

UNIVERSITE DE KISANGANI
Faculté des sciences

Département d'Ecologie et Gestion
des Ressources Animales et Végétales

ETUDE DE L'EFFET DE LISIERE SUR LA REACTION OU pH DU SOL DANS UN
PAYSAGE FRAGMENTE DE LA CUVETTE CENTRALE CONGOLAISE.
CAS DE LA RESERVE FORESTIERE DE MASAKO
(PROVINCE ORIENTALE, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO)



Par

Michel LOKONDA O. WA KIFIPO

Mémoire

Présenté en vue de l'Obtention du
Diplôme d'Etudes approfondies (DEA) en
Gestion de la Biodiversité

Orientation : Ecologie du paysage

Directeur : Pr. Dr. Jan BOGAERT (ULB)

Codirecteur : Pr. Dr Ferdinand KOMBELE (IFA)

Année académique : 2006 - 2007

Béni soit l'Eternel !
Sans l'Eternel qui nous protégea,
... les eaux nous auraient submergés,
les torrents auraient passé sur notre âme, ...
Notre secours vient de l'Eternel,
Qui a fait les cieux et la terre.

Psaume 124.

AVANT-PROPOS

« Si longue soit la nuit, le jour paraîtra ». Le présent travail qui est le couronnement d'une année au programme de Diplôme d'Etudes approfondies est le fruit de l'action combinée de plusieurs contributions. Nous ne pourrions entrer dans son vif sans dire un mot de reconnaissance.

Aussi, notre profonde gratitude va droit au Professeur Jan BOGAERT, responsable du Laboratoire d'Ecologie du paysage de l'Université Libre de Bruxelles (ULB), qui a bien voulu initier et accepter de diriger ce travail. Ses conseils de guide, directives et encouragements nous ont été d'un grand réconfort.

Nos remerciements s'adressent également au Professeur Ferdinand KOMBELE BISHOSHA, co-promoteur de ce travail, qui s'est dévoué pour notre encadrement, en acceptant de discuter chaque point avec bienveillance. Les particuliers moments de longues et pénibles marches partagées lors de l'ouverture des transects, au milieu des touffes de végétations forestières de MASAKO, parfois jonchées des marres d'eaux, me resteront ineffables.

Nous remercions le Professeur Léopold NDJELE M, pionnier de l'initiative du programme DEA et qui a bien voulu nous accompagner pédagogiquement tout au long de l'année,

Nous remercions l'équipe enseignante composée des professeurs DUDU AKAIBE, TSHIMPANGA BAKANDIANJILA, Jean LEJOLY, Jean-Claude MICHA, UPOKI AGENONG'A, Jean-Pierre MATE, GBAIGBA, Gaston KIMBUANI, pour toujours de dévouement à la cause noble,

Nous remercions la Coopération technique belge (CTB) pour le soutien financier accordé aux fins de ces études,

Nous remercions tous les collègues de promotion OKANGOLA, Consolate KASWERA, Jean-Marie KAHINDO, Prosper SABONGO, Joseph LITUCHA, la liste est longue, chacun en particulier pour le climat de franche collaboration qui a caractérisé nos relations.

A vous mes tendres parents LOKONDA KIPEMBO Aloys et IFOFI OMATELA Pauline Francisca, pour votre affection omniprésente.

A toi ma chérie Virginie DAMALI, tu es le giron visible de notre progéniture (les LOKONDA) et l'artisan inlassable de la concorde et de paix conjugale.

RESUME

La notion de lisière est devenue l'un des concepts clé en écologie, principalement étudié comme indicateur des changements globaux. Nous nous sommes proposé d'étudier ses effets sur le pH du sol dans un paysage anthropisé de la cuvette centrale congolaise, afin de comprendre la nature du changement qu'elle induit sur ce paramètre abiotique du sol. Nous avons effectué nos travaux de recherche dans Réserve forestière de MASAKO, en raison de la diversité d'habitats qui la compose et qui correspond aux différents stades de reconstitution de la forêt ombrophile équatoriale.

Deux transects parallèles, longs de 1.200 m chacun et traversant deux types adjacents d'occupation de sol notamment une forêt et une zone en déprise agricole (jachère vieille de plus ou moins cinq ans). Ces deux transects ont constitué nos sites d'observations et de prélèvement d'échantillons. Le pH-H₂O comme le pH-KCl ont été mesuré à l'aide d'un pH-mètre selon le protocole méthodologique mis au point par Duchaufour.

La mise en graphique des valeurs de pH a permis de repérer et de déterminer les largeurs des lisières à travers une observation visuelle (basée sur la courbe du changement du facteur écologique), une analyse statistique, ainsi que l'analyse de la vitesse du changement du facteur écologique. L'analyse des courbes des valeurs moyennes du pH-H₂O comme celles du pH-KCl a révélé la présence des lisières aux valeurs fort contrastées par rapport aux zones d'occupation du sol adjacentes. D'une manière générale, l'effet de lisière entraîne une baisse du pH du sol ; cet effet est beaucoup plus perceptible en jachère et sur couches superficielles du sol (présence des zones plus épaisses) qu'en forêt et sur couches sous-jacentes. Cette situation s'expliquerait par la variabilité des facteurs microclimatiques tels le taux d'humidité, la luminosité et les températures ambiantes, qui induisent des conditions biotiques différentielles (WILLIAM, 2001). De même, l'influence des lisières sur le pH diminue avec la profondeur. Il est possible qu'à une profondeur donnée du profil, l'influence de la lisière cesse.

Des études biologiques, et physiques et chimiques approfondies du sol nécessitent d'être menées en vue de donner des réponses appropriées à plusieurs interrogations que suscitent les conclusions de ce travail.

Mots clés : Lisière, acidité du sol, pH-KCl, pH-H₂O, activité biologique, couverture du sol.

ABSTRACT

Edge habitats become one of the key concepts in ecology, mainly studied as global changes indicator. We propose to study its effects on soil reaction (pH) in human-managed landscape of Congolese central basin, in order to understand the nature of changes that it induces on this abiotic parameter of the soil. We conducted our research in the MASAKO Forest Park (situated on former Buta road at 14 kilometres from Kisangani), because of the diversity of habitats which composes it and which corresponds to different stages of reconstitution of the equatorial ombrophilous forest.

Two transects parallel, lengths of 1.200 m each and crossing two adjacent types of land cover in particular a forest and a land fallow to a certain degree of abandonment (of about 5 years old). These two transects constituted our sites of observations and sampling. The pH-H₂O as the pH-KCl were measured using a pH-meter according to the methodological protocol developed by DUCHAUFOR

The setting in graph of the values of pH allowed to locate and to determine the widths of the edge habitats through the visual observation of different curves and the statistical analysis.

The analysis of the curves of values of the pH-H₂O as those of the pH-KCl revealed the presence of the edges – characterised by contrasted values compared to the adjacent zones of land cover.

In general cases, the effect of edge involves a fall of the pH of the soil; this effect is much more perceptible in fallow and on surface layers of the soil (presence of the thicker zones), than in forest and on subjacent layers. This situation could be explained by the variability of the microclimatic factors such the rate of humidity, the luminosity and the ambient temperatures, which induce differential biotic conditions (WILLIAM, 2001). In the same way, the influence of the edges on the pH decreases with the depth. It is possible that with a given depth of the profile, the influence of the edge stops.

Biological, and physical as well as chemical thorough studies of soil require to be carried out in order to give appropriate responses to several interrogations which the conclusions of this work cause.

Key words: Edge, soil acidity, pH-KCl, pH-H₂O, biological activity, land cover.

TABLE DES MATIERES

	Pages
Avant-propos	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des Figures	
Problématique	5
Objectifs de l'étude	6
Hypothèses	6
Première partie : Introduction générale	8
I.1. Ecologie du paysage	8
I.1.1. Relation entre la structure spatiale du paysage et les processus qui s'y déroulent	9
I.1.2. Champ de l'écologie du paysage	10
I.1.3. Ecotones, lisières et frontières physiques nettes	11
I.1.3.1. Types d'écotones	11
I.2. Réaction ou pH du sol	12
I.2.1. Définition du pH	12
I.2.2. Sources de l'acidité et de l'alcalinité du sol	13
I.2.3. Importance du pH en écologie	15
I.2.4. Définitions des classes de pH	17
Deuxième partie : Milieu, matériels et méthodes	18
II.1. Cadre de l'étude	18
II.1.1. Province orientale	18
II.1.1.1. Climat	18
II.1.1.2. Géomorphologie	19
II.1.1.3. Sols	20
II.1.1.4. Végétations	21
II.2. Choix du site d'étude	22
II.3. Caractéristiques stationnelles de la Réserve forestière de Masako	23
II.3.1. Les sols	23
II.3.2. Le climat	24
II.3.3. La végétation	24
II.4. Prospection et mise en place des transects	26

II.4.1. Prospection	26
II.4.2. Mise en place des transects	26
II.5. Echantillonnage	27
II.5.1. Plan d'échantillonnage	27
II.5.2. Prélèvement des échantillons	29
II.5.3. observations sur l'occupation des sols	30
II.6. Détermination des pH du sol	31
II.7. Matériels et réactifs	31
II.8. Repérage et détermination des largeurs des lisières	32
Troisième partie : Résultats et discussions	33
III.1. Résultats	33
III.1.1. Description botanique des transects	33
III.1.2. pH - H ₂ O	34
III.1.2.1. Valeurs de pH- H ₂ O	34
III.1.2.2. Relation entre le pH a l'eau et largeur des lisières	37
III.1.2.2.1. pH-H ₂ O et largeur des lisières au niveau des couches superficielles	37
III.1.2.2.2. pH-H ₂ O et largeur des lisières au niveau des couches sous-jacentes	39
III.1.2.2.3. Calcul des vitesses de changement du pH	42
III.1.2.2.4. Relation entre le pH et gradient d'occupation du sol	43
III.1.3. pH - KCl N	44
III.1.3.1. Valeurs de pH - KCl N	44
III.1.3.2. Relation entre le pH a l'eau et largeur des lisières	46
III.1.3.2.1. pH - KCl N et largeur des lisières au niveau des couches superficielles	46
III.1.3.2.2. pH - KCl N et largeur des lisières au niveau des couches sous-jacentes	49
III.1.3.2.3. Calcul des vitesses de changement du pH	52
III.1.3.2.4. Relation entre le pH et gradient d'occupation du sol	52
III.2. Discussion, conclusion et perspectives	54
III.2.1. Discussion	54
III.2.2. conclusion et perspectives	57
Bibliographie	
Annexes	

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Influence du pH sur les processus pédo - écologiques
- Tableau 2 : Définition des classes de réaction ou pH-H₂O du sol
- Tableau 3 : Composition granulométrique des sols de la réserve forestière de MASAKO
- Tableau 4 : Composition chimique des sols de la réserve forestière de MASAKO
- Tableau 5 : Données climatiques de Kisangani, de 1987 à 1996
- Tableau 6 : Valeurs de pH-H₂O des sites échantillonnés selon les profondeurs et les types d'occupation des sols
- Tableau 7 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH - H₂O des couches superficielles.
- Tableau 8 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH-H₂O des couches sous-jacentes.
- Tableau 9 : Comparaison entre les zones d'occupation du sol et leurs lisières sur le plan du pH-H₂O
- Tableau 10 : Vitesses de changement de pH-H₂O dans les différentes lisières et par tranche du sol
- Tableau 11 : Valeurs de pH-KCl N des sites échantillonnés selon les profondeurs et les types d'occupation des sols
- Tableau 12 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH-KCl des couches superficielles.
- Tableau 14 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH-KCl des couches sous-jacentes.
- Tableau 14 : Comparaison entre les zones d'occupation du sol et leurs lisières sur le plan du pH-KCl
- Tableau 15 : Vitesses de changement de pH-KCl dans les différentes lisières et par tranche du sol

Liste des figures

- Figure 1 : Schéma d'une démarche scientifique en écologie du paysage, montrant le paysage comme le fruit de la dynamique du milieu et de la société qui s'y développe.
- Figure 2 : Eléments clés d'un système écologique applicable à chaque échelle spatio-temporelle : la structure du paysage, la composition et les fonctions présentes dans le paysage
- Figure 3 : Carte administrative des districts et territoires de la Province Orientale, République démocratique du Congo.
- Figure 4 : Image satellite de la Réserve forestière de MASAKO
- Figure 5 : Image satellite de la réserve forestière de MASAKO
- Figure 6 : Schéma d'un plan d'échantillonnage le long d'un transect
- Figure 7 : Illustration d'une matérialisation des points d'échantillonnage suivant la vitesse de changement du pH
- Figure 8 : Chaînage et matérialisation des points
- Figure 9 : Vue d'un point de prélèvement d'échantillon
- Figure 10 : Vue de l'équipe d'échantillonnage à la fin d'une journée de travail
- Figure 11 : Vue des échantillons prêt au comptage et à l'acheminement au Laboratoire
- Figure 12 : Collecte des informations utiles sur la station.
- Figure 13 : Illustration d'une courbe représentant le changement d'un facteur écologique en fonction de la transition d'un type d'occupation du sol en un autre
- Figure 14 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à trois périodes) du pH-H₂O le long des transects dans les couches superficielles (0 - 20 cm)
- Figure 15 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à trois périodes) du pH-H₂O le long des transects dans les couches sous-jacentes (20 - 40 cm)
- Figure 16 : Droite de régression du pH-H₂O pour les deux tranches du sol étudiées.
- Figure 17 : Courbes de tendance des moyennes mobiles (à trois périodes) du pH-KCl le long des transects dans les couches superficielles.
- Figure 18 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à trois périodes) du pH-KCl N le long des transects dans les couches sous-jacentes.
- Figure 19 : Droites de régression du pH-KCl pour les 2 tranches du sol étudiées.

PROBLEMATIQUE

La couverture forestière dans la grande majorité des pays tropicaux se dégrade et régresse continuellement de nos jours, à la suite essentiellement des interventions anthropiques. Tenez, pour le seul bassin du Congo, la réduction de la couverture forestière est de 1,3% comparativement à 2000, et de 4,3% comparativement à 1990 (BOGAERT et al. cités par KABULU, 2007). WIKIPEDIA (2006) souligne le fait que ces actions anthropiques ont physiquement ou fonctionnellement interrompu ou morcelé un grand nombre des corridors écologiques par des goulots d'étranglements érigés au travers des infrastructures naturelles. Ainsi l'agriculture industrielle, l'urbanisation, l'industrialisation et le développement des infrastructures construites, surtout à partir du XIXe siècle, conduisent à une croissante fragmentation écologique des paysages et écosystèmes.

Les fragmentations éco - paysagères, à travers les conditions écologiques différentielles qu'elles induisent aux milieux, entraînent une dynamique spatio-temporelle des composantes biologiques, physiques et sociales des paysages, qui confère à la biosphère des traits continuellement mouvants. C'est à ce titre que la notion de lisière est devenue un des concepts clés en écologie, principalement étudié comme indicateur des changements globaux. Il est reconnu aux structures éco - paysagères de jouer un rôle particulièrement déterminant en ce qui concerne les possibilités d'accès aux ressources naturelles pour les individus et communautés, dans tout ou partie d'un paysage, et dans le cas des individus à un stade ou autre de leur vie. Lorsqu'en effet, une fragmentation survient dans un éco - paysage, elle entraîne une modification plus ou moins significative du comportement des organismes vivants, en affectant directement leurs connectivités spatiales et fonctionnelles, ou indirectement la disponibilité de leurs ressources vitales (aliments, eau, abri, etc.) Ceci est valable tant pour la faune, la flore que pour la fonge ou les microbes ou les communautés que les espèces forment au sein des écosystèmes.

BARBAULT (cité par BOGAERT, 2006) insiste sur la nécessité au plan scientifique d'entreprendre une analyse du fonctionnement des systèmes écologiques en cause. Ceci dans le but de garantir une gestion durable de la biosphère ou de la diversité biologique.

De nos jours, les effets de lisière sur les composantes biotiques et abiotiques, tout aussi complexes évidemment, sont malheureusement mal ou peu connus et sont, de ce fait, sous documentés. De plus en plus l'on se préoccupe des effets de lisière en aménagement forestier, en agriculture et autres domaines connexes.

Pour cette raison et afin de comprendre la dynamique spatiale de composantes physico-chimiques du sol dans un paysage fragmenté, nous nous proposons de conduire la présente étude qui consiste à étudier l'effet de lisière sur la réaction ou pH du sol. L'influence du pH dans la régulation de la population du sol n'est plus à démontrer. On le sait, certains microorganismes telles les bactéries nitrifiantes ne peuvent fonctionner que dans une fourchette de pH donnée (ARMSON, 1977).

Pour ce faire, nous avons choisi de travailler dans la réserve forestière de MASAKO qui fait partie de la cuvette centrale congolaise, en raison de la forte pression anthropique à laquelle elle est soumise à travers une pratique effrénée de l'agriculture itinérante sur brûlis, l'abattage des arbres pour usage varié. Ce qui confère au milieu une diversité d'habitats correspondant aux différents stades de reconstitution de la forêt ombrophile équatoriale, d'où retrouve-t-on une présence multiforme des lisières aux zones de contacts entre les écosystèmes en présence.

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Objectif global

Contribuer à la connaissance du phénomène lisière, afin de comprendre comment certains facteurs abiotiques du milieu, notamment le pH, pourraient en être influencés.

Objectifs spécifiques

- 1) Déterminer les valeurs de pH du sol à l'eau et à la solution normale de KCl sur deux types d'occupation du sol le long des transects ouverts. Les types d'occupation du sol étant la forêt secondaire et la jachère vieille de plus ou moins 5 ans; Les pH seront relevés dans deux tranches du sol, à savoir 0-20 cm et 20-40 cm de profondeur.
- 2) Etudier la variabilité du pH en fonction des types d'occupation du sol et établir l'influence possible de la lisière sur ce paramètre,
- 3) Déterminer la largeur de la lisière au niveau de l'éco - paysage fragmenté.

HYPOTHESES

La fragmentation d'un paysage s'accompagne d'une modification des conditions écologiques du milieu, avec effet d'entraînement sur la disponibilité des ressources critiques (eau, aliment, abri, etc.) et sur le comportement des organismes vivants (BOGAERT, 2006). Comme le soutient RAMADEF (2003), 'l'écotone propre au contact forêt méditerranéenne - garrigue récemment

incendiée ou forêt caducifoliée tempérée - forêt de conifères est marqué par de brutales variations dans l'éclairement, la température superficielle, l'humidité, le pH du sol, etc.'

Le pH du sol étant en grande partie tributaire de l'activité biologique des organismes vivants (CO_2 , H^+ émis par les racines des plantes), l'on s'attendrait à ce que sa courbe des valeurs présente une allure nettement contrastée entre les deux types d'occupation du sol (forêt, jachère) et leurs lisières.

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE

Le présent travail est réalisé dans le domaine de l'Ecologie du paysage qui demeure un domaine de recherche encore plus récent. Nous pensons utile de devoir préciser cette nouvelle notion ainsi que quelques différents concepts généraux indispensables dans le cadre de cette étude.

I.1. ECOLOGIE DU PAYSAGE

L'Ecologie du paysage est une science récente et en évolution. Le terme « Ecologie du paysage » fut introduit par TROLL, biogéographe allemand, en 1939 dans l'objectif de combiner deux disciplines à savoir la géographie et l'écologie, afin de relier les structures spatiales aux processus écologiques (BOGAERT, 2006).

L'écologie du paysage, en effet, étudie la dynamique spatiotemporelle des comportements biologiques, physiques et sociaux des paysages humanisés et naturels ; le terme paysage devant être compris dans le sens d'un éco - complexe c'est-à-dire un espace géographique dynamique composé d'écosystèmes en interaction.

Cette nouvelle discipline permet d'accomplir des analyses à un niveau spatial qui est caractéristique pour certains processus et phénomènes écologiques. L'écologie du paysage, en tant que science, décrit et cherche à expliquer (HEINRICH et HERGT cités par KABULU, 2007) :

- la structure du paysage (leur composition et configuration) ;
- le fonctionnement des paysages (mécanisme et processus, interactions entre les paysages et leur environnement, le flux d'énergie et de matière traversant les paysages, les cycles biogéochimiques) ;
- les qualités écologiques, économiques et sociales du paysage ;
- les diverses fonctions que les paysages exercent au profit de la société ;
- la dynamique des paysages (leur évolution dans le temps et dans l'espace).

