



Impact de la fragmentation et de la pression humaine sur la relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire).

Kolo YEO^{1*}, Seydou TIHO¹, Kaly OUATTARA¹, Souleymane KONATE¹, Lombart M. Maurice KOUAKOU¹ et Mohamed FOFANA¹

¹ Université d'Abobo-Adjamé, Station d'Ecologie de Lamto, BP 28 N'Douci, Côte d'Ivoire.

Auteur correspondant email : koloyeo@yahoo.fr

Original submitted in on 17th December 2012. Published online at www.m.elewa.org on 31st January 2013.

RESUME

Objectifs : Cette étude examine l'état de conservation de la relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé et son importance dans la préservation des espèces. L'impact de la pression humaine sur la relique est évalué par une estimation des pressions aussi par l'utilisation des fourmis comme bioindicateurs de la perturbation induite par ces pressions.

Méthodologie et résultats: Neuf types de pressions anthropiques ont été retenus pour comparer les îlots forestiers de la relique. Les fourmis ont été échantillonnées en utilisant trois types de méthodes adaptées aux trois strates de la forêt (sol – litière – végétation). Les résultats montrent que l'îlot 2 subit la plus grande pression, suivi de l'îlot 3 (plus grand) tandis que l'îlot 1 (plus petit) ne subit que de faibles pressions. L'îlot 2 a le plus faible nombre d'espèces de fourmis ; cependant l'îlot 3 est le plus riche. Un grand nombre d'espèces existe dans la relique mais elles sont caractérisées par de faibles abondances.

Conclusions et application des résultats : Ce travail a permis non seulement d'obtenir une classification des îlots forestiers de la relique de l'Université d'Abobo-Adjamé selon leur degré de perturbation mais aussi de déterminer les pressions majeurs qui menacent ces îlots. Les résultats indiquent également que la relique est devenue un refuge pour les fourmis et que la plupart des espèces y ayant trouvé refuge, s'installent dans la litière. Les résultats de cette étude semblent précieux en ce sens qu'ils mettent en exergue l'importance de la relique pour la conservation de la biodiversité au sein de cette université dédiée à la protection de l'environnement. Ils serviront d'outil de décision en permettant à l'autorité Universitaire de mieux définir les actions prioritaires en vue de la restauration et de la conservation de la relique forestière.

Impact of fragmentation and human pressure on the remnant forest of Abobo-Adjamé University (Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

Objectives: This study examines the conservation state of the forest relict of Abobo-Adjamé University and its importance in species preservation. The impact of human pressure is evaluated through an estimation of these pressures. In addition to that, ants are used as bioindicators to assess perturbation within the relict.

Methodology and results: Nine types of anthropic pressures were used to compare the forest fragments within the relict. Three different methods were used to collect ants from the three main strata of the forest (soil - liter – vegetation). The results showed that forest island 2 is subject to a relatively greater pressure and it has the lowest species richness. It is followed by forest island 3 (the biggest) which is the most

species rich. However forest island 1 (the smallest) suffers the lowest level of pressure. Compared to Banco forest, the relict appears to be species rich but species have low abundance.

Conclusion and application of findings: This study allowed producing a classification of the forest islands within the relict according to their perturbation degree. It also allowed an identification of the major pressures that threaten each forest island. The results indicate that the forest relict has become a refuge for ants and most species colonized the litter stratum. These results are precious because they highlighted the importance of the forest relict for biodiversity conservation within the University. They will serve as decision tool by allowing the university authorities to better define the priority actions for the restoration and conservation of this forest.

INTRODUCTION

La fragmentation des habitats est actuellement l'une des menaces majeures pour la biodiversité à l'échelle globale (Wilcox & Murphy, 1985 ; Quinn & Harrison, 1988; Saunders *et al.*, 1991 ; Lande, 1993 ; Gibbs, 1998 ; Huxel & Hastings, 1999). Elle survient lorsque des blocks d'habitats intacts et continus se subdivisent pour donner des fragments d'habitats dont la taille se réduit au profit de leur isolation croissante dans l'espace. Ce processus peut générer de graves dysfonctionnements au sein de l'écosystème, par exemple (1) réduction de la diversité spécifique des communautés écologiques et de la taille des populations, augmentant ainsi le risque d'extinction locale (Donovan & Flather, 2002 ; Fahrig, 2002), (2) perturbation d'importants processus écologiques tels que la pollinisation et la dispersion des graines (Barbosa & Marquet, 2002), (3) modification de la structure des communautés et invasion par les espèces exotiques (Laurance & Wasconcelos, 2004). Par ailleurs de nombreuses études ont montré que la fragmentation peut affecter la richesse spécifique et l'abondances des insectes (Didham, 1997 ; Carvalho & Wasconcelos, 1999 ; Golden & Crist, 1999 ; Martikainen *et al.*, 2000). Aujourd'hui le processus de fragmentation concernant les forêts, se produit essentiellement sous les tropiques où l'on trouve encore des forêts relativement intacts. En Côte d'Ivoire plus de 80% de la forêt tropicale correspondant à environ 60.000 km², a été détruite entre 1958 et 1993 (Dao, 1999). Les principales causes de la

fragmentation des forêts dans ce pays sont la déforestation et l'urbanisation. La relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé (UAA) qui fut autrefois la continuité de la forêt du Parc National du Banco (située dans la ville d'Abidjan), est ainsi la résultante de la fragmentation liée à l'urbanisation. De nombreuses études sur la fragmentation montrent que, les insectes sont sensibles aux changements environnementaux qui s'opèrent dans les fragments d'habitat (Webb *et al.*, 1984 ; Webb, 1989 ; Klein, 1989 ; Margules *et al.*, 1994 ; Didham, 1997 ; Didham *et al.*, 1998 ; Golden & Crist, 2000; Harris & Burns, 2000). Ainsi les espèces d'insecte peuvent être utilisées comme bioindicateurs des modifications de l'habitat en relation avec la fragmentation (Fournier & Loreau, 1999). En particulier les fourmis constituent de plus en plus un taxon cible dans ces études (Andersen *et al.*, 2002; Hoffmann & Andersen, 2003) Notre étude, à travers une revue des connaissances disponibles doublée d'une investigation de terrain, vise à poser un diagnostic du niveau de la conservation de cette relique forestière et à montrer son importante biodiversité. Le travail de terrain comprend non seulement une évaluation de différentes pressions humaines mais aussi l'utilisation des fourmis comme indicateur biologique. Ainsi le peuplement de fourmis de cette relique est comparé à celui d'une des zones les moins perturbées du Parc National du Banco (PNB) voisin.

MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude : Deux sites ont été explorés au cours de cette étude : la relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé et le Parc National du Banco dont est issue la relique, et qui est considéré ici comme milieu témoin. Le Parc National du Banco est situé à l'intérieur de la ville d'Abidjan, entre 5°21' et 5°25' de

latitude Nord et entre 4°1' et 4°5' de longitude Ouest. Il est entouré par les zones urbaines des communes de Yopougon au Sud-Ouest, d'Attécoubé au Sud, d'Adjamé au Sud Est et celle d'Abobo au Nord-Est et au Nord (Figure 1).

