à une bonne compréhension des mécanismes déterminant les processus de dégradation des espaces et de la biodiversité en vue d'accéder à une meilleure gestion des milieux et des ressources (E. Le Floch, 2007, p.7).

De leurs travaux visant à évaluer la gravité des phénomènes de détérioration des milieux et de leurs ressources en général, et dans le parc de la Comoé en particulier, les chercheurs abordent la question par la cartographie de l'occupation du sol qui fige les transformations dans le seul cadre de l'action humaine. Plusieurs auteurs comme A. Koulibaly (2008), P. Fauret et al. (2022), etc. opèrent plus ou moins dans ce schéma. Il manque, ainsi, aux recherches une approche globale et intégrée qui pourrait fournir quelques informations sur les dynamiques internes dans un cadre exprimant les interactions dynamiques entre les phénomènes naturels.

La question est alors de savoir quelle est l'importance des transformations des écosystèmes naturels, à l'échelle des régions morphopédologiques, et des réalités dynamiques de terrain qui les affectent? Cette étude vise à montrer l'importance des dégradations des écosystèmes du parc de la Comoé, au niveau des régions morphopédologiques, ainsi que des mécanismes de terrain déterminant les processus de dégradation. Cet objectif général se décline en trois niveaux:

- identifier les grandes régions morphopédologiques et les types écologiques les plus spécifiques ;
- évaluer les transformations des grandes catégories de l'occupation du sol par type de région morphopédologique entre 1996 et 2022;
- montrer l'importance des mécanismes déterminant les processus de transformation.

On part du postulat que les dégradations sont plus marquées dans les domaines des sols arénacés sur plateaux granitiques et sont plus liées à des circonstances physiques à signification édaphique.

2. Données et méthodes

2.1. Le cadre géographique de la recherche

Le Parc National de la Comoé est situé dans la région de Bouna, au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, entre 8° 30' et 9° 40' Nord et entre 3° et 4° 30' Ouest (figure 1).

Il s'étend sur 11500 km² environ. Le substratum géologique est constitué de formations granitoïdes et birrimiennes (schistes, roches vertes, quartzites, dolérites et granites post-tectoniques). L'alternance régulière de ces formations lithologiques implique différents grands traits de paysages géomorphologiques. Le relief est celui d'une pénéplaine, de 300 m d'altitude, entrecoupée de chaînes de collines birrimiennes orientées SSW-NNE (J.M. Avenard, 1971, p. 20).

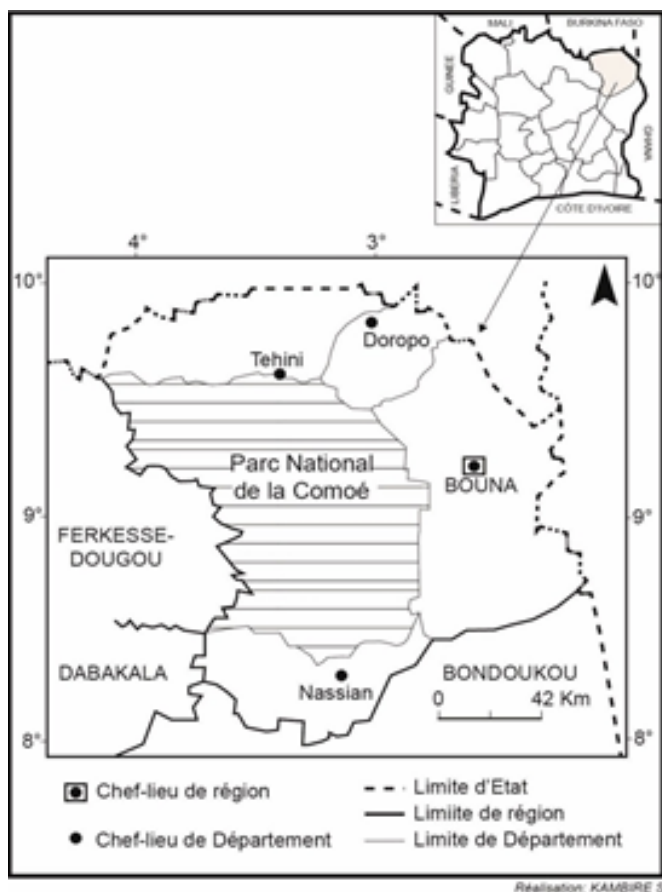


Figure 1 Localisation de la région de Bouna et du parc de la Comoé. *Source: Découpage administratif de la Côte d'Ivoire, 2014.*

les limites coïncident avec les lignes de rupture et d'inflexion de pente décelables sur la surface stéréoscopique, sont projetées et numérisées sur le photoplan. L'opération est répétée jusqu'à la couverture complète de la surface du parc. Ensuite, par synthèse du pré-découpage en facettes, on passe à la reconnaissance des paysages élémentaires. A cet effet, on suit la succession des facettes en cherchant le moment où cette chaîne se rompt, soit par apparition ou disparition d'un maillon, soit par apparition ou disparition d'un type de facette particulier. Il se dessine alors de nouvelles limites : les lignes de « concentration » des eaux (talwegs) et de « partage » des eaux (lignes de faîte). Sur la carte, l'espace topographique présentant des unités paysagiques identiques et contiguës définit un paysage élémentaire. 27 types de paysages, proches de ceux identifiés par J.- C. Filleron (1995) dans le Nord-Ouest, sont ainsi reconnus. On peut alors, dans une seconde opération, effectuer l'identification du contenu pédologique caractéristique des paysages élémentaires suivie de la construction d'une typologie des régions morphopédologiques.

La stratégie des relevés de terrain s'appuie sur le sondage stratifié. Dans le milieu du parc présentant 27 types de paysage élémentaire, on a retenu en premier lieu ces 27 types de formes comme espaces d'étude. Puis, à l'intérieur de chacun d'eux, on choisit, par type de lithologie présent, le taxon qui intègre aux facettes topographiques orthotypes le plus grand nombre de variantes et d'intergrades. Sur les séquences des paysages retenus, sont décrits les contenus-sols grâce à une fosse pédologique affectée à chaque type de facette constitutif. À ce stade, il se fait

Le parc appartient, dans son ensemble, au domaine des forêts claires et des savanes qui en dérivent. Le climat est de type tropical subsoudanien de transition avec une pluviométrie annuelle, qui oscille entre 1100 et 1600 mm. Le déficit hydrique annuel cumulé varie entre 700 et 800 mm et est réparti sur 7 à 8 mois (S. Kambiré, 2021, p. 20).