Les principales méthodes scientifiques de cette nouvelle science sont la cartographie, la télédétection, les systèmes d'informations géographiques, les techniques d'échantillonnage, les méthodes statistiques et la modélisation.

I.1.1. RELATION ENTRE LA STRUCTURE SPATIALE DU PAYSAGE ET LES PROCESSUS QUI S'Y DEROULENT

Le paysage est la résultante d'une dynamique entre le milieu physique et l'activité des sociétés humaines qui s'y sont développées. La structure spatiale, l'organisation, la dynamique du paysage (Figure 1) sont en interaction constante avec les processus écologiques qui s'y déroulent (BOGAERT, 2006).

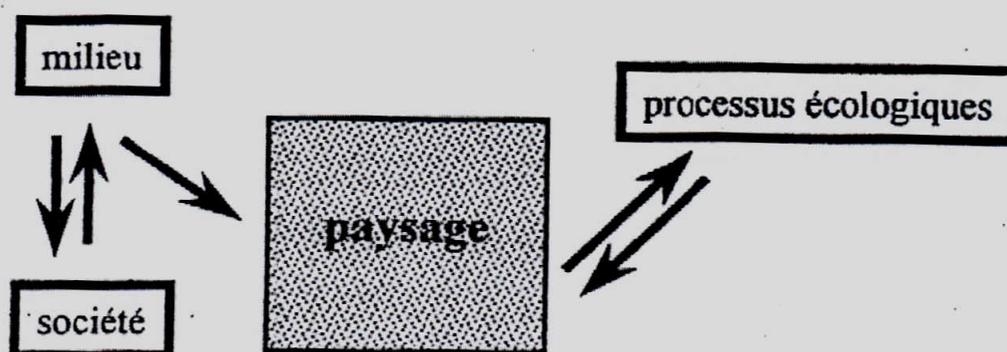


Figure 1. Schéma d'une démarche scientifique en écologie du paysage, montrant le paysage comme le fruit de la dynamique du milieu et de la société qui s'y développe (BUREL et BAUDRY, 2003)

L'importance de la structure spatiale des écosystèmes paysagers pour éclairer les processus écologiques est reconnue par la communauté écologique (FORTIN cité par BOGAERT & MAHAMANE, 2005). Chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de 3 éléments clés : sa configuration, sa composition et son fonctionnement (Figure 2). Un changement d'un des éléments aura des répercussions sur les 2 autres.

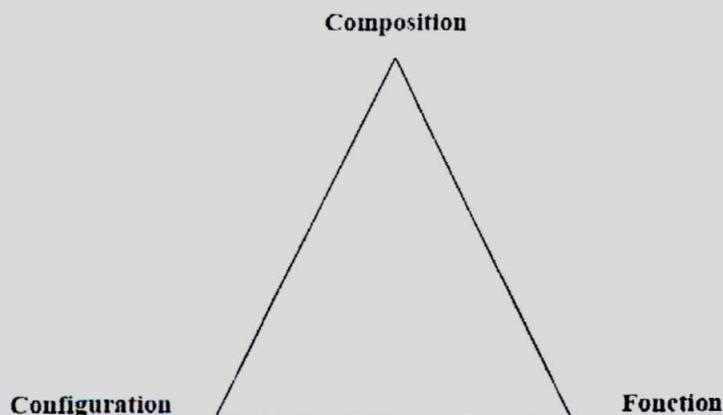


Figure 2. Eléments clés d'un système écologique applicable à chaque échelle spatio-temporelle : la structure du paysage, la composition et les fonctions présentes dans le paysage (BOGAERT, 2006)

Si la structure spatiale d'une composante paysagère change, par exemple suite à la fragmentation d'une zone forestière, le processus de migration des populations qui utilisent cette forêt comme habitat changera également. En plus, si l'écosystème considéré est fragmenté, la composition du paysage connaîtra une dynamique, car les zones initialement couvertes par la forêt seront remplacées par une autre classe végétale d'occupation du sol. Ce principe justifie l'importance donnée en écologie du paysage à l'étude des structures spatiales des paysages.

I.1.2. CHAMP DE L'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

Le champ de l'écologie du paysage n'est pas encore réellement bien défini, en partie en raison de ses origines aussi diverses que l'architecture paysagère, l'aménagement du territoire, la sociologie, la géographie humaine, la gestion des ressources, l'analyse des données spatiales, et bien entendu l'écologie. Cependant quatre principes de base sous-tendent l'écologie du paysage (WIENS cité par RICKLEFS & MILLER, 2005).

Premièrement, les taches d'habitat ou des écosystèmes différents qui composent un paysage – les éléments de la mosaïque paysagère – varient en qualité dans le temps et dans l'espace.

Deuxièmement, il existe des frontières entre les taches d'habitat. L'effet des frontières sur les mouvements d'organismes ou des matériaux peut être considérable et affecter les processus au sein des taches d'habitat ou entre celles-ci.

Troisièmement, en liaison avec l'influence des frontières, les mouvements d'individus et de matières entre les éléments du paysage déterminent la connectivité de ces éléments. Le degré de connectivité est sans doute extrêmement important dans la détermination de l'effet de perturbations sur le paysage.

Enfin, les caractéristiques et la dynamique d'une tache d'habitat particulière dépendent de sa localisation par rapport à la structure de la mosaïque dans son ensemble. Ce qui se passe dans une tache d'habitat est influencé par ce qui se passe dans les taches d'habitat alentour.

I.1.3. ECOTONES, LISIERES ET FRONTIERES PHYSIQUES NETTES

CLEMENTS (1905) définit l'écotone comme « une zone de tension où les principales espèces des communautés adjacentes atteignent leurs limites ». Il complète cette définition en 1907 par « ligne de tension qui connecte les points d'accumulation de changements ou de changement abrupt habituellement bien marqué entre formation, spécialement quand le milieu change, comme entre un étang et une prairie, moins évidents entre deux formations ».

Du point de vue de l'approche fonctionnelle, VANPEENE BRUHIER (1998) définit l'écotone comme suit : « zone de transition et de contact entre deux écosystème ou deux communautés écologiques voisines ». L'écotone peut être de taille et de structure très variées selon que l'on s'adresse à la zone de transition entre deux biomes. Du fait de la multiplicité des niches écologiques sur ces petits espaces, les écotones sont généralement plus riches en espèces et ont une diversité plus importante que les écosystèmes voisins. Ainsi, la végétation des lisières forestières comporte plus d'espèces que la forêt, la prairie ou le champ cultivé avoisinant. Ces écotones jouent donc un rôle fondamental dans le maintien des écosystèmes et assurent les transferts d'énergie et de matière entre eux-ci.

I.1.3.1. Types d'Ecotones

a) Les lisières

La lisière forestière est la limite entre une formation forestière et une formation herbacée ou de lande, elle est donc un type particulier d'écotone. Elle peut être découpée en deux entités possédant des associations caractéristiques : l'ourlet et le manteau (ARLOT, 1984, ROYER et RAMEAU, 1981).

C'est dans les lisières qu'a été fréquemment mis en évidence l'effet bordure « Edge effect » (LEOPOLD & ODUM cités par WIKIPEDIA, 2007) ; de nombreuses espèces végétales spécifiques sont en effet présentes dans le manteau (arbustes, lianes,...) ou dans l'ourlet, ce qui explique la grande richesse de ce milieu. Elles sont aussi réputées plus riches en oiseaux nicheurs (FULLER & WARREN, 1991), ce qui est pourtant controversé selon les études, en effet, si la nidification est plus élevée, la prédation, le parasitisme et la compétition le sont aussi (MARTIN, 1992).

b) Les ripisylves

La ripisylve est l'écotone terre -milieu aquatique qui a été le plus étudié (NAIMAN & DECAMPS, 1992). Les conditions de la station gérant les communautés végétales et leurs transitions ont été observées ainsi que leurs éventuels déplacements en fonction du degré et des rythmes de submersion. La ripisylve a été l'objet de recherches sur les transferts de différents flux de matériaux comme la rétention des nitrates ou du phosphore, ainsi que des flux d'espèces animales ou végétales, telles les invasions des plantes introduites le long des corridors riverains. En effet, "la nature dynamique des écotones est particulièrement évidente dans les limites milieu terrestre - milieu aquatique" (DECAMPS & NAIMAN, 1992).

c) Les limites supra forestières ("timberline")

Qu'elles se situent en haute altitude ou en haute latitude, les limites supra forestières concernent les zones de contact où l'arbre peu à peu cède la place à une végétation uniquement herbacée. Cet écotone plus ou moins large est caractérisé par la présence d'arbres isolés de plus en plus rabougris dont la morphologie sert de base à une typologie de la zone de contact. Il est le lieu d'études, à l'échelle du microsite, du fonctionnement autogène de l'installation d'îlots boisés, ou à l'échelle du paysage, de l'impact de la répartition de la neige sur sa position. Ces écotones sont très étudiés dans le cadre des changements globaux : augmentation de la température, augmentation de la teneur atmosphérique en CO₂, pollution atmosphérique ou quand les pratiques anthropiques changent.

1.2. REACTION OU pH DU SOL

1.2.1. Définition du pH

Le pH du sol est l'expression de la réaction du sol ; il indique la concentration des ions H⁺ libres ou plus précisément l'activité des ions H⁺ dans la solution du sol. Le pH étant le cologarithme de la concentration des ions H⁺ s'exprime en chiffres allant de 0 à 14. Dans la solution du sol, l'ion H⁺ se présente sous 2 formes possibles : H₃O⁺ (oxonium), H₂O₄⁺ (hydronium).

Le pH eau (potentiel Hydrogène) correspond à la concentration en hydrogène [H⁺] de la solution du sol. Il est appelé ainsi car il est mesuré dans un mélange terre / eau. Le pH eau permet de distinguer 3 grands types des sols :

- pH eau < 7 : sols acides ;
- pH eau = 7 : sols neutres ;
- pH eau > 7 : sols alcalins

Le pH KCl correspond à la concentration en hydrogène $[H^+]$ du sol obtenu après ajout de KCl. Le KCl a pour effet de chasser les H^+ fixés sur le complexe argilo - humique, ce qui permet de déterminer l'acidité totale ou acidité de réserve du sol.

Le pH KCl est donc un pH « théorique » qui permet de connaître l'acidité potentielle du sol. Il correspond au pH « plancher » vers lequel tendent tous les sols à cause du processus d'acidification.

Le pH KCl est toujours inférieur au pH eau, l'écart entre les 2 variant de 0,2 à 1,5 :

Ecart $< 0,5$: acidité de réserve faible,

Ecart < 1 et $> 0,6$: acidité de réserve moyenne,

Ecart > 1 : Acidité de réserve élevée. (Agro-systèmes, 2008)

Le pH des sols peut varier de 2 (sols contenant des sulfures qui s'oxydent en H_2SO_4) à 10 environ (sols contenant des sels alcalins tels que Na_2CO_3). Entre ces deux extrêmes, on note pour la plupart des sols, des pH compris entre 4 et 8. Les pH légèrement acides ou alcalins sont essentiellement dépendants du système eau- CO_2 . Par contre, dans les milieux plus acides, le pH est réglé par les interactions qui s'établissent entre la solution et les constituants organo - minéraux du sol.

La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau (rapport 1/2.5 en général) rend compte de l'activité des ions H_3O^+ présents à l'état dissocié dans la phase aqueuse surnageante, et détermine le pH eau, ou plus simplement le pH du sol. Les ions H_3O^+ en solution sont en relation avec des protons non dissociés, fixés à la matrice organo - minérale du sol qui se comporte comme un acide faible :



Le pH-KCl correspond ainsi à l'activité des ions H_3O^+ initialement à l'état dissocié et des ions H_3O^+ échangés : sa valeur est généralement inférieure à celle du pH- H_2O . Le pH-KCl constitue un paramètre plus stable que le pH- H_2O .

1.2.2. Sources de l'acidité et de l'alcalinité du sol

L'acidité d'un sol est généralement évaluée par son « pH », en fait le pH d'une suspension de terre dans une solution aqueuse suivant un protocole défini. Ce pH résulte de l'équilibre entre l'acidité ou l'alcalinité de différents constituants du sol.

Le sol est constitué d'êtres vivants et d'un ensemble de minéraux primaires, de minéraux secondaires, de particules de matière organique morte, de composés amorphes associant de la matière organique et des oxyhydroxydes de fer et d'aluminium. L'acidité d'un sol est le résultat d'une évolution très lente dominée par trois processus majeurs : l'activité biologique qui produit de l'acidité, La dissolution des roches et des sols qui produit de l'alcalinité et le drainage qui élimine ou non de l'alcalinité ou de l'acidité (le drainage est fonction de l'excès ou non de pluies par rapport à l'évapotranspiration).

Les minéraux primaires sont issus de l'altération des roches. Sauf exception, leur dissolution libère un excès de bases (OH^- , CO_3^{2-} ...), qu'ils proviennent de roches dites « basiques » ou « acides ». En dehors des carbonates finement divisés, plus solubles, leur vitesse de dissolution est très lente de sorte qu'ils interviennent peu dans la valeur instantanée du pH du sol. En revanche, par leur production d'alcalinité, ils limitent l'acidification des sols sur le long terme.

Les minéraux secondaires (c'est-à-dire issus de la transformation des minéraux primaires), la matière organique et les substances amorphes des sols portent des charges électriques et se comportent comme des acides ou des bases faibles, les sites acides sont chargés négativement et les sites basiques sont chargés positivement. Une proportion des charges négatives est indépendante du pH, ce sont les charges permanentes. Le reste dépend du pH, ce sont les charges variables. La quantité totale de charges négative augmente avec le pH. Dans les régions tempérées, la charge nette du sol est négative. Les charges négatives sont susceptibles de retenir des cations qui peuvent être remplacés par d'autres cations : ils sont dits échangeables. Les cations sont classés en deux catégories : les cations sans effet sur le pH (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) et les cations spécifiques de « l'acidité d'échange » (Al^{3+} et H^+).

Le pH du sol dépend de ces différentes entités, sites et cations, de leur quantité et de leur acidité (ou basicité) respective. Classiquement, l'acidification d'un sol est associée à la baisse de son pH. D'une manière plus générale :

- En conditions acides, l'acidification se traduit par l'augmentation de l'acidité d'échange (Al^{3+} et H^+) et par la dissolution de minéraux. Le pH peut ne baisser que très lentement,
- En conditions alcalines, cas des sols sur roches calcaires, l'acidification entraîne la dissolution de particules calcaires. Il y a donc une diminution de la réserve d'alcalinité totale, sans baisse de pH.

L'acidité d'un sol dépend de l'équilibre entre les sources d'acidité et d'alcalinité, sources qui réagissent rapidement avec l'eau du sol. L'acidification des sols implique que les processus produisant de l'acidité soient supérieurs au potentiel de neutralisation.

Les principaux processus produisant de l'acidité dans les sols sont la production d'acides organiques et/ou d'acide nitrique par les microorganismes du sol, la respiration des organismes vivants (racines, microorganismes) et l'absorption d'un excès de cations (Ca, Mg, K, NH₄) par rapport aux anions (NO₃, PO₄) par les racines. En général, plus la production de biomasse est élevée (plus ça pousse !), plus forte est la source d'acidité.

Les principaux processus produisant de l'alcalinité sont la dissolution des minéraux primaires et la réduction de différents composés (nitrates, bicarbonate...). En terre agricole, les apports d'amendements sont la source principale d'alcalinité.

L'évaluation du bilan de l'acidification, c'est à dire la différence entre les productions d'acidité et d'alcalinité est délicate. On se contentera de dire ici que le bilan comptable à moyen terme des entrées et sorties en cations Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ et Na⁺ est en général approprié pour diagnostiquer le risque d'acidification. Naturellement les sols les plus acides se rencontrent (1) sous des climats chauds et humides (il pleut et ça pousse); (2) sous des climats froids et pluvieux (ça pousse moins,). Les sols neutres ou alcalins se rencontrent sous des climats secs (pas de perte d'alcalinité). Mais, à l'intérieur de ce cadre, l'homme joue toujours et partout un rôle considérable. En forêt, les dépôts atmosphériques acides ou alcalins, et les récoltes de biomasse (tronc, feuillages) peuvent accélérer l'acidification du sol. En terrain agricole, les apports d'engrais azotés et les récoltes déterminent une progressive acidification si elle n'est pas contrebalancée par des amendements (DAMBRINE, 2004).

I.2.3. IMPORTANCE DU pH EN ECOLOGIE

Le pH du sol a une grande influence sur tous les processus chimiques, biologiques et physiques dans le sol et sur toutes les propriétés du sol. Pédologiquement, le pH influence tous les processus de la formation et du développement du sol depuis la transformation de ses minéraux jusqu'au processus de son développement.

Le pH a des effets surtout indirects sur la croissance des plantes. Une saine gestion du sol commence par la correction des problèmes de pH.

De façon générale, les plantes absorbent les nutriments du sol si ces derniers sont dissous dans l'eau. Le pH du sol, quant à lui, influe sur la solubilité des nutriments et sur l'activité des organismes qui sont responsables de la transformation de la matière organique et de la fixation de l'azote

Ecologiquement, les effets les plus importants du pH du sol portent sur la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol. Les meilleures conditions de pH c'est-à-dire les moins nuisibles à la croissance des plantes et à plusieurs phénomènes éco-pédologiques se retrouvent dans les sols moyennement acides, neutres et légèrement alcalins (pH entre 5 et 7.5).

Certains microorganismes, telles les bactéries nitrifiantes, ne peuvent fonctionner que dans une fourchette de pH donnée (ARMSON, 1977). L'influence du pH sur les processus pédo-écologiques est ressortie dans le tableau 1 ci-après :

Tableau 1. Influence du pH sur les processus pédo-écologiques

Processus	Valeurs optimales de pH
- Altération chimique des minéraux	< 4
- Formation des nouveaux minéraux	Entre 4.5 et 7.5
- Décomposition de la matière organique	Supérieure ou égale à 6
- Humification	Entre 4.5 et 7.5
- Activité biologique : - Augmente	Entre 6 et 7
- Diminue	Supérieur ou égal à 8
- Formation des agrégats du sol	Supérieur ou égal à 4.5
- Migration des argiles	Entre 4.5 et 6.5
- Mobilisation de l'Al et du Fe	
- se fait mieux	Inférieur ou égal à 5.5
- Diminue	Supérieur à 5.5
- Toxicité d'Al : - Subsiste	Entre 4 et 5
- Importante	Inférieur ou égal à 4
- Toxicité d'H ⁺	Inférieur ou égal à 3

Tableau 1. Influence du pH sur les processus pédo-écologiques (suite)

- Disponibilité des éléments minéraux		
- N et S		Entre 5 et 8
- P et B		Entre 5 et 7.5
- Ca et Mg	- Très élevée	Supérieur à 7
- K	- Augmente	7
	- Diminue	Supérieur à 7.5
- Cu et Zn		Entre 5 et 7.5
- Fe et Mn	Importante	Inférieur ou égal à 4
	Diminue	Supérieur à 4
- Mo	Importante	Supérieur à 7

Source : NIYUNGEKO, 1987

1.2.4. Définitions des classes de pH

DAY et MC MENAMIN (1983) définissent neuf classes de pH-H₂O du sol (Tableau 1). Le pH-H₂O optimal se situe entre 6,0 et 7,0 pour la plupart des cultures. Les sols forestiers ont naturellement au moins une classe plus acide que les mêmes sols sous culture.

Tableau 2. Définition des classes de réaction ou pH-H₂O du sol

Classe de pH	pH-eau
Extrêmement acide	<4,6
Très fortement acide	4,6 - 5,0
Fortement acide	5,0 - 5,5
Moyennement acide	5,5 - 6,0
Faiblement acide	6,0 - 6,5
Neutre	6,5 - 7,4
Faiblement alcalin	7,4 - 7,9
Modérément alcalin	7,9 - 8,4
Fortement alcalin	≥8,4

Source : Day et Mc MENAMIN, 1983

DEUXIEME PARTIE : MILIEU, MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL

II.1. CADRE DE L'ETUDE

Ce chapitre est tiré substantiellement de la monographie de la province orientale, unité de pilotage du processus DSRP, Document des stratégies de réductions de la pauvreté (2005).