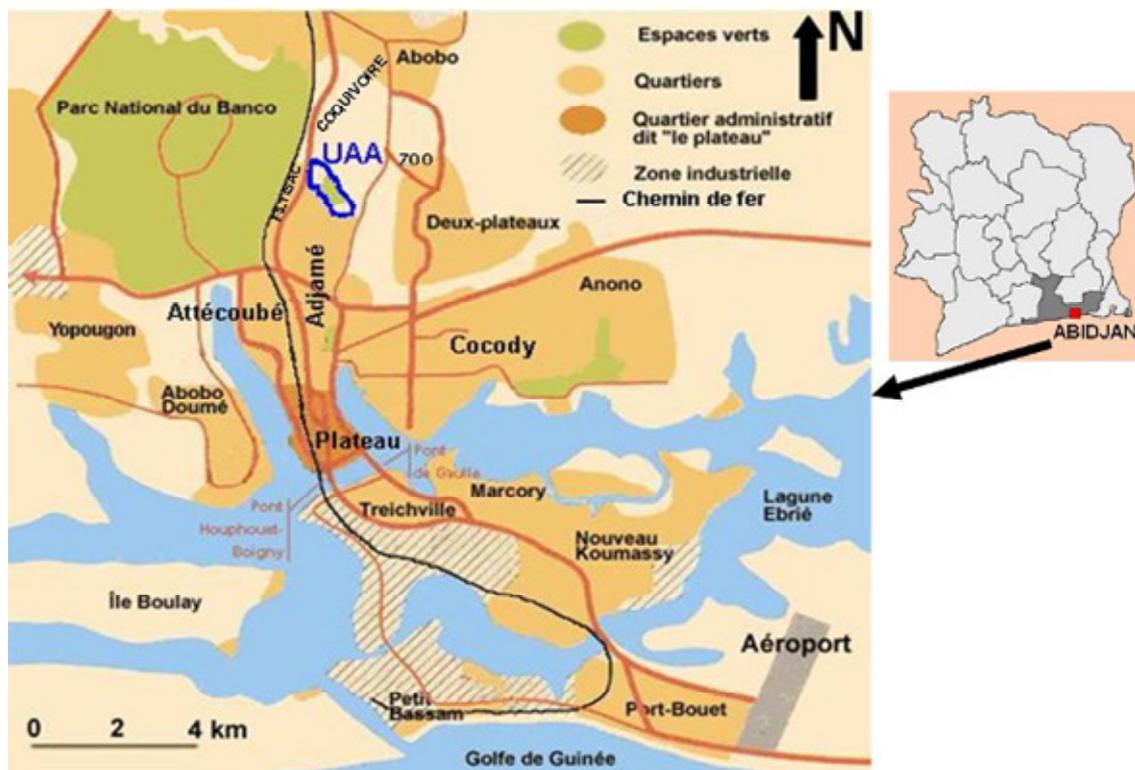


Figure 1 : Situation du Parc National du Banco et de l'Université d'Abobo-Adjamé

Historique de la relique : La relique forestière de l'UAA est issue à l'origine du même massif forestier que le Parc National du Banco qui est une forêt ombrophile sempervirente. La mise en place d'infrastructures socio-économiques a joué un rôle crucial dans l'isolement de cette relique. La première infrastructure qui a enclenché cette séparation fut le chemin de fer Abidjan-Ouagadougou (1150 Km) dont la construction à commencé le 12 Janvier 1904 à Abidjan (Ouédraogo, 2006). Par la suite le site actuel de l'Université d'Abobo-Adjamé, a été construit en 1965 pour abriter les locaux de l'ENSA (Ecole Nationale Supérieure Agronomique). La majorité des voies actuelles délimitant les îlots qui constituent la relique forestière, datent de cette époque. Enfin l'usine de Filature et Tissage de Sacs (FILTISAC) créée en 1967, s'est installée entre la voie ferrée et l'ENSA (Société de

Presse et d'Édition de la Côte d'Ivoire (SPECI), 1977). La voie routière express reliant les communes d'Adjamé et d'Abobo a été construite entre l'ENSA et FILTISAC. En 1990 l'ENSA fut transféré à Yamoussoukro pour former avec les autres grandes écoles supérieures publiques, l'Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INPHB). En 1992, dans le but de désengorger le site de l'Université Nationale situé dans la commune de Cocody, l'État décide de réhabiliter l'ancien site de l'ENSA et de le transformer en Centre Universitaire dénommé Abobo-Adjamé. A partir de 1996, le Centre Universitaire d'Abobo-Adjamé (CUA) a été érigé en Université à part entière et dénommé Université d'Abobo-Adjamé (UAA). La création de toutes ces infrastructures a clairement consacré la séparation totale entre la relique forestière de l'UAA et la forêt du Banco. Cependant celle-ci

gardait des corridors avec l'îlot forestier du parc zoologique (ZOO) d'Abidjan à l'Est et l'îlot forestier du domaine de Coco-Service (actuel Coquivoire) au Nord, pour la dispersion des espèces animales et végétales. Malheureusement à partir de 2001 ces corridors ont été détruits suite à l'extension de Coquivoire et à l'urbanisation galopante. Aujourd'hui la relique forestière est complètement isolée et se résume à trois îlots qui subissent chacun, des pressions liées aux activités humaines.

Description des milieux étudiés : La relique forestière de l'UAA, tout comme le Parc National du Banco, repose sur des sols ferrallitiques, appauvris, sableux avec une teneur en argile qui augmente légèrement en profondeur. Ces sols présentent un horizon humifère, sableux avec une faible teneur en matière organique (2 à 3%) et très pauvre en acides humiques polymérisés (Perraud, 1971). Les deux sites étudiés font partie du littoral ivoirien qui est placé sous un climat de type subéquatorial à quatre saisons dont deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. La première saison des pluies, part du mois de Mai à Juillet avec un maximum de pluviométrie en Juin (350 mm). Elle est suivie d'une petite saison sèche qui est centrée sur le mois d'août. Une seconde période humide survient de Septembre à Novembre et atteint son maximum de précipitation en Octobre (182 mm). Puis vient enfin la grande saison sèche qui s'étend de Décembre à Mars. La rivière Banco est le principal cours d'eau dans le parc national du Banco. Il n'existe aucun cours d'eau naturel dans la relique forestière de l'UAA cependant l'aménagement du milieu a été fait de telle sorte que les eaux de ruissellement sont drainés vers l'îlot forestier 2 (situé entre l'amphithéâtre C et le centre médico-social) où elles forment une marre presque permanente à cause de la faible évaporation. Une synthèse des connaissances sur la faune et la flore du parc national du Banco est disponible (Lauginie, 2007). La relique estimée à 6 ha, est constituée de trois îlots de forêt (Figure 2). L'îlot 1 a une taille de 0,5 ha ; l'îlot 2 vaut 1,5 ha et l'îlot 3 mesure 4 ha. Malgré sa taille réduite, la forêt de l'UAA possède une richesse floristique relativement grande. On y dénombre plus de 426 espèces réparties entre 259 genres et 60 familles (Bakayoko comm. Pers.). La faune de la relique forestière de l'UAA comprend différents groupes d'animaux dont les plus emblématiques sont les singes représentés par une espèce (*Cercopithecus campbelli*) et les Céphalophes ou biches (*Cephalophus monticola*). Une liste non

exhaustive des composantes de la faune est présentée dans le Tableau 5 et 6.

