

Article original

Cuirasses, affleurements rocheux et dynamisme forestier ou climax non déchu dans la région de Bouna (Nord-Est de la Côte d'Ivoire)

KAMBIRE SAMBI

Université Peleforo Gon Coulibaly,
Enseignant-chercheur, Université Peleforo Gon Coulibaly (Côte d'Ivoire)
Tél : +225 0758 12 7054

Auteur correspondant : kambire_sambi@yahoo.fr

Article soumis le 25/02/2021 et accepté le 17/05/2021

Résumé : Le temps fait irruption dans les problématiques de la biodiversité et les termes des évolutions deviennent équivoques. Dans la région de Bouna, le monde des cuirasses et des affleurements rocheux, que l'on croyait le terme ultime de la dégradation, change ses décors vers un climax plus humide. On cherche à savoir comment, sur ces substrats spéciaux, la nature tend-elle vers cet état d'équilibre stable entre les conditions phytogéographiques, pédologiques et anthropiques ? L'objectif de cette étude est d'identifier les déterminants de la subsistance et de l'évolution des natures vers des climax plus luxuriants dans les cuirasses et les affleurements rocheux. Ce dynamisme repose sur le postulat d'un effet des processus d'enfouissement de la cuirasse et des chaos rocheux favorables à la forêt sèche. L'analyse des évolutions part de la photo-interprétation des clichés aériens Hauts-Monts INC-CIV-96 et de l'étude des scènes Landsat Copernicus Maxar Technologies-Imagery 2020, appuyées par la mise en évidence du taux de boisement dans des placeaux de dimensions 50 m x 50 m sur deux années de référence à l'intérieur des écosystèmes étudiés. Des relevés itinérants et ponctuels fournissent les informations descriptives (types de végétation, processus qui se réalisent au sol). Ces démarches montrent que la composition floristique des îlots forestiers, localisés sur les cuirasses et les affleurements rocheux, est la plus proche de celle des forêts à *Celtis*. L'expansion des groupements reliques sur ces substrats spéciaux plaide en faveur de la précarité à la culture de ces substrats et de leur envahissement par la pédofaune et les forêts situées à proximité.

Mots-clés : Nord-Est, Côte d'Ivoire, cuirasse, rochers, climax

Abstract: Time breaks into the issues of biodiversity and terms of changes become ambiguous. In Bouna region, environment of ferricrete crusts and rocky outcrops, believed to be ultimate end of degradation, is shifting to a more humid climax. We want to know how, on these special substrates, nature tends towards this state of stable equilibrium between phytogeographic, pedological and anthropogenic

conditions? Objective of this study is to identify determinants of subsistence and evolution of natures towards more lush climaxes on ferricrete crusts and rock outcrops. This dynamism is based on postulate of effect of pedofauna and burial processes of ferricrete crusts and rocky outcrops favorable to dry-forest. Analysis of changes starts from photo-interpretation of Hauts-Monts INC-CIV-96 aerial photographs and study of Landsat Copenicus Maxar Technologies-Imagery 2020 scenes, supported by the estimation of afforestation rate in plots of dimensions 50 m x 50 m over two reference years within ecosystems studied. Itinerant and occasional surveys provide descriptive information (types of vegetation, processes that take place on the ground). These approaches show that floristic composition of forest islets, located on the ferricrete and rocky outcrops, is the closest to that of the forests at Celtis. Expansion of relict groups on these special substrates pleads in favor of precariousness of cultivation on these substrates and their invasion by pedofauna and forests located nearby.

Keywords: Northeastern, Côte d'Ivoire, ferricrete crusts, rocks, climax

Introduction

La notion de "perturbation", voire de "dégradation irréversible des climax " est implicitement présente dans toutes les synthèses écologiques ou paysagiques développées au cours des quatre dernières décennies en Côte d'Ivoire. Y. Monnier (1981), par exemple, inscrit « le temps des déséquilibres » parmi les chapitres de sa thèse d'Etat. Le climax, définitivement perturbé par les interventions humaines, ne serait plus un climax révolu. De même, toutes ces synthèses mettent en évidence la complexité des relations entre les différentes composantes des milieux. On est loin des conceptions naïves des années soixante et des deux triptyques impérieux, « équatorial » (forêt dense sur sols ferrallitiques sur plaines et plateaux altéritiques ou montagnes) et « tropical » (savane sur sol ferrugineux sur plateaux cuirassés) qui constituaient non seulement les termes des évolutions admises mais encore la trame de la transmission du savoir naturaliste.

Si l'on s'en tient à l'hypothèse classique de la formation polygénique des cuirasses, libération des oxydes de fer sous climat « équatorial », concentration et induration sous climat « tropical », ce sont de nombreux cycles. Chaque cuirasse correspondrait alors à un « état final » qui résulterait d'une série pédogénétique associant, lorsqu'elle est mise à nu, à un stade ultime de la dégradation du milieu. La nature tend-t-elle vers un « état terminal d'évolution » ?

Participant au monde des idées, idéal « sans être ou pouvoir être perçu par les sens », cet « état terminal d'évolution » ne peut certainement être attesté. Qui peut prétendre avoir observé un tel « climax » ? En tous cas, dans la région de Bouna au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, le bowal (au pluriel bowè), autrefois dénudés dans certaines circonstances (érosion, surexploitation agricole), correspond aux milieux des plus boisés. Le temps fait, alors, irruption dans les problématiques de la biodiversité et les termes des évolutions deviennent équivoques. Le dynamisme végétal sur les bowè et affleurements rocheux le montre nettement. Devenu parangon de la permanence et de l'équilibre, le monde des cuirasses et des chaos rocheux affleurants ou subaffleurants, que l'on croyait le terme ultime de la dégradation, changent ses décors vers un climax plus humide et luxuriant.