2.2. Données et techniques de collecte et de traitement

La mise en évidence des grandes régions morphopédologiques, à l'échelle du parc, est faite à partir des photographies aériennes HAUTS-MONTS INC-CIV-96 au 1/50000 et d'un photoplan, réalisé à partir des mêmes clichés. Par rapport à une surface altimétrique, obtenue grâce au montage stéréoscopique d'un triplé de photographies voisines, le paysage apparaît comme un volume que décrivent des paramètres morphométriques à l'échelle d'un versant. Les facettes topographiques correspondant à ce versant, et dont

déjà le travail de regroupement et de synthèse des unités morphopédologiques en vue de la cartographie définitive des régions morphopédologiques. Celles-ci sont obtenues par le regroupement des différents types de paysage élémentaire dont les contenus pédologiques se ressemblent.

L'identification des classes d'occupation du sol est la troisième opération. Menée selon la même démarche que celle des facettes topographiques, la définition des types d'affectation du sol est réalisée en reconnaissant sur des portions de versants successives, à partir de surfaces stéréoscopiques de triplés de clichés voisins, des limites de végétations homogènes projetées et numérisées sur le photoplan. L'occupation du sol la plus récente est étudiée par la télédétection de la scène Copernicus Maxar Technologies-Imagery 2022. Après échantillonnage des classes d'affectation du sol grâce au logiciel ENVI 4.3, il est lancé la classification supervisée par maximum de vraisemblance qui fournit une première carte.

Des prospections sur le terrain sont, par la suite, entreprises. Elles permettent d'apporter, à la fois, les rectifications nécessaires à la mise à jour de l'information de l'image satellitaire et la définition botanique des différents paysages végétaux. À cet effet, des relevés itinérants et ponctuels sont réalisés dans des zones sélectionnées. Les coordonnées GPS de ces zones sont connues et les informations descriptives (types de végétation, champs, jachères) sont vérifiées sur le terrain. Grâce à ces préminutes, les limites de milieux sont reprises sur la carte simplifiée de la classification supervisée sur ArcGIS 10.2.2 en vue de la cartographie définitive de l'occupation du sol.

À l'issue des travaux de photo-interprétation et de télédétection, on dispose d'une carte des régions morphopédologiques et de deux cartes d'occupation du sol : 1996 et 2022. La mise en œuvre d'un SIG permet de fusionner, tour à tour, la carte des régions morphopédologiques avec les cartes d'occupation du sol en 1996 et 2022 pour obtenir les aires d'occupation du sol par type de région morphopédologique aux deux années de référence.

Une dernière opération se réalise lorsqu'il est mis en œuvre des modèles statistiques d'analyse qui permettent d'entrevoir les effets potentiels des facteurs climatiques et des feux sur la dynamique végétale dans le parc. La variabilité pluviométrique interannuelle est révélée par l'indice pluviométrique (X_{ij}) qui est le rapport de la différence entre la hauteur de précipitations d'une année (j) à la station i et la hauteur moyenne annuelle de précipitations à l'écart type. La simulation des niveaux de satisfaction des besoins en eau des plantes s'exprime par l'état de la réserve en eau du sol utilisable par les végétaux. L'expression de cette réserve résulte de l'écriture d'un bilan hydrique en mm/jour : $RHS_i = i-1 RHS + P_i - ETR_i - DR_i$ où : RHS_i = réserve hydrique du sol en fin de décennie i (mm) ; RHS_{i-1} = réserve hydrique du sol en début de décennie $i-1$ (mm) ; P_i = pluviométrie du jour i (mm) ; DR_i = pertes par drainage rapide ou percolation durant le jour i (mm) ; ETR_i = évapotranspiration réelle au cours du jour i (mm). Au voisinage du parc, les finages de Kalabo, Gansé, Kafolo et Saye ont une emprise certaine sur ses milieux. Ils sont choisis pour étudier l'action des feux.

3. Résultats

3.1. Grandes régions morphopédologiques et types écologiques

Leur disposition particulière en rapport avec les formations géologiques, blocs cristallins ou bandes phylliteuses, et leurs fortes similarités pédologiques permettent d'organiser les 27 types de paysages en régions morphopédologiques (figure 2). Ces régions offrent, selon les modalités du substrat, des profils mésologiques que caractérisent des formations végétales.

Le nord-est et la frange nord-ouest du parc, sur formations essentiellement cristallines, sont caractérisés par 8 types de formes élémentaires selon la nature de la facette sommitale et le profil des versants. Il s'agit des plateaux à sommet tabulaire cuirassé, corniche peu nette et continue ; plateaux cuirassés et gravillonnaires à sommet irrégulier, corniche peu nette et très discontinue ; plateaux carapacés à sommet tabulaire, corniche peu nette et discontinue ; plateaux cuirassés à sommet monoclinale, corniche nette et discontinue ; petits massifs, chaînons et inselbergs leucocrates ; petits inselbergs et dos de baleine leucocrates ; croupes gravillonnaires et cuirassées à sommet irrégulier, corniche peu nette et très discontinue ; croupes à sommet plan-convexe gravillonnaire irrégulier et croupes gravillonnaires à sommet plan-convexe régulier. Suivant le contenu pédologique équivalent, ces paysages sont réunis en région morphopédologique des sols ferrugineux tropicaux sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants, croupes gravillonnaires à bordures faiblement cuirassées présentes (30,3% de l'aire du parc). Savanes arborées et arbustives se développent le plus abondamment aux dépens des sols ferrugineux sur matériaux ferrallitiques. Les arbres tels que *Daniellia oliveri*, *Terminalia glaucescens* se retrouvent dans ces savanes sous forme de faciès dominé par quelques espèces.