Collecte de données

Nature et évaluation des pressions humaines sur la relique forestière : La relique forestière de l'UAA est sujette d'exploitation abusive et illicite des populations comprenant trois catégories de personnes : celles venant de l'extérieur, les personnes logeant illégalement au sein de l'université mais aussi des personnes fréquentant légalement le campus y compris les étudiants. Cette forêt est devenue un dépotoir d'ordures ménagères, de déchets humains, d'urines. Les populations y récoltent les racines, les tiges, les écorces et les feuilles de certaines plantes médicinales, sans oublier qu'elles y braconnent en posant des pièges pour la capture des animaux ou en faisant des battues de chasse. À côté de la relique forestière, on rencontre des agrosystèmes constitués d'une parcelle expérimentale de café hérité de l'ENSA, une cocoteraie et des champs de cultures vivrières. Dans ces champs périphériques de la forêt, sont produits du manioc (*Manihot esculenta*), de la banane plantain (*Musa paradisiaca*), et de l'igname (*Dioscorea alata*). Les propriétaires de ces champs sont soit des personnes extérieures, des techniciens de laboratoire, des étudiants, des vigiles ou des personnes squattant avec leurs familles, des bâtiments au sein de l'université. Les pressions humaines sur la relique ont été quantifiées de différentes manières selon le type de pression. Neuf types de pressions ont été retenus pour étudier les différents îlots :

Les déchets humains : Le long de toutes les pistes dans chaque îlot, le nombre de déchets a été compté suivant une bande de 5 m de part et d'autre de celle-ci.

Les ordures ménagères : Le diamètre des tas d'ordures a été mesuré en utilisant un décimètre.

Les émondages de gazon : Elles ont été quantifiées de la même manière que les ordures ménagères.

Les champs de cultures vivrières : La longueur de la zone de contact des champs avec la forêt a été mesurée en utilisant un décimètre.

Les nuisances sonores : Elles sont dues à la pratique de culte religieux par des groupes d'étudiants dans la forêt. Pour les quantifier, nous avons procédé au dénombrement des jours de culte par semaine.

Le prélèvement des plantes médicinales : Nous avons procédé au dénombrement des arbres écorchés et ceux dont les racines ont été prélevées ou dont les branches ont été mutilées.

Le ramassage de bois mort : il se fait surtout les week-ends par des femmes et des enfants. Nous avons procédé à un comptage des tas rassemblés et des arbres coupés dans la forêt.

Le braconnage : Il a été quantifié par le comptage des pièges tendus dans la forêt.

Les nuisances olfactives : Il s'agit surtout d'odeur d'urine en bordure de la forêt. Pour les évaluer, nous avons parcouru la périphérie de chaque îlot en faisant des arrêts chaque 5 m pour sentir ces odeurs. Le nombre de points présentant ces odeurs ont été notées.

Echantillonnage des fourmis : Pour l'échantillonnage des fourmis, nous avons utilisé trois types de méthodes qui sont adaptées aux trois strates de la forêt (sol – litière – végétation) où l'on rencontre les fourmis, ce sont : Le protocole ALL (Ants Leaf Litter) ou protocole des fourmis de la litière (Agosti & Alonso, 2000), la méthode des monolithes de sol pour la récolte des fourmis endogées et la méthode du battage du feuillage (Beating) pour la récolte des fourmis arboricoles.

Protocole ALL (Ants of Leaf Litter): Il comprend deux techniques d'échantillonnage standardisées et rapides des fourmis : la technique des Winklers et celle des pitfall traps.

- **Technique des Winklers** : C'est une technique qui consiste dans un premier temps à prélever 20 échantillons de litière dans des quadrats de 1 m² distants de 10 m les uns des autres suivant un transect de 200 m de long et de 10 m de largeur. Pour chacun des quadrats, la litière collectée est tamisée sur place à l'aide d'un tamis spécial dont les mailles sont de 1 cm. Cette opération permet de réduire la litière à sa partie la plus fine fraction mais aussi d'y concentrer la faune. De retour au laboratoire, la litière fine est renversée dans les petits sacs perforés qui sont suspendus dans les mini sacs de Winkler pendant 48 heures pour en extraire la faune. Au fur et à mesure que la litière se dessèche, la faune migre vers le bas et tombe dans un réceptacle comprenant de l'alcool.
- **Technique de pitfall traps** : Les pitfall traps appelés aussi piège-fosses (Martin, 1983), sont des gobelets en plastique. Ceux-ci sont enterrés dans le sol de sorte que leur bord supérieur soit au même niveau que le sol. Un pitfall trap est installé dans les environs de chaque quadra, il permet de capturer les fourmis fourrageuses. La trappe ainsi placée est remplie au quart de son volume avec un mélange d'alcool et de glycérine. L'alcool sert à conserver les fourmis tandis que la glycérine permet d'éviter

l'évaporation de l'alcool. Ces pièges sont maintenus en activité pendant 48 h.

Méthode des monolithes de sol : Cette méthode permet d'accéder aux fourmis endogées (Yéo, 2006 ; Yéo et al., 2011) et consiste à délimiter un carré de 30 cm de côté et à creuser autour de celui-ci, une tranchée de 20 cm de largeur et de 15 cm de profondeur, de manière à pouvoir isoler 13500 cm³ de terre (30 cm x 30 cm x 15 cm) appelé monolithe. La litière présente est d'abord triée à vu d'œil, ensuite le monolithe est coupé en tranches et trié à son tour.