II.1.1. Province Orientale

La Province Orientale est l'une des 11 provinces que compte la République démocratique du Congo ; elle est située au Nord- Est du pays et s'étend du 1^{er} parallèle Sud au 5^{ème} parallèle Nord et du 23^{ème} au 31^{ème} méridien à l'Est du méridien de Greenwich. Elle est limitée par la République Centrafricaine et le Soudan au Nord, les provinces du Nord- Kivu, du Maniema et du Kasai Oriental au Sud, l'Ouganda à l'Est et la Province de l'Equateur à l'Ouest. Sa superficie est de 503.239 Km², soit le 1/5 de la superficie totale du pays.

La province orientale compte quatre districts : la Tshopo, l'Ituri, le Haut-Uélé et le Bas-uélé ainsi que la ville de Kisangani (Figure 3).

II.1.1.1. Climat

L'on rencontre trois types de climat dans la Province Orientale :

Climat équatorial continental : sans saison sèche déterminée, cette zone équatoriale englobe la quasi-totalité du District de la Tshopo et s'étend jusqu'au Sud des Uélé.

Climat de transition entre le climat équatorial et le climat à saison sèche marquée : Buta, Bambesa, Poko, Aketi, Rungu, Wamba, Watsa, Mambasa et une partie de Irumu et de Djugu.

Climat Tropical : ce climat est localisé dans la partie Nord des Uélés et s'étend jusqu'à l'extrémité Nord de la Province Orientale : Territoires de Bondo, Ango, Dungu, Niangara, Faradje, Aru, Mahagi et une partie de Djugu et Irumu. Ce climat est caractérisé par une saison sèche marquée.

La moyenne régionale des températures annuelles de la Province Orientale se situe autour de 23,9° C avec un maximum de 30° C et un minimum de plus ou moins 19°C.

Des précipitations abondantes sont enregistrées dans le Sud- Ouest de la Province où elles atteignent une hauteur maximale de 2000 mm/an à Yahuma. Cette hauteur décroît vers l'Est et atteint sa plus faible valeur de 1100 mm/an au Lac Albert.

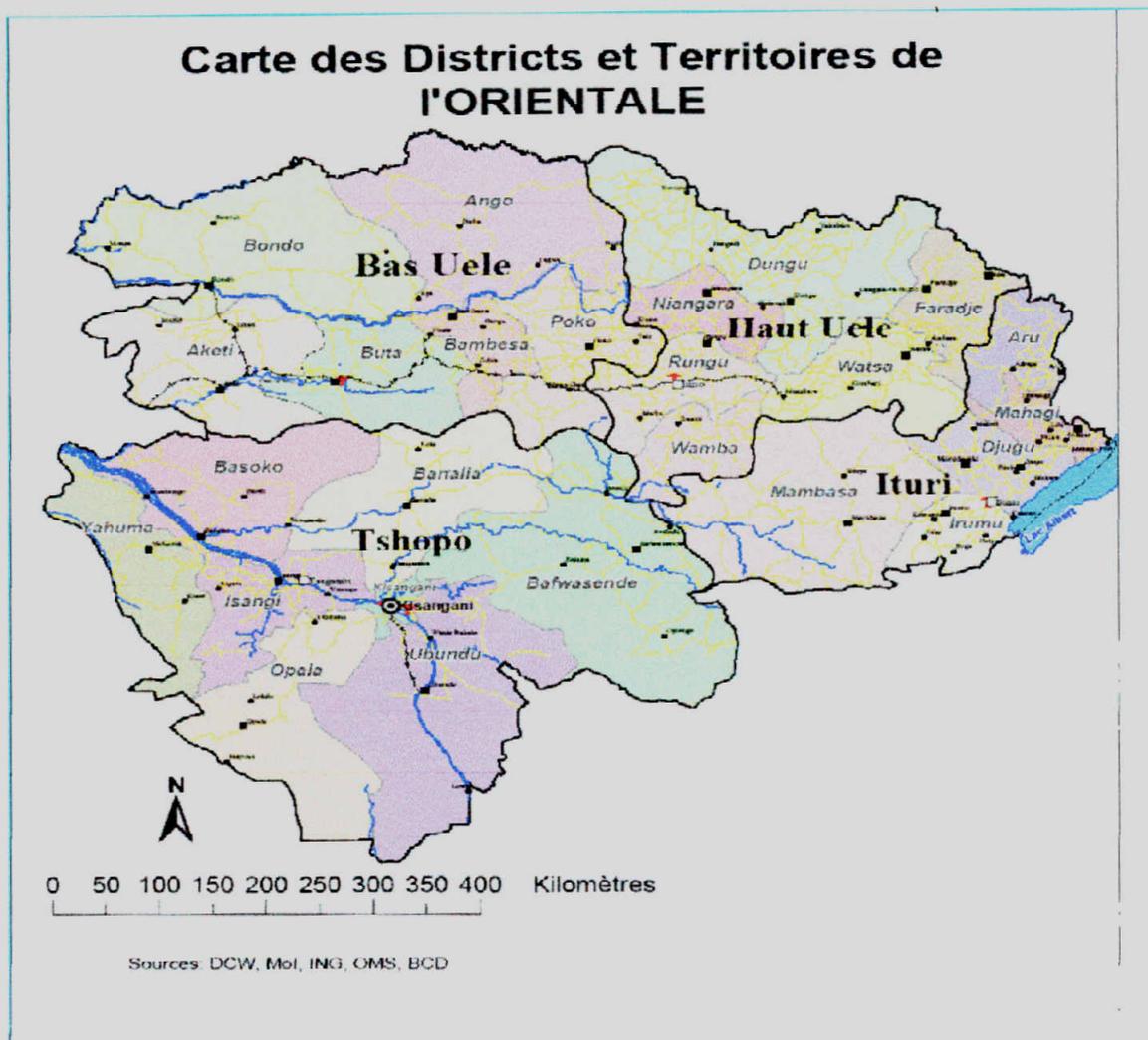


Figure 3. Carte administrative de la Province Orientale

II.1.1.2. Géomorphologie

La Province Orientale est caractérisée par un relief peu varié sauf dans sa partie orientale. On remarque trois zones de relief qui se succèdent de l'Ouest à l'Est

Une plaine qui s'étend au Sud-Ouest dont l'altitude est comprise entre 200 et 500 m et qui se situe dans la cuvette centrale, District de la Tshopo.

Les plateaux des Uélé dans les District du Bas et du Haut-Uélé avec l'altitude variant entre 500 et 800 m. Les plateaux de Kibali- Ituri dans les territoires de Faradje, Watsa et Mambasa, et dont les altitudes varient entre 1.000 et 1.500 m.

Les plateaux très accidentés (altitude allant de 1.400 à 2.450 m), sont entrecoupés des vallées profondes dans l'Est de la Province et dominés par la chaîne de Monts Bleus dont le sommet culmine dans le massif d'Aboro, entre les territoires d'Itumu et de Mahagi. Ils s'abaissent à l'Est par un escarpement sur le Graben du lac Albert et de la rivière Semliki (618 à 700 m d'altitude).

La Province orientale est presque entièrement située dans le bassin du Fleuve Congo, à part certaines parties des territoires de Aru, Mahagi, Djugu et Irumu qui, à l'Est fait partie du bassin du Nil.

II.1.1.3. Sols

Les principaux groupes de sols rencontrés dans la Province Orientale appartiennent au groupe des sols tropicaux ferrallitiques riches en fer et en alumine. Ces sols sont décrits comme suit :

- Les ferralsols : Ces sols, riches en argile du type 2:1 mais faibles en réserve minérale, présentent une altération complète des minéraux primaires. On les retrouve dans la quasi-totalité de la province. Ces sols peuvent présenter une certaine fertilité sous la forêt dense, cette fertilité restant fugace compte tenu de leur caractère filtrant dans une région où les précipitations sont abondantes.
- Les ferrisols : se retrouvent dans le Haut-Uélé en territoires de Rungu, Wamba, notamment dans la vallée de Nepoko. D'une manière générale, ce sont ces deux derniers territoires qui détiennent les meilleurs sols (les hygroferrisols sur roches schisteuses, et les hygroferrisols sur roches basiques dont la qualité est dite respectivement bonne et très bonne).

En Ituri, on retrouve des ferrisols provenant des assises non différenciées (comme des granites, schistes et les basaltes), des Kaolisols à horizons sombres, des terres noires tropicales sur alluvions et aussi des sols bruns tropicaux sur alluvions. D'une façon plus

générale, L'Ituri semble être, en matière des sols, le District le mieux doté de la Province orientale.

Enfin dans le district de la Tshopo, en plus des ferrisols sur roches non différenciées, on retrouve également des ferralsols des plateaux de type Yangambi, les arreno-ferralsols sur sable de type Salonga et les sols tropicaux récents. Ces derniers ainsi que les ferralsols sont réputés sols à aptitude agricole moyenne.

II.1.1.4. Végétations

La Province est subdivisée en trois zones phyto - géographiques : la forêt, la savane et la végétation hétérogène d'altitude.

Les forêts de la Province Orientale sont du type équatorial dense et humide. Ces forêts couvrent le Sud- Ouest (Tshopo) et la partie Sud des Uélé ainsi que l'Ouest de l'Ituri sur une superficie d'environ 350.000 Km².

Des forêts marécageuses où périodiquement inondées occupent des superficies importantes dans les Territoires d'Ubundu, Opala, Isangi, Yahuma et Basoko. Ce sont des forêts ombrophiles, sempervirentes, caractéristiques du climat Af. Sur les plateaux domine la forêt hétérogène semi-caducifoliée à *Scorodophleus Zenkeri*.

En bordure de la cuvette, s'étendent des vastes peuplements homogènes ou sub-homogènes à *Cynometra Alexandrii* dans sa partie orientale et à *Gilbertiodendron Dewevrei* dans sa partie centrale.

La zone de savane est située au Nord de la forêt équatoriale, elle couvre grosso modo le Nord des Uélé et l'Est de l'Ituri (ce sont surtout les régions à climat Aw). On y trouve aussi des galeries ou des lambeaux forestiers très secondarisés au fur et à mesure qu'on avance vers le Nord.

Enfin, la végétation hétérogène d'altitude est caractérisée par des parties ombrophiles de montagnes de forêts de bambous et de formations herbeuses ou des savanes zambéziennes. La zone de haute altitude est couverte de savanes nues ou facilement arbustives. Dans la plaine du lac Albert et de Semliki, ce sont des savanes arborescentes.

De manière générale, le District de la Tshopo et l'Ouest de l'Ituri sont des régions forestières. Le Sud des Uéléés constitue une zone de transition entre la forêt et la savane. Le Nord des Uélé et l'Est de l'Ituri sont recouverts par la savane de faciès variables en fonction de l'altitude (Dungu, Faradje, Niangara, Mahagi et Djugu).

II.2. CHOIX DU SITE D'ETUDE

Nous avons choisi d'effectuer nos travaux de recherche dans la station de MASAKO (Figures 4 et 5) qui est l'une des stations du CEFOC (Centre d'Ecologie Forestière du Congo), pour trois raisons principales :

- La Réserve de MASAKO comporte une diversité d'habitats qui correspondent aux différents stades de reconstitution de la forêt ombrophile équatoriale définis par LEBRUN et GILBERT (UPOKI, 2001),
- Le sud de la Réserve est soumis à une forte pression anthropique à travers la pratique de la traditionnelle agriculture itinérante sur brûlis, l'abattage des arbres et fabrication du charbon de bois (par la population locale). D'où, la présence des lisières aux différentes zones de contact entre les écosystèmes en présence.
- Sa proximité de la ville de Kisangani me donne l'opportunité d'y travailler de manière quasi permanente et de recourir aisément au service des scientifiques d'autres disciplines qui fréquentent le site ou qui peuvent s'y rendre à mon invitation sans que cela perturbe trop leur emploi de temps.

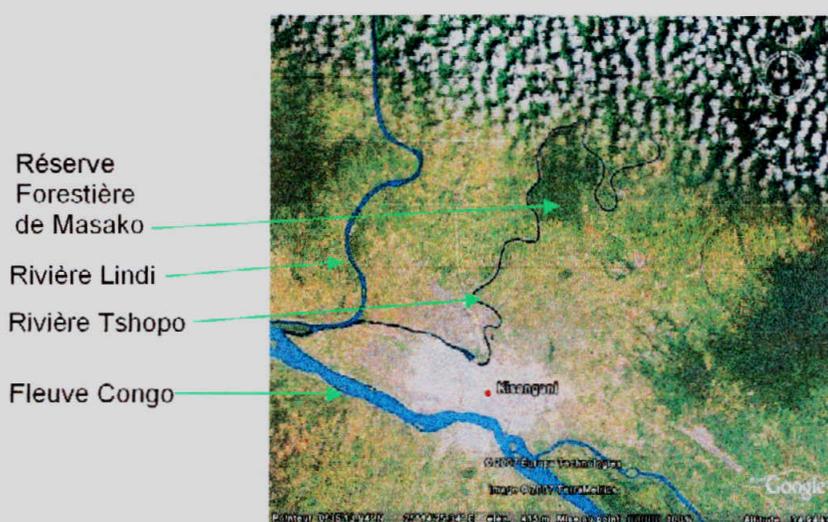


Figure 4. Image satellite de la région de Kisangani (Google, 2007)

II.3. CARACTERISTIQUES STATIONNELLES DE LA RESERVE FORESTIERE DE MASAKO

La Réserve Forestière de MASAKO est l'une des stations du Centre d'Ecologie Forestière au Congo (CEFOC) ; elle constitue un domaine de l'Etat congolais, sous la tutelle du ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme. Elle fut créée par ordonnance loi no 52/378 du 12 novembre 1953 (KAZADI et GEVAERT cités par UPOKI, 1997). Elle couvre une superficie de 2450 hectares ; quelques dizaines d'hectares situés au sud ont été concédés au ministère de l'Agriculture pour le projet CAPSA (Centre d'Adaptation et de Production des Semences Améliorées).

Elle est située au point kilométrique 15 sur l'ancienne route Buta, au nord-est de la ville de Kisangani, dans une grande boucle formée par un parcours de la rivière Tshopo qui la limite au nord, à l'Est et à l'ouest.

Ses coordonnées géographiques sont : 0°36' latitude Nord, 25°13' longitude Est, 500m d'altitude (DUDU, 1991).

II.3.1. Les sols

Les caractéristiques physiques et chimiques des sols dans la station de MASAKO et ses environs sont résumées comme suit (LUBINI et SOKI cités par MULOIWA, 2001) :

- La forêt primaire de la Réserve présente un profil à 4 horizons :
 - A1 (0-13cm) : sableux, noir- rougeâtre. Cet horizon contient une grande quantité des racines fines ;
 - A2 (13-34cm) : Sableux, jaune - rougeâtre. Les grosses racines y sont plus importantes que les fines ;
 - B1 (34-106cm) : Faiblement argileux, rouge - jaunâtre ;
 - B2 (106-200cm) : plus argileux que les autres horizons, rouge - jaunâtre. Les grosses racines sont rares.
- Dans le profil de la forêt secondaire jeune, on distingue 3 horizons :
 - A1 (0-44 cm) : brun pâle ; horizon moins argileux que les autres,
 - AB (44-68 cm) : jaune - brunâtre ; il est assez argileux. C'est un horizon de transition
 - B (68-200 cm) : jaune – rougeâtre. Il forme l'horizon d'accumulation d'argile.

Les tableaux 2 et 3 présentent les données physiques et chimiques des sols de la Réserve forestière de MASAKO (BEBWA et SOKI cités par MULOTWA, 2001).

Tableau 3. Composition granulométrique des sols de la réserve forestière de MASAKO

Profondeur (cm)	Argiles (<2mm)	Limons fins (2-20mm)	Limon grossiers (20-50mm)	Sables fins (50-200mm)	Sable grossiers (200-2000mm)	Classe texturale (Sys, 1961)
Forêt secondaire						
0-10	7,2	4,6	9,2	60,1	18,9	Sablo argileux fin
10-20	10,5	5,3	9,4	59,6	15,2	Sablo argileux fin
Forêt primaire						
0-10	33,6	6,8	8,4	30,1	21,1	Sablo argileux fin
10-20	35,3	6,3	8,8	29,2	20,4	Sablo argileux fin

Source : MULOTWA, 2001

Tableau 4. Composition chimique des sols de la réserve forestière de MASAKO

Profondeur (cm)	pH		Pourcentage			C/N
	H ₂ O	KCl	Matière organique	Carbone	Azote	
Forêt secondaire						
0-10	4,2	3,4	1,3	0,73	0,09	8,1
10-20	3,4	3,3	0,7	0,04	0,07	5,7
Forêt primaire						
0-10	3,9	3,1	3,2	1,9	0,19	10
10-20	4,2	3,3	1,8	1,1	0,14	7,9

Source : MULOTWA, 2001

II.3.2. Le climat

La Réserve forestière de MASAKO étant située dans les environs immédiats de la ville de Kisangani (15 km), elle jouit donc globalement du climat général de cette ville.

Le climat est du type Af de KOPPEN , équatorial avec une moyenne de précipitations annuelles de 1774 mm, températures moyennes annuelles de 24,2°C et humidité moyenne annuelle de 84%, amplitude thermique annuelle de 1,6 °C.

II.3.3. La végétation

Domaine de la forêt ombrophile guinéo congolaise, relativement humide de type 1a (WHITE, 1981), cette réserve est recouverte par environ 1/3 (665 sur les 2105 ha) de forêt primaire à *Gilbertiodendron dewevrei*, le reste étant constitué de forêts secondaires et jachères. Ces dernières

sont constituées des jeunes palmiers et espèces végétales *Triumpheta cordifolia*, *Aframomum sanguineum*, *Musanga cecropioides*, *Alchornum cordifolia*, *Rauwolfia vomitoria*, etc.; tandis que les forêts secondaires sont constituées de *Musanga cecropioides*, *Petersianthus macrocarpum*, *Zanthoxylum gillettii*, etc.

Tableau 5. Données climatiques de Kisangani, de 1987 à 1996

ANNEE DONNEES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
1987 TTT	25,1	24,8	25,4	25,9	25	24,7	23,8	24,2	24,2	24,6	24,4	24,8	24,7
1987 UU	83	82	80	79	80	82	79	77	83	84	86	85	81,7
1987 RR	57,8	179,3	126,3	64,2	240,7	112,4	97	79,6	216,6	194,3	388,3	184,4	161,7
1988 TTT	22,6	24,8	25,3	24,9	24,6	24,5	23,5	23,3	23,4	24	23,6	24,2	24,1
1988 UU	83	81	84	85	87	84	87	88	86	85	88	84	85,2
1988 RR	62,2	92,2	164,2	156,4	175,1	59	108	266,1	209	375,5	209,6	165,1	170,2
1989 TTT	22,6	24,7	24,7	24,9	24,2	24	23,5	22,8	24,1	24,3	24,3	24	24,0
1989 UU	75	78	80	83	84	84	85	87	83	85	85	83,1	82,7
1989 RR	11,4	80,4	110,2	124,4	125,1	101,7	51,4	118	296,2	196,4	104,2	121,6	120,1
1990 TTT	24,8	25,7	25,6	25,8	25,2	25,2	25,1	25,2	25,2	25,4	25,1	25,5	25,3
1990 UU	82	82	83	83	85	86	88	88	85	86	86	85	84,9
1990 RR	42	97,7	215,8	70,9	47	79,6	125	89	116	179,4	178,4	234,6	123,0
1991 TTT	23,5	25	25,4	25,3	24,5	24,7	23,7	23,3	23,7	23,1	23,9	24,4	24,2
1991 UU	79	77	81	84	86	87	88	87	87	88	85	85	84,5
1991 RR	44,2	115,3	147,2	137,4	108,8	81,1	58,8	54,4	181,4	293,4	167,3	108	124,8
1992 TTT	22,4	24,9	25,9	25,2	24,6	24	23,2	23,5	24	23,8	24,2	24,6	24,2
1992 UU	79	72	76	84	85	87	90	88	86	87	87	84	83,8
1992 RR	35	73,6	101,1	212,2	194,9	61	120,2	76,4	337,5	219,6	153,2	67,5	137,7
1993 TTT	24,3	24,6	25,2	25,1	24,9	24,4	23,9	23,5	24,4	25	24,8	25	24,6
1993 UU	80	76	83	84	84	87	88	88	84	83	87	86	84,2
1993 RR	88,2	109,4	161,8	142,1	224,3	210	114	286	145,6	212,5	279,1	153,2	177,2
1994 TTT	25,1	24,8	25,9	25,1	24,7	24,1	23,5	23,6	24,2	23,9	24,4	24,7	24,5
1994 UU	84	85	79	85	85	90	90	87	84	87	87	84	85,6
1994 RR	178	132,8	53,7	239,3	198,5	157,2	72,6	92,1	334,8	280,4	278,6	126,3	178,7
1995 TTT	25	25,5	26	25	24,7	24,9	24	24	24,4	24,45	24,8	24,8	24,8
1995 UU	83	82	82	87	87	86	88	86	87	88	86	86	85,7
1995 RR	39	144,4	112	306,4	241	190	140,6	98	250,2	343,9	384,2	265,3	209,6
1996 TTT	25	25,4	25	25,4	25	24,6	24,2	23,7	24,2	24,6	24,7	24	24,7
1996 UU	88	84	87	84	86	88	88	88	86	86	87	90	86,8
1996 RR	98	226,4	489	139,6	260,8	165,6	200,8	110,8	162,8	330,4	281	106,4	214,3

Légende :

An : Année d'observation

UU : Humidité relative moyenne mensuelle (en %)

Dn : Type de données

RR : Précipitations mensuelles (en mm)

TTT : Température moyenne mensuelle (en °C)

MA : Moyenne annuelle

II.4. PROSPECTION ET MISE EN PLACE DES TRANSECTS

II.4.1. Prospection

Les frontières entre les récentes jachères et la forêt secondaire de la Réserve sont perceptibles, elles sont à quelque défaut près orientée d'est à l'ouest (voir figure 5 plus haut). Pour des raisons pratiques, le gestionnaire de la Réserve y a ouvert une piste pour les passages de surveillance et autres fins utiles. Ceci nous a permis de s'y mouvoir aisément et de localiser les points de passage des transects. Quelques critères nous ont servi de guide pour l'emplacement des transects. C'est notamment :

- l'épaisseur de la jachère : nos transects devant mesurer 600 m de long dans les jachères comme dans la forêt secondaire, nous recherchions les endroits qui offraient les garanties d'une telle épaisseur pour y situer les points de passage des transects.
- l'homogénéité de la végétation,
- Relief : plat autant que possible.
- Autres : le moins d'obstacles possible, le plus rapproché du village (transport aisé d'échantillons), etc.