La question est de savoir comment, sur ces substrats spéciaux, la nature tend-t-elle vers cet état d'équilibre stable mais fugace entre les conditions phytogéographiques, pédologiques et anthropiques ?

L'objectif de cette étude est d'identifier les écosystèmes ainsi que les déterminants de la subsistance et d'évolution de ces natures vers des climax plus luxuriants dans le monde des cuirasses et des affleurements rocheux de la région de Bouna. Ensuite, quelques réflexions concernant, notamment, la genèse de la cuirasse ferrugineuse et de l'accroissement exponentiel du boisement sur cuirasse permettront de mieux saisir les difficultés que l'on rencontre dès qu'il s'agit de penser le temps des déséquilibres et de l'érosion irréversible de la biodiversité. Le dynamisme climacique que l'on observe sur les plaques de bowè et les affleurements rocheux repose sur le postulat d'un effet de la pédofaune et des processus d'enfouissement progressif de la cuirasse et des roches altérées dénudées.

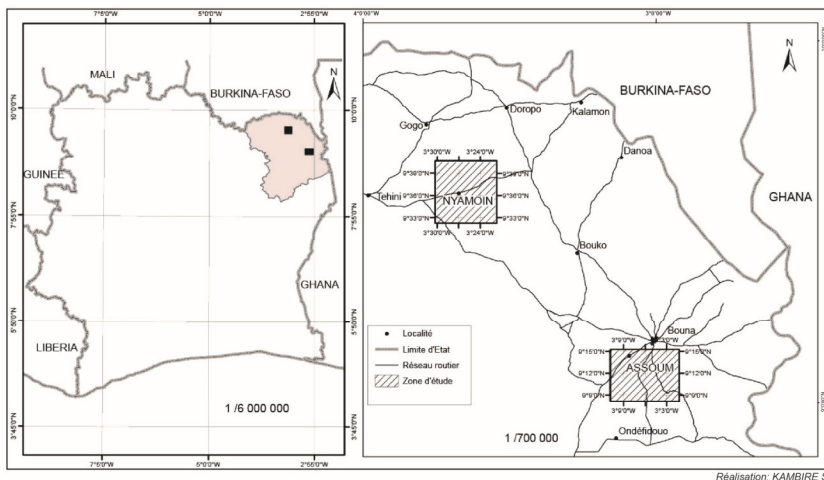
1. Données et méthodes

1.1. Le cadre géographique de la recherche

Située à l'extrême Nord-Est de la Côte d'Ivoire, la région de Bouna s'étend entre 8°50' et 10° N et entre 2°50' et 4° W. L'étude s'appuie

sur deux zones : la zone de Nyamoin dont les coordonnées sont $9^{\circ}32'$ et $9^{\circ}40'$ N ; 3° et $3^{\circ}31'$ W et la zone d'Assoum dont les limites coïncident approximativement avec les latitudes $9^{\circ}8'$ et $9^{\circ}15'$ N et les longitudes $2^{\circ}56'$ et 3° W (figure 1).

Figure 1 : La région de Bouna et la localisation des espaces-témoins



Source : Institut National de la statistique, 2014

Elles correspondent aux conditions d'ensemble qu'on puisse associer à la région de Bouna dont les milieux connaissent, à peu de chose près, les mêmes facteurs physiques naturels.

Les granites occupent la plus grande partie de la région de Bouna. Ce sont principalement des granites éburnéens vrais ou granites baoulés, calco-alcalins. Mais de très nombreux types peuvent être distingués. Des granodiorites, se différencient des granites par des teintes plus foncées, leurs caractères majeurs en sont l'exiguïté relative de leurs affleurements et, surtout, leur localisation en rapport avec les secteurs des roches métamorphiques. De rares affleurements de roches phylliteuses (schistes et roches vertes) pénètrent cette entité granitique (granites et roches apparentées). Elles correspondent à des bandes plus ou moins larges, orientées

SSW-NNE (Haute Comoé) ou à des massifs plus compacts (Monts Boutourou, etc.) et sont mieux représentées dans la zone de Nyamoin. La différence des modelés sur schistes et sur granites est très marquée, l'amplitude du modelé sur schistes est plus faible que sur granites, les pentes sont par contre plus fortes ; les phénomènes d'induration plus fréquents sur schistes que sur granites se traduisent par la présence de cuirasses de plateaux et de replats (buttes témoins et bowè) et de cuirasse de bas de pente (J.M. Avenard, 1971, p. 58).

D'un point de vue bioclimatique, la région est située, en partie, dans le secteur soudanais. Celui-ci n'entame que peu la zone subsoudanaise, à l'extrême nord du pays, suivant une ligne FéréDougou (au nord d'Odienné), Ferkessédougou, Nassian (au sud de la réserve de Bouna), Farako. La pluviosité, du climat tropical semi-aride (soudanien), oscille entre 1000 et 1600 mm. A peine supérieure à 1100 mm dans une large zone orientale entre Dabakala, Bondoukou, Bouna et Nassian, elle augmente au fur et à mesure que l'on va vers l'ouest, jusqu'à dépasser 1600 mm dans la région d'Odienné. Les caractéristiques de ce climat sont réalisées surtout dans la zone de Nyamoin au nord de la région de Bouna où la pluviosité demeure suffisamment faible. Dans la zone sud, cependant, vers Assoum le climat tropical subhumide (subsoudanien de transition) peut se faire sentir. L'unique saison sèche est comparable à celle du secteur soudanais, mais le déficit hydrique annuel peut être inférieur à 900 mm (J.-L. Guillaumet, E. Adjanooun, 1971, p. 220). La couverture végétale comprend des forêts ripicoles, des galeries forestières, des forêts claires et des savanes qui en dérivent. Des îlots forestiers d'un type particulier ou forêts denses sèches d'Aubreville (1959), se rencontrent çà et là dans l'ensemble de l'aire couverte par les forêts claires (J.-L. Guillaumet, E. Adjanooun, 1971, p. 221).