Méthode du battage du feuillage (Beating) : Cette technique est faite sur le même transect que celles des pitfalls et des monolithes. Elle consiste à attacher (à 0,6 m au-dessus du sol) un tissu blanc d'1 m² muni de cordes à chaque angle, aux arbustes du sous-bois. À l'aide d'un bâton long de 2 m, on bat le feuillage à cinq coups de bâton au-dessus du tissu. Les fourmis débusquées tombent sur celui-ci et sont collectées à la pince. L'expérience est répétée cinq fois dans un rayon de 5 m autour de chaque point d'échantillonnage. Les fourmis sont ramassées et mises dans un même pilulier contenant l'alcool 96°C et portant le code du transect et le numéro du point échantillonné. Pour chaque transect de 200 m, notre méthode de travail permet d'investiguer les trois strates où vivent les fourmis de la forêt (litière, sol et végétation). Le protocole ALL permet de prélever 40 échantillons (20 Winklers et 20 pitfalls traps) dans la litière. Les méthodes des monolithes de sol et du battage du feuillage (Beating), permettent d'en prélever 20 chacune dans le sol et dans la végétation respectivement, soit au total 80 échantillons par transect

Méthode d'analyse des données

Données sur l'évaluation des pressions humaines sur la relique forestière : Les références bibliographiques liées à la méthode. L'analyse des données concernant les pressions humaines est basée sur le calcul des proportions des différentes pressions exercées sur chaque îlot. Pour chaque type de pression, les investigations ont permis de mesurer une quantité à différents points d'échantillonnage dans les îlots soit pr_i où « i » est le numéro du point d'échantillonnage. Pour chaque type de pression, la quantité totale mesurée par îlot a été obtenue en faisant la somme des quantités obtenues aux différents points d'échantillonnage ($pr_j = \sum pr_i$ où j est le numéro l'îlot). Pour chaque type de pression la proportion de la quantité globale de pression exercée

sur chaque îlot (Pr_{ilot}) a ensuite été calculée

$$(Pr_{ilot} = \frac{pr_j}{\sum pr_j}).$$

Données sur les fourmis : Les données analysées sont basées sur les incidences, c'est à dire l'absence ou la présence des espèces dans les échantillons. L'abondance des espèces a été estimée par le nombre total de leur incidence dans les échantillons. La richesse spécifique observée a été déterminée par un comptage direct du nombre d'espèces dans les échantillons. Nous avons aussi utilisé les courbes d'accumulation des espèces qui sont des représentations graphiques de l'évolution de la richesse spécifique en fonction de l'effort d'échantillonnage en utilisant la version 7.5.2 du logiciel EstimateS. Elles ont permis de comparer la richesse spécifique entre la zone intacte du PNB et de la relique forestière de

l'UAA. Ces courbes ont été faites soit par strate de la forêt soit par la compilation des échantillons prélevés dans les trois strates à chaque point d'échantillonnage. L'Indice de diversité de Shannon (H') calculé avec le logiciel Ecological Methodology, ainsi que l'Equitabilité et l'indice de similarité de Jaccard ont également été utilisés pour comparer les peuplements. L'Analyse de Proximité utilisée pour visualiser la composition spécifique, a été faite avec le logiciel Statistica 7.1. la version du logiciel à préciser Cette technique procède à l'arrangement (par ajustement) des méthodes d'échantillonnage (ou les strates de la forêt) dans un espace à deux dimensions, de façon à reproduire les distances observées (mesurée par la similarité) entre ces méthodes d'échantillonnage. La valeur du stress de la configuration détermine la qualité de l'ajustement ; plus le stress est faible, et meilleur est l'ajustement de la matrice des distances reproduites à la matrice des distances observées (www.statsoft.com).

RESULTATS

Peuplement de fourmis : Cette étude, nous a permis de dénombrer au total 139 espèces appartenant à 33 genres repartis entre 19 tribus et 9 sous-familles.

Classification des îlots de la relique forestière de l'UAA en fonction de la perturbation

Ampleur des pressions humaines dans les îlots forestiers de la relique : Afin de classer les îlots suivant les degrés respectifs de pression subie, nous avons établi de façon arbitraire une échelle de proportions déterminant cinq différents niveaux (ou degré) de pressions (Tableau 1). Le tableau 2 indique

les degrés de pression dans chaque îlot pour les neuf types de pressions étudiées ainsi que la pression globale sur chaque îlot forestier. Il montre que l'îlot 2 présente le plus fort degré de pression globale, suivie de l'îlot 3 tandis que l'îlot 1 ne subit que de faibles pressions. Mais d'une manière spécifique, l'îlot 2 est menacé par les déchets ménagers, les émondes de gazon, les nuisances sonores et les nuisances olfactives. Quant à l'îlot 3, il est particulièrement menacé par les cultures vivrières et les prélèvements de plantes médicinales.

Tableau 1 : Evaluation du degré de pression sur les îlots forestiers de la relique

Degré de pression	Niveau (ou degré)	Echelle arbitraire des proportions de pression
Pression nulle	0	$Pr_{ilot} = 0$
Pression faible	1	$0 < Pr_{ilot} \leq 0.25$
Pression moyenne	2	$0.25 < Pr_{ilot} \leq 0.5$
Pression forte	3	$0.5 < Pr_{ilot} \leq 0.75$
Pression très forte	4	$0.75 < Pr_{ilot} \leq 1$

Tableau 2 : Degrés des pressions humaines dans les différents îlots de la relique

	ILOT 1	ILOT 2	ILOT 3
Cultures	1	1	4
Déchets ménagers	1	4	1
Emonde de gazon	1	4	0
Déchets humains	1	2	2
Nuisances olfactives	1	3	1
Braconnage	0	1	2
Nuisances sonores	2	4	0
Ramassage de bois mort	1	2	1
Prélèvement de plantes médicinales	1	1	3
Pression globale	9 (20%)	22 (48.89%)	14 (31.11%)

Impact de la perturbation anthropique sur les fourmis de la relique forestière : Compte tenu de la différence de taille entre les îlots également traduite par un échantillonnage de taille différente à l'intérieur de ceux-ci, la comparaison entre eux ne peut se faire directement sur la base de tout l'échantillonnage. Un moyen objectif serait de faire cette comparaison sur la base d'un nombre identique d'échantillons tirés au hasard dans ces îlots. Pour cela nous avons retenu 3 échantillons (c'est -à-dire 3 échantillons dans chacune des trois strates explorées à savoir sol-litière-végétation) qui correspondent au nombre d'échantillons prélevés dans le plus petit îlot.

Impact sur l'abondance, la richesse spécifique, la diversité spécifique et l'équitabilité : Le Tableau 3 présente l'impact de la perturbation des îlots forestiers sur les paramètres du peuplement de fourmis. Il montre que l'îlot 2 (le plus perturbé) possède les plus faibles valeurs des paramètres. Mais l'îlot 3 qui vient en

deuxième position en ce qui concerne la perturbation et qui est le plus grand, possède les plus grandes valeurs des paramètres mesurés.

Impact sur la composition spécifique : Sur la base de la composition spécifique des fourmis dans les trois îlots, l'analyse de proximité a montré que les îlots se distinguent nettement (Figure 3). Cette distinction des îlots traduit clairement la classification observée non seulement en fonction de leur taille (suivant la dimension 1) mais aussi en fonction de leur niveau de perturbation (suivant la dimension 2) tel qu'exprimé par notre évaluation des pressions humaines. L'estimation des pressions humaines et l'évaluation de l'impact de la perturbation sur les communautés de fourmis, nous a permis de classer les îlots forestiers dans le même ordre de perturbation. L'îlot 2 est donc l'îlot le plus perturbé et l'îlot 1 le moins perturbé.