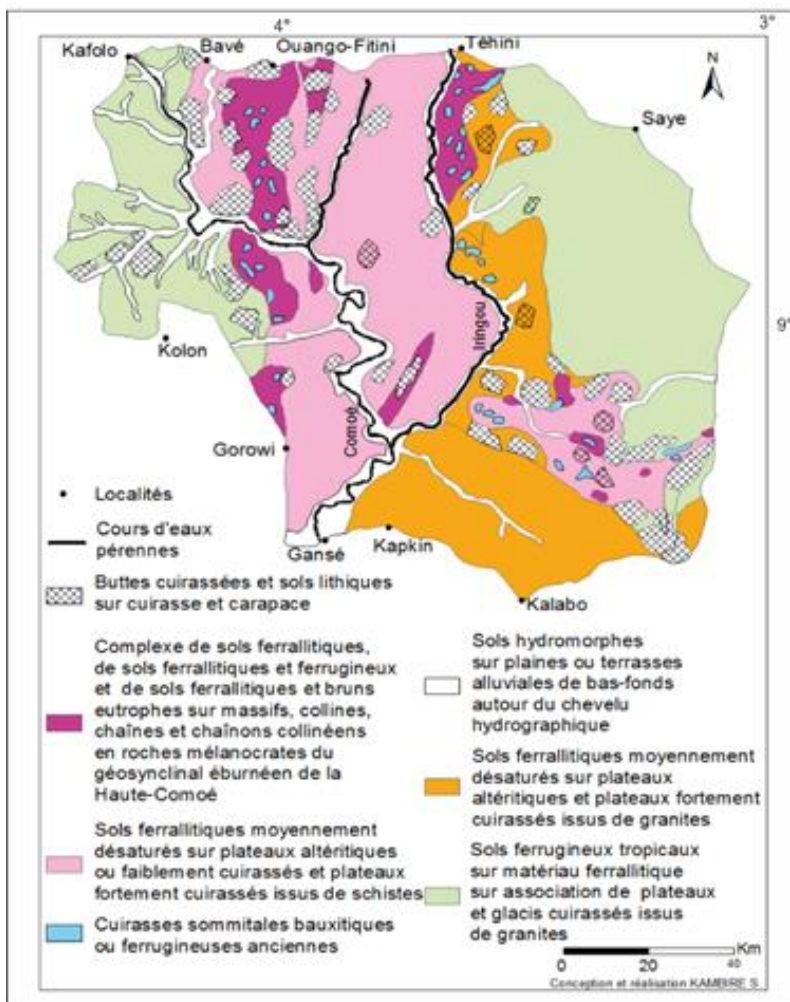


Figure 2 types de régions morphopédologiques dans le Parc de la Comoé

Source: clichés aériens Hauts-Monts INC-CIV-96.

Les savanes que l'on observe sont mixtes. Elles peuvent être soit arborées à arbustives à

Au sud-est, également sur substrat cristallin, le paysage est dominé par les croupes altéritiques à sommet plan-convexe régulier ; croupes gravillonnaires à sommet irrégulier et chicots cuirassés ; plateaux à sommet monoclinale cuirassé et replat cuirassé, corniche nette et discontinue (17,3% du parc) qui se prolongent vers le nord suivant une bande orientée S-N. Les paysages présents sont les croupes altéritiques à sommet convexe irrégulier : chaos et dalles leucocrates (1,7%). Le contenu pédologique similaire permet de distinguer une région de sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés issus de granites (19% du parc).

Vitellaria paradoxa, *Detarium microcarpum*..., soit arborées à boisées à *Anogeissus leiocarpa*, soit arbustive à arborée à *Burkea africana*, *Lophira lanceolata*.

Sur une écharpe nord-sud et une bande de direction centre/sud-est, l'environnement lithologique est constitué de séries phylliteuses du géosynclinal éburnéen de la Haute Comoé dominée par les schistes. Le paysage est fait d'une association de plateaux cuirassés à sommet monoclinale, corniche nette et continue ; plateaux cuirassés à sommet tabulaire, corniche nette et continue ; plateaux cuirassés à sommet convexe et replat cuirassé, corniche nette et continue ; plateaux cuirassés à sommet convexe, corniche nette et continue ; plateaux cuirassés à sommet tabulaire et replat cuirassé, corniches nettes et continues ; plateaux carapacés à sommet tabulaire, corniche nette et continue ; plateaux cuirassés à sommet convexe, corniche nette et continue ; plateaux à sommet tabulaire cuirassé et replat cuirassé, corniche nette et continue ; plateaux carapacés à sommet tabulaire, corniche nette et continue et croupes gravillonnaires à affleurements altéritiques ou rocheux mélanocrates. Le type de sol rassemble ces paysages en région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes (26,5% du parc). Ici, se localise généralement la zone écofloristique des forêts sèches et savanes boisées-forêts claires. *Burkea africana* et *Isoblerlinia doka* sont parmi les espèces les plus caractéristiques. Cette région comporte aussi des zones écomorphologiques plus boisées : les forêts denses sèches. Elles comportent quelques arbres des forêts claires typiques en mélange avec quelques autres des forêts denses comme *Blighia sapida*.

Associés au schiste et généralement disposés en bordure, des affleurements de roches vertes s'étirent conformément au canevas structural des géosynclinaux. Elles provoquent l'exhaussement des formes de chaînons mélanocrates ; chaînons mélanocrates à glacis cuirassé ; chaînons mélanocrates à sommet tabulaire cuirassé et petits dômes ou dos de baleine mélanocrates (9,7% du parc). Des buttes tabulaires cuirassées, corniche nette et continue (4%) sont localisées plus généralement en rapport avec les secteurs collinéens. Les paysages présents sont les croupes altéritiques à sommet convexe irrégulier à affleurements carapacés (1%). La région morphopédologique définie, suivant l'association préférentielle des formes et le type de sol, est celle du complexe de sols ferrallitiques et ferrugineux et de sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons collinéens en roches mélanocrates, sols lithiques sur cuirasse bauxitique et ferrugineuse présents (13,6% du parc). C'est la forêt à *Celtis spp.* et *Triplochiton scleroxylon* qui doit être considérée comme le type fondamental de formation.

La plaine alluviale est un type de paysage élémentaire, puisqu'elle traverse divers modelés sans en subir grande influence. Les sols liés à la dynamique, essentiellement longitudinale, déterminent la région des sols hydromorphes sur terrasses alluviales (10,6 % du parc). La végétation est dominée par les savanes à *Andropogonées* et *Panicum* sur sol peu évolué d'apport colluvial hydromorphe. Les forêts-galeries s'équilibrent avec le sol peu évolué d'apport colluvial modal.

