

Pratiques pastorales et embroussaillement du pâturage par unité structurale en zone soudanienne : la région de Bouna au Nord-Est de la Côte d'Ivoire

Kambire Sambir, Maître de conférences
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2024.v21n2p80](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v21n2p80)

Submitted: 03 November 2024

Accepted: 21 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kambire S. (2025). *Pratiques pastorales et embroussaillement du pâturage par unité structurale en zone soudanienne : la région de Bouna au Nord-Est de la Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (2), 80. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v21n2p80>

Résumé

L'objectif de ces travaux est d'étudier la géologie et l'évolution géomorphologique afin de déterminer le cadre dans lequel s'inscrit la répartition de l'embroussaillement des savanes du Nord-Est ivoirien. On espère, grâce à l'exploitation statistique des divers facteurs d'embroussaillement, aux divers niveaux de l'espace, fournir des éléments de réflexion sur les tendances actuelles du changement dans l'exploitation pastorale des Lobi, ainsi que les blocages ressentis par les aménageurs. L'effet du surpâturage et du feu est mis en évidence dans des parcelles expérimentales à l'échelle toposéquentielle. On notait 2807 rejets sur granite et 1092 sur roches birrimiennes en parcelles surpâturées et protégées contre le feu alors que les parcelles non pâturées mais livrées au feu et celles mises en défens n'en comptaient que moins de 200 dans les deux types de substrat. Le taux des recrues embroussaillantes était deux fois plus élevé sur pente que sur sommet et trois fois plus fort sur pente granitique que sur pente en roches birrimiennes.

Mots-clés : Bouna, pratiques pastorales, embroussaillement, unité structurale

Pastoral practices and encroached vegetation types by geomorphological landscapes in Sudanese zone: the Bouna region in the Northeastern of Côte d'Ivoire

Kambire Sambé, Maître de conférences
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Abstract

Study of geology and geomorphological evolution was undertaken in view of distribution of the various encroached vegetation at the scale of landscapes. Statistics in the various factors of encroached vegetation types, at the various levels of space, induce elements for reflection on the current trends of change in the Lobi grazing as well as the blockages felt by the developers. Effects of overgrazing and fires were studied in experimental plots established on the typical catenas of the Bouna region. There were, on average, 2807 shoots of plants on granite and 1092 on phyllitious rocks in the plots grazed and protected from fire, while the plots not grazed but exposed to fire and those protected had less than 200 in both groups of substrates. Rate of brush growth is twice as high on slopes as summits as and three times higher on granite slopes than on slopes on birrimian rocks.

Keywords: Bouna, pastoral practices, encroached vegetation types, landscapes

Introduction

L'embroussaillage des savanes est un des problèmes majeurs qui se posent à l'éleveur dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire.

Dans les travaux pionniers, César (1977) et Hoffmann (1983) observent succinctement, en relation avec l'embroussaillage, des contraintes écologiques plus ou moins assimilables à la texture sableuse des sols après des perturbations liées au surpâturage et au feu. Les travaux actuels, s'ils ont porté trop peu exclusivement sur le Nord-Est ivoirien, ajoutent la concurrence entre les espèces. Ainsi, Boutrais (1999) remarque-t-il, dans les savanes tropicales, qu'une pâture intense déclenche la disparition des Andropogonées, bientôt remplacées par *Panicum phragmitoides* qui fait, à son tour, place à des graminées basses. La disjonction spatiale qui existe entre les zones bioclimatiques fait que le processus, selon l'auteur, dure plus longtemps qu'au sahel « en aboutissant à un paysage végétal opposé » fait de « substitutions en chaîne d'espèces dans les strates herbacée et arbustive ».

En dernier lieu, César (2005), pour ne citer que les travaux les plus récents, tente de corréler le phénomène de l'embroussaillement aux effets combinés du feu et du surpâturage, cette fois, sans restriction écologique. Il écrit : en zone tropical humide, même sur bons sols, le broutage extensif en continu de la strate herbeuse par les bovins - « en diminuant » l'agressivité du feu, au plus fort de la saison sèche, et « en supprimant la compétition des graminées vivaces » - favorise l'épanouissement des ligneux. La savane s'embroussaille, par élimination accélérée des graminées, et la formation évolue vers la forêt.

Ces travaux ont permis d'apporter un certain éclairage au phénomène de l'embroussaillement des savanes. Mais devant une carence de la géomorphologie, ils ne permettaient pas une interprétation plus élaborée de l'embroussaillement dans le système écologique et une exploitation statistique des faits pertinents comme la position sur le versant.

On sait en effet, l'importance de la géomorphologie dans l'étude des tendances phytogéographiques en Afrique équatoriale et tropicale humides. Koechlin (1961) note qu'un « groupement de plantes est essentiellement dépendant des facteurs stationnels, naturels ou artificiels », climat et sol sont les facteurs prépondérants, puis s'ajoute la concurrence entre les espèces, l'homme, le feu, les animaux. Pour Tricart et al. (1978), elle (la géomorphologie) « est au point de départ des inventaires de ressources écologiques et à la base de la connaissance des systèmes naturels ».

On cherche, alors, à savoir : quelle est l'importance du substrat et de l'évolution géomorphologique dans les facteurs de l'embroussaillement des savanes au Nord-Est ivoirien ?

L'objectif est d'étudier la géologie et l'évolution de la géomorphologie, à l'échelle segmentaire, afin de déterminer le cadre dans lequel s'inscrit la répartition de l'embroussaillement des savanes du Nord-Est ivoirien.

Ce sont, donc, des données d'ensemble qu'on essaiera de rassembler ici, en esquissant tout d'abord les grands traits des paysages avant d'examiner l'importance de l'évolution géomorphologique dans la variation spatiale de l'embroussaillement et du niveau d'embroussaillement dans le Nord-Est ivoirien.

L'étude repose sur le postulat que dès qu'un certain segment apparaît, un sommet de colline à sol eutrophe, un versant sableux ou un bas-fond à sol gley..., l'évolution géomorphologique tend à se différencier et, en même temps, à diversifier le type de pédogénèse et, corrélativement, le type et le niveau de l'embroussaillement.

Données et méthodes

Cadre géographique de l'étude

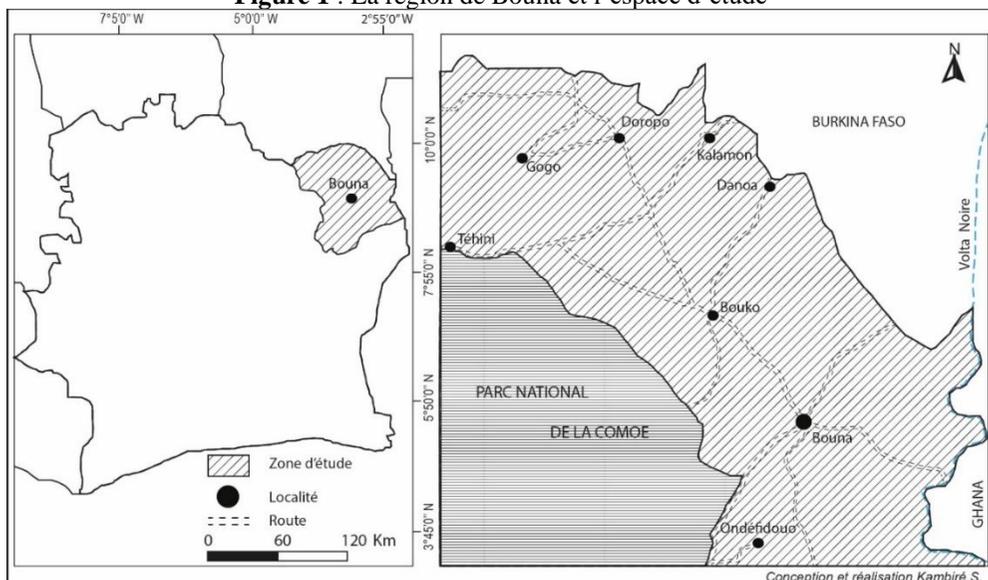
La région de Bouna s'étend, dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire, entre $8^{\circ} 30'$ et $9^{\circ} 40'$ N et entre $2^{\circ}30'$ et $4^{\circ} 30'$ W (figure 1).

A l'est des Monts Gorohoui, le substratum géologique est une grande gouttière schisteuse empruntée par le fleuve Comoé. Des alignements de roches vertes, de direction N-S, se retrouvent assez systématiquement rejetées aux marges du canevas schisteux. Plus au nord et autour de Bouna, le pays est granitique. On y rencontre, en fait, une alternance de formations lithologiques : schistes, plus particulièrement le long de la frontière burkinabè, alignements N-S de roches vertes près de Ouangofitini, à l'ouest, et de Téhini, au centre. Au sud de Bouna, enfin, se développe une écharpe de formations birrimiennes (schistes, roches vertes, quartzites, dolérites), orientée NW-SE ou N-S, donc non conforme à la direction classique.

Sur schistes, s'installent des plateaux rigides cernés de corniches. Sur granite, ce sont, au contraire, des plateaux arénacés qui dominent. Tandis que les alignements de formations birrimiennes provoquent l'exhaussement important de barres rocheuses (chaîne de Yérélé et de Wabélé..., à Ouangofitini et à Téhini) et des Monts Boutourou, plus au sud. Là se rencontre une succession de buttes cuirassées excédant localement 500 m d'altitude (Avenard, 1971).