II.4.2. Mise en place des transects

Aussitôt localisés les points de passage de transects, nous avons procédé à leur ouverture selon les spécificités suivantes :

- longueur totale : 1200 m (dont 600 m en jachère et 600 m en forêt),
- Orientation : du nord au sud,
- Largeur : plus ou moins 1 m, essayant autant que possible de maintenir intact le milieu par rapport à lui-même.
- Prélèvement des coordonnées géographiques : latitude, longitude et altitude des points de jonction.

La figure 5 illustre l'emplacement des transects au sein de la réserve, ainsi que les deux types d'occupation de sol ayant constitué le substratum de nos investigations.

II.5. ECHANTILLONNAGE

II.5.1. Plan d'échantillonnage

Le repérage des points d'échantillonnage (voir figure 6 ci-dessous) commence par la matérialisation des points A et B terminaux, lesquels se trouvent dans les zones de intérieurs de deux types d'occupation des sols (forêt et jachère). Premièrement, la distance entre les points A et B est mesurée. Bien entendu 1 et 2 se trouvent dans les zones intérieures des deux types respectifs d'occupation du sol. Après, on déterminera les points intermédiaires. Le point 3 se trouve au milieu du transect. Par la suite, on peut suivre la règle que l'on va toujours mesurer au milieu des parties du transect qui n'ont pas encore été échantillonnées, si les valeurs associées aux deux points formant le début et la fin de cette partie sont assez différentes. Dans la figure 6, entre les points 2 et 4 il n'y a pas de point supplémentaire parce que les valeurs de 2 et 4 sont similaires. Evidemment, on va mesurer plus fréquemment aux alentours du périmètre de la tache. Pour cette raison, on a mesuré, après à la position 3, les valeurs du facteur écologique aux positions 4, 5 et 6. A ce stade, on a déjà caractérisé la lisière de la tache. Afin de caractériser la lisière de la végétation qui englobe la tache, les valeurs aux positions 7, 8 et 9 sont déterminées.

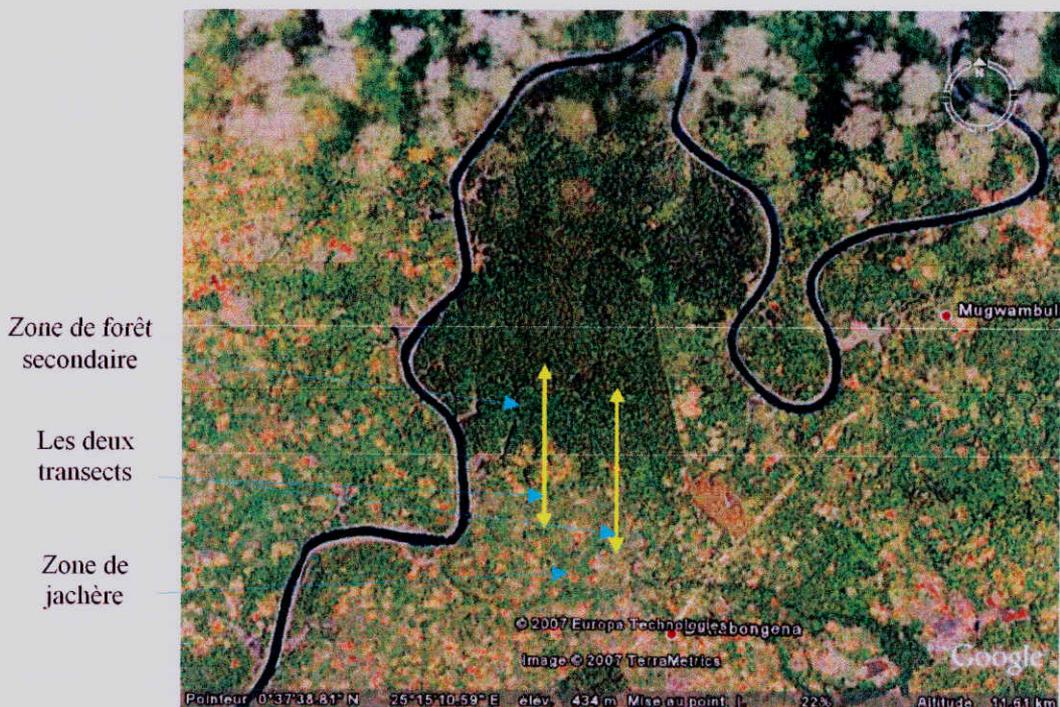


Figure 5 : Illustration de l'emplacement de deux transects au sein de la Réserve forestière de MASAKO, sur fond d'une image satellite, 2007

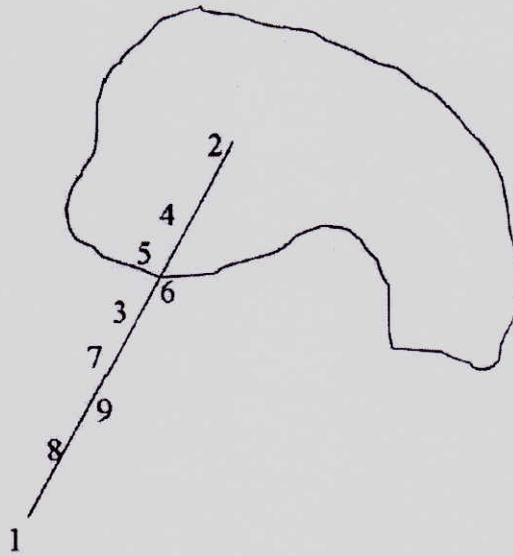


Figure 6 : Schéma d'un plan d'échantillonnage le long d'un transect, en vue de la caractérisation des lisières. Source : BOGAERT, 2006.

Le nombre d'échantillons sera toujours fonction de la vitesse à laquelle change le facteur écologique étudié, afin d'obtenir une courbe de changement qui correspond mieux à la réalité (Figure 7 ci-dessous). Dans les zones où le facteur change peu, le nombre d'échantillons sera limité par unité de distance (BOGAERTS, 2007).

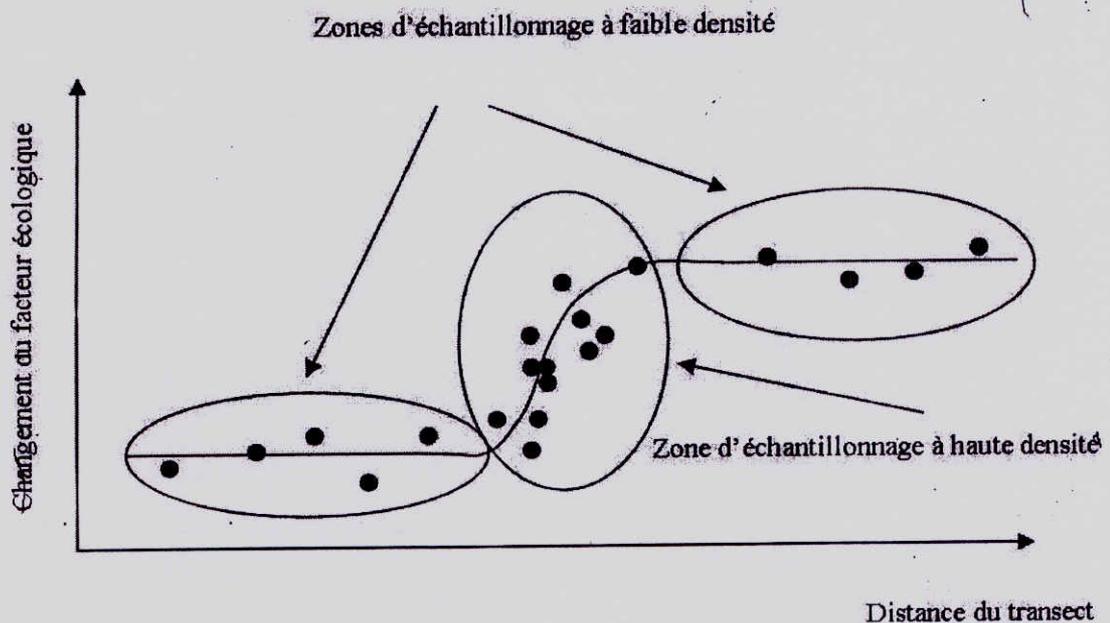


Figure 7. Illustration d'une matérialisation des points d'échantillonnage suivant la vitesse de Changement des valeurs du facteur écologique étudié

II.5.2. Prélèvement des échantillons

Après chaînage et matérialisation des points d'observation (Figure 8), adapté selon la vitesse de changement du pH, nous avons procédé à l'échantillonnage de la manière suivante :

- Pour chaque point nous avons prélevé un échantillon composite de plus ou moins 2 kg issu de 5 différents prélèvements, en conformité à la méthode de « carré centré » qui consiste à prélever 5 échantillons dont 1 sur le point matérialisé et 4 autres tout autour (Figure 9 ci-dessous).



Figure 8 (à gauche). Chaînage et matérialisation des points (Source : Lokonda, 2008)

Figure 9 (à droite). Vue d'une fosse de prélèvement des échantillons (Source : Lokonda, 2008)

- Les échantillons ont ensuite été conditionnés dans des sachets plastiques (Figures 10 et 11) et acheminés au laboratoire, où ils ont été stockés à l'ombre en laissant les sachets entrouverts afin de commencer le séchage, en évitant toutefois les possibilités de contamination des échantillons (renversements, animaux).

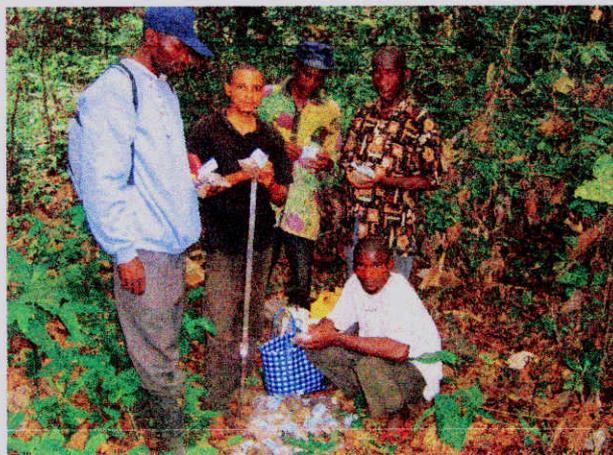


Figure 10 (à gauche) : Equipe d'échantillonnage (de Gauche à droite : Loula (Etudiant en 3^e graduat IFA), Jean-Remy portant une sonde pédologique, Lisoma (Laborantin au Dpt de Pédologie/ IFA), Djessa (Responsable du CAPSA/ Masako), et Djessa Moke)

Figure 11 (à droite) : Vue des échantillons prêts au comptage et à l'acheminement au Laboratoire (Source : Lokonda, 2008).

II.5.3. Observations sur l'occupation des sols

Les informations utiles concernant les coordonnées géographiques des points ainsi que les occupations du sol sur le plan botanique, notamment les espèces dominantes ont été notées. Pour cette fin, nous avons eu recours à l'expertise des collègues chercheurs botanistes (Figure 12), nous servant du catalogue des plantes vasculaires des sous régions de Kisangani et de la Tshopo, Haut – Zaïre (Lejoly et al., 1988), en vue d'une meilleure identification des espèces.



Figure 12 : Recensement des espèces botaniques et relevé des coordonnées géographiques des points d'échantillonnage (Source : Lokonda, 2008)

II.6. DETERMINATION DES pH DU SOL

Le pH se définit comme le logarithme négatif de l'activité de l'ion hydrogène :

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

Il est mesuré à l'aide d'une électrode en verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogène suivant l'équation de Nernst. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre à haute impédance, communément appelé ph-mètre.

Une quantité de sol est mise en suspension dans une même quantité d'eau distillée ou de KCl 1N (10 cm³ de sol/ 10 ml d'eau/ solution KCl 1N). Le mélange est agité avec une tige en verre. On laisse le mélange reposer pendant 30 minutes en prenant soin d'agiter 5 à 6 fois au cours de cette période, puis on effectue la mesure du pH.

Les résultats sont exprimés en unités de pH et sont lus directement sur le cadran du ph-mètre à 0,01 unité.

II.7. MATERIELS ET REACTIFS

APPAREILLAGE :

- | | |
|---|----------------------------|
| ✦ Layonnage : | - Etuve |
| - Pantomètre | - Balance |
| - Boussole | - Dessiccateur |
| - Ruban métrique | - Carnet des notes |
| - GPS | Réactifs et étalons |
| - Appareil photo numérique. | - Solution tampon à pH 4.8 |
| ✦ Mesure du pH | - Solution tampon à pH 6.8 |
| - pH-mètre | - Solution de KCl 1N |
| - Cuillère calibrée de 10 cm ³ | - Eau distillée |

II.8. REPERAGE DES LISIERES ET DETERMINATION DES LEURS LARGEURS

Le repérage et la détermination des largeurs des lisières résultent de la combinaison de l'observation visuelle, basée sur la courbe du changement du facteur écologique, des analyses statistiques, ainsi que de la vitesse du changement du facteur écologique (Figure 13).

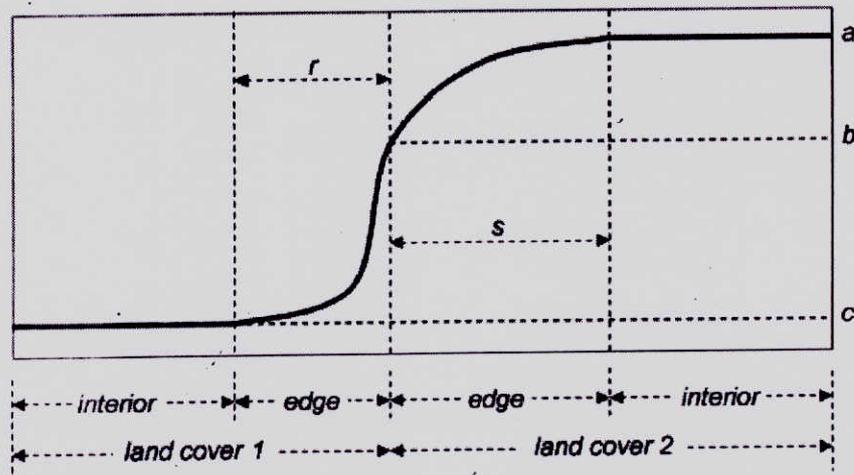


Figure 13 : Courbe idéale de changement des valeurs d'un facteur écologique en fonction de la transition d'un type d'occupation du sol à un autre. (Source : BOGAERT, 2007).

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. RESULTATS

Les résultats obtenus à l'issue de nos études sont développés ci-dessous :

III.1.1. Description botanique des transects

Les observations effectuées sur le plan botanique le long de nos transects ont révélé ce qui suit :

La jachère dont l'âge est estimé à 5 ans, est constituée essentiellement de deux strates de végétation, la strate herbacée et la strate arbustive ; la strate arborescente étant clairsemée et localisée en grande partie dans la zone de lisière et constitué d'essences à croissance rapide mais aussi des pieds d'arbres ayant survécu à l'abattage lors de l'ouverture des champs.

- Au niveau de la strate herbacée, nous avons relevé la prédominance des espèces : *Costus afer*, *Aframomum laurentii*, *Alchornea floribunda*, *Elaeis guineensis*, *Macaranga monandra*, *Manniophyton fulvum*, *Palisota barteri*, *Sarcophrynium brachystachyum*, *Manihot esculenta*, *Nephrolepis biserrata*, *Sarcophrynium macrostachyum*, *Scleria boivini*, *Lantana camara*, *Eremospatha haulevilleana*, *Cnestis ferruginea*.
- Au niveau de la strate arbustive, les espèces suivantes ont dominé : *Caloncoba crepiniana*, *Elaeis guineensis*, *Harungana madagascariensis*, *Macaranga monandra*, *Musanga cecropioides*, *Mmyrianthus arboreus*, *Ricinodendron heudelotii*.
- Tandis que au niveau de la strate arborescente, les pieds clarsemés étaient constitués en prédominance de : *Musanga cecropioides*, *Pycnanthus angolensis*, *Uapaca guineensis*.

Quant à la forêt secondaire, nous avons noté au niveau de la strate arborée la présence d'une canopée haute de 45 m en moyenne et qui atteint à certains endroits jusqu'à 60 m (*Pterocarpus soyauxii*). La litière au sol n'est pas assez épaisse (4 - 6 cm) due probablement à une décomposition rapide (conditions édapho - climatiques). Nous y avons noté la prédominance des espèces ci-après :

- Strate herbacée : *Nephrolepis biserrata*, *Thomandersia hensii*, *Sarcophrynium macrostachyum*, *Sarcophrynium brachystacyium*, *Palisota barteri*, *Mitragyna*

stipulosa, *Manniophyton fulvum*, *Eremospatha haulevilleana*, *Cola congolana*, *Alchornea floribunda*, *Aframomum laurentii*.

- Strate arbustive : *Trilepidium madagascariensis*, *Pycnanthus angolensis*, *Musanga cecropioides*, *Macaranga monandra*, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Funtumia africana*, *Coelocaryon botryoides*.
- Strate arborescente : *Uapaca guineensis*, *Trilepidium madagascariensis*, *Pycnanthus angolensis*, *Musanga cecropioides*, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Funtumia africana*, *Anthocleista schweinfurthii*.

III.1.2. pH – H₂O

III.1.2.1. Valeurs du pH- H₂O

Le tableau 6 et les Figures 14 et 15 ci-dessous présentent respectivement les valeurs de pH-H₂O et l'allure de celui-ci le long des transects et selon les tranches du sol. Dans l'ensemble, les sols des sites étudiés sont acides et sont classés dans les catégories des sols très fortement acides à extrêmement acides. Ceci est d'autant plus justifié dans la mesure où les sols de MASAKO, tels que décrits par BEBWA et SOKI (MULOTWA, 2001) ont une texture grossière et présentent de ce fait un lessivage plus important.