3.2. Transformations des grandes catégories de l'occupation du sol par type de région morphopédologique entre 1996 et 2022

En 1996, les écosystèmes naturels occupent 99,4% des 1146399,01 ha de superficie du parc de la Comoé (figure 3; tableau I). Les terres « humanisées » sont constituées de champs et de jachères. Elles ne représentent alors que 0,6% de la superficie du parc et sont localisées dans la série des paysages sur granitoïdes: 0,4% dans la région des sols ferrugineux tropicaux sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants et 0,1% dans la région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés. Les

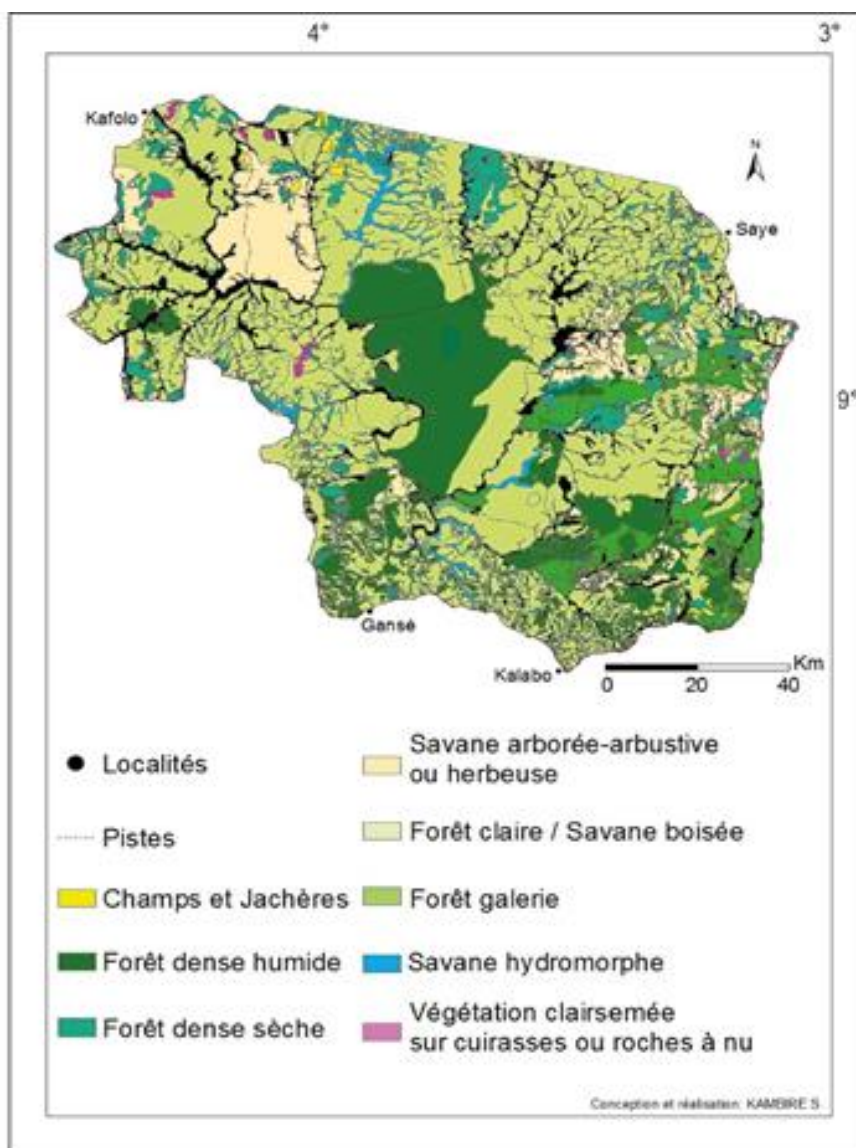


Figure 3 L'occupation du sol dans le Parc de la Comoé en 1996, *Source : photo-interprétation des clichés HAUTS-MONTS INC-CIV-96.*

« catégories » savane boisée-forêt claire et savane arborée arbustive ou herbeuse dominent dans l'ensemble de ces régions : respectivement 16% et 13% dans la première région, 7% et 3% dans la seconde. Dans la série des paysages des régions sur roches philliteuses, les espaces humanisés sont absents. Tandis que les occurrences de la forêt humide et de la forêt sèche sont relativement fortes: 5% et 6% dans la région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes ; 8% et 3% dans la région du complexe des sols ferrallitiques et ferrugineux et des sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons mélanocrates. La région des sols hydromorphes minéraux sur terrasses alluviales n'est pas prolifique en champs/jachères (0,1%), mais plutôt en végétations très boisées parmi lesquelles forêt humide et savane boisée-forêt claire atteignent 17% et 40% de la superficie du paysage.

Tableau 1 Proportion des types d'occupation du sol par région de paysage en 1996 *Source: clichés aériens HAUTS-MONTS INC-CIV-96.*

Types de régions morphopédologiques	Champ et jachère	Végétation sur cuirasses et rochers	Forêt-galerie	Forêt humide	Forêt sèche	Sav. boisée/forêt claire	Sav. arborée/arbustive ou herbeuse	Sav. hydromorphe	Total
Sols ferrugineux trop. sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants, croupes gravillonnaires à bordures faiblement cuirassées présentes	0,4	0,2	1			16	12,6	0,1	30,3
Sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés issus de granites	0,1	1,2	1,5	2,8	3	6,6	2,8	1	19
Sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes	0	0,1	0,6	4,5	6,2	12,1	2,7	0,3	26,5
Complexe de sols ferrallitiques et ferrugineux et de sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons en roches mélanocrates, sols lithiques sur cuirasse bauxitique et ferrugineuse présents	0	0,2	0,7	7,6	2,5	1,7	0,5	0,4	13,6
Sols hydromorphes minéraux sur terrasses alluviales	0,1	0	2,6	2	0	3	0,5	2,4	10,6
Total	0,6	1,7	6,4	16,9	11,7	39,4	19,1	4,2	100

En 2022, sur les 1146399,01 ha du parc, la « catégorie » champs et jachères de l'occupation du sol représente 7%, soit un taux d'accroissement de 93% (figure 4 ; tableau II). C'est toujours au niveau des séries de paysages sur granitoïdes que se réalisent les scores d'expansion des espaces humanisés les plus élevés. On note 350% de progression dans la région des sols ferrugineux tropicaux sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants et 400% dans la région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés. Les régions, déterminées par les séries de paysages sur roches phylliteuses et la région des plaines alluviales offrent, en moyenne dans l'ensemble du parc, de très fortes similitudes. Si elles ne sont pas toujours les moins humanisées, elles présentent par contre les taux de progression des surfaces en champs et jachères les plus bas.