Le climat, du type tropical subhumide, est marqué par une pluviométrie de 1200 à 1600 mm/an et une grande saison sèche qui dure 6 à 7 mois, de novembre à mai (Kambiré, 2023).

Figure 1 : La région de Bouna et l'espace d'étude



Source : Atlas de la population et des équipements, 2007

Méthode et techniques de collecte des données

Deux opérations différentes, mais complémentaires, ont été mises à contribution. La première porte sur la reconnaissance des paysages naturels biophysiques, supports de la végétation et conditions de la diversification intra-soudanienne des dynamiques des milieux.

On dispose, à cet effet, d'un photoplan, réalisé à partir des clichés aériens *HAUTS-MONTS Inc.* au 1/50 000. Sur le photoplan, sont projetées et restituées, versant après versant, toutes les lignes de rupture et d'inflexion de pente visibles à partir d'une surface stéréoscopique de triplet de clichés voisins. Ces discontinuités délimitent des facettes topographiques. Une synthèse de ce pré-découpage en facettes, permet de passer à la carte des paysages élémentaires. L'on suit, en cela, la succession des facettes tout en observant le moment où la chaîne se rompt par apparition ou disparition d'un maillon représentant un type de facette particulier (Richard, 1985). L'espace dans lequel se réalise, à l'identique, une suite ininterrompue de facettes correspond à celui d'un type de paysage élémentaire. Vingt-sept types de paysages élémentaires forment la typologie immédiate des paysages reconnus. Pour une prise en charge rapide et efficace de ces paysages, très nombreux, la simplification de l'information est utile. On entreprend une réduction, qualifiée de « morphologique ». Les caractéristiques des facettes (leurs altitudes relatives, la valeur de leur pente, leur profil en coupe, leur dessin en plan) et les valeurs des dénivelées répartissent les vingt-sept types de paysages en sept classes, ensuite regroupés en trois grandes unités suivant le substrat (*cf.* résultats).

Si le lexique usuel identifie certaines facettes : bas-fond, bas-versant, sommet, etc., la nomenclature de l'école paysagère franco-africaine permet une expression plus précise d'autres facettes et d'apporter des éléments à la toile, jusque-là, encore bien lâche. On en suivra le cheminement à travers les travaux de Richard et al. (1977).

Ainsi, entre sommet de colline et de plateau, une différence se résout à la valeur des pentes et des aspects de la surface. Le terme d'acroèdre définit, alors, le type de facette sommitale à pente forte, convexe, et divergente, dégageant d'un point ou d'une ligne de crête, que l'on observe dans les inselbergs ou les chaînons. Tandis que celui de supraèdre identifie les facettes sommitales à la pente peu marquée, parfois nulle, rectiligne ou faiblement convexe que l'on rencontre généralement dans les plateaux, croupes et collines subaplanies. L'acrosupraèdre désigne une facette sommitale de type supraédrique formant, dans la partie supérieure d'un acroèdre, l'extension d'une topographie relativement plane. On les observe dans les chaînons. Il est donc nécessaire de les utiliser afin d'éviter toute équivoque.

La deuxième opération consiste en l'étude de l'embroussaillage dans les trois grandes unités de milieux obtenues par la réduction «

morphologique » des paysages élémentaires. La procédure pratique consiste, à sélectionner dans l'espace régional, des groupements végétaux considérés *a priori* comme étant suffisamment proches de l'aire minimale. Les images satellitaires Google Earth Pro montrent, à souhait, à la fois les types de formations proches de l'aire minimale et les séquences de détérioration du milieu que l'on peut vérifier dans la nature.

Dans chaque classe de paysages, et le long de quatre toposéquences représentatives et répondant aux critères d'aire minimale, sont aménagées trois différentes parcelles expérimentales, de 2500 m² chacune : une parcelle mise en défens, une livrée au feu tardif uniquement et l'autre ouverte au surpâturage uniquement.

A l'issue des expériences, le nombre de recrues ou de repousses de chaque espèce embroussaillante étudiée, dans les parcelles soumises au feu puis dans celles abandonnées au surpâturage, est, tour à tour, rapporté au nombre d'individus de l'espèce considérée dans la parcelle en défens, source des tableaux du texte.

Résultats

Contexte lithologique et paysages

Les paysages du substrat birrimien

Dans cette unité de paysages développés sur roches volcano-sédimentaires, trois classes sont différenciées. Une première réunit les Chaînon birrimiens. Ils se caractérisent par l'exhaussement d'un acroèdre, sommet à pentes fortes et divergentes depuis un point ou une ligne de crête. Dans ces paysages, redressés quasiment à la verticale et allongés, les fortes dénivelées, du sommet au talweg, dépassent la centaine de mètres.

Trois types de formes sont, ici, distingués. La forme la plus fréquente correspond aux Chaînon birrimiens que l'on peut qualifier de « réguliers ». En fait, l'acroèdre (A) n'est guère marqué par d'importantes pustules rocheuses ou des indurations ferrugineuses susceptibles de créer des micro-modelés, à l'exception parfois de quelques ressauts dans le bas de pente.

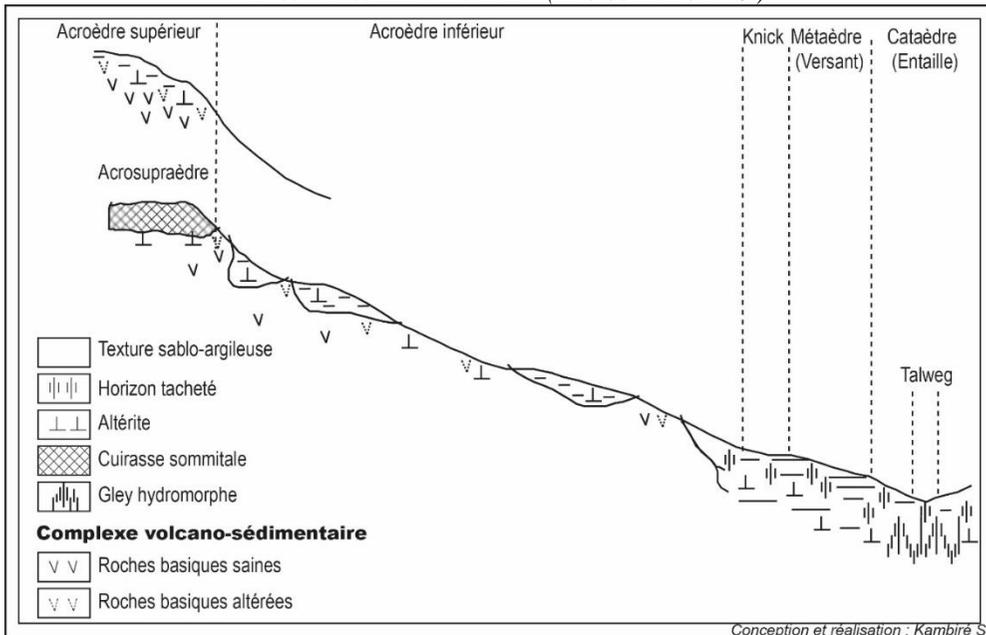
Une forme de Chaînon birrimiens à glaciais cuirassé se singularise. Le sommet est du type acroédrique (A). Mais au pied du versant rocheux, s'étale un vaste replat (R) qui porte une cuirasse ferrugineuse dont l'érosion en aval produit une corniche.

Une dernière forme est celle des chaînon birrimiens à sommet tabulaire cuirassé. La particularité morphologique est ici la présence d'un acrosupraèdre (AS), chapeau cuirassé façonnant une topographie plus ou moins plane qui rattache davantage la forme aux paysages des « Vieilles Surfaces Cuirassées » qu'à ceux des Chaînon rocheux (planche 1).

Une deuxième classe de paysages de cette unité rassemble des reliefs que caractérisent deux formes basses de collines birrimiennes plus ou moins marquées et aux dénivelées guère supérieures à cinquante mètres.

Planche 1 : Paysages de Chaînon birrimiens dans le secteur de Téhini

En haut, Chaînon birrimien régulier et chaînon birrimien à sommet tabulaire cuirassé sur métavulcanites (roches vertes, brèches, conglomérats...) et métasédiments (schistes et quartzites). En bas, photo à gauche, passées régolitiques sur chaînon régulier et, à droite, cuirasse de sommet tabulaire. (Photos Kambiré S.).



Source : travaux de terrain

L'une représente les Collines à sommet irrégulier : Petits inselbergs et dos de baleine en roches birrimiennes. Elles se distinguent par des sommets nettement convexes antéisoclines (A).

L'irrégularité du sommet se justifie par des pentes régulières qui décroissent fortement dès le mi-versant, donnant à l'ensemble du modelé une forme de galbe légèrement concave. Aux abords du talweg, un ressaut convexe est aussi fréquent.

L'autre forme est constituée des Croupes gravillonnaires irrégulières à affleurements altéritiques ou rocheux birrimiens. Ces paysages se démarquent

de ceux de la forme précédente par une association, dans la partie supérieure, de passées régolitiques et affleurements cuirassés donnant un sommet irrégulier (A). Ces mésoformes, peu élevées (quelques mètres de haut), dominant des corniches courtes, à faible dénivelée et discontinues.

Une troisième classe de paysages, moulés dans le soubassement volcano-sédimentaire, est celle des topographies très faiblement ondulées désignées sous le terme de Paysages de la pénéplaine birrimienne. Le vocable de pénéplaine est, ici, utilisé en référence moins à un processus d'aplanissement qu'à une vaste planité d'ensemble.