Les principales caractéristiques des sols étudiés, en ce qui concerne le pH sont reprises ci-après :

a. Horizons de surface (0 – 20 cm) :

- Valeurs inférieures de pH : 3,72 et 3,79 respectivement en forêt et en jachère,
- Valeurs supérieures de pH : 4,31 et 4,54 respectivement en forêt et en jachère,
- Moyennes de pH : 4,00 et 4,07 respectivement en forêt et en jachère.

b. Horizons sous-jacents (20 – 40 cm) :

- Valeurs inférieures de pH : 4,10 et 4,26 respectivement en forêt et en jachère,
- Valeurs supérieures de pH : 5,03 et 4,60 respectivement en forêt et en jachère
- Moyennes de pH : 4,53 et 4,43 respectivement en forêt et en jachère.

Tableau 6 : Valeurs de pH- H₂O des sites échantillonnés selon les profondeurs et les types d'occupation des sols :

Type d'occupation du sol	Eloignement des points échantillonnés (en m)	pH à l'eau selon les horizons						
		0 - 20 cm			20 - 40 cm			
		T1	T2	Moy	T1	T2	Moy	
FORET	600	3,78	3,65	3,72	4,62	3,88	4,25	
	500	4,48	4,14	4,31	4,46	3,73	4,10	
	400	3,93	4,03	3,98	4,86	4,23	4,55	
	300	4,36	3,82	4,09	4,45	4,45	4,45	
	200	3,72	4,38	4,05	4,09	4,15	4,12	
	150	4,25	4,37	4,31	4,14	4,25	4,20	
	100	4,07	4,13	4,10	4,94	4,58	4,76	
	75	4,11	4,29	4,20	4,66	4,66	4,66	
	50	3,92	3,76	3,84	5,04	4,5	4,77	
	25	3,88	3,89	3,89	4,82	5,23	5,03	
	20	3,98	4,14	4,06	4,52	4,52	4,52	
	15	3,74	3,93	3,84	4,91	5,09	5,00	
	10	3,93	3,75	3,84	4,53	5,06	4,80	
	5	3,92	3,76	3,84	4,39	4,15	4,27	
	Pt Répère (de jonction)	0	3,92	3,85	3,89	5,11	4,11	4,61
		-5	3,80	3,77	3,79	4,57	3,96	4,27
	-10	4,10	3,75	3,93	4,89	4,14	4,52	
	-15	3,94	3,84	3,89	4,5	4,33	4,42	
	-20	3,84	4,13	3,99	4,54	4,15	4,35	
	-25	4,20	4,13	4,17	4,64	3,87	4,26	
	-50	4,11	4,04	4,08	4,42	4,37	4,40	
JACHERE	-75	4,03	3,8	3,92	4,7	4,49	4,60	
	-100	3,65	4,3	3,98	4,45	4,55	4,50	
	-150	4,23	4,84	4,54	4,43	4,77	4,60	
	-200	4,20	4,21	4,21	4,7	4,14	4,42	
	-300	4,34	4,18	4,26	4,32	4,27	4,30	
	-400	4,59	3,89	4,24	4,81	4,23	4,52	
	-500	4,39	3,74	4,07	4,63	4,42	4,53	
	-600	4,20	3,78	3,99	4,46	4,31	4,39	

En considérant le niveau du pH tel que ressorti de nos analyses, l'on pourrait s'attendre à ce que des processus pédo - écologiques se déroulant dans les milieux prédominant essentiellement l'altération chimique des minéraux argileux, la mobilisation importante de l'aluminium et du fer, la migration des argiles et tout naturellement la décomposition de la matière organique, l'humification et une activité biologique spécifique.

Comme nous pouvons le remarquer, les sols de la couche superficielle ont des pH inférieurs par rapport aux sols sous-jacents. Cette situation pourrait être expliquée par le fait que les couches superficielles sont reconnues être le siège d'activité biologique plus intense (qui du reste produit de l'acidité). Tandis que les couches profondes, constituées en partie des

minéraux en altération, et bénéficiant du processus de lessivage au niveau des couches superficielles sont moins acides.

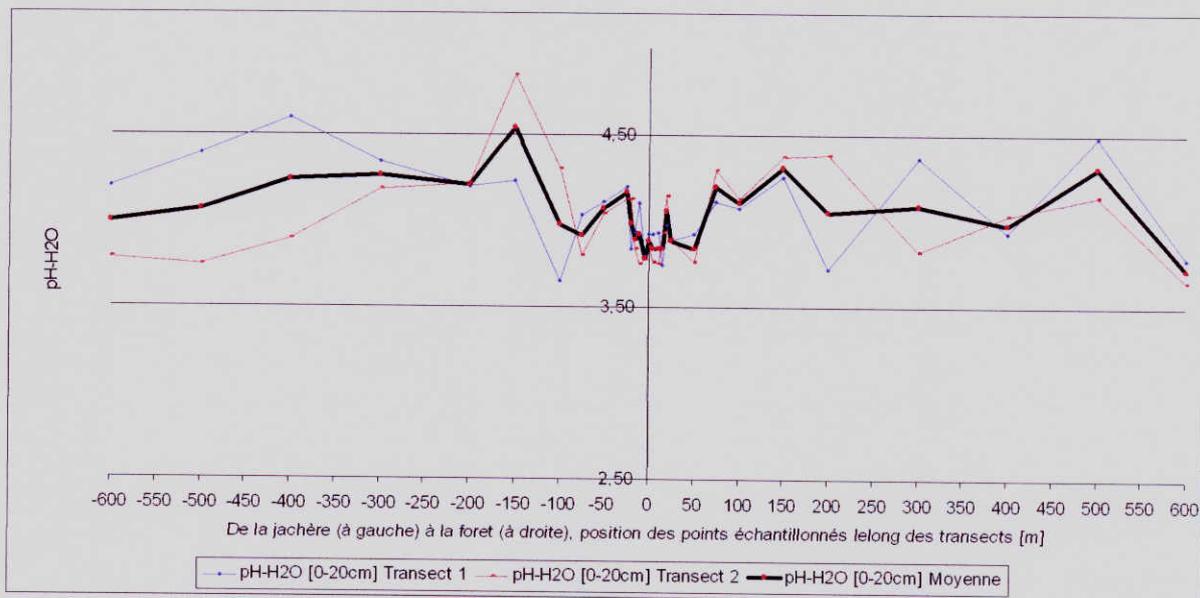


Figure 14 : Evolution du pH-H₂O dans les couches superficielles (0 - 20 cm) le long des transects

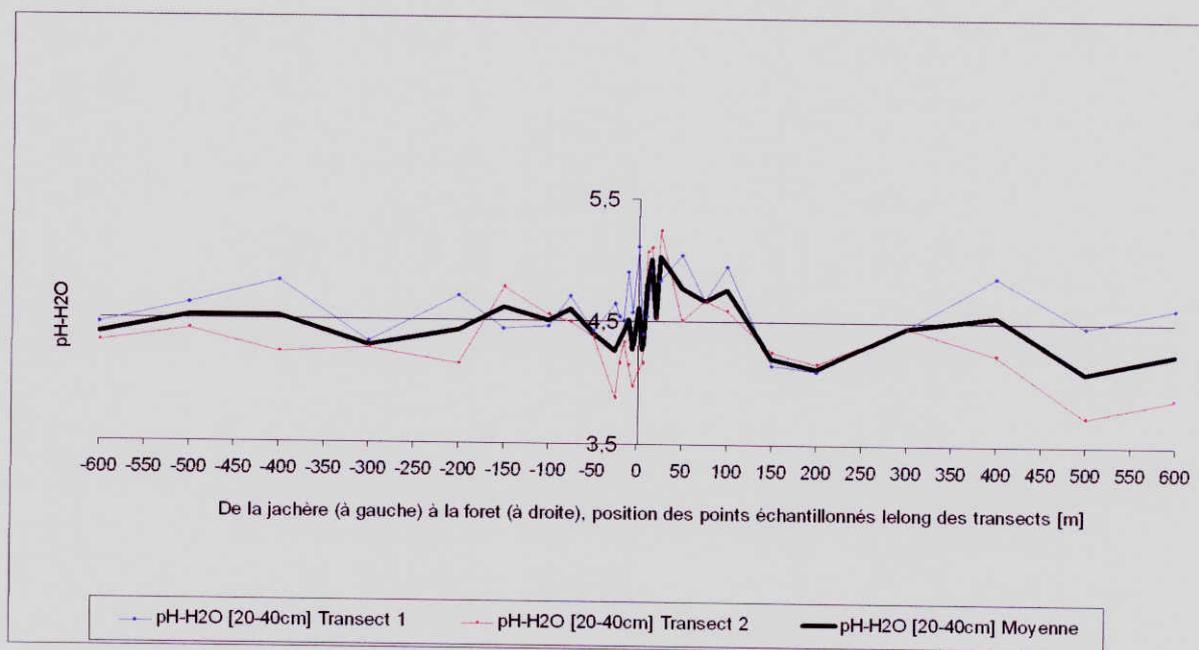


Figure 15 : Evolution du pH-H₂O dans les couches sous-jacentes (20 - 40 cm) le long des transects

III.1.2.2. Relation entre le pH- H₂O et largeur des lisières

D'une manière générale, l'analyse des courbes de l'évolution de pH et celles de tendance des moyennes mobiles à 3 périodes a permis le repérage et la délimitation spatiale des zones d'occupation du sol en présence, à partir des différents points de flexion des courbes. Cette analyse physique a été complétée par une application statistique basée sur la comparaison des moyennes, laquelle nous a confirmé l'existence ou non d'une différence significative des valeurs des pH entre les zones délimitées. En principe, les zones de l'intérieur (forêt et jachère) sont caractérisées par une valeur plus ou moins constante de pH, tandis que celles de lisières sont caractérisées par des gradients des valeurs du facteur écologique.

1) pH- H₂O et largeur des lisières au niveau des couches superficielles

L'analyse de la courbe de tendance des moyennes mobiles laisse ressortir trois zones distinctes d'occupation du sol dont les caractéristiques sont résumées dans le Tableau 7 ci-dessous :

- La première zone identifiée sur la Figure 16 comme zone de l'intérieur - jachère va effectivement de l'intérieur de la jachère jusqu'au point -150. Cette zone est caractérisée par une plage des valeurs plus ou moins constante de pH dont la moyenne est de 4,22.
- La deuxième zone, concave vers le haut, correspondrait à la zone des lisières. Cette zone couvrirait la bande contenue dans l'intervalle]-150, 50] qui va du point -150 jusqu'au point 50, et peut être disséquée en deux :
 - une zone de lisière jachère qui est caractérisée par une largeur **S** de 145 m, située dans l'intervalle]-150,-5], et une moyenne de pH de 3,96;
 - Une autre zone de lisière forêt qui elle, est caractérisée par une largeur **r** de 55 m, comprise dans l'intervalle]-5 ,50] et une moyenne de pH de 3,88.
- La troisième zone appelée « zone de l'intérieur - forêt » va du point 50 et au-delà. Elle se caractérise par une moyenne de pH de 4,09.

Le test t de Student révèle des différences significatives de pH entre l'intérieur – jachère et sa lisière d'une part (Sig. 2-tailed = 0,01), et entre l'intérieur – forêt et sa lisière d'autre part (Sig. 2-tailed = 0,01).

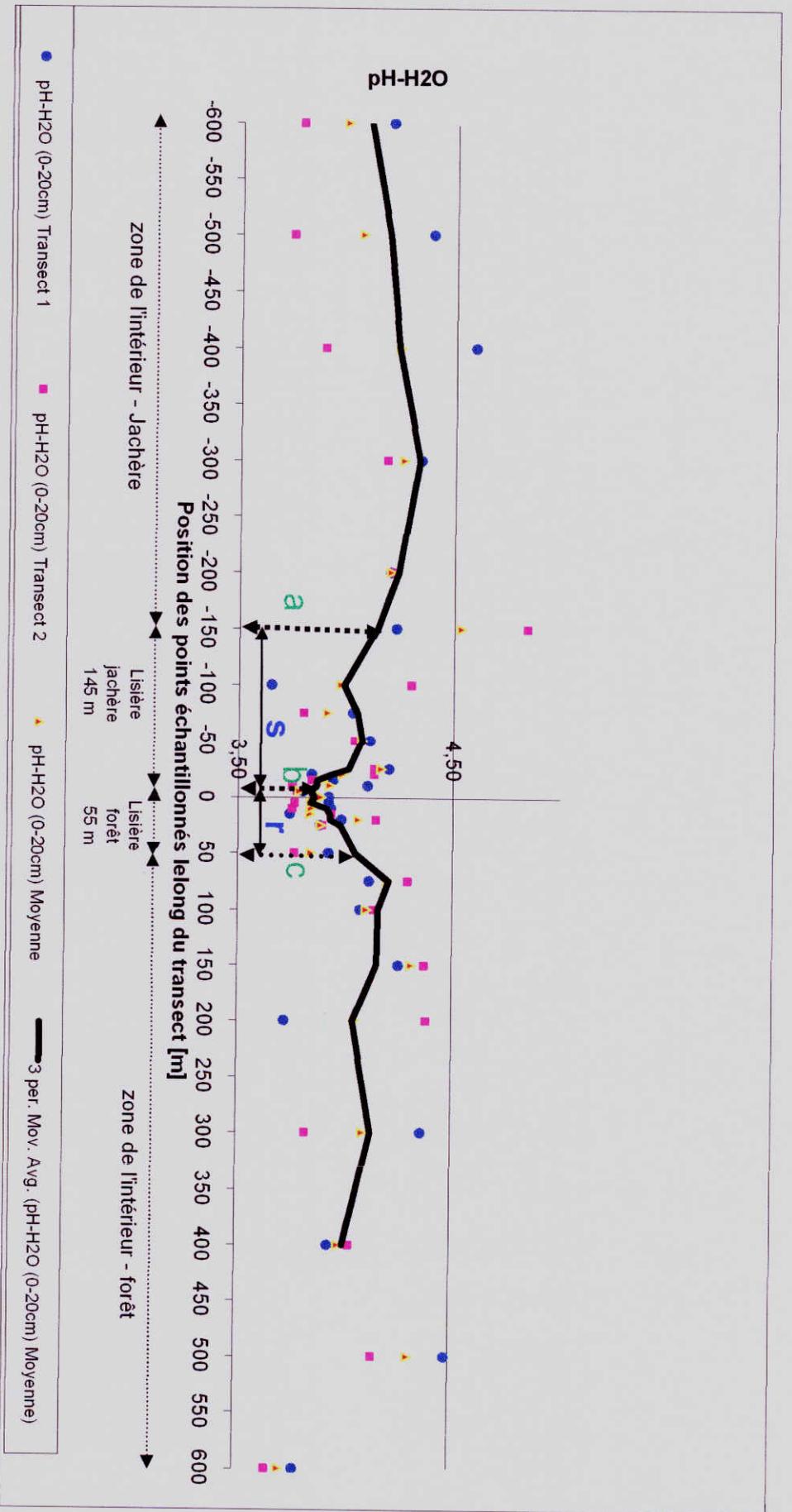


Figure 16 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à 3 périodes) du pH-H₂O le long des transects dans les couches superficielles (0 - 20 cm)

Légende :

a: plus haute valeur de pH- H₂O à partir de laquelle on note un changement d'allure de la courbe et qui marque la séparation de l'intérieur jachère avec sa lisière,

b: valeur de pH- H₂O à la séparation entre les deux lisières

c: valeur basse de pH – H₂O à partir de laquelle on note un changement de l'allure de la courbe et qui marque la séparation de l'intérieur forêt avec sa lisière

r : largeur de la lisière- forêt

s : largeur de la lisière – jachère

Tableau 7: Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH H₂O des couches superficielles.

Type d'occupation du sol	Etendue	Largeur (m)
Intérieur - Jachère	[-600, -150]	-
Lisière jachère] -150, -5]	145
Lisière forêt] -5, 50]	55
Intérieur - forêt] 50, +600]	-

2) pH- H₂O et largeur des lisières au niveau des couches sous-jacentes

Lorsque nous considérons les valeurs de pH au niveau des couches sous-jacentes du sol, nous arrivons à une situation qui est représentée à la Figure 17 et qui pourrait être interprétée de la manière suivante :

- L'intérieur – jachère : il va effectivement de l'intérieur de la jachère jusqu'au point - 25. Cette zone est caractérisée par une plage des valeurs plus ou moins constante de pH et dont la moyenne est de 4,47.
- Les lisières : couvre la bande située dans l'intervalle [-25, 25[, et peut être disséquée en deux. Nous notons un rétrécissement de la zone des lisières qui se confine aux abords de la jonction de deux types d'occupation du sol.
 - une zone de lisière jachère qui est caractérisée par une largeur r de 20 m, située dans l'intervalle [-25,-5], et une moyenne de pH de 4,36;
 - Une autre zone qui, virtuellement, s'apparenterait à une lisière est caractérisée par une largeur s de 30 m, comprise dans l'intervalle]-5 ,25[et une moyenne de pH de 4,64.

L'application du test t de Student a montré qu'il n'existe pas de différence significative de pH entre l'intérieur - jachère et sa lisière (Sig 2-tailed = 0,085) d'une part, ni entre l'intérieur - forêt et sa lisière (Sig 2-tailed = 0,384) d'autre part. Par conséquent, sur le plan graphique, la zone virtuelle de lisière ci-dessus délimitée perd qualité de lisière et pourrait être considérée comme le prolongement de la zone intérieur - forêt. Celle-ci partirait de ce fait du point -5 et au-delà, et serait caractérisée par une moyenne de pH de 4,54.

Les caractéristiques des différents types d'occupation du sol sont données dans le tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH H₂O des couches sous-jacentes.

Type d'occupation du sol	Etendue	Largeur [m]
Intérieur - Jachère	[-600, -25[—
Lisière-jachère	[-25, -5]	20
Intérieur - Forêt] -5, 600]	—

Le tableau 9 ci-dessous indique les résultats des tests statistiques de comparaison des moyennes (Test T de Student) de pH-H₂O entre les différents types d'occupation du sol et leur lisières par couche du sol.