Les milieux naturels représentent encore 92,7%, soit une réduction de 7%. Les écarts, calculés, entre les fréquences de 1996 et de 2022 donnent des taux de réduction variables suivants la nature de la structure pour les « catégories » naturelles forêt galerie, forêt humide, forêt sèche, savane boisée-forêt claire. Ces réductions se situent à 11% pour la forêt sèche et 7% pour la savane boisée forêt claire en région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes. En région du complexe des sols ferrallitiques et ferrugineux et des sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons mélanocrates, la régression est de 4% et 12% pour les mêmes « catégories » végétales. En région des sols hydromorphes minéraux sur terrasses alluviales, la réduction touche la forêt galerie et la savane boisée-forêt claire dans des proportions de 8% et 4%.

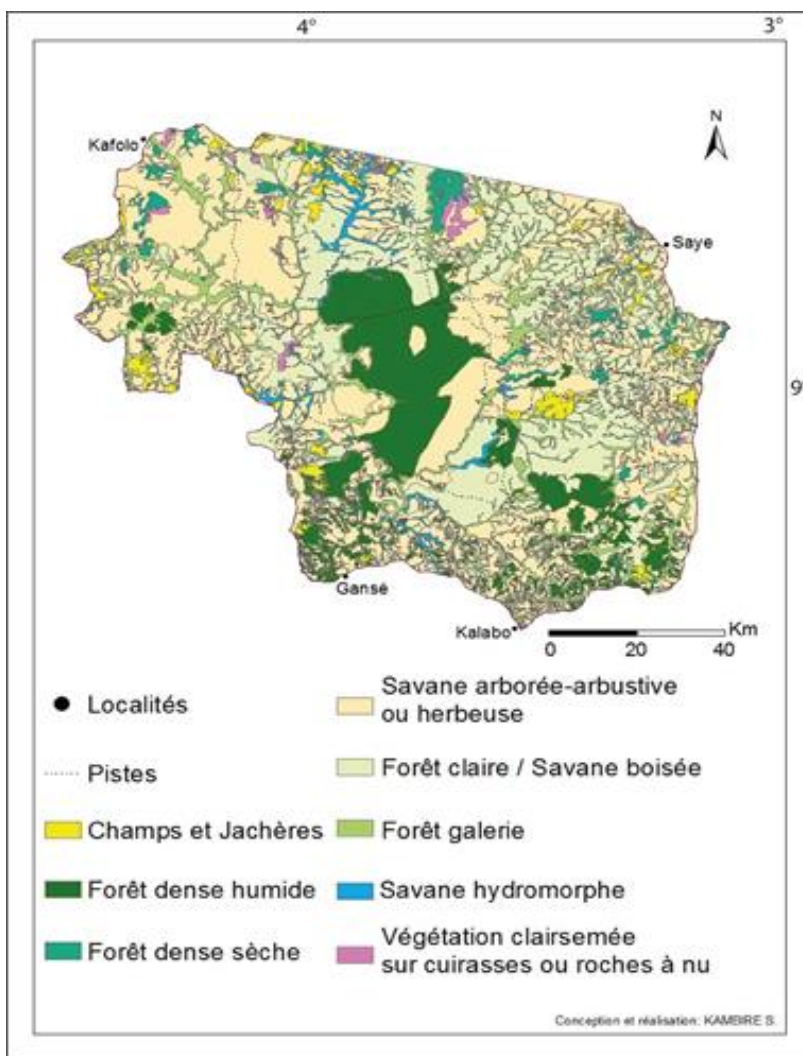


Figure 4 L'occupation du sol dans le parc de la Comoé en 2022 *Source: Télédétection d'image Maxar Technology 2022, résolution 30 cm.*

Très particuliers, les paysages sur granitoïdes connaissent une dynamique que caractérisent un très fort taux de régression des catégories « naturelles » de l'occupation du sol. Absentes dans la région des sols ferrugineux tropicaux sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants, les forêts humides et sèches sont remplacées par la forêt galerie et la savane boisée-forêt claire qui subissent un recul de 30% et de 38% de leurs surfaces. En région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés issus de granites, les régressions sont plus drastiques et affectent la forêt galerie, la forêt humide, la forêt sèche et la savane boisée-forêt claire dans des proportions respectives de 53% ; 43% ; 37% et 38%.

Deux «catégories» naturelles sont antinomiques du principe qui se dégage des diverses évolutions des milieux. Il s'agit de la végétation sur cuirasse et rochers à nu et, surtout, de la savane arborée arbustive ou herbeuse. Elles témoignent, dans les deux régions précédentes sur granitoïdes, de la présence de valeurs d'expansion extrêmes: 39% et 43%. Elles constituent de ce fait une anomalie qui se trouve confirmée à l'examen de la matrice de transition (tableau III-1). Dans cette matrice,

les valeurs de la diagonale, indiquent la permanence des classes, celles au-dessus indiquent les gains tandis que celles en dessous de la diagonale indiquent les pertes entre 1996 et 2022. L'anomalie écologique s'observe, alors, dans les rapports entre les « catégories » naturelles elles-mêmes. Les formations à forêt humide, forêt sèche, savane boisée-forêt claire et forêt galerie perdent, respectivement, 2,7% ; 4,4% ; 8,2% ; 1,2% de leurs superficies de 1996 au profit de la formation à savane arborée arbustive ou herbeuse surreprésentée en 2022. Pire, aucun gain de surface de la part des végétations densément boisées aux dépens de cette formation de savane sèche, susceptible de compenser leurs pertes, n'est signalé : il ya irréversibilité de l'anomalie. Ces pertes s'additionnent à 23% si l'on ajoute 5,9% de gains opérés par les végétations pauvres sur cuirasses et rochers découverts aux dépens des « catégories » végétales densément boisées. En conséquence de ce qui précède, il suit que les formations à savane arborée arbustive ou herbeuse et les végétations sur cuirasse et rochers à nu représentent bien un seuil de perturbation des milieux lorsqu'elles débordent de leurs limites originelles sans l'intervention de l'action humaine. Les perturbations humaines sont contraires au principe qui se dégage des dégradations des milieux par intrusion des savanes sèches. En effet, si les champs et jachères réalisent 7% de gain de leurs superficies en 1996 au détriment de celles des catégories « naturelles », ils accusent, en retour, une perte de 10,7% de leurs surfaces au profit de celles-ci. Ce qui signifie que l'artificialisation du milieu ne représente qu'un seuil minimal dans les séquences de détérioration des milieux.