En général, les dénivelées sont faibles, excèdent rarement vingt mètres. Deux variantes sont distinguées : les formes « souples » et les formes « tendues ».

Les formes souples se rapportent aux interfluves à l'allure molle de croupes à corniches peu nettes et très discontinues : Croupes altéritiques schisteuses ; Croupes plan-convexes gravillonnaires schisteuses ; Croupes gravillonnaires et cuirassées schisteuses à sommet fortement convexe et Croupes gravillonnaires peu convexes à affleurements altéritiques ou rocheux birrimiens.

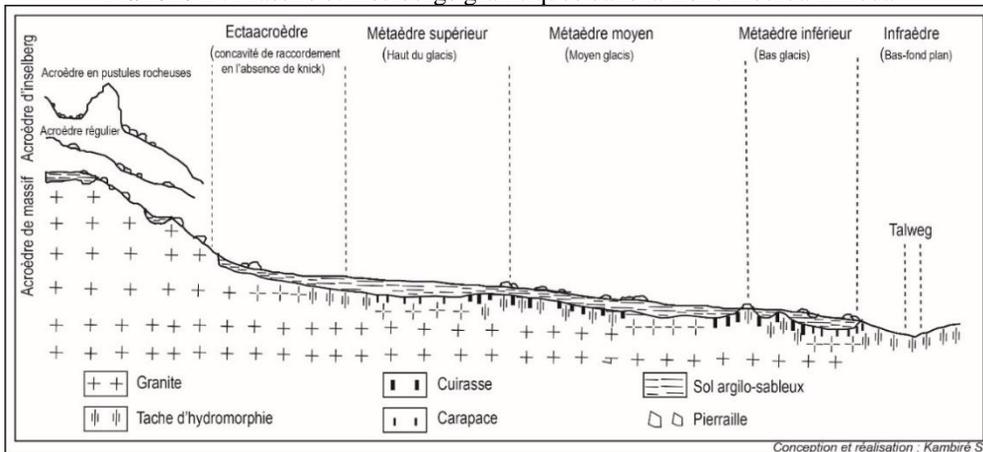
Les formes tendues renvoient aux topographies subhorizontales et rigides, caractérisés par la présence de la cuirasse. Certaines sont marquées par la netteté et la continuité de la corniche : Plateaux monoclinaux ou tabulaires cuirassés et Plateaux monoclinaux ou tabulaires cuirassés à replat cuirassé. D'autres, au contraire, sont cernées de corniches peu nettes et discontinues : Plateaux cuirassés à sommet convexe et replat cuirassé ; Croupes gravillonnaires à sommet irrégulier et chicots cuirassés ; Buttes cuirassées et Croupes gravillonnaires à sommet irrégulier et chicots cuirassés. Dans l'ensemble des paysages de cette classe, la forme développée par le sommet est un supraèdre (S), pente peu marquée (parfois nulle), rectiligne ou faiblement convexe.

Si les formes sommitales, acroèdre ou supraèdre, séparent, fondamentalement, Chaînon et Collines d'une part, Plateaux et Croupes d'autre part, tous ces paysages présentent, en commun, les facettes déterminées par les corniches (C), haut-versants (HV), replats (R), bas-versants (BV) et les petits bas-fonds, entailles ou alvéoles plus ou moins endoréiques (PB).

Les paysages du substrat granitique

Dans les formations granitoïdes, trois classes de paysages sont également reconnues. Une première classe est formée par les Petits massifs, chaînon et inselbergs granitiques (planche 2).

Planche 2 : Massifs et inselbergs granitiques dans la Zone Koulou-Binéda



Source : travaux de terrain

Ces paysages offrent les formes les plus redressées, aux fortes dénivelées, supérieures à cinquante mètres.

Dans le cas des Inselbergs, la facette sommitale est un acroèdre (A) de type globulaire et n'excédant pas 30% de l'interfluve. On observe parfois un chapelet de petits noyaux acroédriques, plus ou moins circulaires, et des pustules rocheuses.

Une seconde classe réunit les formes de Collines surbaissées granitiques aux dénivelées plutôt moyennes, n'excèdent pas cinquante mètres. On distingue deux types de forme.

Dans l'une, les Collines à sommet irrégulier : petits inselbergs et dos de baleine granitiques, l'acroèdre (A) correspond à des pustules rocheuses, pouvant être remplacées par un supraèdre (S), qui n'occupent que moins de 15% de l'interfluve (planche 3). Mais entre les petits dômes ou les dos de baleine subsistent des acrosupraèdres (AS), espaces plus ou moins plans jonchés de boules ou de dalles granitiques.

Dans l'autre forme, les Croupes convexes altéritiques à sommet irrégulier : chaos et dalles granitiques, le sommet représente 25% de la superficie de la forme. La pente sommitale, peu marquée ou faiblement convexe, rapproche ce type de forme d'avantage du supraèdre (S) qu'à l'acroèdre.

Une troisième classe de paysages sur granite est celui des Paysages de la pénéplaine granitique. Trois types de formes sont observés.

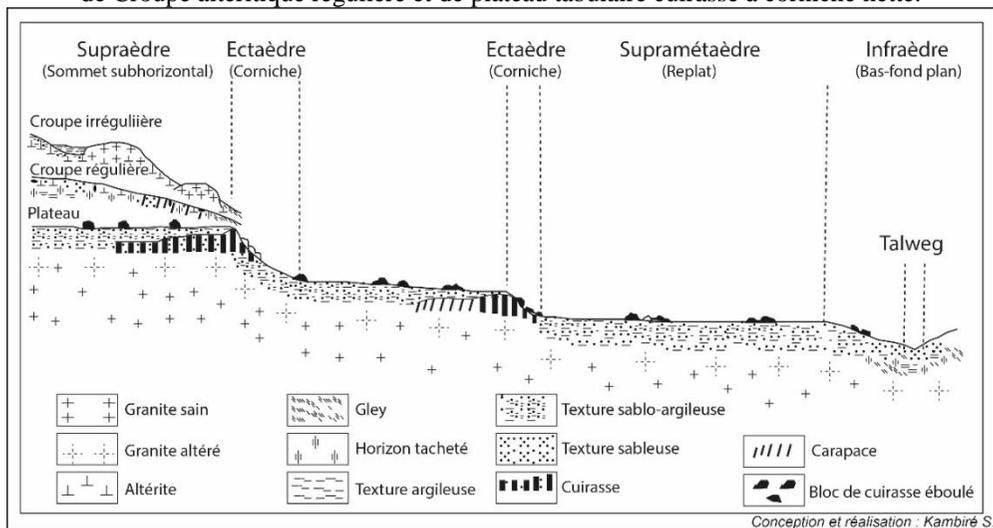
Le premier est constitué de la série des formes « souples » de la pénéplaine du granite : Croupes plan-convexes altéritiques ; Croupes plan-convexes gravillonnaires et Croupes plan-convexes altéritiques à affleurements carapacés granitiques. Dans l'ensemble, le sommet est un

supraèdre (S) occupant entre 20% et 22% de l'interfluve et limité par des corniches souvent peu nettes et très discontinues.

Le second type de formes rassemble la série des paysages « rigides » de la pénéplaine du granite, aux corniches nettes mais le plus souvent discontinues : Plateaux cuirassés et gravillonnaires ; Plateaux cuirassés à sommet convexe ou à replat cuirassé et Croupes gravillonnaires et cuirassées à sommet irrégulier. Cette dernière forme justifie sa dénomination de « Croupe » par l'absence de secteurs sommitaux à profil rectiligne, remplacés par le développement d'une convexité générale. Par contre, la pente générale (entre 3 et 4,5%) et la part du sommet dans le modelé (45%) se situent dans le même intervalle moyen des pentes des plateaux.

Le troisième type de formes est constitué par les plateaux et croupes carapacés : plateaux tabulaires carapacés et Croupes convexes altéritiques à affleurements carapacés. Dans l'ensemble, les corniches sont nettes et continues, mais des tracés peu nets et discontinus apparaissent parfois.

Planche 3 : Paysages de colline surbaissée et de la pénéplaine granitique autour de Bouna Sommits, du haut en bas, de colline irrégulière : petit inselberg ou dos de baleine granitique, de Croupe altéritique régulière et de plateau tabulaire cuirassé à corniche nette.



Source : travaux de terrain

Ici, comme dans les paysages birrimiens précédents, la segmentation en facettes fait succéder - généralement en contrebas de l'acroèdre des inselbergs et collines ou du supraèdre des plateaux et croupes - corniche (C), haut-versant (HV), replat (R) d'intercalation entre la corniche et le haut-versant ou entre deux versants, petits bas-fonds ou entailles ou encore alvéoles (PB).