1.2. Données et techniques de collecte

L'étude part de la photo-interprétation des clichés aériens Hauts-Monts INC-CIV-96 centrés sur chacun des deux espaces ruraux à l'étude, Nyamoin et Assoum. Sur ces documents panchromatiques se

détachent, en taches amiboïdes gris foncé piquetées de noir et à contours très nets, les belles cuirasses au milieu d'une mosaïque d'espaces naturels et humanisés. Ces espaces s'organisent de la manière suivante :

- les savanes hydromorphes de bas-fonds (en gris foncé linéaires);
- les savanes herbeuses/arbustives (en gris moyen piqueté de noir);
- les forêts claires ou forêts denses sèches (en gris foncé en taches amiboïdes et aux limites peu nettes);
- les savanes de jachère lorsque les limites sont relativement nettes et géométriques (en gris clair) ;
- les espaces cultivés (en tons blancs nets à contours géométriques réguliers).

Un réseau de pistes (en traits blancs fins) rayonne autour des villages. Des contours à ton gris foncé, encore plus renforcé, soulignent les escarpements bordiers des bowè. Tandis que des points en gris clair ou gris foncé, en entremêlement avec des points noirs plus ou moins serrés, indiquent des affleurements rocheux sous végétation ligneuse dense, les points gris clair ou gris foncé soulignant les roches et les points noirs les ligneux.

Les limites de ces matériaux spéciaux (bowè et affleurements rocheux), comme celles des espaces végétaux naturels, ont fait l'objet d'un dessin systématique. L'état actuel des surfaces, ainsi délimitées, a été étudié sur scène Landsat Copernicus Maxar Technologies-Imagery 2020, résolution 30 m.

Sur ces zones inventoriées dans l'ensemble des deux finages à l'étude, des informations spatiales géoréférencées (types édaphiques, processus qui se réalisent au sol, etc.) sont connues au préalable. Sur le terrain, des relevés itinérants et ponctuels ont lieu sur ces zones repérées à l'aide d'un GPS (Global Positioning System). Leurs coordonnées GPS ainsi que les informations descriptives (types de végétation, champs, jachères, types de substrat, etc.) ont permis la classification supervisée de l'image par maximum de vraisemblance au moyen du logiciel ENVI 4.3. Des

prospections sur le terrain ont été, par la suite, effectuées. Le but est d'apporter les rectifications nécessaires à la mise à jour de l'information de l'image satellitaire et de donner une définition botanique des milieux naturels considérés.

Un Système d'Information Géographique (SIG) a permis d'obtenir les superficies des classes d'occupation du sol retenues : le logiciel ArcMap, utilisé, sélectionne les unités thème par thème à partir de la table attributaire de chaque couverture ; certaines de ses fonctions génèrent les aires suivant l'échelle des cartes.

La densité du boisement est l'un des objectifs de l'étude. Elle a conduit à des unités d'échantillonnage. Les échantillons retenus correspondent à des surfaces de 500 m² chacune, réparties sur les types de milieux naturels à l'étude : les surfaces cuirassées ou rocheuses d'une part, les espaces naturels non indurés d'autre part. A l'intérieur de ces échantillons, des placeaux, de dimensions 50 m x 50 m, ont été posés à chaque 100 m sur des layons parallèles équidistants de 100 m. Au sein de chaque placeau, le taux de boisement est calculé, en triant au niveau des espèces des individus de valeur étudiée (diamètre supérieur à 10 cm), puis élargi à l'entité spatiale considérée dans chacune des zones étudiées .

2. Résultats

2.1. Evolutions et caractéristiques écologiques

Sur granites ou substrat birrimien (schistes, roches vertes), les terres nord-ivoiriennes supportent des affleurements rocheux en chaos de blocs, dalles ou dômes et des bowè. Le dernier terme (*bowal* au singulier), d'origine foula en Guinée, est utilisé par les géographes pour désigner des plateaux, glacis et croupes cuirassées en Guinée, au Mali, au Burkina-Faso et en Côte d'Ivoire. Ces deux types de matériaux, affleurements rocheux et cuirasses, sont assez nombreux et caractérisent les paysages de la région de Bouna. Cependant, les dômes et dalles carapacées ou cuirassées sont plus fréquents dans la zone de Nyamoin, représentative des provinces birrimiennes dans le Nord-Ouest et la marge orientale de la région, que dans la zone d'Assoum, caractéristique du pays granitique autour de Bouna

et Nassian plus au Sud. On doit citer les grands ensembles septentrionaux de Ouango-Fitini, Téhini, Nyamoin, etc. puis les groupes méridionaux et orientaux, plus ou moins petits, isolés au Nord de Nassian et sur les bordures de la Volta Noire, vers Vonkoro.

Lorsqu'il est élargi à tous les groupements végétaux sur cuirasses et affleurements rocheux, le taux de boisement moyen croît de 2016 à 2020, avec un niveau nettement plus élevé sur les bowè. Au contraire, sur les surfaces non indurées il décroît (tableau 2).

Sur les rochers découverts des plateaux, dômes, massifs et barres rocheuses, il existe presque toujours une forêt sommitale ; le tapis herbacé, peu arboré, forme alors une ceinture autour de celle-ci. Au sommet, *Eriospora pilosa* (une Cypéracée de type chaméphyte graminéen) occupe les vasques, les surfaces horizontales, les dépressions plus ou moins profondes. Sur les pentes, en particulier des inselberge, les *hémicryptophytes*, pour la plupart des Monocotylédones et des Ptéridophytes, s'étalent en nappe.