Tableau 2 Proportion des types d'occupation du sol par région de paysage en 2022.

Types de régions morphopédologiques	Champ et jachère	Végétation sur cuirasse et rocher	Forêt-galerie	Forêt humide	Forêt sèche	Sav. boisée/forêt claire	Sav. arborée/arbust. ou herbeuse	Sav. hydromorphe	Total
Sols ferrugineux trop. sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants, croupes gravillonnaires à bordures faiblement cuirassées présentes	1,8	0,2	0,7			10	17,5	0,1	30,3
Sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et plateaux fortement cuirassés issus de granites	4,1	1,4	0,7	1,6	1,9	4,1	4	1,2	19
Sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes	1	0,1	0,6	4,7	5,5	11,3	3	0,3	26,5
Complexe de sols ferrallitiques et ferrugineux et de sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons en roches mélanocrates, sols lithiques sur cuirasse bauxitique et ferrugineuse présents	0,1	0,2	0,7	7,8	2,4	1,5	0,5	0,4	13,6
Sols hydromorphes minéraux sur terrasses alluviales	0,3	0	2,4	2	0	2,9	0,6	2,4	10,6
Total	7,3	1,9	5,1	16,1	9,8	29,8	25,6	4,4	100

Le phénomène de progression de la savane arborée arbustive ou herbeuse et des végétations sur cuirasse et rochers découverts, au détriment des forêts denses et forêts claires, s'observe bien à la lecture des tableaux 3-2 et 3-3 relatifs aux transformations des milieux dans les régions sur roches phylliteuses et la région des sols hydromorphes sur terrasses alluviales. Cependant, il n'offre que

Tableau 3 Matrice de transition des classes d'occupation du sol de 1996 à 2022.

Tableau 3-1 Les transformations en régions sur granitoïdes.

1996/2022		Occupation du sol en 2022								
		Champ et jachère	Vég. sur cuir. et roches à nu	Sav. arborée/ arbustive ou herbeuse	Forêt humide	Forêt sèche	Sav. boisée/forêt claire	Forêt galerie	Sav. hydromorphe	Total en %
Occupation du sol en 1996	Champ et jachère	0,6		3	0,7	1	1,3	0,2	0,2	7
	Vég. sur cuir. et roche à nu		4,1	0,5		0,4	0,6			5,6
	Sav. arborée/arbustive			2,6						2,6
	Forêt humide	1,4	0,2	2,7	25,8					30,1
	Forêt sèche	2,2	0,6	4,4		12,2				19,4
	Sav. boisée/forêt claire	4,7	1	8,2			11,5			25,4
	Forêt-galerie	1,8		1,2				1,3		4,3
	Sav. hydromorphe								5,6	5,6
	Total en%	10,7	5,9	22,6	26,5	13,6	13,4	1,5	5,8	63,9

Tableau 3-2 Les transformations en régions sur roches phylliteuses *Source : Clichés Hauts-Monts INC-CIV-96 et image Copernicus Maxar Technology 2022*

1996/2022		Occupation du sol en 2022								
		Champ et jachère	Vég. sur cuir. et roches à nu	Sav. arborée/ arbustive ou herbeuse	Forêt humide	Forêt sèche	Sav. boisée/forêt claire	Forêt galerie	Sav. hydromorphe	Total en %
Occupation du sol en 1996	Champ et jachère	2,4		1,4	8,8	0,3	0,9	0,1		5,9
	Vég. sur cuir. et roches à nu		7,1							
	Sav. arborée/arbustive	1		4						6
	Forêt humide	0,1	0,5	0,1	30					37,6
	Forêt sèche	0,1	0,1	2		12				15,1
	Sav. boisée/forêt claire	0,4	0,1	3,4			13,4			19,2
	Forêt-galerie	0,1						3,4		3,5
	Sav. hydromorphe	0,9							10	12,9
	Total en %	2,6	7,8	10,9	38,8	12,3	14,1	3,5	10	82,3

de très faibles occurrences. En région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes et en région du complexe des sols ferrallitiques et ferrugineux et des sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur

massifs, collines, chaînes et chaînons mélanocrates, il n'est noté que 2% de gain des végétations arides aux dépens de la savane boisée-forêt claire, 2,3% aux dépens de la forêt galerie, 0,5% au détriment de la forêt humide et 1% au détriment de la forêt sèche. De même, en région des sols hydromorphes sur terrasses alluviales, les progressions des végétations arides aux dépens de la forêt claire, forêt galerie, forêt humide et forêt sèche ne sont évaluées qu'à 2,4%, 2,3%, 0,5% et 1%.

Comme en régions sur granitoïdes, l'artificialisation des milieux dans les régions sur roches phylliteuses et dans la région des sols hydromorphes sur terrasses alluviales n'atteint pas, non plus, loin s'en faut, le degré de leur perturbation due à l'extension anormale de la formation à savane arborée arbustive ou herbeuse. Sur roches phylliteuses, les gains des surfaces en champs et jachère se réalisent dans une proportion de 5,9% contre 11,3% de pertes, en retour, au profit des espaces naturels. Sur sols hydromorphes des terrasses alluviales, les gains opérés par les surfaces en champs et jachère sont estimés à 3,2% pour 7,1% de pertes au bénéfice des espaces naturels.

Tableau 3-3 Les transformations en régions de plaines alluviales. *Source: Clichés Hauts-Monts INC-CIV-96 et image Copenicus Maxar Technology 2022*

1996/2022		Occupation du sol en 2022								
		Champ et jachère	Vég. sur cuir. et roches à nu	Sav. arborée/ arbustive ou herbeuse	Forêt humide	Forêt sèche	Sav. boisée/forêt claire	Forêt galerie	Sav. hydromorphe	Total en %
Occupation du sol en 1996	Champ et jachère	0,4		1,4	0,1	0,3	0,7	0,1	0,2	3,2
	Vég. sur cuir. et roches à nu		1,1	0,4			0,2			1,7
	Sav. arborée/arbustive	2		4,6						6,6
	Forêt humide	0,5	0,1		37,9					38,5
	Forêt sèche	1,1	0,3	1,7		15,6				18,7
	Sav. boisée/forêt claire	2,3	1,2	3,2			13,4			20,1
	Forêt-galerie	0,8						3,4		4,2
	Sav. hydromorphe								7	7
	Total en %	7,1	2,7	11,3	38	15,9	14,3	3,5	7,2	83,4

Une remarque s'impose : les cinq régions morphopédologiques offrent un profil dynamique que caractérisent un plus fort taux d'expansion des végétations arides en régions sur granitoïdes. Il serait logique de développer les facteurs qui sont à la base de ce processus.