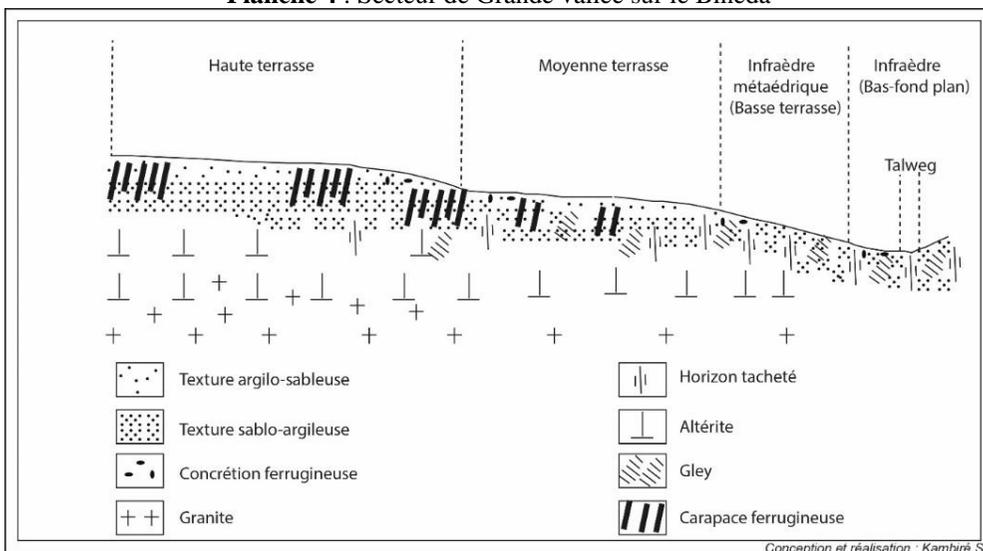
Le paysage ubiquiste des Grandes Vallées

Dans les fonds des grandes vallées des cours d'ordre supérieur à III, il se distingue le paysage des plaines alluviales hydromorphes à très faibles dénivelées, jamais supérieures à 20 mètres (planche 4).

A l'antipode des petits bas-fonds au façonnement desquels collaborent des dynamiques alluviales et colluviales, ce qui subordonne la forme à l'interfluve immédiat, le modelé des plaines alluviales est relativement autonome. Car ici, la dynamique est essentiellement longitudinale et il traverse différents modelés sans en subir grande influence.

Le schéma général de la segmentation se résume en hauts glacis - hautes terrasses (HG-HT), bas glacis - basses terrasses (BG-BT) et, alternativement, petits bas-fonds, entailles ou alvéoles plus ou moins endoréiques (PB).

Planche 4 : Secteur de Grande vallée sur le Binéda



En fonction des conditions du milieu et des pratiques pastorales, divers types d'embroussaillage sont possibles.

Types d'embroussaillage par substrat L'embroussaillage sur roches birrimiennes

Quatre principales espèces de plantes à propension invasive sont ici relevées.

Harungana madagascariensis (*Hypericaceae*) est une espèce d'arbre envahissant les savanes des zones subforestières sur sol beige ou brun de roches volcaniques, de schistes amphiboliques, amphibolites et dolérites et sol brun ferruginisé localisés dans les Plateaux, Croupes et Chaînes métamorphiques (planche 5).

Planche 5 : Début d'embroussaillage sur vieille surface cuirassée en sommet de chaînon. Au premier plan, à droite, plantules à *Harungana m.* et, au second plan, à *Uapaca togoensis*.



(Photo Kambiré S.)

Trema guineensis (*Ulmaceae*) est un arbre forestier, pionnier de reforestation sur sols beige ou brun rouge sablo-argileux sur arkoses ou schistes arkosiques dans les paysages en roches schisteuses et volcaniques.

Mezoneuron benthamianum (*Caesalpiniaceae*) est une liane épineuse des forêts et des fourrés dégradés. Cette plante envahit les pâturages à partir de buissons sarmenteux.

Solanum rugosum (*Solanaceae*) est un arbuste colonisant les recrus forestiers, jachères et savanes surpâturées.

Plante fréquente dans les savanes et forêts claires, *Uapaca togoensis* (*Euphorbiaceae*) est à plus large valence écologique. Elle embroussaille très souvent les terrains épuisés dans les Paysages de Croupes et Plateaux cuirassés ou Paysages de Croupes altéritiques en roches schisteuses, sur sols remaniés indurés et sols remaniés appauvris argilo-sableux et/ou gravillonnaires. On la retrouve dans les paysages de chaînons, sur sols rajeunis surpâturés.

L'embroussaillage sur roches granitoïdes

Plusieurs types d'embroussaillage se réalisent dans un même milieu donné (planche 6). *Afrormosia pericopsis laxiflora* (*Papilionaceae*) est l'espèce très gênante. Dans les Plateaux et Croupes du granite, elle s'installe, préférentiellement, sur les terrains argilo-sableux ferrugineux ou ferrallitiques sursaturés.

Parinari curatellifolia (*Rosaceae*) et *Hymenocardia acida* (*Euphorbiaceae*) sont également des espèces de Plateaux et Croupes du

granite. Elles envahissent, avec une agressivité exceptionnelle les zones sableuses surpâturées.

Certaines espèces à large écologie, *Daniellia oliveri* (*Caesalpinaceae*), *Detarium microcarpum* (*Caesalpinaceae*) et *Lophira lanceolata* (*Ochnaceae*), embroussaillent indifféremment, les zones surpâturées aussi bien en Inselbergs et Collines subaplanies (sur sols lithiques rajeunis) que dans les Plateaux et Croupes (sur sol sableux profond, sol gravillonnaire ou sur cuirasse).



Planche 6 : Types d'embroussaillage sur Plateau
Embroussaillage à *Daniellia* sur plateau arénacé (a), à *Lophira*, *Hymenocardia* et *Prophyllum* sur plateau gravillonnaire (b). (Photos Kambiré S.).

L'embroussaillage dans les Grandes Vallées

Sur les terrains argilo-sableux, en particulier les levées de berge alluviales, les espèces *Afrormosia laxiflora*, *Daniellia oliveri*, *Lophira lanceolata* ou *Porophyllum* sont particulièrement embroussaillantes (planche 7).





Planche 7 : Types d'embroussaillage en Grandes vallées

Embroussailllements : à *Porophyllum* en haute terrasse (a) ; à *Porophyllum* (premier plan à droite) et à *Harungana* en moyenne terrasse (b) ; à *Nauclea* et *Parinari* en basse terrasse (c) ; à *Detarium* (à droite) et *Harungana* (à gauche) en bas-fond (d). (Photos Kambiré S.).

Elles sont concurrencées par *Detarium microcarpum* (*Caesalpiniaceae*), *Swartzia madagascariensis* et *Isoberlinia doka* (*Fabaceae*).

Dans les jachères forestières, sur terres argilo-sableuses ou terres des cuvettes de décantation argileuse, l'espèce *Uapaca togoensis* (*Euphorbiaceae*) est prépondérante.

Parinari curatelifolia (*Rosaceae*) et *Hymenocardia acida* (*Euphorbiaceae*) sont des plantes des plus envahissantes sur sol sableux dans les bourrelets de berge.

Afrormosia laxiflora, *Nauclea latifolia* et les nitrophiles diverses, notamment *Porophyllum ruderale*, sont, ici, les espèces envahissantes à plus grande plasticité écologique. Elles embroussaillent tous les terrains. Mais *Afrormosia* et *Nauclea* prolifèrent particulièrement dans les terrasses alluviales caillouteuses et *Porophyllum* dans les zones enrichies en déjections animales.

Topographie et niveau d'embroussaillage

Les tableaux ci-après permettent l'expression statistique de l'embroussaillage des graminées de savane par les divers facteurs aux divers niveaux de segments de paysage.

Niveaux de l'embroussaillage par facettes en paysages birrimiens

Les relevés sont effectués dans quatre toposéquences choisies dans chacune des classes suivantes : Chaînon birrimiens ; Collines à sommet irrégulier birrimiennes ; Croupes gravillonnaires à affleurements altéritiques ou rocheux birrimiens ; Paysages de la pénélaine birrimienne (tableau 1).

Tableau 1 : Quantité de recrues dans les parcelles expérimentales et par facette dans les paysages sur roches birrimiennes

Parcelle et recrues Espèces	Parcelles en défens Individus en Nbre	Recrus en nbre et % ^(*) par:		Pourcentage des recrues dans les parcelles pâturées par type de facette							
		Feu	Surpâturage	A	AS	S	C	HV	R	BV	PB
<i>Harungana madagascariensis</i>	84	25	36	3		7	4	12,8	8	5	3
		29,7	42,8								
<i>Mezoneuron benthamianum</i>	73	13	24			5	2,8	9	6	6	4
		17,8	32,8								
<i>Solanum rugosum</i>	61	17	26			4	5,6	13	9	7	4
		27,9	42,6								
<i>Trema guineensis</i>	89	29	41			8	7	13	9	6	3
		32,6	46								
<i>Uapaca togoensis</i>	67	14	32	1	2	6,8	4	14	7	8	5
		20,9	47,8								
<i>Porophyllum ruderale</i>	43	16	22	2	3	6	5	11	8	10	6
		37,2	51,2								
Total	417	144	181	-							

(*) Valable pour la suite du texte, les chiffres hauts identifient le nombre des recrues dus au feu ou au surpâturage et les chiffres bas le pourcentage des recrues par rapport au nombre des individus comptés dans les parcelles mises en défens.

Source : travaux de terrain

Les recrues et pousses d'espèces embroussaillantes sont plus abondants dans les parcelles surpâturées que dans celles sous régime du feu. L'écart moyen du taux de ces recrues, liés au surpâturage, et de celui des recrues, dus au feu, atteint 17%, le chiffre le plus bas (13,1%) étant observé chez *Harungana* et le chiffre le plus haut (26,9%) chez *Uapaca*.

L'importance des taux de recrues envahissantes, dus au surpâturage, fait, ensuite, apparaître clairement le rôle de la topographie.