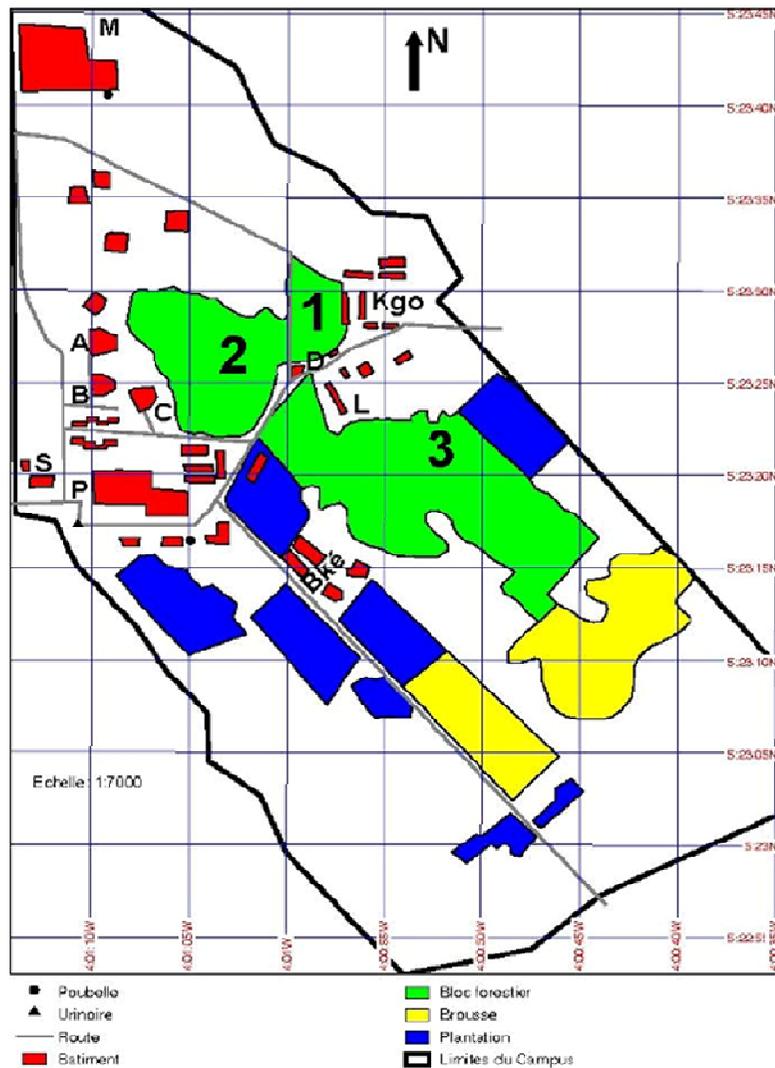


Figure 2 : Carte de l'Université Abobo-Adjamé. A = Amphithéâtre A ; B = Amphithéâtre B ; Bké = Université de Bouaké ; C = Amphithéâtre C ; D = Dispensaire (Centre Médico-social) ; Kgo = URES Korhogo ; M = Marché ; S = Scolarité ; P = Présidence.

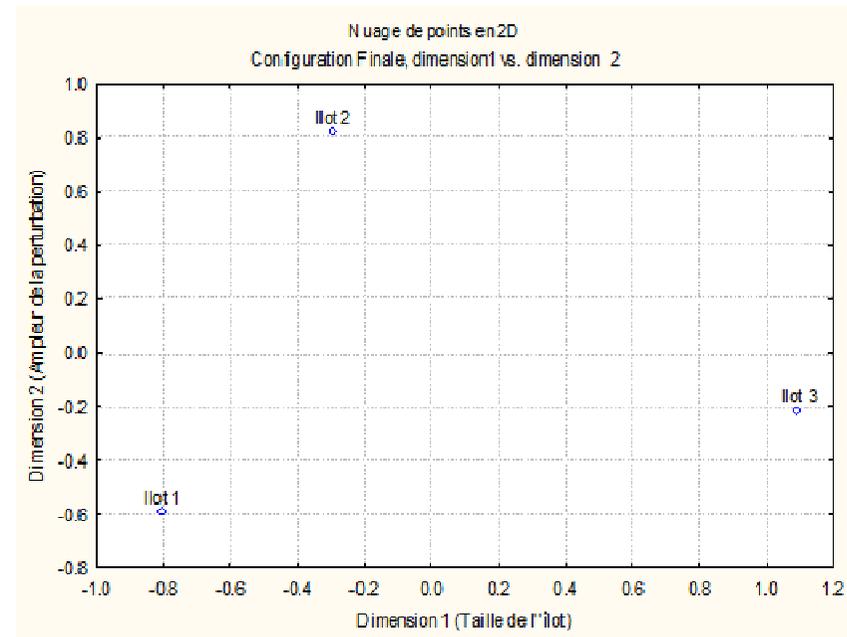


Figure 3 : Distinction des îlots sur la base de la composition spécifique des fourmis (stress = 0.000)

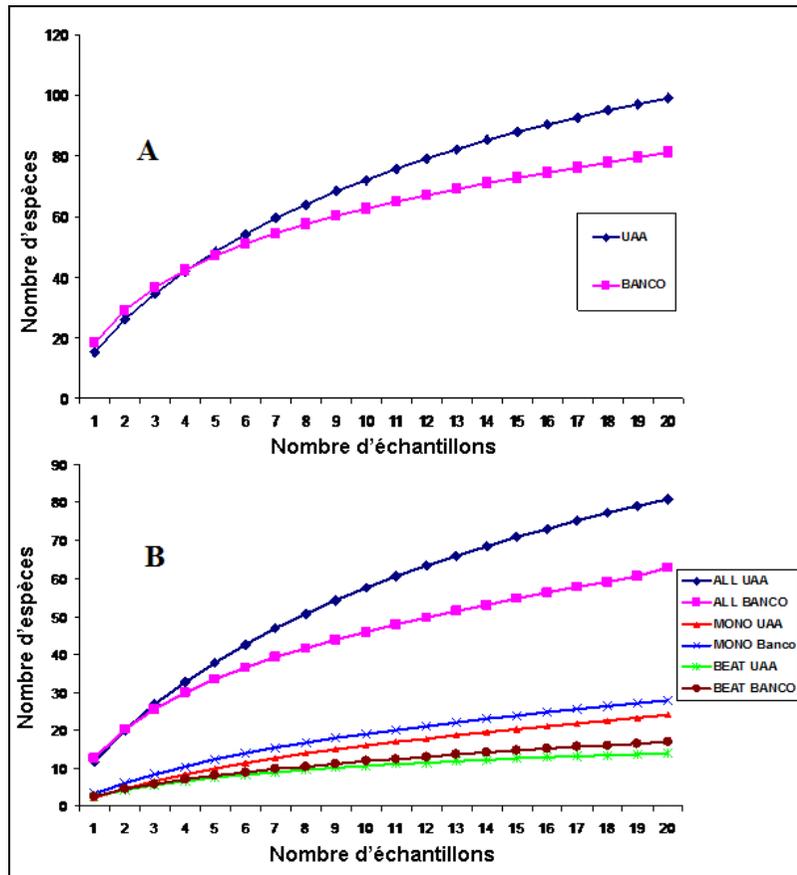


Figure 4: A = Courbes d'accumulation des espèces dans la relique forestière de l'UAA et le parc national du Banco, toutes strates confondues. B = Courbes d'accumulation des espèces dans la relique forestière de l'UAA et le parc national du Banco, suivant les différentes strates de la forêt.