3.3. Facteurs de dégradations à signification écologique

Deux variables climatiques et l'action des feux de brousse sont ici explorées. Les indices centrés réduits de la pluviométrie interannuelle (figure 5), calculés puis moyennés, mettent en évidence l'alternance entre une courte période excédentaire (1950-1963) et une longue période particulièrement déficitaire (1964-2000). Celle-ci a dû affecter les bilans hydriques.

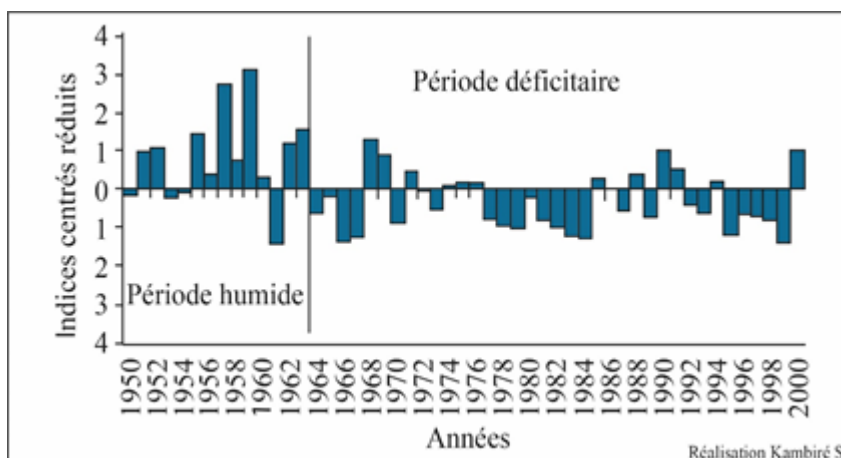


Figure 5 Évolution interannuelle de la pluviométrie à Bouna (1950- 2000) *Source: Données SIEM, 2010.*

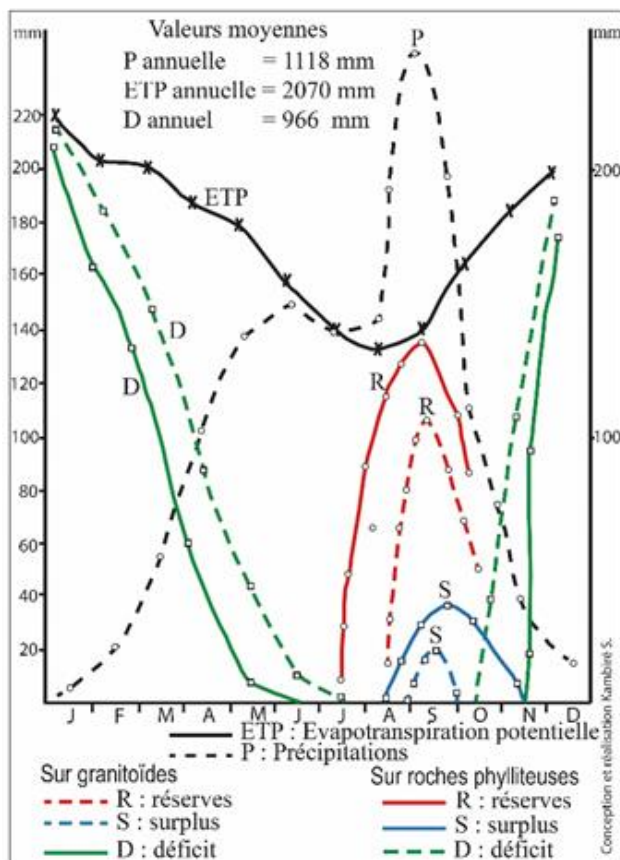


Figure 6 Bilans hydriques mensuels à Bouna. *Source: Données DMN et SIEM, 2010.*

sont les plus fréquents: 90%. Ces feux ont la particularité d'être peu violents et peu dangereux, car le matériel végétal est encore vert ; les plantes incomplètement brûlées peuvent se maintenir, car une savane précocement brûlée est presque impossible à brûler une nouvelle fois.

La réserve en eau utilisable des sols, réserve utile, est estimée à 100 mm ; P et ETP (Pennan) sur 50 ans. Elle est faible dans l'ensemble, guère supérieure à 130 mm. Mais dans les mêmes conditions de précipitations et d'ETP, il apparaît que la zone du parc, sur roches phylliteuses présente une réserve en eau et un surplus hydrique nettement plus importants et plus étalés dans l'année que ceux sur granitoïdes (figure 6). De même, le déficit hydrique est moins élevé et moins étalé dans l'année sur substrat phylliteux que substrat granitique. Ces paramètres climatiques ont dû jouer, plus fortement, dans la déperdition des forêts denses et forêts claires au profit des unités xérophiles à savane arborée arbustive ou herbeuse et à végétation sur cuirasse et rochers à nu dans les régions sur granites.

Les incendies, eux, ne devraient pas être mis en cause dans l'expansion des végétations xérophiles aux dépens des forêts. À l'analyse du tableau IV, en effet, les feux précoces, de début de saison sèche,

Tableau 4 fréquence des types de feux entre 2016 et 2022 dans le parc *Source: Enquête de terrain, 2017 à 2022.*

Feux précoces	Feux de milieu de saison	Feux tardifs
90	6	4

3. Discussions

Divers auteurs notamment T. Bassett (2002), A. Koulibaly (2008), P. Fauret et al. (2022), etc. relèvent les pressions anthropiques sur les milieux du parc de la Comoé. Cependant, aucun ne mentionne ni l'intensité des dégradations d'origine humaine en rapport avec la structure ni le seuil de dégradation que les déprédations humaines peuvent engendrer.

Les matrices de transition entre 1996 et 2022 laissent apparaître que les biotopes dégradés, suite à la pression anthropique, concernent toutes les régions morphopédologiques, avec une exacerbation du phénomène dans les régions sur granitoïdes. D'un côté, elles précisent que, dans ces régions, la « catégorie » champs et jachères réalise un gain de 7% de sa superficie en 1996 aux dépens des milieux « naturels » contre 5,9% pour les régions sur roches phylliteuses et 3,2% en plaines alluviales. La présence de terres plus compatibles avec le système de production local explique ces différences de pression humaine. Selon S. Kambiré (2021, p. 38), les sols ferrugineux ou ferrallitiques sableux sur granites sont faciles à travailler à la houe et conviennent mieux à la culture des céréales et de l'igname précoce (*Dioscorea cayenensis*), principales denrées marchandes à Bouna.