Le supraèdre (S) - dans les Plateaux, Croupes et Collines subaplanies - alterne, en surface, des sols ferrugineux déterminant souvent le développement d'un bowal, des sols ferrallitiques remaniés indurés ocre limono-argilo sableux et de sols ferrallitiques remaniés appauvris gris beige ou brun rouge sablo-argileux et/ou gravillonnaires sur arkoses ou schistes arkosiques. Ici, le pourcentage des recrues dans les parcelles surpâturées, ne dépassent guère 8%, le minimum (4%) étant observé chez *Solanum* et le maximum chez *Trema*, *Harungana* et *Uapaca*.

Dans les Chaînon birrimiens - sur schistes amphiboliques, amphibolites, dolérites ou vulcanites - l'acro supraèdre (AS) porte un sol ferrugineux argilo-sableux ou gravillonnaires remanié induré.

Tandis que dans l'acroèdre (A), les sols altéritiques sont bruns limono-argileux souvent lithiques dans les parties supérieures et relativement développés dans les parties inférieures.

La corniche (C) est développée indifféremment en Chaînon, Plateaux et Croupes. Là, le sol ferrugineux sablo-argileux concurrence le sol gravillonnaire remanié induré.

Dans les bas-fonds (PB), les sols passent de gris hydromorphe pseudogley, dans les secteurs de Plateaux et Croupes, à brun eutrophe hydromorphe pseudogley dans les secteurs de Chaînon.

Ces quatre types de segment présentent les taux de recrus ou de pousses d'espèces embroussaillantes les plus faibles. Dans le cas des Corniches et des bas-fonds, il est noté la présence des plantules de toute la gamme des espèces embroussaillantes dominées par les recrus et pousses à *Uapaca*, *Solanum*, *Porophyllum* et *Trema*, mais des fréquences guère supérieures à 7%. A l'inverse, dans le cas de l'acroèdre et l'acrosupraèdre, l'embroussaillement ne se résout qu'à quelques plus rares recrus et pousses à *Uapaca* (1%), *Porophyllum* (2%) et *Harungana* (3%).

La distribution de la variable est plus large dans le reste des versants avec des valeurs notables et sub-égales dans le haut-versant (HV). Ici, le sol ferrallitique est remanié argilo-sableux gravillonnaire en chaînon amphiboliques, doléritiques et remaniés colluvionnés, appauvris et indurés en Plateaux et Croupes schisteux ou volcaniques. Les taux des recrus vont du minimum de 9%, observé chez *Harungana*, au maximum de 14% calculé chez *Uapaca*, avec une concentration des valeurs autour de 13% pour *Harungana*, *Solanum*, *Trema* et *Porophyllum*.

Viennent ensuite le replat (R) et le bas-versants (BV). Sur les sols gris ou bruns sablo-argileux colluvionnés s'associant au sol gley hydromorphe réticulé, en particulier dans les secteurs des chaînon, les taux de recrus et pousses s'échelonnent de 5%, observés chez *Harungana*, à 10% évalués chez *Porophyllum*. Les taux se concentrent entre 7% et 9% pour les recrus et pousses à *Mezoneuron*, *Solanum*, *Trema* et *Uapaca*.

Niveaux de l'embroussaillement par facettes en paysages du granite

Les relevés sont réalisés dans quatre toposéquences appliquées à chacune des classes des Petits massifs, chaînon et inselbergs granitiques ; Collines à sommet irrégulier granitiques ; Paysages de la pénélaine du granite (tableau 2).

Ici, comme dans les paysages birrimiens, l'écart moyen calculé entre les fréquences de recrus et pousses en parcelles surpâturées et celles en parcelles soumises au feu, mesure l'importance du facteur surpâturage par rapport au feu dans l'embroussaillement des savanes.

Cet écart des fréquences est de 82,2% en moyenne, avec un minimum de 61,8%, noté chez *P. curatellifolia* et des valeurs plus prononcées décrites chez *Daniellia* (96,4%) et *Porophyllum* (134%).

Tableau 2 : Quantité de recrûs dans les parcelles expérimentales et par facette dans les paysages du granite

Parcelles et recrûs Espèces	Parcelle en défens Individus en Nbre	Recrûs en nbre et % par:		Pourcentages des recrûs dans les parcelles pâturées par type de facette						
		Feu	Surpâturage	A	S	C	HV	R	BV	PB
<i>Afrormosia laxiflora</i>	89	5	86		14	10	20	11	24	17,2
		5,6	96,2							
<i>Daniellia oliveri</i>	62	1	61	7	12	11	14	15	26	13
		1,6	98							
<i>D. microcarpum</i>	77	2	70	5	14	9	19	12	19	13
		2,6	91							
<i>Hymenocardia acida</i>	109	3	90		12,6		18	16	19	17
		2,8	82,6							
<i>Lophira lanceolata</i>	71	2	56	4	10,9	12	18	12	14	8
		2,8	78,9							
<i>P. curatellifolia</i>	89	4	59		11,3		15	11	15	14
		4,5	66,3							
<i>Porophyllum ruderale</i>	47	19	82	8	25	21	32	25	33	30
		40	174							
Total	544	36	504							-

Source : travaux de terrain

Comparés, ensuite, entre les deux grands groupes de substrat, les taux de pousses ou du recrû embroussaillants, par le feu, sont nettement plus forts en paysages birrimiens qu'en paysage du granite : en moyenne 25,8% contre 3,3%, sauf chez *Porophyllum*. Pour cette plante, il y a sub-égalité des fréquences des recrûs et pousses liées aux incendies sur les deux types de substrat : respectivement 37,2% et 40%.

En revanche, ces taux du recrû ligneux et des rudérales, occasionnés par le surpâturage, en paysages du granite sont largement plus élevés qu'en paysages birrimiens : 85,5% contre 42,4% pour les recrûs et pousses ligneux ; 174% contre 51,2% pour *Porophyllum*.

L'examen de la répartition sur les segments opératoires fait apparaître une distribution des recrûs et pousses des espèces envahissantes, dans les parcelles surpâturées, très restreinte à l'acroèdre (A) et à la corniche (C).

Dans l'acroèdre - des Petits massifs, chaînons et inselbergs granitiques, Petits inselbergs et dos de baleine, Collines en chaos et dalles - les sols lithiques l'emportent largement quand le granite n'affleure pas. Les moindres interstices laissés par les éléments grossiers, pierrailles ou blocs de granite, permettent le développement d'un sol argilo-sableux tronqué. L'embroussaillage se limite aux recrûs à *Porophyllum* (8%), aux pousses et recrûs ligneux à *Daniellia*, *Detarium* et *Lophira* dont les fréquences n'excèdent pas 7%. Dans la corniche (C), le même cortège de pousses et recrûs à *Porophyllum*, *Daniellia*, *Detarium* et *Lophira* est observé auquel s'ajoute

Afrormosia. Leurs fréquences plus relevées que dans l'acroèdre, et sub-égales entre elles, sont corrélées à un sol ferrugineux remanié induré gris beige ou ocre argilo-sableux et graveleux. Elles ne sont cependant jamais supérieures à 12%, excepté chez *Porophyllum* (21%).

En supraèdre (S), les sols sont ferrugineux indurés ou ferrallitiques gravillonnaires, en concurrence avec les sols gris beiges sableux. En haut-versant (HV), ils deviennent remaniés appauvris plus gravillonnaires. Sur le replat (R), ce sont des sols ferrallitiques et ferrugineux remaniés appauvris gris beiges argilo-sableux colluvionnés. En bas-versant (BV) et petits bas-fonds (PB), les sols sont beiges sableux colluvionnés appauvris et beiges minéraux sableux à pseudogley.

Dans ces cinq segments, la distribution des recrus et pousses d'espèces embroussaillantes est plus large et les scores plus sévères. Ces scores sont trois à quatre fois plus forts dans le haut-versant et le bas-versant, que dans l'acroèdre (A), où les taux de recrus et pousses des espèces *Afrormosia*, *Daniellia*, *Detarium*, *Hymenocardia* et *Porophyllum* témoignent de l'ampleur de l'emprise ligneuse sur ces segments : 19 à 33%. Etablis entre 8% et 17% dans les petits bas-fonds, le replat, le supraèdre, et généralement à sub-égalité sur ces segments, les taux des pousses et recrus d'espèces embroussaillantes sont deux fois plus élevés que dans l'acroèdre et une fois et demie moins élevés que dans le haut-versant et le bas-versant.

Par contre, entre 21 et 33%, les taux de recrus à *Porophyllum* se situent dans le même intervalle de scores que dans le haut-versant et le bas-versant.

Niveaux de l'embroussaillage par facettes en Grandes vallées

Les taux des pousses et recrus des plantes embroussaillantes dans ces paysages ubiquistes ont été comparés à ceux des paysages affines des deux grands types lithologiques. Ici, en parcelles incendiées, ces taux (6,5% en moyenne), sont nettement plus faibles qu'en paysages birrimiens (25,8%), soit quatre fois moins, et plus élevés qu'en paysage granitique (3,3%), soit le double.

Cependant, il y a ici, lié au surpâturage, un taux d'embroussaillage ligneux sub-égal entre Grandes vallées (45,9%) et paysages à affinité birrimienne (42,4%), soit un écart de 3,5%, et un taux plus faible dans ces deux groupes de paysage qu'il vaut en paysages du granite (85,5%), soit deux fois moins. Pour le recrus et les pousses à *Porophyllum*, ce taux lié aux feux (84%), dans les Grandes vallées, est largement plus fort aussi bien en paysages birrimiens (37,2%), soit près de deux fois et demie plus, qu'en paysages granitiques (40%), soit plus de deux fois plus. A l'opposé, ce taux lié au surpâturage (61%) est légèrement plus fort qu'en paysages birrimiens (51,2%), soit près d'une fois et demie plus, et nettement inférieure à ce qu'il vaut en paysages granitiques (174%), soit trois fois moins important.