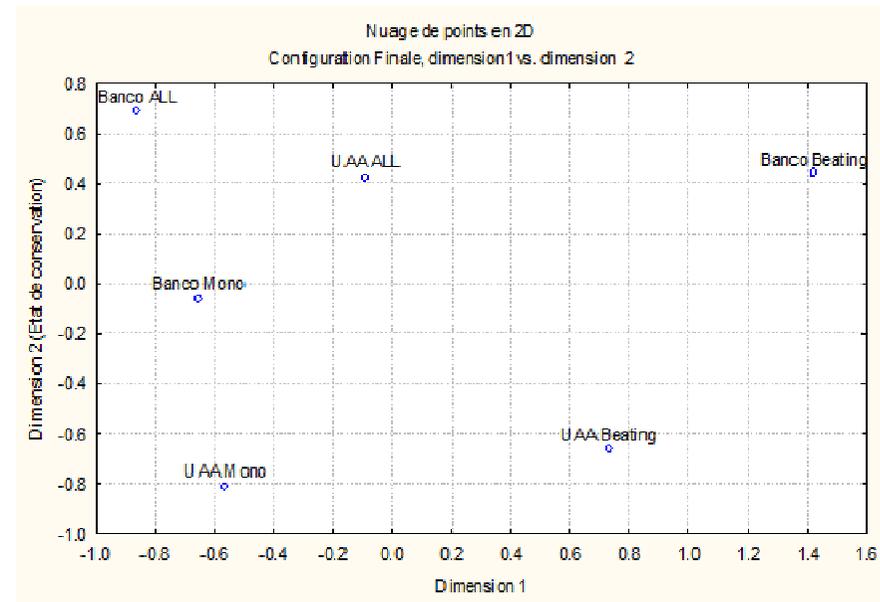


Figure 5 : Comparaison des strates de la forêt (dans les deux sites) sur la base de la composition spécifique des fourmis (stress = 0.0147)

Tableau 3 : Paramètres du peuplement de fourmis sur la base de trois échantillons pris au hasard

	Ilot 1	Ilot 2	Ilot 3
Abondance	50	44	68
Richesse spécifique (S)	29	23	40
Diversité de Shannon (H')	4.41	4.18	5
Équitabilité (E)	0.91	0.92	0.94

Tableau 4 : Résumé des paramètres des communautés de fourmis dans la relique de l'UAA et PN Banco

	Banco	Relique UAA
Abondance	413	357
Richesse spécifique (S)	81	99
Diversité de Shannon (H')	5.64	5.80
Équitabilité (E)	0.89	0.87

Comparaison de la relique forestière de l'UAA à une zone intacte du Banco

Comparaison de l'abondance, la richesse spécifique, la diversité spécifique et l'équitabilité :

Le Tableau 4 montre que l'abondance des fourmis est relativement plus élevée au Banco (413) que dans la relique forestière de l'UAA (357). Mais la richesse spécifique, la diversité et l'équitabilité (qui sont des variables liées), sont plus élevées dans la relique forestière de l'UAA. La Figure 4A montre l'évolution globale de la richesse spécifique dans les deux sites (Banco et UAA). Une comparaison des courbes d'accumulation des espèces par strate entre les deux sites (Figure 4B) indique dans le sol comme dans la végétation, la richesse spécifique des fourmis est relativement plus grande au Banco que dans la relique de l'UAA. Mais dans la litière ce paramètre des communautés a une valeur plus grande à l'UAA. Cette

Figure montre également que la richesse spécifique des fourmis est plus grande dans la litière et faible dans la végétation, celle du sol étant intermédiaire.

Comparaison de la composition spécifique : L'indice de similarité de Jaccard S_j (Banco-UAA) = 0.29 montre que les communautés de fourmis dans les deux sites sont dissimilaires. La comparaison des strates de la forêt sur la base de la composition spécifique (Figure 5) montre une classification de celles-ci suivant un gradient qui peut être interprété comme celui de l'état de conservation (Dimension 2). Cette comparaison indique bien que les strates de la forêt au Banco sont dans un meilleur état de conservation que celle d'Abobo-Adjamé. Par ailleurs on note que la composition spécifique des fourmis de la litière à l'UAA se rapproche de celles de la même strate ainsi que celle du sol au Banco.

DISCUSSION

L'évaluation des pressions humaines dans les îlots de la relique forestière de l'UAA, montre que ces îlots subissent des pressions d'ampleurs différentes. L'îlot 2 s'illustre comme étant celui qui subit le plus de pression. L'ampleur des pressions semble être liée à l'emplacement des îlots plutôt qu'à leur taille. Ainsi l'îlot 2 qui est situé à proximité des salles de cours, est le plus accessible et présente le plus fort degré de pression globale. Il est suivi de l'îlot 3 tandis que l'îlot 1 (le plus petit), ne subit que de faibles pressions. La faible pression exercée sur l'îlot 1 s'explique certainement par sa trop petite taille qui ne permet pas aux visiteurs d'y opérer sans être vus. D'une manière spécifique, l'îlot 2 est menacé par les déchets ménagers biodégradables ou non, les émondes de gazon dont les brulis réguliers menacent d'embraser la

forêt, les nuisances sonores dues à des cultes religieux particulièrement bruyant et enfin les nuisances olfactives dues aux odeurs d'urine qui traduisent le manque ou l'insuffisance de toilettes sur le campus. Quant à l'îlot 3, il est particulièrement menacé non seulement par les cultures vivrières qui rongent sa surface chaque année mais aussi par les prélèvements de plantes médicinales. En fait, compte tenue de la taille relativement grande de cet îlot, il est facile pour des personnes d'exploiter la forêt sans être aperçues. L'examen de l'impact de la perturbation des îlots forestiers sur les paramètres du peuplement de fourmis a confirmé les résultats obtenus par l'évaluation des pressions anthropiques sur les îlots, indiquant ainsi que l'îlot 2 qui est le plus perturbé, possède les plus faibles valeurs des paramètres du peuplement de

fourmis. Paradoxalement l'îlot 3 qui vient en deuxième position en ce qui concerne la perturbation, possède les plus grandes valeurs des paramètres du peuplement de fourmis. Ceci indique clairement que deux types d'effets sont perceptibles à savoir:

(1) l'effet de la perturbation qui suppose que les îlots les plus perturbés regorgent moins d'espèces. Cet effet détecté dans l'îlot 2, suggère que les fourmis possèdent les atouts pouvant procurer des informations sur les changements environnementaux, prouvant ainsi qu'elles sont de bons indicateurs biologiques de la perturbation dans les écosystèmes terrestres comme l'on déjà montré (Majer *et al.*, 1984 ; Lawton *et al.*, 1998 ; Brühl *et al.*, 2003 ; Yéo *et al.*, 2011). (2) l'effet de la taille de l'îlot sur la richesse spécifique des fourmis suppose qu'on retrouve plus d'espèces dans les grands fragments comparés aux plus petits. Cet effet détecté dans l'îlot 3, l'a été dans d'autres études dans les zones tropicales et tempérées (Terayma & Murata, 1990 ; Dean & Bond, 1990 ; Brühl *et al.*, 2003 ; Vasconcelos *et al.*, 2006). De plus ces résultats montrent que malgré la forte pression, l'îlot 3 regorge encore un nombre important de fourmis. Il est important de mentionner que malgré la forte perturbation de l'îlot 2 c'est là où l'on rencontre le plus de singes dont le régime alimentaire est dominé par les insectes à cause de la pauvreté de la relique en espèce d'arbres fruitiers. Cette observation peut s'expliquer non seulement par le fait que la proximité de cet îlot aux salles de cours, pourrait dissuader les braconniers mais aussi par la présence d'une mare permanente, seul point d'eau de la relique. La comparaison des communautés de fourmis de la relique forestière de l'UAA avec celle d'une zone intacte choisie dans le Parc National du Banco, montre que l'abondance des fourmis est plus élevée au PNB que dans la relique forestière de l'UAA tandis que le contraire est observé en ce qui concerne

CONCLUSION

La présente étude nous a permis d'évaluer les pressions anthropiques et l'impact de la fragmentation sur les communautés de fourmis de la relique forestière de l'UAA. Ce travail a aussi permis non seulement d'obtenir une classification des îlots forestiers selon leur degré de perturbation mais aussi de déterminer les pressions majeures qui menacent ces différents îlots.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le professeur Tondoh pour avoir mis à notre disposition les mémoires de ses étudiants ayant travaillé sur la faune de la relique forestière. Notre

richesse spécifique et la diversité. En clair il existe un grand nombre d'espèces de fourmis dans la relique forestière de l'UAA mais elles sont caractérisées par de faibles abondances. Ces résultats marquent un contraste avec la théorie de la biogéographie insulaire (MacArthur & Wilson, 1967) qui stipule que dans un milieu fragmenté, la richesse spécifique est une fonction de la taille des fragments d'habitats et de leur degré d'isolement. En conséquence les échantillons du PNB devraient être plus riches en espèces de fourmis.

Le grand nombre d'espèce semble exprimer que la relique est devenue un refuge pour les fourmis après la disparition du corridor forestier qui la reliait à l'îlot forestier du Parc zoologique d'Abidjan ainsi que la destruction totale de l'îlot forestier du domaine de Coquivoire en raison de l'urbanisation galopante. Par contre les faibles abondances des espèces dans la relique peut s'expliquer par la petite taille de celle-ci, qui se traduirait par de fortes compétitions intra et interspécifiques pour l'exploitation des ressources limitées. Ces compétitions limiteraient l'installation de nouvelles colonies. La conséquence de ces faibles abondances dans la relique, est évidemment la grande vulnérabilité des espèces. En effet les communautés de fourmis de cette relique forestière courent un grave risque d'extinction locale. L'examen détaillé des résultats de la comparaison entre le PNB et l'UAA montre que dans le sol comme dans la végétation, la richesse spécifique des fourmis est plus grande au PNB qu'à l'UAA. Mais dans la litière ce paramètre des communautés a une valeur plus grande à l'UAA. Ceci pourrait indiquer que les strates de la forêt au PNB sont dans un meilleur état de conservation que celles de la relique forestière de l'UAA et que la plupart des espèces de fourmis qui trouvent refuge dans cette relique, s'installent dans la litière.

Les résultats obtenus nous semblent précieux en ce sens qu'ils constituent un outil permettant à l'autorité universitaire de mieux définir les actions prioritaires en vue d'une restauration et d'un aménagement de cette relique forestière. Ce travail met également en exergue l'importance de la relique pour la conservation de la biodiversité

reconnaissance va également à l'endroit de Dr. N'Goran, Dr. Soro, Dr. Bakayoko, Dr. Neuba et Mr. Bouhoussou pour les informations qu'ils ont bien voulu

nous communiqué sur la faune ou la flore de la relique. Nos sincères remerciements vont à l'endroit de nos bailleurs de fonds savoir la Fondation IFS et la

Fondation Rufford qui ont accordé à Dr YEO Kolo respectivement les bourses de recherche N° D/4549-1 et N°50.06.09.

REFERENCES

- Agosti D and Alonso LE, 2000. The ALL protocol. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (eds) ANTS: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Andersen AN, Hoffmann DB, Müller JW, Griffiths DA, 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39: 8-17.
- Bahans L-I, 2008. Les Mones de Lowe utilisent-elles une stratégie optimale de fourragement? Analyse de la durée des arrêts et de la distance parcourue par un groupe de mones en Côte d'Ivoire. Mémoire de Master 1. Université Paris 13, Paris, France. 19p.
- Barbosa O and Marquet AP, 2002. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict forest of Fray Jorge, Chile. *Oecologia* 132: 296-306.
- Brühl CA, Eltz T, Linsenmair KE, 2003. Size does matter- effects of tropical rain forest fragmentation on the leaf litter ant community in Sabah, Malaysia. *Biodiversity and conservation* 12: 1371-1389.
- Carvalho KS and Wasconcelos HL, 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. *Biological Conservation* 91: 151-157.
- Dao H, 1999. Connaissance de l'environnement et systèmes d'information géographiques : le cas de la déforestation en Côte d'Ivoire. Thèse, Université de Genève.
- Dean WRJ and Bond WJ, 1990. Evidence for rapid faunal change on islands in a man-made lake. *Oecologia* 83: 388-391.
- Didham RK, 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia. In: Laurance WF, Bierregaard RO Jr (eds) *Tropical forest remnants*. University of Chicago Press, Chicago, pp 55-70.
- Didham RK, Hammond PM, Lawton JH, Eggleton P, Stork NE, 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecological Monographs* 68: 295-323.
- Donovan TM and Flather CH, 2002. Relationships among North American songbird trends, habitat fragmentation and landscape occupancy. *Ecological Applications* 12: 364-374.
- Fahrig L, 2002. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. *Ecological Applications* 12: 346-353.
- Fournier E and Loreau M, 1999. Effects of newly planted edges on ground-beetles diversity (Coleoptera, Carabidae) in an agricultural landscape. *Ecography* 22: 87-97.
- Gbapa AE, 2008. Evaluation de deux méthodes d'échantillonnage des peuplements de vers de terre dans les agrosystèmes de l'Université d'Abobo-Adjamé. Mémoire de Maîtrise PVE. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. 23p.
- Gibbs JP, 1998. Distribution of woodland amphibians along a forest fragmentation gradient. *Landscape Ecology* 13: 263-268.
- Golden DM and Crist TO, 1999. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insect: community, guild and species responses. *Oecologia* 118: 371-380.
- Golden DM and Crist TO, 2000. Experimental effects of habitat fragmentation on rove beetles and ants: patch area or edge? *Oikos* 90: 525-538.
- Golli S, 2008. Peuplement de vers de terre dans les Agrosystèmes de l'Université d'Abobo-Adjamé: Abondance et diversité. Mémoire de Maîtrise PVE, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. 26p.
- Harris RJ and Burns BR, 2000. Beetle assemblages of Kahikatea forest fragments in a pasture-dominated landscape. *New Zealand Journal of Ecology* 24: 57-67.
- Hoffmann BD, and Andersen AN, 2003. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. *Austral Ecology* 28: 444-464.
- Huxel G and Hastings A, 1999. Habitat loss, fragmentation, and restoration. *Restoration Ecology* 7: 309-315.
- Kablan KABM, 2009. Peuplements de Diplopodes des écosystèmes de l'Université d'Abobo-Adjamé.