Tableau 1 : Distribution du taux de boisement élargi

Zone	Type de substrat	Taux de boisement élargi								
		Superficie du paysage	Végétation naturelle en 2016				Végétation naturelle en 2020			
			Forêt dense	Forêt claire / Sav. boisée	Sav. herb. / arbust. / arborée	Forêt galerie / Sav. hydro.	Forêt dense	Forêt claire / Sav. boisée	Sav. herb. / arbust. / arborée	Forêt galerie / Sav. hydro.
Nyamoin (schiste)	cuirasse	24	77	53	10		89	59	17	
	rochers	9	63	29	4		72	31	6	
	sol non induré	67	63	48	14	78	57	38	16	72
Assoum (granite)	cuirasse	13	63	49	15		69	42	20	
	rochers	3	58	41	12		61	38	9	
	sol non induré	84	69	43	13	62	54	37	15	53

Source : Enquêtes de terrain, 2016-2020

La forêt sommitale et la forêt de bas de pente diffèrent par leur position écologique. Celle-là, de type humide, est caractérisée par des espèces ligneuses semi-décidues, de toute la gamme des phanéropytes, qui peuvent coloniser des pentes très raides presque verticales et qui dominent peu de géophytes et de chaméphytes. Celle-ci, plus humide, est marquée par des individus sempervirents de l'ordre des mégaphanéropytes dominant, en général sur roches birrimiennes. Ils alternent, sur les marges forestières, avec des espèces de la forêt dense sèche et de la forêt claire abritant des hémicryptophytes peu développés en sous-bois (photo 1).

Photo 1 : Forêt dense semi-décidue sur barre rocheuse au cœur de la saison sèche



Les fentes ouvertes dans la roche sont colonisées par une végétation de forêt dense semi-décidue relique alors que le glacis en contrebas est totalement déboisé.

Source : Photo KAMBIRE S.

Les îlots de forêt dense sèche ou humide semi-décidue et de forêt claire ou savane boisée s'étalent et occupent, comme sur les rochers dénudés, les parties démantelées ou les diaclases et fentes ouvertes

dans les dalles cuirassées par l'érosion et la thermoclastie, puis remblayées par le ruissellement, en terre de texture fine argilo-sableuse ou limoneuse (photo 2).

Les caractéristiques écologiques sont les mêmes en stations de bowè qu'en secteurs de rochers découverts, mais plus accentuées dans celui-ci.

De type sec ou humide semi-décidu, les îlots de forêt dense sont caractérisés par trois strates. Une strate arborescente haute présente de grands arbres dont les cimes sont plus ou moins isolées, pouvant dépasser 30 m de haut ; les essences les plus constantes sont *Azelia africana*, *Aubrevillea kerstingii*, *Ceiba pentandra*, *Anogeissus leiocarpa*, fréquemment associé aux essences typiques de forêt claire, *Daniellia oliveri*, *Cola cordifolia*, *Antiaris africana*, *Chlorophora excelsa*. Les espèces *Mansonia altissima*, *Chrizophyllum perpulchrum*, *Bussea occidentalis*, caractéristiques de la forêt humide, se font rares. Cette strate supérieure domine une strate arborescente moyenne avec des arbres de 8 à 20 m, à cimes plus ou moins jointives ; la composition floristique très variable comporte quelques arbres des forêts claires typiques en mélange avec quelques autres des forêts denses sèches et galeries forestières comme *Sterculia tragacantha*, *Blighia sapida*, *Trichilia prieureana*, *Malacantha alnifolia*, *Berlinia grandiflora*, *Khaya senegalensis*, *Mitragyna inermis*, etc.

Le sous-bois clair est caractérisé par des géophytes des genres *Anchomanes*, *Haemanthus*, *Amorphophallus*, *Stylochiton*, *Nervilia*, *Urginea* ou des nanophanérophytes des espèces *Chaetacme aristata*, *Polysphaeria urbuscula*, *Uvaria chamae*, etc.

Ces différentes sinusies sont encombrées de lianes de dimensions modestes dont *Dioscorea spp.*, *Strophanthus spp.*, *Lonchocarpus cyanescens*, *Thunbergia togoensis*, *Apodostigma pallens*, *Entada wahlbergii*, *Landolphia owariensis* sont prépondérants.

Photo 2 : Forêt dense sèche sur plateau cuirassé



En haut, à gauche, forêt sèche à *Daniellia oliveri* ; à droite, la surface du sol (en gros plan) où le démantèlement du bowal autorise le boisement. En bas, trouée dans la forêt due à la cuirasse intacte ; avancée du front des espèces reliques aux dépens des diaclases ouvertes dans la cuirasse (Photo KAMBIRE S.).

Les Graminées savaniques sont rares mais très variées. Au groupement à *Eriospora pilosa* des rochers dénudés des inselberge, s'ajoutent *Vernonia poskeana* var. *elegantissima*, *Melanthera abyssinica*, *Bulbostylis andongensis* var. *glabra*, *Dioscorea abyssinica*, *Solenostemon monostachyus* subsp. *lateriticola*, *Solenostemon graniticola*, *Ficus lecardii*, *Crotalaria ononoides*, *Indigofera deightonii*, *Mimusops kummel*, *Eriosema pulcherrimum*, *Elymandra subulata*, etc.

Au groupement à *Sporobolus pectinellus* et *Cyanotis lanata* des bowè, se mêlent *Andropogon curvifolius*, *Xysmalobium heudelotianum*, *Parahyparrhenia annua*, *Diheteropogon amplexans* var. *catangensis*, etc.