La distribution des fréquences des recrues et pousses, liées au surpâturage, sur les segments permet, ensuite, de distinguer les tendances d'embroussaillement sur la topographie dans ces Grandes vallées.

Dans les hauts glacis ou hautes terrasses (HG-HT), le sol est du type peu évolué d'apport hydromorphe argilo-sableux présentant souvent des phénomènes de concrétionnement et d'induration à moyenne profondeur. L'embroussaillement y prend le pas avec un taux de repousses de *Porophyllum* pouvant atteindre 61% et un taux moyen des pousses ou recrues ligneux pouvant dépasser 50% en condition de surpâturage, ceux-ci étant dominés par *Nauclea* (56%), *A. laxiflora* (52%), *Daniellia* (50%) et *Swartzia* (48%).

Dans les bas glacis et basses terrasses (BG-BT), le sol inondable est du type hydromorphe minéral beige sablo-argileux à pseudogley sur un horizon à gley. Il devient hydromorphe minéral argilo-limoneux dans les bas-fonds, entailles ou alvéoles (PB). Dans ces deux types de facette, le recrû embroussaillant est d'autant important que certaines espèces s'offrent des taux très concurrentiels de ce qui est observé dans les hauts glacis et hautes terrasses : *Porophyllum* (25%), *Daniellia* (19%), *Swartzia* et *Nauclea* (17%) dans les bas glacis et basses terrasses ; *Swartzia* (16%), *Porophyllum* (15%) et *Daniellia* (14%) dans les petits bas-fonds. Cependant dans ces deux cas, et davantage celui des bas-fonds, les taux de recrues demeurent toujours plus faibles dans l'ensemble que dans les hauts glacis et hautes terrasses (moins de 20%), sauf *Porophyllum* (tableau 3).

Comparaison faite avec la situation dans les segments analogues sur granites et roches birrimiennes, on note, dans les petits bas-fonds, une sub-égalité des taux de recrues embroussaillants avec ce qui est calculée en petits bas-fonds sur granites (entre 8% et 16%). A ces valeurs, s'opposent, dans les petites vallées sur roches birrimiennes, des taux qui sont le reflet d'un faible embroussaillement (en moyenne 4%).

Tableau 3 : Quantité de recrûs dans les parcelles expérimentales et par facette en Grandes vallées

Parcelle Espèces	Parcelle en défens	Recrûs en nbre et % par :		Pourcentages des recrûs dans les parcelles pâturées par type de facette		
		Individus en Nbre	Feu	Surpâturage	HG-HT	BG-BT
<i>A. laxiflora</i>	86	7	45	25	15	12
		8,1	52			
<i>Daniellia oliveri</i>	62	2	31	17	19	14
		3,2	50			
<i>Lophira lanceolata</i>	73	4	29	19	13	8
		5,5	40			
<i>Uapaca togoensis</i>	107	8	45	22	16	4
		7,5	42			
<i>D. microcarpum</i>	67	3	29	18	15	10
		4,5	43			
<i>S. madagascariensis</i>	42	3	20	15	17	16
		7,1	48			
<i>Isoberlinia doka</i>	22	2	9	20	14	7
		9	41			
<i>P. curatelifolia</i>	32	2	14	24	8	12
		6,3	44			
<i>Hymenocardia acida</i>	69	3	30	22	12	9
		4,3	43			
<i>Nauclea latifolia</i>	79	4	44	29	17	10
		5	56			
<i>Porophyllum runderale</i>	44	37	27	21	25	15
		84	61			
Total	683	75	1741	-		

Source : travaux de terrain

Discussion

La répartition des espèces embroussaillantes suit presque fidèlement celle des roches-mères, les modelés et la topographie intervenant ensuite dans une différenciation plus fine.

Le facteur géologique

L'analyse des relations spatiales de l'embroussaillage des savanes, par le feu et le surpâturage, dévoile une grande variation des types et niveaux d'embroussaillage qu'on suppose, d'abord, déterminée par un facteur d'organisation lithologique.

Ainsi, les fréquences du recrû et des pousses des espèces envahissantes, occasionnées par le feu, sont très impressionnantes dans les zones-test des paysages birrimiens. Les minimum-maximum des fréquences se situent entre 17,8% et 32,6%, observés chez *Mezoneuron* et *Trema*, tandis

que la rudérale *Porophyllum* donne un taux de recrû et pousses de 37,2%. Au contraire, les fréquences des pousses et du recrû d'espèces embroussaillantes en zone du granite (min-max : 2%-6% calculés chez *Daniellia* et *Afrormosia*) et en zone ubiquiste des Grandes vallées (min-max : 3%-9% observées chez les mêmes espèces) sont sub-égales entre les deux types de milieux et toujours très basses. Elles présentent néanmoins en zone du granite un écart plus important avec les fréquences en provinces birrimiennes : min-max : 17,8% et 32,6%. Ce qui exprime une faible relation de l'embroussaillement avec le feu sur substratum granitique.

Ce contraste des fréquences des recrûs et pousses d'espèces ligneuses envahissantes, entre les deux types lithologiques, peut être mis en relation avec le gradient hydrique, très marqué du substrat birrimien vers le substrat granitique. Kambiré (2023) a évalué, dans le Parc National de la Comoé, la réserve en eau utilisable des sols, réserve utile, à 100 mm et a noté, dans les mêmes conditions de précipitations et d'ETP, une réserve en eau et un surplus hydrique nettement plus importants et plus étalés dans l'année sur roches phylliteuses que sur granitoïdes. Et poursuit, Kambiré : « de même, le déficit hydrique est moins élevé et moins étalé dans l'année sur substrat phylliteux que sur substrat granitique ». Ces paramètres hydriques ont dû jouer, plus fortement, dans les recrûs et pousses des espèces envahissantes sur paysages birrimiens que sur paysages du granite.

Mais au départ se trouve un facteur d'origine anatomique qui complète « l'explication » structurale.

Sur roches birrimiennes, les espèces sont à affinité forestière. Elles présentent une écorce à très faible épaisseur qui leur vaut une forte sensibilité au feu. Les blessures et écorçages infligés par les incendies exposent, en effet, plus profondément le bois à l'attaque de la chaleur. Mais lorsque le feu passe, en fin de végétation active, il ne brûle que des ports fragiles qui perdent une bonne partie de leur sève. Cependant, les réserves nutritives sont stockées dans le système souterrain qui bénéficie des apports en eau du sol. Le passage du feu, en faisant disparaître les appareils aériens des arbres, stimule les rejets de souches chez certaines espèces.

Cela est rendu possible lorsque l'effet du choc thermique du feu, entraîne la mobilisation des substances de réserves (eau + nitrates) accumulées dans les racines et de l'eau disponible dans la plante. Il se produit une croissance limitée dans l'espace et le temps selon les ressources disponibles dans la plante et les conditions hydriques du milieu. Les perturbations qui détériorent, donc, les appareils aériens de l'arbre, mais qui préservent le système racinaire au sol, favorisent les espèces qui drageonnent, qui rejettent des souches ou qui régénèrent à partir de la banque de semences au sol. A l'opposé, les arbres en pays granitique sont à affinité savanienne et préforestière. Ils sont dotés d'écorces bien plus épaisses et plus dures qui

limitent l'attaque du bois par les feux et le choc thermique. Ce qui leur confère une plus grande résistance mécanique et une meilleure adaptation au feu.

Le cas des faibles fréquences des pousses et du recrû, liés aux feux en savane sur paysage du granite, rejoint César (1975). Cet auteur fonde son système d'analyse sur des expériences réalisées à Kokondékro (Bouaké) et arrive aux conclusions qui suivent. « Le feu annuel » assure le maintien de la végétation des savanes, « les feux précoces (novembre) » installent les savanes arborées ou boisées, tandis que « les feux tardifs (mars) » plus agressifs, « n'autorisent qu'une savane arbustive claire ». Mais il semble que ces interprétations de César sont très générales. Localement, les zones humides créent des conditions propices à l'expression d'une diversité de l'action des feux qui est relativement embroussaillante et compromettante pour la végétation de savane. C'est le cas des espèces dans les forêts claires et les savanes des zones subforestières sur schistes amphiboliques, amphibolites et dolérites et sur affleurements d'amphibolites et de dolérites dans les chaînes métamorphiques.

Cette étude montre, également, les tendances à l'embroussaillage, de loin, plus fortes dans les parcelles surpâturées que dans les parcelles brûlées. Mais le phénomène est plus inouï en milieux granitiques. Dans les mêmes conditions de surpâturage et de piétinement, les paysages du granite présentent, en moyenne, des fréquences de pousses et recrûs ligneux deux fois plus élevées que sur roches birrimiennes (85,5% contre 42,4%).

L'explication fait, encore, appel aux conditions structurales du sol, celles liées aux caractères hydriques.