- Mémoire de Maîtrise PVE, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. 26p.
- Klein BC, 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70:1715-1725.
- Kouassi KD, 2002. Impact de trois espèces d'escargots sur quelques plantes de l'Université d'Abobo-Adjamé: inventaire et préférence alimentaire. Mémoire de DEA. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. 46p.
- Lande R, 1993. Extinction times in finite metapopulation models with stochastic local dynamics. *Oikos* 83: 383-389.
- Lauginie F, 2007. Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. NEI/Hachette et Afrique Nature, Abidjan, p 451.
- Laurance WF and Wasconcelos HL, 2004. Ecological effects of habitat fragmentation in the tropics. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Scoth G,
- Fonseca GAB, Harvey C, Gascon C, Wasconcelos HL, Izac AM (eds), pp. 33-49. Island Press, Washington, DC.
- Lawton JH, Bignell DE, Bolton B, Blowmers GF, Eggleton P, Hammond PM, Hodda M, Holt RD, Larsen TB, Mawdsley NA, Stork NE, Srivastava DS, Watt AD, 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effect of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
- MacArthur RH and Wilson EO, 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Majer JD, Day JE, Kabay ED, Perriman WS, 1984. Recolonisation by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. *Journal of Applied Ecology* 21: 355-375.
- Margules CR, Milkovots GA, Smith GT, 1994. Contrasting effects of habitat fragmentation on the scorpion *Cercophonius squama* and an amphipod. *Ecology* 75: 1033-2042.
- Martikainen P, Siitonen J, Punttila P, Kaila L, Rauh J, 2000. Species richness of Coleoptera in nature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological Conservation* 94: 199-209.
- Martin JE, 1983. Les insectes et arachnides du Canada Partie 1. Récolte, Préparation et Conservation des insectes, des Acariens et des Araignées. Publication 1643 de la Direction Générale de la Recherche. Agriculture Canada.
- Ouédraogo D, 2006. Rôle du chemin de fer dans l'économie du Burkina Faso : Révélation de la crise ivoirienne pp255-315. In Jean-Louis Chaléard, Chantal Chanson-Jabeur, Chantal Béranger (eds) *Le chemin de fer en Afrique*, Edition Karthala, 401p.
- Perraud A, 1971. Les sols : In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Avenard JM, Eldin M, Girard G, Sircoulon J, Toucheboeuf JL, Adjanohoun E, Perraud A (eds). *Memoire ORSTORM no50* : 265-391.
- Quinn JF, Harrison SP, 1988. Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. *Oecologia* 75: 132-140.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR, 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- SPECI (Société de presse et d'édition de la Côte d'Ivoire), 1977. *L'industrie ivoirienne*. p 17.
- Terayma M and Murata K, 1990. Effects of area and fragmentation of forests for nature conservation: analysis by ant communities. *Bulletin of the Biogeographical Society of Japan*, 45, 11-18.
- Vasconcelos HL, Vilhena JMS, Magnusson WE, Albernaz ALKM, 2006. Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian communities. *Journal of Biogeography* 33: 1348-1356.
- Webb NR, 1989. Studies on the invertebrate fauna of fragmented heathland in Dorset, UK, and the implications for conservation. *Biological Conservation* 47:153-165.
- Webb NR, Clarke RT, Nicholas JT, 1984. Invertebrate diversity on fragmented Calluna-heathland: effects of surrounding vegetation. *Journal of Biogeography* 11: 41-46.
- Wilcox B and Murphy D, 1985. Conservation strategy the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist* 125: 879-887.
- Yéo K, Konaté S, Tiho S, Camara KT, 2011. Impacts of land use types on ant communities in a tropical forest margin (Oumé – Côte d'Ivoire). *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(2), pp. 260-274.
- Yéo K, 2006. Dynamique spatiale et diversité des fourmis de la litière et du sol dans une mosaïque forêt-savane en Côte d'Ivoire.

Tableau 5 : Quelques composantes de la faune de la relique forestière de l'UAA Liste d'espèces animales rencontrées dans la relique forestière de l'UAA. (D'après Dr. Gbapa, 2008 ; Golli, 2008 ; Bahans, 2008 et Kablan, 2009)

Classes	Familles	Nombre d'espèces
Oiseaux	<i>Accipitridae</i>	1
	<i>Ardéidae</i>	1
	<i>Corvidae</i>	1
Amphibiens	<i>Hyperoliidae</i>	3
	<i>Dicoglossidae</i>	1
	<i>Bufo</i>	2
	<i>Ptychadenidae</i>	3
	<i>Phrynobatrachidae</i>	1
	<i>Artroleptidae</i>	1
Reptiles	<i>Agamidae</i>	1
	<i>Chamaelonidae</i>	1
	<i>Scincidae</i>	1
	<i>Colubridae</i>	1
	<i>Elapidae</i>	1
	<i>Pythonidae</i>	1
	Mammifères	<i>Muridae</i>
<i>Thryonomyidae</i>		1
<i>Sciuridae</i>		2
<i>Soricidae</i>		2
<i>Cercopithecidae</i>		1
<i>Bovidae</i>		1
Diplopodes	<i>Pachybolidae</i>	2
	<i>Cryptodesmidae</i>	2
	<i>Oxydesmidae</i>	3
	<i>Paradoxosomatidae</i>	1
	<i>Prepodesmidae</i>	1
	<i>Odontopygidae</i>	2
	<i>Spirostreptidae</i>	4
	<i>Stemmiulidae</i>	1
Clitellata (Annélides)	<i>Acanthodrilidae</i>	8
	<i>Eudrilidae</i>	3

Tableau 6 : Nombre de familles de quelques ordres d'insectes rencontrés dans la relique forestière l'Université d'Abobo-Adjamé

Ordre	Nombre de Familles
Odonates	3
Dictyoptères	2
Isoptères	1
Orthoptères	6
Hétéroptères	11
Coléoptères	37
Lépidoptères	22
Hyménoptères	38

Yeo et al... J. Appl. Biosci. 2013. Impact de la fragmentation et pression humaine sur la relique forestière de l'université d'Abobo-Adjamé

Diptères	43
Névroptères	4
Psocoptères	1
Homoptères	11
Thysanoptères	2
Collemboles	1