La distribution des forêts claires varie suivant les propriétés physiques des différents sols qui les portent. Les plus belles forêts claires sont situées sur des sols ferrallitiques drainés profonds et de texture assez fine, typiques sur granites et remaniés-modaux sur schistes. Mais elles sont mieux conservées sur substrats spéciaux, les bowè et les rochers découverts, où les espèces *Anogeissus leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis*, *Celtis integrifolia*, *Acacia pennata* et *Pterocarpus erinaceus*, *Isoberlinia doka*, *Uapaca togoensis*, *Daniellia oliveri*, *Terminalia glaucescens*, *Cussonia barteri*, *Vitex doniana*, *Crossopteryx febrifuga*, *Parkia biglobosa*, *Securidaca longepedunculata*, *Lophira lanceolata*, *Pterocarpus erinaceus*, *Hymenocardia acida*, *Combretum lamprocarpum*, *Terminalia laxiflora*, *Terminalia macroptera*, *Securinea virosa*, *Trichilia roka* et *Vitellaria paradoxa* sont parmi les plus représentatives de la strate ligneuse. La strate herbacée comprend, entre autres espèces, *Aframomum latifolium*, *Andropogon tectorum*, *Beckeropsis unisetata*, *Hyparrhenia chrysargyrea*, *Panicum phragmitoïde*.

Ces îlots de forêts denses et les forêts claires, qui leur font suite ou s'étalent indépendamment de ceux-là sur substrats spéciaux, n'ont jamais été cultivés de mémoire d'homme. Ils sont considérés comme reliques des forêts climaciques, d'un passé très lointain, épargnées par les défrichements.

L'étude comparative de leur contenu floristique potentiel avec celui des formations analogues sur sols non indurés montre qu'elles sont non seulement plus riches, mais également plus variées (tableau 2). Plusieurs espèces jamais signalées dans la flore de la Côte d'Ivoire et dans les végétations naturelles sur sols drainés, même jamais cultivées de mémoire d'homme, ont été recensées dans plusieurs stations de cuirasses et affleurements rocheux. Parmi ces espèces, certaines sont des bois d'œuvre ; d'autres fournissent des produits forestiers non ligneux comme médicaments et denrée nourricières.

Tableau 2 : Distribution du nombre potentiel élargi d'espèces

Zone	Type de substrat	Nombre potentiel d'espèces estimé (par ha)			
		Forêt sèche ou semi-décidue	Forêt claire / Sav. boisée	Savane herb./ arbust./ arborée	Forêt galerie/ Sav. hydro.
Nyamoin (schiste dominant)	cuirasse	607	397	299	
	rochers	475	309	266	
	sol non induré	384	201	143	413
Assoum (granite dominant)	cuirasse	421	312	240	
	rochers	389	271	228	
	sol non induré	216	148	101	322

Source : Enquêtes de terrain, 2016-2020

2.2. Conditions offertes au dynamisme végétal sur substrats spéciaux

L'explication des conditions offertes au développement de l'arbre sur les affleurements rocheux et les cuirasses fait appel à l'évolution de ces substrats spéciaux.

D'une façon générale, dans la région de Bouna, les affleurements rocheux correspondent à des inselbergs. Dans les géosystèmes tropicaux arides, où le terme est plus utilisé et plus adapté au contexte, l'inselberg est une petite montagne, le plus souvent sans crête ni chaînon, où la roche affleure ou est située à très faible profondeur. A l'échelle de la région de Bouna ces paysages rarement soumis au passage annuel du feu de brousse, quelles que soient les densités de population, et très boisés, dans la mesure où ils ne sont pas transformés par l'agriculture, vont des formes molles de dos de baleine et collines surbaissées à des reliefs plus redressés dépassant 600 m d'altitude. Plus rarement, ces affleurements rocheux colonisent les sommets d'ensellements subaplanis où ils se

présentent sous la forme de chaos de blocs de roches saines de différents calibres.

Ici, la nature pétrographique n'influence pas la résistance des roches ; par contre, la structure, c'est-à-dire la taille et la disposition des grains minéraux, jouerait un grand rôle. Ainsi, plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour expliquer les groupements végétaux ligneux des inselbergs. D'abord le degré d'altérabilité de certains minéraux : les minéraux noirs ou verts (biotite, olivine) riches en ferromagnésiens et en silicates basiques sont plus altérables que les minéraux clairs (quartz, muscovite) riches en silicates alcalins. Ensuite, la microstructure qui concerne la taille des grains des minéraux : les roches à petits grains ont une porosité plus faible, donc sont moins facilement altérées et susceptibles de se dégrader. A l'inverse, les roches à gros grains ont une porosité plus importante, donc sont plus facilement altérées et sujettes à donner des dépôts fins favorables au développement de l'arbre. Enfin, la macrostructure, celle qui concerne le type de fragmentation de l'ensemble de la roche : la géométrie des diaclases de la roche joue un grand rôle dans son altération. Selon le type de diaclase (courbe ou verticale), la vitesse de l'altération change. Dans les diaclases courbes, l'eau pénètre superficiellement, la roche résiste mieux et on observe peu de ou pas de sol. Dans les diaclases verticales, l'eau pénètre dans la masse de la roche ; l'altération est alors plus rapide et plus facile et on observe la formation d'un sol arénacé meuble et plus ou moins argileux profitable à l'arbre. Par ailleurs, si la vitesse de l'érosion est supérieure à celle de l'altération, on obtient des sols minces, tronqués, sablo-argileux sur granites, argilo-sablo-limoneux sur roches birrimiennes, favorables à l'herbe et à l'arbuste.