Tableau 9 : Comparaison entre les zones d'occupation du sol et leurs lisières sur le plan du pH-H₂O

Indicateurs	Type occupation sol	n=	X	Test t	Valeur de p (Sig.2-tailed)	Différence significative
pH - H ₂ O (0 - 20 cm)	Intérieur - jachère	6	4,21	3,051	0,01	oui
	Lisière - jachère	8	3,96			
	Lisière - forêt	7	3,88	-2,67	0,019	oui
pH - H ₂ O (20 - 40 cm)	Intérieur - forêt	8	4,09	1,878	0,085	Non
	Intérieur - jachère	9	4,47			
	Lisière - jachère	5	4,36	0,902	0,384	Non
Lisière - forêt	5	4,64				
	Intérieur - forêt	10	4,48			

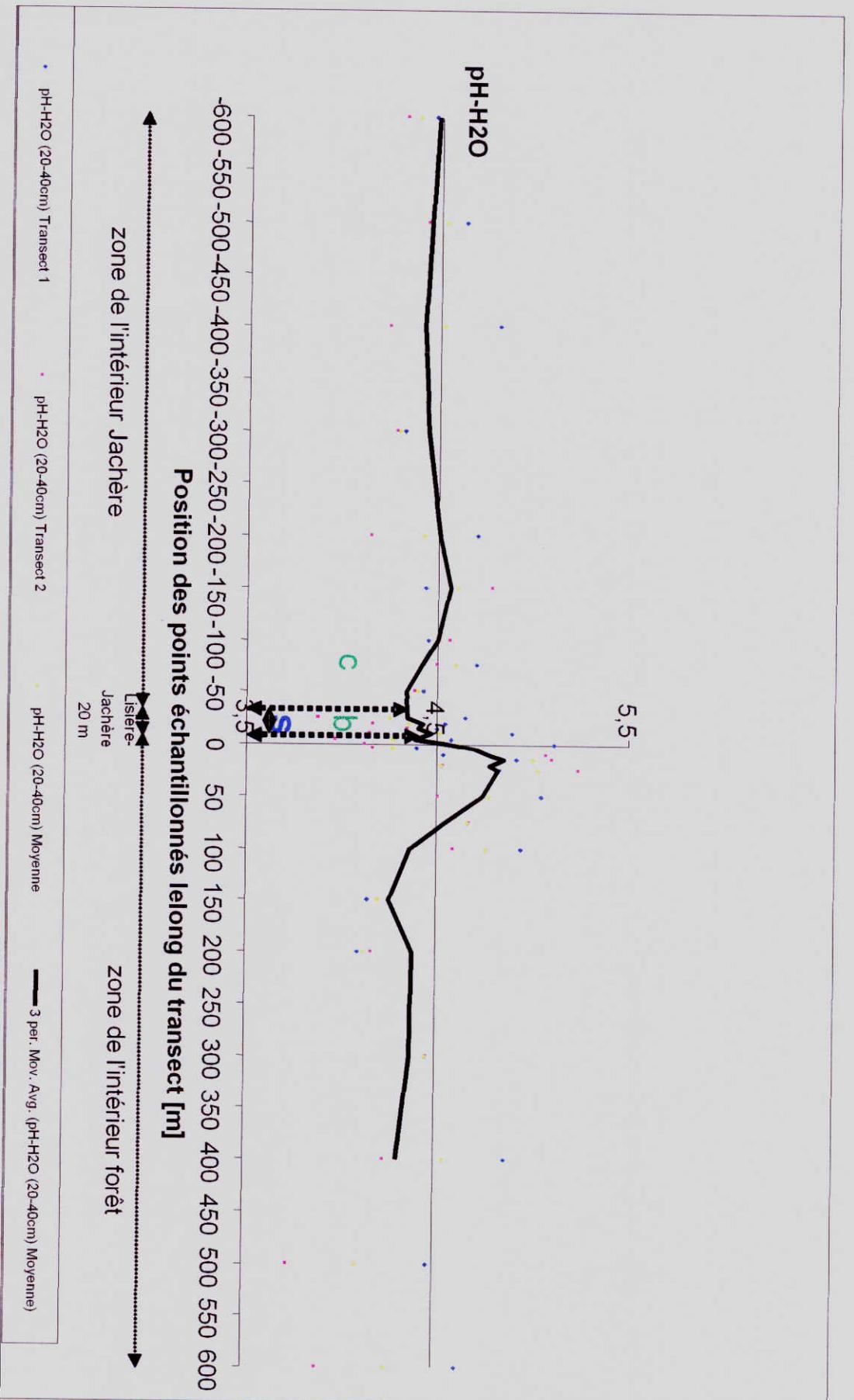


Figure 17 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à 3 périodes) du pH- H₂O le long des transects dans les couches sous-jacentes (20 - 40 cm)

Légende :

b: valeur de pH- H₂O à la séparation entre la lisière jachère et l'intérieur - forêt

c: valeur basse de pH – H₂O à partir de laquelle on note un changement d'allure de la courbe de pH et qui marque la séparation de l'intérieur - jachère avec sa lisière

r : largeur de la lisière - jachère

3) Calcul des vitesses de changement du pH

Les données relatives à la vitesse de changement du paramètre le long du transect et selon les tranches du sol sont données dans le tableau 9 ci-dessous.

Tranche de 0-20 cm

Les vitesses de changement du pH le long des transects, tel qu'il ressort de la courbe de tendance des moyennes mobiles de la Figure 14 et évaluées sur la base des indices (a-b)/s et (c-b)/r respectivement dans les zones de lisières jachère et forêt sont de 0,005 et 0,001. Ces valeurs nous montrent que pour chaque mètre parcouru lorsque l'on quitte l'intérieur de la jachère et l'on s'avance dans la lisière, le pH diminue de 0,005 unité jusqu'à atteindre sa plus basse valeur à la station -5. De même, lorsqu'on quitte l'intérieur de la forêt pour s'avancer dans la lisière, le pH diminue de 0,001 unité pour chaque mètre.

Tranche de 20-40 cm

La vitesse de changement du pH le long des transects, telle que déduite des données de la Figure 15 est de -0,0003 unité dans la zone de lisière jachère. Comme nous pouvons le remarquer, la vitesse de changement du pH-H₂O est quasi nulle.

Tableau 10 : Vitesses de changement de pH-H₂O dans les différentes lisières et par tranche du sol

Tranche du sol	Type de lisière	Base de calcul	Vitesse de changement de pH
0-20 cm	Lisière-jachère	(a-b)/s	0,005
0-20 cm	Lisière-forêt	(c-b)/r	0,001
20-40 cm	Lisière-jachère	(c-b)/r	-0,0003

4) Relation entre le pH et le gradient d'occupation du sol

Les droites de régression (Figures 18 et 19) des pH dans les différentes zones d'occupation du sol montrent qu'au niveau de la tranche superficielle du sol, le pH évolue négativement en allant de la jachère vers sa lisière ($y = -0,0003x + 4,0243$; $R^2 = 0,0782$), et de la forêt vers sa lisière ($y = 0,0002x + 3,9524$, $R^2 = 0,0441$). Au niveau de la tranche sous-jacente, la même tendance est observée en allant de la jachère vers sa lisière.

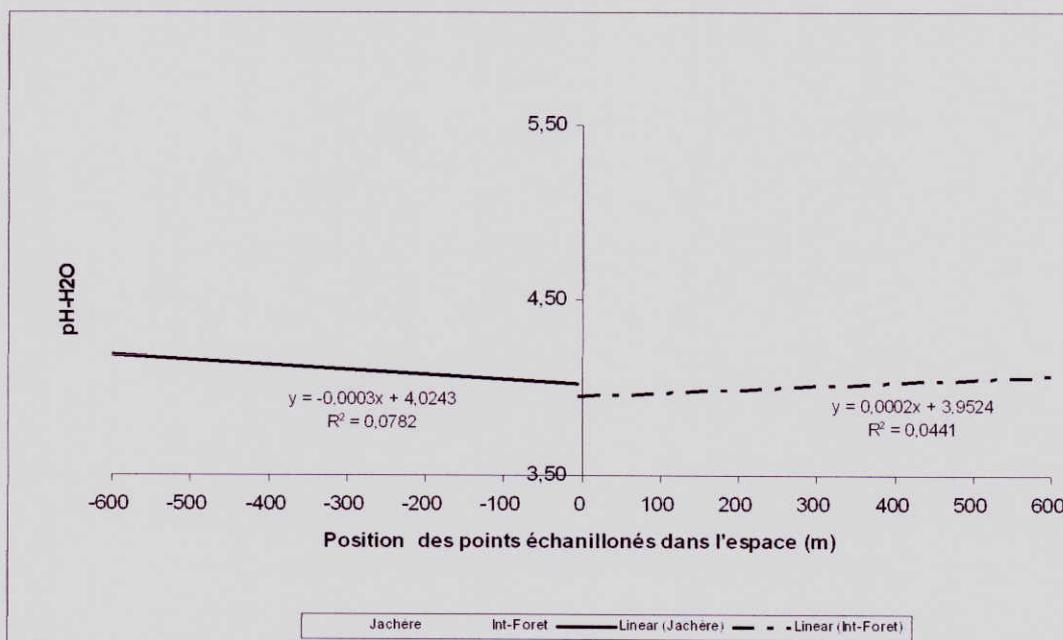


Figure 18 : Droites de régression pH-H₂O pour les couches superficielles.

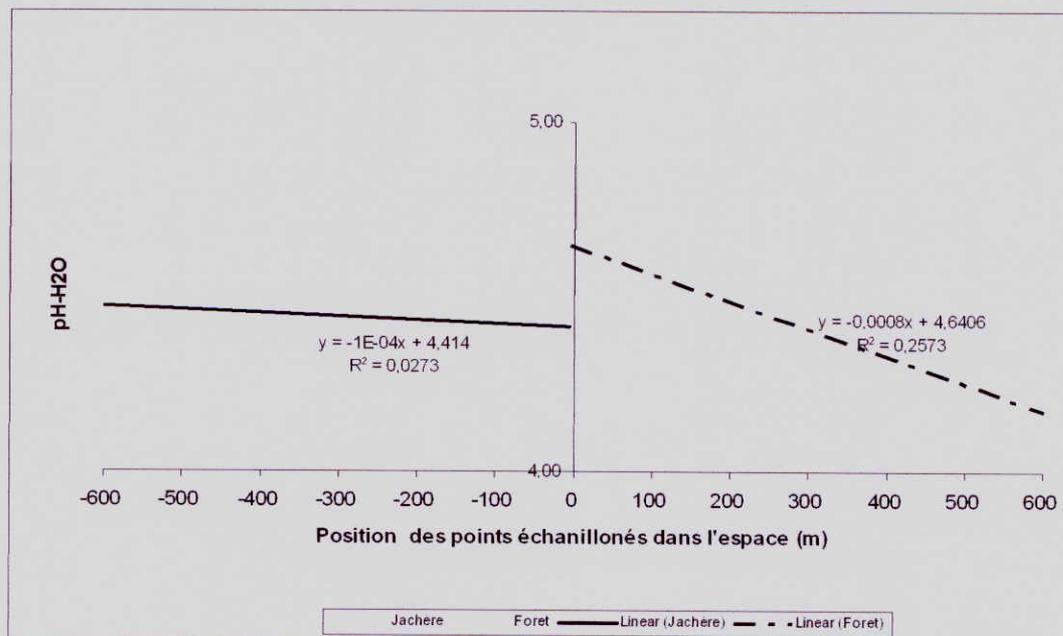


Figure 19 : Droites de régression pH-H₂O pour les couches sous-jacentes.

III.1.3. pH – KCl N

III.1.3. 1. Valeurs de pH-KCl N

En ce qui concerne le pH-KCl N, le tableau 10 ainsi que les Figures 20 et 21 ci-dessous présentent respectivement les valeurs de pH et l'allure de celui-ci le long des transects selon les tranches du sol.

Tableau 11 : Valeurs de pH-KCl N des sites échantillonnés selon les profondeurs et les types d'occupation des sols :

Type d'occupation du sol	Eloignement des points échantillonnés (en m)	pH KCl N selon les horizons					
		0 – 20 cm			20 – 40 cm		
		T1	T2	Moy	T1	T2	Moy
FORET	600	3,43	3,35	3,39	3,75	3,32	3,54
	500	3,73	3,57	3,65	4,09	3,14	3,62
	400	3,4	3,3	3,35	4,16	3,5	3,83
	300	3,61	3,42	3,52	4,06	3,54	3,80
	200	3,29	3,56	3,43	3,5	3,38	3,44
	150	3,73	3,39	3,56	3,84	3,59	3,72
	100	3,63	3,57	3,60	3,86	3,55	3,71
	75	3,87	3,43	3,65	3,82	3,68	3,75
	50	3,59	3,25	3,42	3,75	3,82	3,79
	25	3,3	3,43	3,37	3,82	4,02	3,92
	20	3,38	3,32	3,35	3,73	3,73	3,73
	15	3,41	3,47	3,44	3,82	4,01	3,92
	10	3,15	3,13	3,14	3,8	3,86	3,83
	5	3,47	3,18	3,33	3,76	3,55	3,66
Pt Répère (de jonction)	0	3,36	3,19	3,28	3,84	3,36	3,60
JACHERE	-5	3,45	3,09	3,27	3,95	3,15	3,55
	-10	3,73	3,15	3,44	3,91	3,25	3,58
	-15	3,46	3,14	3,30	3,79	3,23	3,51
	-20	3,28	3,25	3,27	3,66	3,3	3,48
	-25	3,38	3,17	3,28	3,57	3,14	3,36
	-50	3,43	3,19	3,31	3,41	3,29	3,35
	-75	3,45	3,06	3,26	3,49	3,48	3,49
	-100	3,39	3,63	3,51	3,48	3,79	3,64
	-150	3,4	3,39	3,40	3,57	3,73	3,65
	-200	3,52	3,58	3,55	3,36	3,82	3,59
	-300	3,43	3,67	3,55	3,54	3,53	3,54
	-400	3,77	3,39	3,58	3,7	3,54	3,62
-500	3,56	3,41	3,49	3,57	3,53	3,55	
-600	3,38	3,39	3,39	3,57	3,47	3,52	

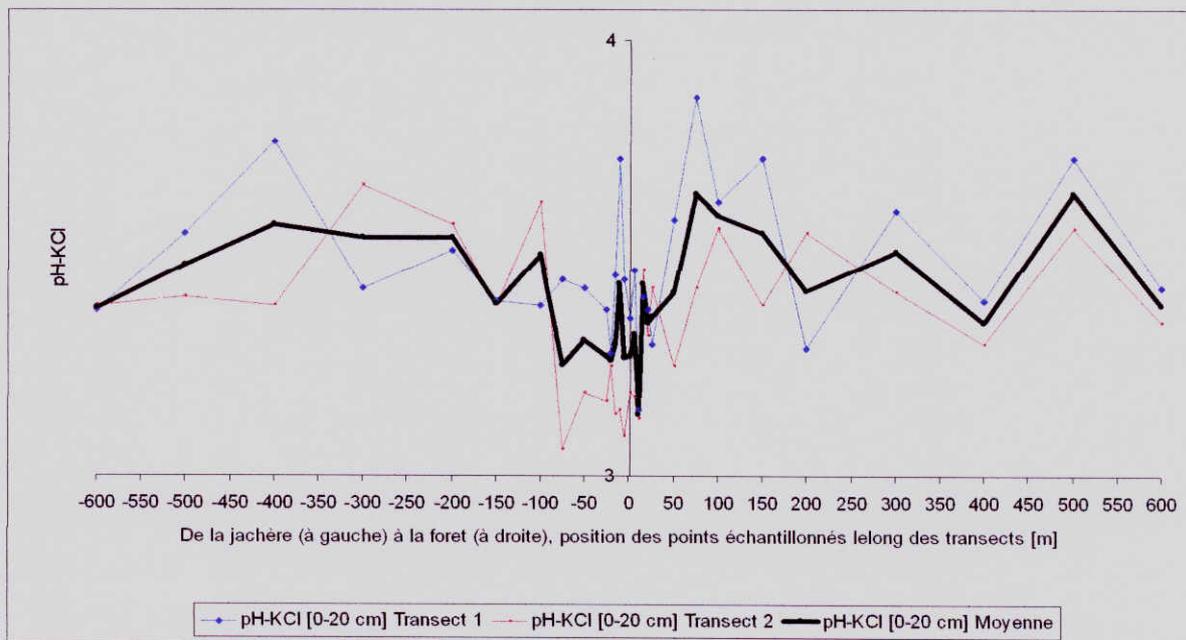


Figure 20 : Evolution du pH-KCl dans les couches superficielles (0 - 20 cm) le long des transects

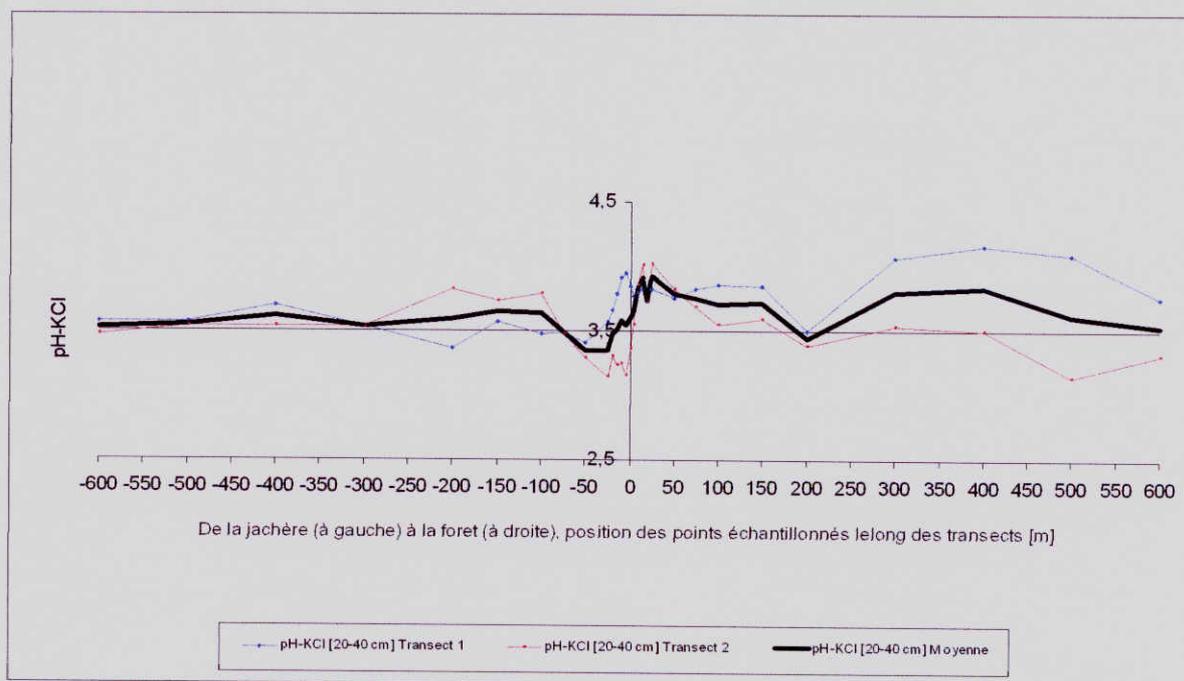


Figure 21 : Evolution du pH-KCl dans les couches sous-jacentes (20 - 40 cm) le long des transects

L'analyse des données obtenues révèle que sur le plan de l'acidité de réserve, l'ensemble des sites étudiés présente des sols à acidité de réserve moyenne (écart entre 0,6 et 1) aussi bien pour couches superficielles que pour les couches sous-jacentes.

a) Horizons de surface (0 – 20 cm) :

- Valeurs inférieures de pH : 3,14 et 3,26 respectivement en forêt et en jachère,
- Valeurs supérieures de pH : 3,65 et 3,58 respectivement en forêt et en jachère,
- Moyennes de pH : 3,44 et 3,40 respectivement en forêt et en jachère.

b) Horizons sous-jacents (20 – 40 cm) :

- Valeurs inférieures de pH : 3,44 et 3,35 respectivement en forêt et en jachère,
- Valeurs supérieures de pH : 3,92 et 3,65 respectivement en forêt et en jachère
- Moyennes de pH : 3,73 et 3,53 respectivement en forêt et en jachère.

III.1.3.2. Relation entre le pH-KCl et largeur des lisières

Comme pour le pH-H₂O, le recours aux courbes de l'évolution de pH le long des transects et celles de tendance des moyennes mobiles à 3 périodes (Figure 17), complétées par l'application statistique nous a permis de repérer et de délimiter les différentes zones d'occupation du sol.

1) pH-KCl et largeur des lisières au niveau des couches superficielles

Trois zones distinctes d'occupation de sol sont mises en évidence avec des caractéristiques reprises dans le tableau 11 ci-dessous :

- La première zone identifiée sur la Figure 22 comme zone de l'intérieur - jachère va effectivement de l'intérieur de la jachère jusqu'au point -75. Elle se caractérise par une moyenne de pH de 3,49.
- Les lisières : Cette zone couvre dans l'espace la bande qui va du point -75 jusqu'au point 75, et peut être disséquée en deux :

- ✦ une lisière jachère dont la largeur r est évaluée à 85 m et dont l'étendue est donnée par l'intervalle $[-75, 10[$ et dont la moyenne de pH est de 3,30 ;
- ✦ Une lisière forêt de largeur $s = 65$ m, dont la couverture spatiale est donnée par l'intervalle $[10, 75[$. Son pH moyen est de 3,34.
- La troisième zone appelée « Intérieur - forêt » va du point 75 et au-delà. Elle se caractérise par une moyenne de pH de 3,52.

L'application du test t de Student a permis de confirmer l'existence des lisières, en dégagant des différences significatives entre, d'une part, le pH de l'intérieur – jachère et sa lisière (Sig. 2-tailed = 0,00) et entre le pH de l'intérieur – forêt et sa lisière d'autre part (Sig. 2-tailed = 0,025).

Tableau 12 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH - KCl N des couches superficielles.