De l'autre côté, ces matrices de transition montrent que, en retour de sa progression, la « catégorie » champs et jachères concède des pertes, plus relevées que ses gains, aux milieux « naturels » : 10,7% en régions sur granitoïdes, 11,3% en régions sur roches phylliteuses et 7,1% en plaines, soit un ratio gains/pertes de 0,6% dans l'ensemble. On explique cette réversibilité des perturbations des milieux par une pression anthropique peu répétée et peu croissante. Car, si une zone dégradée est soustraite aux agressions des façons culturales depuis longtemps, les transformations, jusqu'au seuil de rupture de l'équilibre climacique et la disparition d'espèces n'ont pas lieu. L'écomorphologie des plantes reste longtemps la même et reflète la réalité naturelle, mais appauvrie en espèces par rapport à l'état initial du milieu végétal qui présente des espèces pionnières. De ce point de vue, les champs et jachères ne constituent qu'un seuil minimal dans une séquence de détérioration des milieux du parc.

Autre particularité de cette étude, la notion de déficit hydrique permet de réaliser combien il est arbitraire de définir les dégradations des écosystèmes du parc par la seule considération d'un montant de la pression anthropique. Jamais relevé dans les travaux et observations des auteurs précédents sur le parc, le fait le plus remarquable, soulevé par les matrices de transition, est l'expansion drastique des savanes sèches aux dépens des forêts. Elles associent les occurrences, les plus élevées, des transgressions de la formation à savane arborée arbustive ou herbeuses aux régions sur granitoïdes. À titre de comparaison, on note en région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques ou faiblement cuirassés et plateaux fortement cuirassés issus de schistes et en région du complexe des sols ferrallitiques et ferrugineux et des sols ferrallitiques et bruns eutrophes sur massifs, collines, chaînes et chaînons mélanocrates, une réduction de 2% de la savane boisée-forêt claire, 2,3% de la forêt galerie, 0,5% de la forêt humide et 1% de la forêt sèche au profit de la savane arborée arbustive ou herbeuse. Tandis que dans la région des sols ferrugineux tropicaux sur association de plateaux et glacis arénacés et/ou cuirassés dominants et la région des sols ferrallitiques moyennement désaturés sur plateaux altéritiques et

plateaux fortement cuirassés issus de granites, la réduction de ces formations préforestières et forestières, au profit de la savane arborée arbustive ou herbeuses, est portée aux taux respectifs de 8,2% ; 1,2% ; 2,7% ; 4,4%. Si l'on ajoute à ces pertes, celles causées par les végétations sur cuirasses et rochers découverts à leurs dépens (elles valent 6%), ce sont, au total, 23% de perte de leurs superficies que les formations préforestières et forestières accusent au profit des végétations arides entre 1996 et 2022, taux largement supérieur à celui des pertes dues aux champs et jachères. Ce qui représente bien, lorsqu'on tient compte de la disparition potentielle d'espèces pionnières hygrophiles, un extrême dans une séquence de détérioration des milieux. On parlera d'une production naturelle pseudo-artéfact ou de géofact ; question de mots. On peut, donc, objecter qu'un couvert végétal ne présente pas forcément des signes extérieurs de souffrance par défrichement. Il est logique de considérer que ce géofact est la manifestation d'un état de sécheresse écologique, d'autant moins prononcée dans les régions sur roches phylliteuses que les réserves en eaux sont plus grandes et de plus longue durée que dans les régions sur granitoïdes. Dans ces dernières, les très faibles réserves que l'on observe ont pu jouer, d'une part dans la forte déperdition d'anciennes formations climaciques, d'autre part dans la faiblesse de l'opposition offerte à la régénération végétale.

5. Conclusion

Le facteur anthropique est, jusqu'ici, au centre de la problématique des transformations des écosystèmes du parc de la Comoé. Mais menée suivant les modalités de l'analyse intégrée des milieux, cette recherche se distingue par ses résultats originaux.

Elle révèle une production naturelle pseudo-artéfact qui se manifeste, en 2022, par une expansion irréversible des catégories « savane arborée-savane arbustive ou herbeuse » et « végétations sur cuirasses et rochers découverts », d'environ 28,8% de leurs superficies de 1996, aux dépens des formations forestières et préforestières. Il est logique de considérer que ce géofact représente le facteur le plus primordial dans les séquences de détérioration des milieux du parc devant les surfaces de pressions anthropiques, du reste, jamais irréversibles (0,6 % de ratio gains-pertes entre 1996 et 2022).

C'est dans les régions morphopédologiques influencées par les granitoïdes que le phénomène d'extension des végétations arides aux détriment des écosystèmes plus humides acquière les valeurs extrêmes, liées vraisemblablement à un état de sécheresse écologique plus prononcée qu'en régions sur roches phylliteuses.

Références bibliographiques

- Koulibaly Annick, 2008, Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire, Thèse, Univ, Cocody, 137 p.
- Avenard Jean-Michel, 1971, « Aspect de la géomorphologie. In le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, Mémoires ORSTOM, Paris, n°50, 392, pp. 11-68.
- Bassett Thomas, 2002, « Patrimoine et territoire de conservation dans le Nord de la Côte d'Ivoire » in CORMIER-SALEM, Paris, IRD édition, pp. 324-342.

- Fauret Pierre, Aboubacar Adama Et Courtin Fabrice, 2022, Dynamiques territoriales en périphérie des Parcs nationaux de Taï et de la Comoé (Côte d'Ivoire), In Cahiers d'Outre-Mer, N° 278, juillet-décembre, pp. 373-402
- Filleron Jean-Charles, 1995, Essai de géographie systématique : les paysages du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, Thèse d'Etat, Univ. de Toulouse, 1877 p.
- Kambire Sambu, 2021, « Paysages et sociétés dans la région de Bouna (Nord-Est de la Côte d'Ivoire): l'humanisation des composantes naturelles », In Revue Espace Géographique et Société Marocaine, no. 47/48 2021, pp. 17-41
- Le Floc'h Edouard, 2008, Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS - Contribution Technique no.1, IRD, 171 p.