Or les roches des inselbergs de la région de Bouna sont dominées par du granite à biotite, pour l'essentiel, de texture grenue pegmatitique (gros grains) et la dégradation morphogénique est bien présente. Elle est marquée par l'élaboration des diaclases verticales et la vigueur de la dissection de la roche parentale. De cette dégradation, résulte l'aspect ruiniforme de la plupart des mornes rocheux encore redressés d'une

part et l'aspect en chaos de roches, de différents calibres, qui caractérisent la majeure partie des dos de baleine et collines surbaissées, d'autre part.

Le facteur essentiel ici est l'efficacité de l'érosion qui entraîne le départ des matériaux meubles libérés par l'altération dans les diaclases ouvertes dans la roche. Puis vient le ruissellement qui accumule les puissants dépôts détritiques lités plus épais sur les facettes de bas de versant qui sont la légère concavité de raccordement du versant d'inselberg avec le glacier ; le knick, facette identifiant le contact direct par un angle droit net du versant avec le piémont, et la dépression localisée à la base du morne rocheux. Un mécanisme des plus importants est la thermoclastie. Elle se produit sur les surfaces où il existe les plus fortes variations de température dans la journée, 35 à 40° de différence. Ce qui produit une désagrégation granulaire. Un autre mécanisme, non négligeable, est l'haloclastie. Toutes les roches contiennent des sels qui gonflent lorsqu'ils absorbent de l'eau. Cela se produit surtout au niveau des fissures des diaclases. Les ouvertures s'agrandissent et la roche se débite en écailles (desquamation).

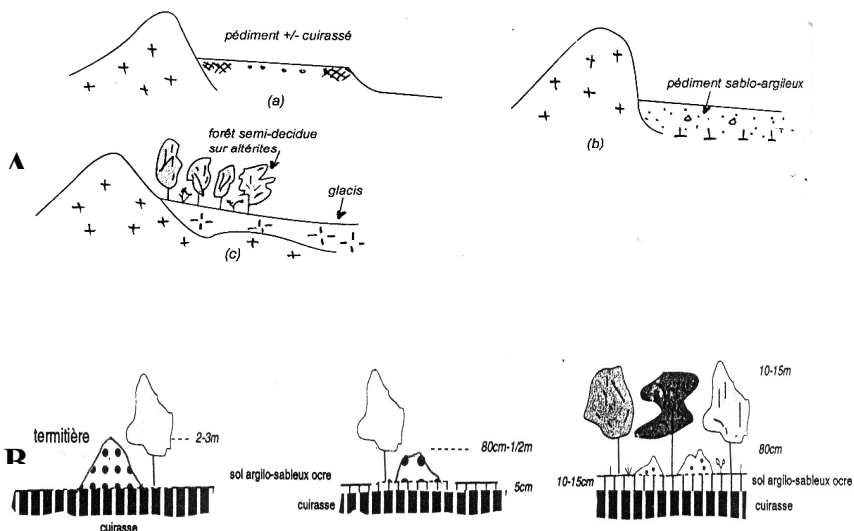
Du point de vue écologique, originellement, sur l'inselberg se rencontre une végétation xérophile et un tapis herbacé sur les sols tronqués. Puis, avec la dégradation, des groupements, plus ou moins humides, colonisent les sols de texture fine encombrant les diaclases et les traces de desquamation sur le noyau rocheux central et les dépôts détritiques au pied du morne rocheux. Fréquemment, on distingue les plus fortes densités de peuplement ligneux sur le knick ou la dépression périphérique souvent ennoyés par des accumulations d'éboulis et les puissants sols colluviaux (figure 2 A).

Dans la formation des bowè, on est amené à décrire une théorie qui fait appel à une redistribution du fer et à son induration *in-situ*. C'est la théorie autochtoniste. La forme du départ est une croupe convexe ou un plateau altéritique. L'ambiance climatique dans laquelle le système évolue est variable, alternant un pôle humide et un pôle plus contrasté. L'enrichissement en fer bénéficie des apports de nappes battantes. Le niveau de la nappe varie avec les saisons en

créant deux zones, une zone en contact permanent avec l'eau et qui correspond à la zone d'altération continue, une zone aérée en saison sèche et engorgée en saison humide qui n'existe que dans les climats soudaniens. Ainsi, lorsque le niveau monte, la nappe entraîne le fer en solution qui s'agglomère autour des particules d'argiles ; par contre, lorsque le niveau baisse, la zone est aérée ; le fer au contact de l'oxygène cristallise rapidement et se fixe définitivement, donnant des taches rouges. Le phénomène se renouvelle selon les saisons, entraînant l'agrandissement et le renforcement des taches qui aboutissent à la cuirasse. Quatre phases sont possibles : d'abord la phase *oxique* (taches d'hydroxydes métalliques en solution de diamètre inférieur ou égal à 1 mm), ensuite la formation d'un *rétichron* (diamètre des taches supérieur à 1 mm), puis l'induration en carapace après abaissement du niveau de la nappe phréatique, enfin la mise en affleurement de la carapace et son induration en cuirasse (J.M. Avenard, 1971, p. 27 ; R. Cocque, 1977, p. 214). L'aspect tabulaire des plateaux traduirait la régularité de la surface de la nappe phréatique.