Type d'occupation du sol	Etendue	Largeur [m]
Intérieur Jachère	$[-600, -75[$	–
Lisière jachère	$[-75, 10[$	85
Lisière forêt	$[10, 75[$	65
Intérieur forêt	$[75, +600]$	–

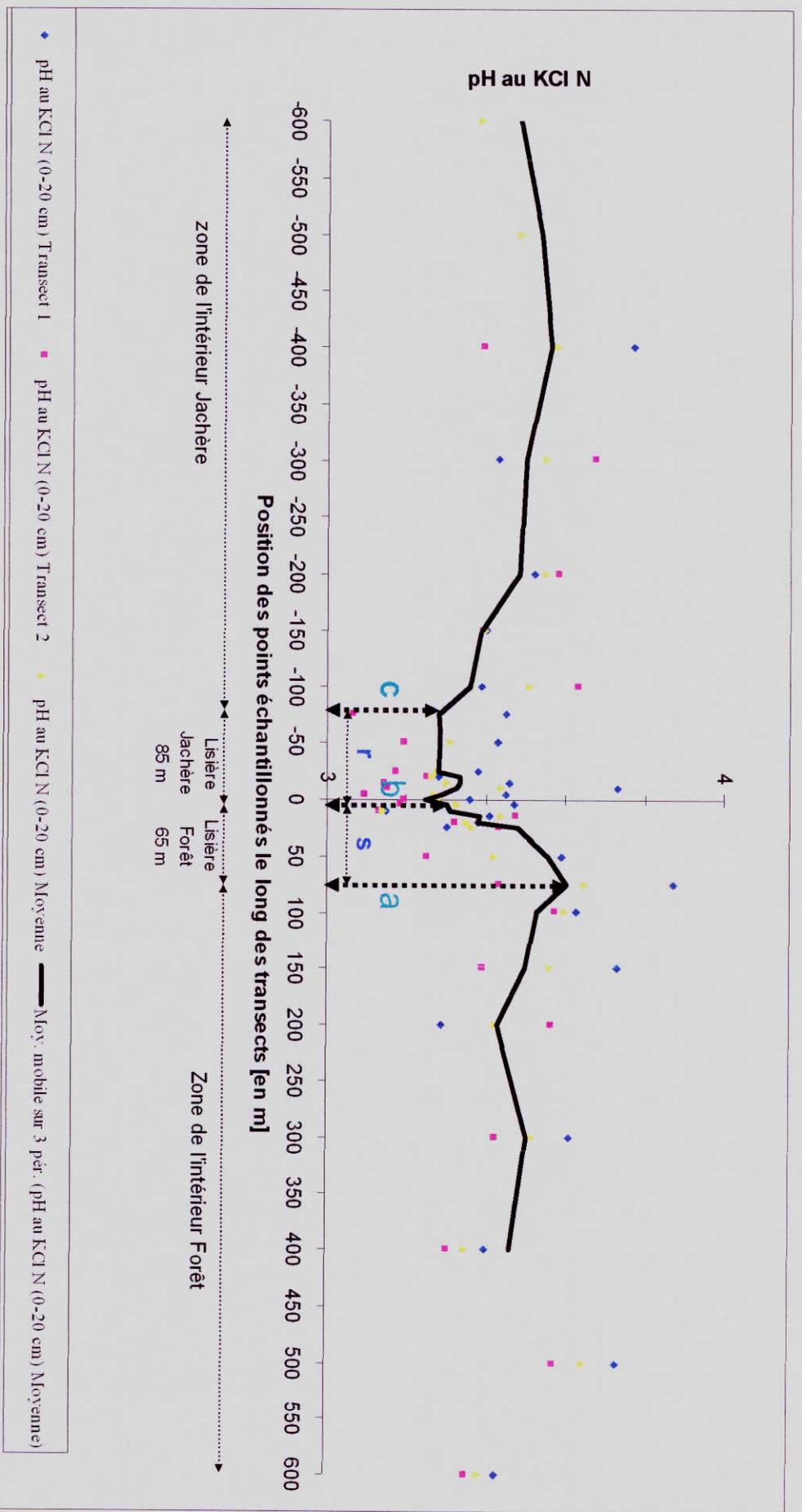


Figure 22 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à 3 périodes) du pH-KCl N le long des transects dans le couches superficielles (0 - 20 cm)

2) pH - KCl N et largeur des lisières au niveau des couches sous-jacentes

Comme pour les horizons de surface, la courbe des moyennes mobiles pour les couches sous-jacentes (voir Figure 23) montre trois zones distinctes d'occupation du sol, dont les caractéristiques sont données dans le Tableau 12 ci-dessous. Il y a donc lieu de relever :

- L'intérieur de la jachère : il va jusqu'au point -75. Elle se caractérise par une moyenne de pH de 3,59.
- Les lisières : Ici cette zone couvre la bande qui va du point -75 jusqu'au point 25, et peut être disséquée en deux :
 - ✚ une zone de lisière jachère de largeur $r = 50$ m et dont l'étendue est donnée par $[-75, -25]$ et dont la moyenne de pH est de 3,40 ;
 - ✚ Une autre zone de lisière forêt de largeur $S = 40$ m, dont la couverture spatiale est donnée par les valeurs $] -25, 15[$. Son pH moyen est de 3,60.
- La zone de l'intérieur - forêt » va du point 15 et au-delà. Elle se caractérise par une moyenne de pH de 3,73.

L'existence des lisières est confirmée par les résultats du test t de Student qui dégage des différences significatives de pH entre d'une part l'intérieur - jachère et sa lisière (Sig. 2-tailed = 0,002), et l'intérieur- forêt et sa lisière (Sig. 2-tailed = 0,058) d'autre part.

Tableau 13 : Caractéristiques des zones d'occupation du sol tenant compte du pH KCl N des couches sous-jacentes.

Type d'occupation du sol	Etendue	Largeur [m]
Intérieur Jachère	$[-600, -75[$	—
Lisière jachère	$[-75, -25]$	50
Lisière forêt	$] -25, 15[$	40
Intérieur forêt	$[15, +600]$	—

Le tableau 14 ci-dessous indique les résultats des tests statistiques de comparaison des moyennes (Test T de Student) de pH-KCl entre les différents types d'occupation du sol et leur lisières par couche du sol.

Tableau 14 : Comparaison entre les zones d'occupation du sol et leurs lisières sur le plan du pH-KCl

Indicateurs	Type occupation sol	n=	X	Test t	Valeur de p (Sig. 2-tailed)	Différence significative
pH - KCl (0 - 20 cm)	Intérieur - jachère	7	3,49	5,887	0,00	oui
	Lisière - jachère	9	3,3			
	Lisière - forêt	5	3,34	-2,599	0,025	oui
Intérieur - forêt	8	3,51				
pH - KCl (20 - 40 cm)	Intérieur - jachère	7	3,58	4,572	0,002	Oui
	Lisière - jachère	3	3,4			
	Lisière - forêt	7	3,6	-2,029	0,058	oui
Intérieur - forêt	12	3,73				

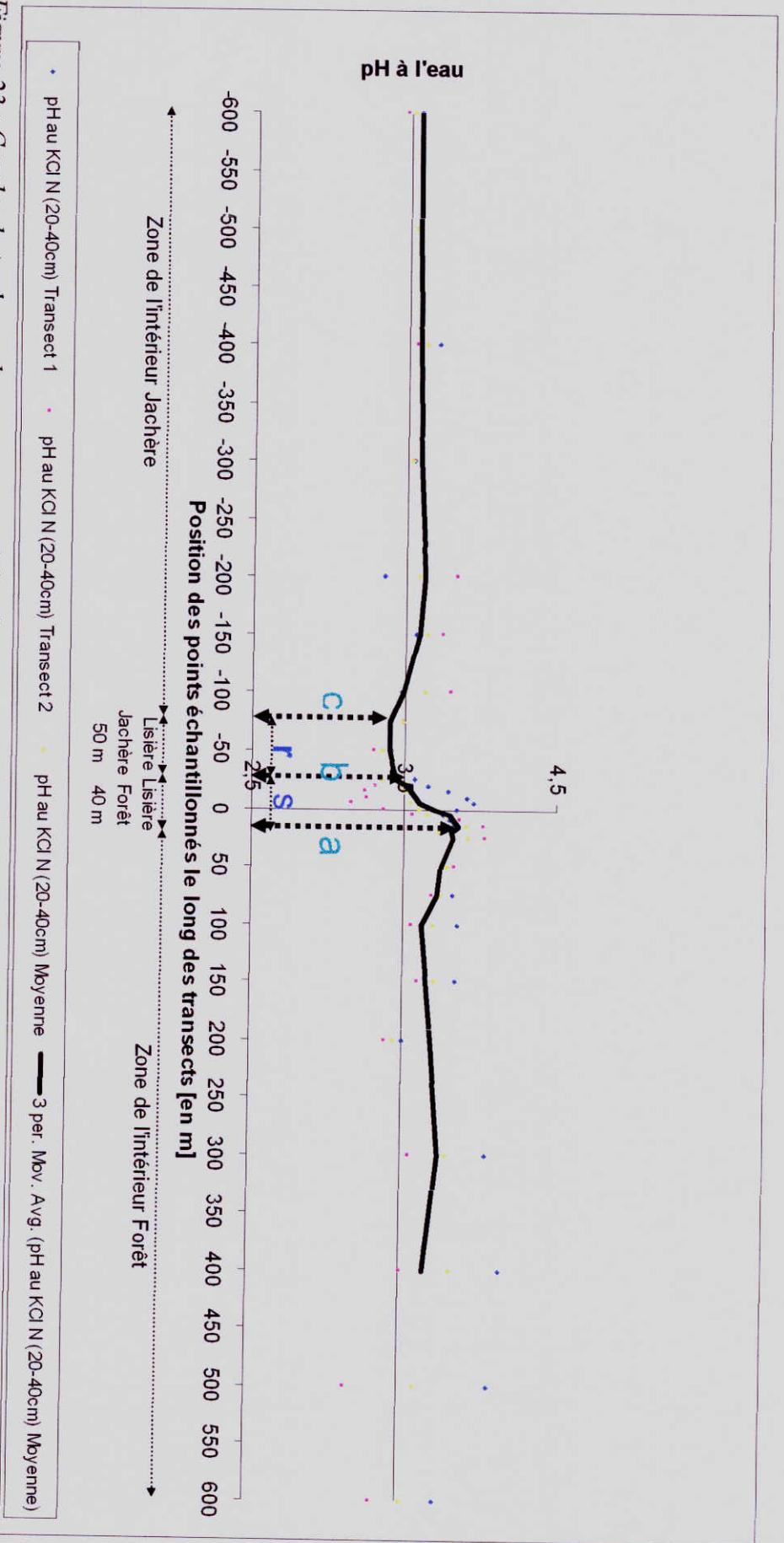


Figure 23 : Courbe de tendance des moyennes mobiles (à 3 périodes) du pH-KCl le long des transects dans les couches sous-jacentes (20 – 40 cm)

3) Calcul des vitesses de changement du pH

Les données relatives aux vitesses de changement du pH au KCl et selon les tranches du sol sont données dans le tableau 13 ci-dessous.

Tranche de 0-20 cm

Les vitesses de changement de pH-KCl le long des transects sont évalués à $(c-b)/r = 0,001$ unité et $(a-b)/s = 0,008$ unité respectivement en lisière – jachère et en lisière – forêt.

Tranche de 20-40 cm

Les vitesses de changement de pH-KCl le long des transects sont évalués à $(c-b)/r = 0,003$ unité et $(a-b)/s = 0,014$ unité respectivement en lisière – jachère et en lisière – forêt.

Tableau 15 : Vitesses de changement de pH-KCl dans les différentes lisières et par tranche du sol

Tranche du sol	Type de lisière	Base de calcul	Vitesse de changement de pH
0-20 cm	Lisière - jachère	$(c-b)/r$	0,001
0-20 cm	Lisière - Forêt	$(a-b)/s$	0,008
20 - 40 cm	Lisière - jachère	$(c-b)/r$	0,003
20 - 40 cm	Lisière - Forêt	$(a-b)/s$	0,014

D'une manière générale et nous basant sur la vitesse de changement, nous constatons que aussi bien pour le pH-H₂O que pour le pH-KCl, la vitesse est plus grande en lisière forestière.

4) Relation entre le pH-KCl et le gradient d'occupation du sol

Les droites de régression (Figures 24 et 25) des pH dans les différentes zones d'occupation du sol montrent qu'au niveau de la tranche superficielle du sol, le pH évolue négativement en allant de la jachère vers sa lisière ($y = -0,0002x + 3,313$; $R^2 = 0,3718$), et de la forêt vers sa lisière ($y = 0,0002x + 3,4211$, $R^2 = 0,0474$). Au niveau de la tranche sous-jacente, on observe la même tendance d'évolution du pH.

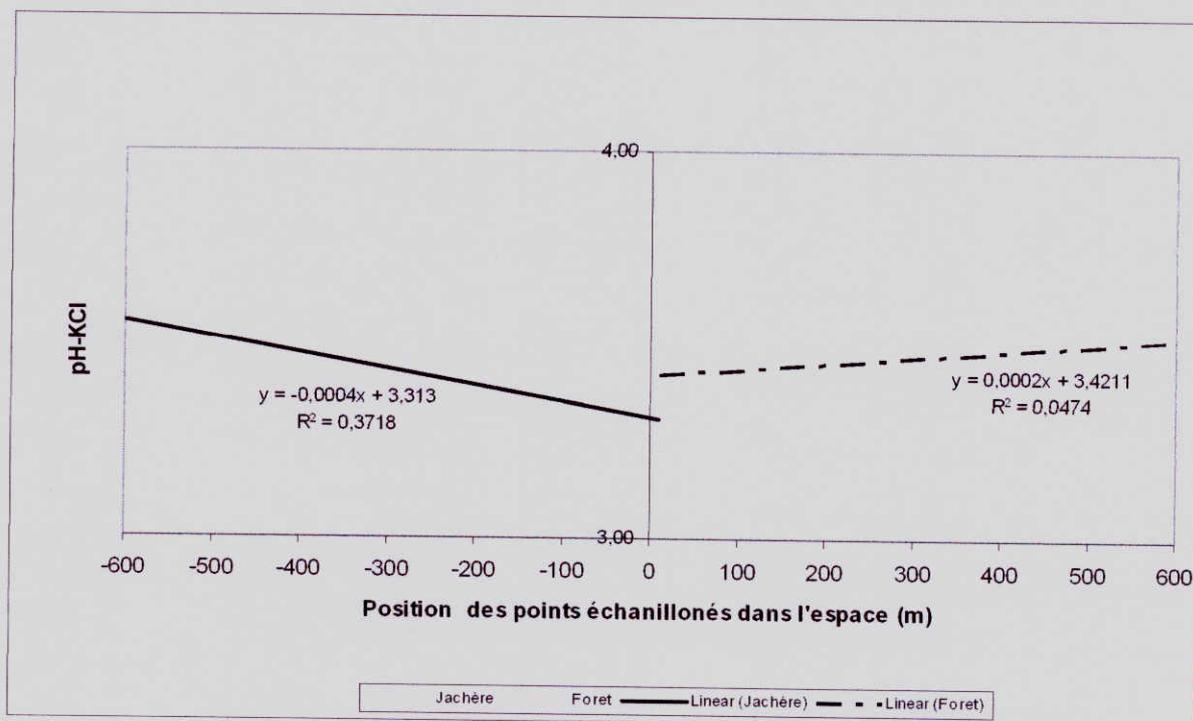


Figure 24 : Droites de régression pH-KCl pour les couches superficielles.

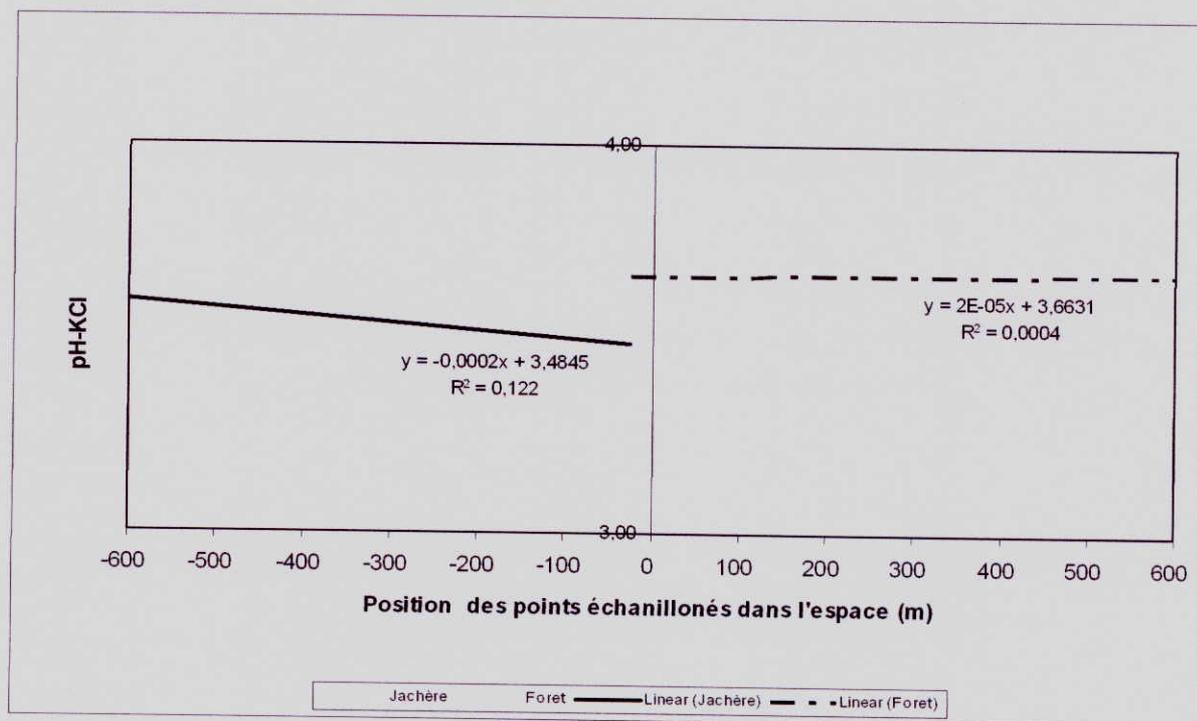


Figure 25 : Droites de régression pH-KCl pour les couches sous-jacentes.

III.2. DISCUSSION, CONCLUSION ET PERSPECTIVES

III.2.1. Discussion

La collecte des données

Les travaux de collecte d'échantillons ont été effectués au cours de l'année 2007, dans la période allant de Juin à septembre qui, dans le milieu, correspond généralement à la petite saison sèche de l'année. A cause de cela même, l'on pourrait s'attendre à ce que les valeurs de pH ainsi obtenues de nos analyses correspondent à leur niveau plancher ; l'activité biologique par les organismes telluriques ayant atteint leur seuil maximal parce que bénéficiant des conditions édapho – climatiques favorables. L'acidification serait exacerbée, entre autres, par la minéralisation de l'humus du sol. Notons en passant qu'au cours d'une même année, la baisse annuelle de pH peut atteindre une unité, si le milieu est favorable à l'acidification. Le pH - KCl varie de la même façon.

De même, bien qu'il est généralement reconnu au pH-mètre une grande précision dans la détermination des valeurs de réaction du sol au laboratoire, la signification réelle de ces valeurs en relation avec le sol lui-même pourrait être questionnable, car la taille des échantillons ainsi que le niveau de représentativité de ceux-ci sont susceptibles d'affecter les valeurs obtenues. En vue de garantir un niveau de représentativité optimal des échantillons, nous avons recouru à la suggestion de Van GROENEWOUD (1961) et rappelé par LEJOLY *(2007) sur l'utilisation des échantillons composites à travers une méthode de prélèvement de carré centré. Ce qui nous a permis d'avoir des échantillons largement représentatifs des sites investigués.

Variation du pH – KCl

La première chose que nous avons remarquée, au sein d'un même type d'occupation du sol les pH-KCl ne sont pas restés constants, qu'il s'agisse en forêt, en jachère ou dans les lisières.

Les fluctuations horizontales internes à chaque type d'occupation du sol sont cependant négligeables et varient dans la fourchette de 0,09 à 0,37 unité pour les couches superficielles. Ce niveau négligeable de fluctuation de l'acidité totale, probablement due aux erreurs expérimentales, pourrait renseigner sur l'homogénéité du matériel parental à partir duquel

les sols sont issus mais aussi sur une influence quasi uniforme de facteurs écologiques sur l'altération des minéraux argileux.

Par contre sur le plan vertical, lorsque nous opposons les tranches du sol, nous constatons de manière générale, que les couches superficielles présentent des pH-KCl nettement inférieurs (Tableau 10). Comme nous le verrons plus loin, en analysant les variations du pH - H₂O, cette situation s'expliquerait par une activité biologique plus intense en surface.