Sur sol plus argileux des paysages en roches birrimiennes, il n'apparaît aucune différence édaphique entre zones surpâturées et zones non pâturées. Par contre, sur sol plus sableux dans les paysages granitiques, la structure grumeleuse sous les graminées, dans les zones non pâturées, devient particulière et meuble sous les espèces graminéennes pâturées. Le piétinement occasionne, ici, localement l'affaiblissement de la structure qui devient favorable à l'embroussaillage. En effet, sur ces sols du granite, à la suite du piétinement, l'horizon sableux superficiel régresse en épaisseur. La baisse de l'horizon superficiel entraîne la mise à l'affleurement des organes souterrains des arbres, par la suite piétinés. Dans le même temps, les appareils aériens de certaines espèces, généralement appréciées, sont détériorés, comme c'est le cas chez *Lophira* et *Parinari*, et les arbres réduits à des souches. Autour des organes stressés (blessures et corsages des souches d'arbres broutés ou des racines piétinées), de nombreux rejets et drageons vont permettre, avec une gravité particulière, tous les types d'embroussaillage possibles. Le drageonnage, par les organes souterrains stressés, a plus rarement lieu sur le sol suffisamment riche en argile, des reliefs birrimiens, dont la structure grumeleuse offre plus de protection aux racines.

Toutefois, la structure du sol ne semble pas toujours jouer dans une différenciation de l'embroussaillage par la rudérale *Porophyllum*. Le taux des pousses et du recrû calculé chez cette espèce, dans les parcelles brûlées, est quasi identique sur roches birrimiennes (37,2%) et sur granites (40%). A l'inverse, l'écart des valeurs présentées par les parcelles surpâturées (51,2% en milieu birrimien et 174% en granite) vaut 123%. Ainsi, contrairement à celle du surpâturage, l'influence du feu s'exerce d'une façon relativement uniforme, quel que soit le substrat.

Une autre condition structurale primordiale, la physionomie végétale, peut justifier l'importance de l'action des facteurs de l'embroussaillage suivant le substrat. Dans les milieux entretenus par les incendies, la classe des jeunes ligneux est généralement la plus importante, en particulier sur roches birrimiennes, et composée d'individus dont les organes aériens se maintiennent à chaque feu précoce. Ceci a pour conséquence de limiter la classe des pousses et du recrû embroussaillants. Le feu, les jeunes ligneux tant qu'ils sont vivants, par le jeu de la compétition, empêchent ces pousses et recrûs embroussaillants de se multiplier et le spectre démographique de la population demeure le même. La formation est presque en équilibre. En outre, doit-on souligner l'hydromorphie, sous l'influence de la strate des jeunes ligneux, qui limite le développement des pousses et recrûs embroussaillants par asphyxie racinaire, surtout sur substrat birrimien.

A l'opposé, on rencontre, dans les zones surpâturées, plus particulièrement sur granite, une physionomie tout à fait différente. Une seule classe domine. Il y a rupture de l'équilibre en faveur des pousses et recrûs d'espèces embroussaillantes et la population de cette classe progresse à mesure que la population des ligneux vieillit, progresse en hauteur ou diminue. La compétition entre les pousses ou recrûs embroussaillants et jeunes ligneux ne joue plus.

Enfin, les Grandes vallées, qui participent, sans exception, des substrats birrimiens et granitiques, offrent des taux de pousses et recrûs embroussaillants qui se rangent entre ce qu'ils valent dans les deux types de substrat. En condition du feu, ils sont nettement plus faibles qu'en paysages birrimiens (6,5% contre 25,8%). Mais en condition de surpâturage, ils sont sub-égaux à ce qu'ils sont sur granite (3,3%). Un tel rang a pu être soumis au facteur structural du sol, moins particulière que sur granite.

Comme la nature du substrat, la position sur le versant est un élément clé dans la différenciation spatiale du niveau d'embroussaillage.

Le facteur topographique

Cette étude montre enfin qu'au niveau des segments, les niveaux d'embroussaillage sont relativement discriminants.

Les conditions structurales, l'une déterminée par le régime hydrique du sol et l'autre par les classes physiologiques des plantes, ont été déjà évoquées pour justifier les disparités dans les niveaux d'embroussaillage (facteurs écologiques plus ou moins permanents des perturbations). On soulignera leur rôle dans la correspondance qui relie niveaux de pousses ou du recrû d'espèces embroussaillantes et segments dans les grands groupes de paysage (perturbations brutales liées à la topographie).

Sur les pentes, prédominent les processus d'érosion et la troncature des sols se réalise par le haut, ne serait-ce que par simple reptation ou colluvionnement. L'évolution donne un recouvrement ultérieur d'une grande épaisseur de sables et de limons dans le bas-versant.

Ces deux segments sont parmi les plus déterminés par le taux d'embroussaillage. Cependant des différences apparaissent en fonction de la lithologie.

Le bas-versant figure à la première place, en milieu granitique, avec un taux moyen de pousses et recrûs d'espèces embroussaillantes de 21,4% (dominé par les espèces *Porophyllum* (33%), *Daniellia* (26%), *Afrormosia* (24%) et à la troisième place, avec une valeur moyenne de 7%, en milieu birrimien où dominent les faciès *Porophyllum* (10%) et *Uapaca* (8%). L'écart des fréquences est de 14,4% dans ce type de segment entre substrats granitique et birrimien.

Le haut-versant est deuxième, en milieu granitique, avec un taux moyen de pousses et recrûs de 19,4%, dominé par les faciès *Porophyllum* (32%), *Afrormosia* (20%), *Detarium* (19%), *Hymenocardia* ou *Lophira* (18%), et premier en milieu birrimien, pour un taux de 12,1%, qui s'écarte, toutefois, de - 7,3% du taux sur granitique ; les faciès les plus représentés étant *Uapaca* (14%), *Harungana*, *Solanum* ou *Trema* (13%).

La surreprésentation des taux de pousses et du recrûs d'espèces embroussaillantes, en pentes du granite, est à attribuer aux facteurs « structuraux » d'ordre végétal et pédologique.

Sur le haut-versant, le sol en général tronqué, a dû conduire à la mise à nu du système racinaire, livré au piétinement, d'où l'importance du drageonnement et du recrû d'espèces embroussaillantes. Cependant, la concurrence des jeunes ligneux, plus nombreux sur haut-versant birrimien, a dû compenser l'effet de la troncature des sols en limitant l'expansion des pousses et recrûs d'espèces invasives.

Sur le bas-versant, le sol colluvial est plus épais. Mais, tout comme le haut-versant gravillonnaire, les sols ferrugineux sableux ne favorisent guère, en milieu granitique, une régénération rapide de la végétation. La concurrence entre la classe des jeunes ligneux et les pousses ou recrûs d'espèces embroussaillantes est plutôt favorable à ces derniers qui foisonnent.

Une sous-représentation de la variable dans le bas-versant en milieu birrimien, par rapport au milieu granitique, peut apparaître comme la résultante du sol et de la végétation, et au moins partiellement, être attribuée aux facteurs « structuraux ».

D'abord, la classe des jeunes ligneux, la plus importante, freine les pousses ou le recrû d'espèces embroussaillantes. Ensuite, la structure grumeleuse du sol - liée à la texture sablo-argileuse, avec indurations à carapace (dans les secteurs de plateaux), à l'hydromorphie et à l'eutrophisation (dans les secteurs de chaînons) - offre quelque protection au système racinaire qui demeure plus en profondeur et peu exposé au piétinement du bétail. Par ailleurs cette hydromorphie et l'eutrophisation s'avèrent asphyxiantes pour le système racinaire des pousses et recrûs d'espèces embroussaillantes.

Dans le supraèdre, sommet des Plateaux, Croupes et Collines subaplanies, la pente est peu marquée. De même, dans le replat, qui apparaît aussi bien en Plateaux qu'en Chaînons ou Inselbergs comme un sommet « secondaire », la pente est rectiligne, faiblement inclinée. Ces segments sont le domaine des processus illuviaux et les sols se développent très profondément ou subsistent de périodes antérieures.

Un classement de ces deux milieux, en fonction du taux de pousses et du recrû d'espèces embroussaillantes, range le replat (14,6%) à la quatrième place et le supraèdre (14,3%) à la cinquième place en milieu granitique ; le replat (7,8%) à la deuxième place et le supraèdre (6,1%) à la quatrième place en milieu birrimien.

L'hétérogénéité pédologique (présence de sols rocheux, altéritiques, gravillonnaires, cuirassés, carapacés, hydromorphes, etc.) ne permet pas d'attribuer à la nature de ces structures la logique du rang démographique des pousses et du recrû d'espèces invasives qu'elles présentent. Par contre, il apparaît que ces segments participent, sans exception, des sols ferrugineux sur matériau ferrallitique. Les racines des arbres, dans de tels segments, ont pu être beaucoup évitées par le piétinement et les morsures des bêtes. Parce que, peu traçantes, elles plongent, profitant des diaclases ou des zones tendres, sous les matériaux superficielles, lithiques ou indurés qui leur donnent protection, néanmoins plus efficace sur roches birrimiennes que sur granites.

L'acroèdre et l'acrosupraèdre, des Chaînons birrimiens ou Inselbergs et Collines granitiques, se rattachent à la série des paysages influencés par le régolite. Tandis que la corniche se rapporte à tous les paysages cuirassés.

Ces segments sont, faiblement concernés par les pousses et le recrû ligneux embroussaillants (taux guère supérieurs à 3% sur roches birrimiennes et à 8% sur granites). Cela est rendu possible, soit par ce que la concurrence avec les jeunes ligneux (qui y sont dominants, en contexte essentiellement de forêt claire) est en leur défaveur, soit parce que encombrés de pierrailles ou

blocs de cuirasse, ces segments gênent les parcours et limitent l'impact du pâturage relativement faible : le piétinement et la dissémination par zoochorie.