Du point de vue évolution, on distingue deux situations : la première se situe dans le temps ; l'érosion croissante peut donner des croupes gravillonnaires par disparition totale de la cuirasse et son démantèlement sous forme de gravillons par érosion régressive. Les étapes morphologiques intermédiaires peuvent être de petits plateaux, des buttes puis des croupes (dégradation de la cuirasse et de son rebord, adoucissement de la corniche). La seconde se fait sur place par l'exploitation de zones de faiblesse dans la masse de la cuirasse (fissures, fentes de retrait, cassures, dissolution créatrice de simples vasques nettoyées par le ruissellement, tassements et affaissements engendrés par le lessivage sous cuirasse des argiles et des éléments solubles). Le déchaussement de la cuirasse est exploitées par la pédofaune pour la construction d'édifices et qui, en s'effondrant, recouvrent la cuirasse de terre meuble par la suite colonisée par la végétation boisée (figure 2 B).

Figure 2 : Evolution du substrat et boisement en milieux de mornes rocheux et de cuirasses



Source : Enquêtes de terrain

En fait, on peut relever deux possibilités d'évolution. On pense à une érosion régressive ou aréolaire en même temps que la topographie s'abaisse. On pense aussi que la « mise en profondeur » ou enfouissement des gravillons est liée à l'action de construction de la pédofaune par recouvrement en surface ou par effondrement du sol par suite de l'effondrement des galeries et cavités créées par les animaux.

3. Discussion

L'homme installe de préférence ses cultures dans les boisements denses qui sont défrichés et brûlés progressivement. A la longue, ils sont remplacés par une végétation herbacée à *Pennissetum purpureum* (herbe à éléphant) ou à *Imperata cylindrica*. Le groupement à *Pennissetum purpureum* sur sol drainé occupe toujours

l'emplacement des anciennes cultures en forêt. Il possède encore des souches vivantes d'espèces forestières dont la croissance était retardée par l'action humaine. Dans le cas d'une protection totale ou d'abandon à une jachère longue, ces souches émettront de nombreux rejets. Des arbres de lumière arriveront à pousser, et une forêt secondaire s'installera peu à peu (J.L. Guillaumet et E. Adjanohoun, 1971, p. 202). Une expansion progressive ultérieure des groupements ligneux sera observée sur les cuirasses, dans les rochers fragmentés des inselberge et sur les chaos de roches dénudés dans les collines surbaissées ou en sommets d'ensellements subaplanis. Ce dynamisme végétal, sur ces substrats spéciaux, plaide en faveur de leur précarité à la culture et de leur envahissement plus ou moins rapide par la forêt environnante. Déjà, puis qu'ils ne sont pas cultivés, ces substrats spéciaux portent des espèces d'arbres des forêts reliques qui s'étendent à la faveur du démantèlement progressif de leurs matériaux. La dissémination passive par zoochorie, hydrochorie, anémochorie et la multiplication végétative par les organes des plantes sont mises à contribution. Elles rendent compte, dans ces milieux répressifs, du processus d'expansion des espèces forestières reliques, qui les colonisent, et des espèces de forêts secondaires qui les bordent. Parallèlement, le groupement à *Pennissetum purpureum* et à *Imperata cylindrica*, anciennement développé sur ces substrats spéciaux, est très fugace et est rapidement éliminé par l'ombrage créé par les recrûs forestiers.

Par ce processus naturel, les îlots de forêt dense sur les stations de cuirasses et de rochers découverts deviennent fréquents.

Les espèces ligneuses des îlots de forêt dense qu'on observe sur inselberg sont installées dans les fissures, les cassures, replis de roches ou entre les chaos de dalles. Les plantes herbacées, principalement les Graminées, les Cypéracées et certaines Fougères se trouvent dans les anfractuosités et les parties concaves ou planes des rochers en pente faible. Dans les bowè, ce sont les produits issus du déchaussement et de l'enfouissement progressifs de la cuirasse compacte qui profitent au climax édaphique forestier. Mais celui-ci

est mieux conservé et trouve toutes les structure d'équilibre climacique sur les sols de recouvrement argilo-sableux en surface provenant de l'action de construction de la pédofaune ou de la remontée du sol meuble par suite de l'effondrement des galeries et cavités créées par les animaux dans le bowal. La saison sèche et les feux de brousse découvrent une multitude de termitières-champignons. Celles-ci jouent un rôle très important dans le déplacement de la terre meuble (A. Perraud, 1971 p. 368-371 ; S. Kambiré, 2020, p. 49) sur les dalles cuirassées, dans les fentes ou les zones de démantèlement de la cuirasse et favorisent l'implantation des arbres forestiers.

Les mêmes atouts édaphiques de la génération et du foisonnement forestier se retrouvent dans les dépôts colluviaux au pied des mornes rocheux. Ces milieux sont une zone plus humide collectant les eaux superficielles qui ruissellent sur les dalles rocheuses à nu. « Cette humidité tend à altérer plus profondément cette zone, mais cette altération permet à son tour une meilleure rétention d'eau et le phénomène se nourrit de lui-même ». L'altération chimique très poussée détermine à son tour la profondeur des sols : 110 à 130 cm sur roches birrimiennes, plus de 110 à 180 cm sur granites. La granulométrie des sols est de texture argileuse (argiles micacées (illite) à pouvoir d'échange de base très élevé) : azote total compris entre 1 et 2 % ; rapport C/N peu élevé, soit de 15 à 30 sur granites et 8 à 9 sur roches birrimiennes (S. Kambiré, 2020, p. 297 et 298). Ce qui permet l'installation de la forêt dense à structure comparable à celle des groupements sur bowal et affleurements rocheux, mais avec un degré d'humidité plus élevé. J.L. Guillaumet et E. Adjanooun (1971, p. 202) rapprochent la composition floristique de tous ces îlots forestiers à celle des forêts à *celtis*.

Il existe également des îlots forestiers développés sur des substrats analogues, ailleurs dans le Nord de la Côte d'Ivoire et au-delà, localisés souvent sur schistes. J.-C. Filleron (1986, p. 15) s'efforce de montrer, au nord des savanes ivoiriennes, le cœur du pays sénoufo, centré sur 9° 30 N et 5° 30 W et s'étendant sur environ 3000 km², un peuple paysan, nombreux et actif, qui conserve avec jalousie sur

la cuirasse les « bois sacrés » dans lesquels s'effectuent les rites des cérémonies d'initiation, le Poro.

Le colloque clôturant, en 1985, vingt ans de recherches écologiques dans les savanes pré-forestières de la station de Lamto, en Côte d'Ivoire centrale, conclut, à propos des boisements denses sur cuirasse et affleurements rocheux, qu'il s'agit là de végétations développées en écosystème forestier. Quelques décennies permettraient à la forêt mésophile, à côté, de reconquérir des terres qui lui sont favorables : un climax à venir. Z. Koli Bi (1981, p.188) découvre dans le sud-ouest ivoirien une forêt « guinéenne » développée sur des sols cuirassés «soudaniens». Ces boisements denses sur substrats spéciaux et lieu de culte, sont également observés par UNEP-GEF-Volta Project (2011, p. 218) au Burkina Faso.

Le temps qu'il faudra à ces témoins minéraux (les cuirasses) et morphogéniques (les mornes rocheux), des paléoclimats (J.M Avenard, 1971, p. 43) et aux îlots forestiers qui en dépendent, pour disparaître, est suffisamment long. Il faudra, sans doute, que les climats changent, voire que les localisations géographiques soient significativement modifiées et que de nouvelles adaptations culturelles apparaissent pour voir la déchéance totale de ces îlots forestiers et leur diversité floristique : un climax inaccessible.

Conclusion

Les principaux îlots forestiers qui caractérisent les savanes soudanaises sont localisés, dans la région de Bouna, sur les cuirasses et les affleurements rocheux. Leur composition floristique est la plus proche de celle des forêts à *Celtis*. Ils sont, le plus souvent, plus étendus sur les roches métamorphiques (roches schisteuses, roches vertes) que sur le socle granitique dont les dômes ne portent parfois qu'un humble lambeau forestier.

De même le plus important taux de boisement, sur ces substrats spéciaux, se trouve en provinces de schistes et roches basiques. Jamais très résistants, les matériaux cuirassés et rocheux, qui portent les groupements forestiers, offrent peu de défense face à l'érosion

régressive. Celle-ci, combinée à la thermoclastie et l'haloclastie, aboutit à un décuirassement des bowè et à des diaclases, cassures, fissures ou desquamations de la roche affleurante sur les dômes et dos de baleine. L'enfouissement progressif des surfaces indurées par la pédofaune, qui suit ces processus mécaniques, permet aux espèces reliques des forêts denses d'y vivre plus facilement. L'expansion relativement faible des groupements reliques sur ces substrats spéciaux plaide en faveur de leur précarité à la culture et de leur envahissement plus ou moins rapide par les forêts situées à proximité. La dissémination passive par zoochorie, hydrochorie, anémochorie y renforce l'effet de la dissémination active par les souches d'espèces reliques.

Combien de temps faudra-t-il à ces témoins minéraux et orogéniques de climats anciens, les cuirasses et les affleurements rocheux, pour disparaître avec les groupements forestiers maintenus et protégés par eux contre l'homme qui, ne pouvant pas exploiter ces derniers en culture, les utilise comme pare-feu, forêts fétiches ou cimetières ? Un temps sans doute suffisamment long pour que les climats changent, voire pour que les localisations géographiques soient significativement modifiées par l'érosion continentale et que de nouvelles adaptations à la culture apparaissent : un climat inaccessible. En attendant, sur ces substrats, tout vit, tout donne l'impression d'une diversité floristique proche des climax anciens.

Références bibliographiques

Avenard Jean Michel, 1971, Aspects de la géomorphologie, In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Mémoires ORSTOM, n°50, Paris, pp. 9-72.

Cocque Roger, 1971, *Géomorphologie*, Armand Colin, 430 p.

Filleron Jean-Charles, 1986, *Potentialités naturelles et stratégies de l'occupation du sol, l'exemple de la Zone Dense Sénoufo*. Actes des Quatre Journées Géographiques de Côte d'Ivoire. Univ. Nat. (Institut de Géographie Tropicale), Abidjan, 31 p.

Guillaumet Jean-Louis et Adjanohoun Edmond, 1971, La végétation de la Côte D'Ivoire In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, pp. 158-263

Kambiré Sambiré, 2020, Etude des massifs forestiers atypiques dans le parc national de la Comoé (Nord-Est ivoirien), In *Revue Àhŋhŋ*, Université de Lomé, pp. 42-54

Kambiré Sambiré, 2020, L'érosion sédimentaire ou la dynamique d'un écosystème équilibré en aval dans le bassin de la Volta Noire (Nord-Est ivoirien), In *revue de géographie*, Leidi, pp. 286-300.

Koli Bi Zuéli, 1981, Etude d'un milieu de forêt dense : analyse et cartographie des paysages dans la région de Soubré (Sud-Ouest ivoirien). Thèse 3ème cycle, IGT, Univ. d'Abidjan, 471 p.

Monnier Yves, 1981, La poussière et la cendre. Paysages, dynamique des formations végétales et stratégies en Afrique de l'Ouest. Thèse doct. d'État, Univ. Paris I, A.C.C.T., 251 p.

Perraud Alain, 1971, Les sols, In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, ORSTOM, Paris, pp. 267-393

UNEP-GEF Volta Project, 2011, *Analyse diagnostique transfrontalière du bassin versant de la Volta : Rapport thématique sur les écosystèmes du bassin*, UNEP/GEF/Volta/RR., p.102