Enfin, dans les petits bas-fonds, quel qu'en soit le type de substratum, les sols sont dus à l'étalement d'une bonne part de la charge arrachée aux versants par abattage ou solifluxion. Tandis que dans les Grandes vallées, collaborent, à l'élaboration des sols, des dynamiques colluviales et alluviales. Dans les deux cas, un facteur devient déterminant dans l'évolution des sols, la présence de l'eau en particulier dans les zones birrimiennes.

Dans ces deux types de milieux homologues, les valeurs de la variable sont très contrastées. Avec un taux moyen de 16% de pousses ou recrus d'espèces embroussaillantes, les petits bas-fonds, en granites, occupent la deuxième place et rejoignent les segments situés dans le pôle démographique supérieur des recrus et pousses embroussaillants.

De même, à l'échelle des Grandes vallées, seuls les bas-fonds, avec un taux de 10,6%, entre dans la classe démographique moyenne des recrus et pousses d'espèces invasives (aux côtés du replat (14,6%) et du supraèdre (14,3%) des milieux granitiques).

Les hautes terrasses sont accréditées d'un taux de 21,1% et les basses terrasses d'un taux de 15,5% qui situent ces milieux dans le pôle démographique supérieur des pousses et recrus d'espèces embroussaillantes (parmi les hauts-versants (19,4%), les bas-versants (21,4%) et les petits bas-fonds (16%) du granite).

Au contraire, en bas-fonds birrimiens, ce taux de pousses et recrus d'espèces embroussaillantes est ramené à 4,2% et range ce type de milieu à la sixième place, soit dans le pôle démographique inférieur (avec les acroèdres et acrosupraèdres (1 à 3%) sur roches de toute nature ; le replat (7,8%) et le supraèdre (6,1%) sur roches birrimiennes).

Ces taux contrastés des pousses et du recrû d'espèces embroussaillantes, présents dans les Grandes vallées et les petits bas-fonds, ne semblent plus seulement répondre à ces déterminismes « structuraux » que sont le taux d'argile dans le sol et la concurrence entre les classes de végétaux. Mais ils sont aussi dépendants du type des variations écomorphologiques des graminées, auxquels correspond une échelle de xéromorphisme, et du degré d'anthropisation.

Du point de vue "structural", les sols de bas-fonds, plus argileux, sur roches birrimiennes sont moins sensibles à la dégradation par piétinement et favorisent une régénération plus rapide de la végétation que sur granite et en Grandes vallées. La concurrence, entre la classe des jeunes ligneux et celle des pousses ou recrus d'espèce embroussaillantes qui en résulte, est défavorable à cette dernière, d'où équilibre des potentialités naturelles. La forte teneur en

humidité et l'eutrophisation des sols, qui ont pu être asphyxiantes pour le système racinaire, complètent l'explication physiologique.

A la protection généralisée des jeunes ligneux qui freinent la concurrence des recrues et pousses d'espèces embroussaillantes dans ces bas-fonds birrimiens, s'oppose, une éventuelle rupture de cet équilibre en bas-fonds du granite et en Grandes vallées. La conséquence est l'aptitude moins prononcée à la reconstitution des potentialités naturelles que l'embroussaillage.

Mais surtout, les variations écomorphologiques des graminées sont déterminantes.

L'effet du « printemps du feu » de Monnier (1980) passe pour un état saisonnier qui, généralement, prévaut, au moins, un mois après le feu. Et c'est là qu'intervient l'anthropisation différentielle des milieux par le pâturage.

La reprise de la végétation est générale mais varie, dépendant de la date du feu et de l'occurrence des premières pluies. D'après les éleveurs, les zones pâturées sur interfluve nécessitent d'abord un court temps de repos, de trois à quatre jours, entre deux passages, puis une mise en repos plus longue, sur trois semaines à un mois et demi. Ceci n'est valable que sur sol d'interfluve. Autrement dit, on ne laisse aucun repos sur les terres plus ou moins argileuses dans les petits bas-fonds et Grandes vallées. Car ces terres supportent des savanes arbustives à *Hyparrhenia spp.* et *Andropogon spp.* à rajeunissement perpétuel - grâce aux conditions hydriques (hydromorphie, apport de la nappe d'eau) - et des mieux appréciées. Elles constituent des pâturages d'appoint, surtout au moment critique, juste après le feu. Tandis que, sur les interfluves, des espèces moins exigeantes à l'égard de l'eau ont une moindre valeur pastorale (par exemple, *Schizachyrium sanguineum*).

Ces éleveurs confirment, ainsi, Koechlin (1961) qui a étudié l'écomorphologie des graminées de savane au Congo. Selon ce dernier, les espèces les plus mésomorphiques sont le mieux représentées dans les bas-fonds ou vallées, puis dans les sommets à sol illuvial et « restent consommables plus âgées ».

L'exploitation pastorale tient compte de ces différences quand elle se base sur les variations d'appétibilité elle-même due aux types écomorphologiques. Ainsi, les bas-fonds et les Grandes vallées sont les zones les plus fréquentées par le bétail dans l'année et les plus affectées par l'impact du surpâturage : drageonnages consécutifs aux piétinements des racines, rejets dus au broutage des organes aériens, dissémination des espèces par zoochorie, etc.

Il n'y a que dans les petits bas-fonds des provinces birrimiennes que la concurrence des jeunes ligneux a dû jouer dans les taux de pousses et du recru ligneux envahissants, relativement bas, épaulée par l'asphyxie du système racinaire, notamment chez les pousses émanant de la dissémination par

zoochorie. Car la reprise saisonnière de la végétation est impressionnante, les jeunes ligneux sont extrêmement nombreux et les arbres ont renouvelé leur feuillage. Cet état phénologique est ici lié à une utilisation des réserves en eau du sol ou de la végétation.

Il n'en va pas de même en petits bas-fonds des zones granitiques et en Grandes vallées. Ici, en effet, à surpâturage comparable, la dynamique donne un plus fort taux de pousses et recrû d'espèces embroussaillantes. Cela a dû être possible par suite de la rareté des individus de la classe des jeunes ligneux, elle-même due à la perméabilité du sol aux diverses profondeurs devenant saisonnièrement xéromorphe. Mais la succession des « stades d'humanisation » des milieux - de l'essart au champ, à la jachère ou à la friche, dans une agriculture frileuse de terres arénacées à igname (Kambiré, 2023) - est aussi déterminante.

Conclusion

L'information sur l'embroussaillage des savanes du N-E ivoirien se rapporte, soit au facteur permanent (la lithologie), soit au facteur plus brutal de perturbation (la topographie). L'expression est particulièrement « statistique ». Ainsi, on notait, en moyenne, 98,2% de pousses et rejets sur substrat granitique, 43,9% sur substrat birrimien en parcelles surpâturées et protégées contre le feu alors que les parcelles non pâturées mais livrées au feu n'en comptaient que 8,6% et 27,7%, respectivement, dans les deux types de substrat.

En combinant, ensuite, ces deux éléments, topographie et lithologie, on a défini des types édaphiques significatifs pour leur influence sur l'embroussaillage. D'une façon générale, les sols les plus argileux et/ou lithiques, influencés ou non par la cuirasse, limitent, en milieux entretenus par le surpâturage, les pousses et recrûs d'espèces embroussaillantes. Dans les acroèdres et acrosupraèdres, de toute nature lithologique, les taux de 1 à 3% puis dans les replats et supraèdres du granite, les taux de 4 à 8%, définissent un pôle démographique inférieur. Ces pousses et recrûs d'espèces invasives seront au contraire plus abondants dans les hauts-versants gravillonnaires et bas-versants sableux du granite ainsi que les Grandes vallées où les taux, allant de 16% à plus de 30%, forment un pôle démographique supérieur.

A la structure pédologique, due à l'évolution géomorphologique, l'explication de la disparité dans la répartition spatiale de l'embroussaillage ajoute le rôle de la structure végétale, des variations écomorphologiques des graminées et du degré d'anthropisation.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Avenard, J.-M. (1971). Aspect de la géomorphologie. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, n°50, 11-68.
2. Boutrais, J. (1999). L'élevage en Afrique tropicale : une activité dégradante ? Afrique contemporaine N° 161 (spécial) 1^{er} trimestre 1999, 109-125.
3. César, J. (1977). Essais de lutte chimique contre les ligneux en savane, Côte d'Ivoire (1975-1976). Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop., 30 (1), 85-99.
4. César, J. (2005). Productions fourragères en zone tropicale. L'évaluation des ressources fourragères naturelles. CIRDES, (Production animale en Afrique de l'Ouest, Fiche n°17), 1-12.
5. Hoffmann, O. (1983). Recherche sur les transformations du milieu végétal dans le Nord-Est ivoirien : les pâturages en pays lobi, thèse pour le doctorat de III^e cycle (géographie tropicale). ORSTOM-Paris, 380 p.
6. Koechlin, J. (1961). La végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo. ORSTOM 1961, Brazzaville, Paris, 214 p.
7. Richard, JF, Kahn, F., Chatelin, Y. (1977). Vocabulaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides). Cah. ORSTOM sér. Pédol., XV, 1-2.
8. Richard, JF. (1985). Le paysage, analyse et synthèse. Contribution méthodologique à l'étude des milieux tropicaux (savanes et forêts de Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'État (Géographie Physique), Univ. de Paris VII, Paris, 438 p.
9. Sambu, K. (2023). Analyse diachronique des transformations des milieux naturels par régions morphopédologiques dans le Parc National de la Comoé (Nord-Est de la Côte d'Ivoire). Georeview (33.2), 13-28.
10. Tricart, J & Kilian, J. (1979). L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel. Maspero, Paris, 368 p.