Variation du pH-H₂O

En ce qui concerne l'acidité active, les fluctuations horizontales atteignent 0,93 unité au sein d'une même zone d'occupation du sol. Ces écarts seraient dus essentiellement à une activité biologique et à une distribution de la matière organique différentielles le long des transects.

Par ailleurs, sur le plan vertical, comme pour le pH-KCl, la courbe évolutive de l'acidité active pour les couches superficielles se trouve en - dessous de celle des couches sous-jacentes. Ces fluctuations s'expliqueraient par le processus de production de l'acidité dans les sols ainsi que nous l'avions évoqué plus haut : la production d'acides organiques et/ou d'acide nitrique par les microorganismes du sol, la respiration des organismes vivants (racines, microorganismes et autres organismes telluriques) et l'absorption d'un excès de cations (Ca, Mg, K, NH₄) par rapport aux anions (NO₃, PO₄) par les racines. Ces processus, bien entendu, seraient plus intenses en surface qu'en profondeur. En général, comme la production de biomasse est élevée (plus ça pousse !), plus forte est la source d'acidité (DAMBRINE, 2001). Tenant compte du niveau d'évolution des milieux, notre milieu d'étude serait classifié dans la phase de fermeture de lisière autrement appelée « Edge-closure » dans laquelle LAURENCE noterait un accroissement dramatique en nombre des plantes et animaux (LAURENCE & BIERREGAARD, dans LAURENCE, 2001).

Largeur des lisières

La présence des lisières est mise en évidence à travers le recours à l'outil statistique et l'analyse des courbes d'évolution des pH et celles de tendance des moyennes mobiles. Qu'il s'agisse du pH-H₂O ou du pH-KCl, au niveau de la jonction entre les deux principaux types d'occupation du sol, les courbes présentent une concavité tournée vers le haut, qui correspondrait à la zone des lisières, localisée aux confins des deux zones en présence.

D'une manière générale, l'analyse des courbes révèle que l'effet de lisière sur le pH est plus déterminante en jachère et sur couches superficielles du sol - présence des zones plus épaisses de lisière (145 m pour pH-H₂O et 85 m pour pH-KCl) - qu'en forêt et sur couches sous-jacentes - zone mince de lisière (0 m pour pH-H₂O et 40 m pour pH-KCl). WIKIPEDIA met en exergue les effets microclimatiques (déshydratation) propres aux lisières qui se caractérisent par le dessèchement des sols, le stress hydrique pour les arbres, l'exacerbation des chocs thermiques et aléas climatiques par exposition accrue au soleil, au vent, au gel, etc. et une diminution de l'« effet tampon » de la forêt. Ces effets seraient ressentis beaucoup plus en ourlet (lisière jachère) que dans le manteau (lisière forêt).

Sur le plan botanique, nous avons remarqué d'une part, que les espèces d'arbres présentes en forêt se retrouvent également en zone de lisière forestière (manteau). C'est notamment le cas particulièrement de *Funtumia africana*, *Musanga cecropioides*, *Gilbertiodendron dewevrei*. Cependant, la densité par unité de surface, le diamètre et la hauteur de ces espèces sont faibles par rapport à leurs coespèces de l'intérieur de la forêt. En lisière, le diamètre moyen est resté inférieur à 1 m, tandis que la hauteur moyenne n'a pas dépassé les 35 m pour la majorité. Par contre, en ce qui concerne la richesse spécifique, il nous a été donné de constater que les lisières recèlent plus d'espèces que l'intérieur - forêt, en sorte qu'il s'établit pratiquement un gradient en allant de la lisière vers l'intérieur de la forêt. Nous avons évoqué plus haut le caractère filtrant et perméable des lisières en matière de lumière solaire, qui donne aux semences en dormance l'occasion de germer et de s'individualiser. Ce qui confère aux lisières forestières un caractère plutôt touffu, lequel se prête difficilement à la circulation des équipes.

Au niveau de l'ourlet, par contre, les espèces communes d'arbres avec la jachère sont essentiellement *Macaranga monandra*, *Musanga cecropioides*, *Harungana madagascariensis*, *Petersianthus macrocarpus*. Il est apparu qu'au niveau de l'ourlet, le développement des arbres est plus important qu'au niveau de la zone adjacente de jachère. Cette situation dénote du niveau de fertilité différentielle des sols en faveur de l'ourlet, lequel serait attribuable au microclimat qui est entretenu dans ce milieu et qui favorise un travail à la fois chimique et physique accompli par les organismes telluriques. FISCHER reconnaît à ce sujet que le sol est un véritable usine bio-géochimique qui est peuplé d'innombrables ouvriers miniatures très spécialisés, qui interviennent dans le recyclage et la production d'éléments chimiques clefs pour les plantes mais aussi pour l'air. Quelques invertébrés du sol

et de la litière, comme les vers de terre, mais surtout les microorganismes recyclent une partie des éléments nutritifs tels que l'azote ou le phosphore et les rendent disponibles pour les racines. Les invertébrés fouisseurs, grâce au réseau de galeries qu'ils creusent, aèrent le sol et favorisent le drainage de l'eau (FISCHESSER, 2008).

III.2.2. CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes proposé d'étudier les effets de lisière sur le pH du sol dans un paysage anthropisé de la cuvette centrale congolaise, afin de comprendre le sens et la nature du changement qu'elle induit sur ce paramètre abiotique du sol.

Les résultats obtenus ont révélé que les sols des sites étudiés sont classés dans la gamme des sols très fortement acides à sols extrêmement acides selon la définition des classes de Day et Mc Menamin. Les lisières étudiées et mises en évidence dans le cadre de ce travail sont bien des zones de transition entre milieux écologiques adjacents, qui se caractérisent par non seulement une structuration de végétation distincte, repérable sur le terrain lorsqu'on mène une analyse fine de la composition floristique, mais aussi par des caractéristiques édaphiques particulières.

Sur le plan botanique, l'inventaire floristique réalisé le long des transects révèle que la densité par unité de surface, le diamètre et la hauteur des espèces communes au manteau et à la zone intérieur – forêt sont faibles au niveau de la lisière forestière. En ce qui concerne la richesse spécifique, il nous a été donné de constater que les lisières recèlent plus d'espèces que l'intérieur – forêt, ce qui rend les lisières plus touffues. Le caractère filtrant et perméable des lisières en matière de lumière solaire, a permis aux semences en dormance de germer et de s'individualiser. des espèces d'arbres dont le diamètre moyen est croissant de la lisière vers l'intérieur de la forêt. Ceci suggère une progression rapide de la forêt à partir des lisières.

La situation est différente du côté de la zone de déprise agricole : au niveau de l'ourlet, le développement des arbres est plus important qu'au niveau de la zone adjacente de jachère. Cette situation serait due au niveau de fertilité plus grande des sols de l'ourlet, lequel serait attribuable au microclimat qui favorise un travail à la fois chimique et physique accompli par les organismes telluriques.

Les droites de régression ont montré d'une manière générale une évolution négative de pH à l'eau et au KCl en allant de l'intérieur - jachère vers l'ourlet, et cela pour les deux tranches de sol étudiés. Cette tendance est également observée lorsque l'on quitte l'intérieur - forêt pour s'avancer vers le manteau, particulièrement en couches superficielles. Cette situation laisse croire que les facteurs d'acidification seraient plus actifs dans les sols de lisière.

L'analyse des courbes d'évolution de pH le long des transects ainsi que les courbes de tendance des moyennes mobiles a révélé la présence des zones de lisières dont l'action tend à abaisser le pH, en agissant sur les facteurs d'acidification. Nous pensons que parmi les facteurs d'acidification, l'activité biologique occuperait une place prépondérante, corroborant ainsi la théorie de la richesse spécifique des lisières et de sa diversité biologique plus importante que dans les écosystèmes adjacents, du fait de la multiplicité des niches écologiques qui s'y établissent. Il existe, par ailleurs, au niveau des lisières, des conditions particulières de microclimat (lumière, humidité, vent), de bilan d'énergie et de conditions édaphiques qui exacerbent le niveau du pH par rapport aux milieux adjacents.

L'action sur le pH est variable sur le plan vertical et sur le plan horizontal. L'analyse des courbes de l'évolution du pH a révélé que l'effet de lisière est plus déterminante en jachère et sur couches superficielles du sol - caractérisé par la présence des zones plus épaisses de lisière (145 m pour pH-H₂O et 85 m pour pH-KCl) - qu'en forêt et sur couches sous-jacentes - avec des zones mince de lisière (0 m pour pH-H₂O et 40 m pour pH-KCl). Nous avons noté que l'influence des lisières diminuait avec la profondeur : Des lisières plus épaisses ont été observées dans les couches superficielles (145 m), d'où s'exerce une plus large influence sur le pH. Les couches superficielles, en effet, sont le siège par excellence des activités biologiques dans le sol. Cette influence va diminuant avec la profondeur et nous pensons qu'à une certaine profondeur du profil, la lisière cesse d'influencer le pH et même probablement les autres processus pédo-écologiques.

Eu égard de ce qui précède, nous pouvons dire à ce stade que l'influence des lisières sur le pH est évidente, mais la question qui reste posée: quels sont les véritables facteurs liés aux lisières qui favorisent l'acidification des sols. Tout au long de ce travail, nous avons présumé les activités biologiques des organismes telluriques, la production des biomasses et donc l'exportation des cations basiques par les végétaux être à la base du phénomène d'acidification. Le phénomène de fertilité différentielle entre la jachère et sa lisière, qui se

traduit par un développement différentiel des végétaux, nécessite d'être clarifiée. Par ailleurs, nous avons noté que l'influence des lisières diminuait avec la profondeur du sol. Il est probable qu'à une certaine profondeur du profil, les lisières cessent d'influencer. Des études biologiques, physiques et chimiques approfondies du sol nécessitent d'être menées en vue de donner des réponses appropriées à ces différentes préoccupations. D'où l'intérêt que nous manifestons à la poursuite de nos recherches doctorales. Dans notre agenda, nous prévoyons de réaliser ce qui suit :

- Suivre dans le temps et dans l'espace (milieux en déprise agricole et leurs lisières) le développement de la population d'une catégorie particulière des organismes telluriques, les vers de terre, dont le rôle dans la fertilité des sols est déterminant,
- Suivre dans le temps et dans l'espace l'évolution de la matière organique et les stocks des cations basiques dans le sol,
- Mener une étude fine au niveau des différentes tranches du sol pour pouvoir déceler les limites d'influence des lisières sur le pH dans le profil.

Cette approche originale nous permettra de proposer des logiques d'évolution des différentes lisières à étudier par l'analyse de différents descripteurs fonctionnels des lisières (largeur, évolution spatio-temporelle du pH, richesse édaphique spécifique,...) et des suggestions de modes de gestion de l'espace appropriés.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGRO-SYSTEMES, 2008. pH eau et pH-KCl, Les mécanismes d'échanges entre la solution du sol et le complexe argilo humique, première partie. Site : www.agro-systemes.com/dossier-complexe-argilo-humique.php
2. ARLOT C., 1984. Contribution à l'étude des groupements pré-forestiers du Centre-Sud du Bassin Parisien, essai de synthèse sur les *Prunetalia spinosae* Tx 32 des domaines atlantiques et médio-européens, thèse d'université, Paris Sud, 206 p.
3. ARMSON K.A., 1977. Forest soils: properties and processes, university of Toronto press, 390 pages.
4. BAUDRY J and BUREL F. Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications. Paris, 1999, 359p.
5. BAUDRY J., 1988. Approches écologiques des paysages. Le courrier de l'environnement 4.
6. BEAUCHAMP J., 2003. Propriétés des sols, Université de Picardie
7. BERDOULAY V., PHIPPS M., 1985/ Paysage et système de l'organisation écologique à l'organisation visuelle. Edition de l'Université de l'Ottawa, Ottawa, Canada.
8. BLACK C.A. and D.D. EVAN. Methods of soils analysis, American society of agronomy, Part 2, Agronomy 9, 1965, p. 917-918
9. BOGAERT J., Van HECKE, P. and CEULEMANS, R., 2002b. The Euler number as an index of spatial integrity of landscape: evaluation and proposed improvement. *Environmental Management* 29:673-682
10. BOGAERT J., 2003. Lack of agreement on fragmentation metrics blurs correspondence between fragmentation experiments and predicted effects. Site: www.consecol.org/vol7/iss1/resp6
11. BOGAERT J., CEULEMANS R. and EYSENRODE D.A., 2004. Decision Tree Algorithm for. Detection of spatial Processes in landscape transformation. *Environmental Management* 33(1): 62-73
12. BOGAERT J., FARINA A., and CEULEMANS R., 2005. Entropy increase of fragmented habitats: a sign of human impact? *Ecological indicators* 5: 207-212

13. BOGAERT J. et MAHAMANE A, 2005. Ecologie du paysage: Cibler la configuration et l'échelle spatiale. Annales des sciences agronomiques du Bénin, Bénin.
14. BOGAERT J., 2006. Écologie du paysage, cours post universitaire, ULB - Université de Kisangani, RD Congo.
15. BRUCKERT S. et ROUILLER J., 1994, Edition MASSON, Pédologie, 2^e partie : constituants et propriétés du sol, p511-514
16. BURINGH, 1979. Introduction to the study of soils in tropical and subtropical region, 124p. 3e Edition
17. CHAPMAN, H.D. and PRATT, P.F., 1961. Methods of analysis for soils, Plants and waters. University of California Division of Agriculture and Science.
18. Centre d'expertise en analyse environnementale du QUEBEC et Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Préparation des échantillons de sol agricole, DR-12-PEA, Ministère de l'Environnement du Québec, 2003, 8p.
19. CLEMENTS F.E., 1905. Research methods in ecology, University Publishing Company, Lincoln
20. DAMBRINE E. 2001. Acidité des sols : origine, approches, enjeux et maîtrise ; INRA Nancy Département Forêt et Milieux Naturels, 54280 Champenoux et D. Tessier INRA Versailles.
21. Day et Mc MENAMIN, 1983. Réaction (pH-H₂O) des horizons A, B et C : http://nlwis-snite1.agr.gc.ca/apaq-aapq/doc/T15pH_f.pdf, dernier accès.
22. DECAMPS H., 2004. L'écologie du paysage ou l'ambition paysagère de l'écologie. Lettre de l'Institut français de la biodiversité, No5.
23. DUCHAUFOUR P., 1960. Précis de pédologie, Masson & Cie, p.60.
24. DUDU A., 1991. Étude du peuplement d'insectivores et des rongeurs de la forêt ombrophile de basse altitude du Zaïre (Kisangani, MASAKO), vol.1, ANTWERPEN, 171 pages.
25. FISCHER B et DUPUIS-TATE M.-F., 1996. Le guide illustré de l'écologie Editions de la Martinière et Cemagref Editions.
26. FORMAN R., GODRON M., 1986. Landscape ecology, John Wiley and Sons, New York, 619p
27. FULLER R. J., WARREN M. S., 1991. Conservation in ancient and modern woodlands responses of fauna to edges and rotations In SPELLERBERG I.F.,

- GOLDSMITH F.B., MORRIS M.G., Scientific management of temperate communities for conservation, Blackwell Scientific Publications, Oxford : 445-471
28. GIRARD M.C., WALTER C., BERTHELIN J., REMY J.C. et MOREL J.L., 2005. Sols et Environnement. Cours et études de cas. Ed Dunod – collection : sciences supérieures.
 29. GOBAT J.M., ARAGNO M. et MATTHEY W., 2003. Le sol vivant (2ème édition) - Ed. Presses polytechniques et universitaires Romandes.
 30. GROENEWOUD, V.H., 1961. Variation in pH and buffering capacity of the organic layer of grey wooded soil. Soil sci.92:100-5
 31. HESSE, P.R., 1971. A textbook of soil chemical analysis; Chemical publishing Co, New-York.
 32. IALE Suisse, 2002. Site de l'IALE Suisse: Association internationale pour l'écologie du paysage. Site : www.wsl.ch/land/iale/whatle_fr.htm
 33. JACKSON, ML 1958. Soil chemical analysis. Prentico-Hall, Englewood cliffs
 34. KABULU D., 2007. Evaluation de l'état de la fragmentation des forêts au Katanga (RD Congo), Mémoire DEA, p.18.
 35. KAPOV V. et al., 1997. Edge and effect aspect in environment and plants response due to forest fragmentation in central Amazonia.
 36. KOMBELE B., 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise. Cas des séries Yakonde et Yangambi. Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux.
 37. KRAUSE, H.H., 1965. Effects of pH on leaching losses of potassium apply to forest nursery soils. Soil science society of America Production.
 38. LAURENCE W.F. and al, 2001. Ecosystem decay amazonian forest fragments : a 22 – year investigation. Departement of zoophysiology, university of Tuebingen, 72076 , Germany. P 605-618
 39. LAURENCE, W.F. and R.O. BIERREGAARD, 1997. Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago.
 40. LEJOLY J., LISOWSKI S., NDJELE M., 1988. Catalogue des plantes vasculaires des sous régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut - zaïre), 3^e Edition.
 41. LEJOLY J., 2006. Communication personnelle lors du séminaire d'orientation.
 42. MARTIN T.E., 1992. Landscape considerations for viable populations and biological diversity, Trans. North Amer. Wildl. & Nat. Res. Conf. 57 : 283-291

43. MILHE N., 2003. Contribution à l'élaboration d'indicateurs spatiaux pour le suivi des habitats naturels par utilisation d'indices de structure du paysage. Application à la Grande Camargue, Mémoire DEA, Université de Provence, Aix-Marseille I.
44. Ministère du Plan, 2005. Monographie de la province orientale, Document des stratégies pour la Réduction de la pauvreté, p. 11-15.
45. MULOTWA M., 2001. Aperçu systématique et écologique des oligochètes terricoles (Fam. *Octochaetidae*) dans un système de culture sur brûlis en forêt équatoriale. Cas de la Réserve forestière de Masako et ses environs (Kisangani, RD Congo), Dissertation DES inédite, Fac sci, Unikis, 94p.
46. NAIMAN R.J., DECAMPS H., 1992. The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones, Man and the Biosphere Series, Volume 4, 303 p.
47. NIYUNGEKO, 1987. Pédologie générale et tropicale, cours universitaire.
48. RICKLEFS E. et MILLER L., 2005. Ecologie, p.342, 4^e Edition
49. ROYER J.M., RAMEAU J.C., 1981. Réflexions sur la typologie, la phytosociologie et la structure floristique des ourlets forestiers de Bourgogne en position xérophile et mésophile, Bull. Soc. bot. Fr. 128, Actual. bot. (3/4) : 65-71
50. SAVELLI E., DON JEAN P., 2008. Le sol : un patrimoine vivant, Des acteurs incontournables de la fertilité des sols. Site : http://www.bretagne-environnement.org/rubrique/le-sol-un-patrimoine-vivant/2#section_1
51. SCHLAERPFER R. & IORGULESCU R., 2002. Paysage en tant qu'éco complexe : définition, types, caractéristiques, fonctionnement et fonctions. Fiche d'enseignement. Laboratoire de gestion des écosystèmes, Ecole polytechnique de Lausanne, 24pp.
52. UICN, 1990. La Conservation des écosystèmes forestiers du Zaïre.
53. UPOKI, 1997. aperçu systématique et écologie des espèces aviennes de la réserve forestière de MASAKO et ses environs (Kisangani, haut - zaïre), Dissertation DES, Fac. sciences UNIKIS.
54. UPOKI, 2001. Etude du peuplement des bulbuls (*Pycnonotidae*, Passériformes) dans le Réserve forestière de MASAKO à Kisangani (RD Congo), Thèse de doctorat, Fac sci, Unikis, 160p.
55. VANPEENE S.B., 1998. Transformations des paysages et dynamique de la biodiversité végétale. Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturelles. L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie). Thèse de doctorat, ENGREF.
56. VEZINIA, P.E., 1965. Methods of determination and seasonal pH fluctuations in Quebec forest humus. Ecology

57. WIENS J.A., CRAWFORD C.S., GOSZ J.R., 1985 - Boundary dynamics : a conceptual framework for studying landscape ecosystems, *Oikos* 45 : 421-427
58. WIKIPEDIA, 2007. De la théorie de succession au concept d'écotone: les écotones, concept - clé de l'écologie du paysage. Site : www.grenoble.fr/THESE/SVanpeene/ch%202.pdf
59. WIKIPEDIA, 2007. Lisière site : fr.wikipedia.org/wiki/Lisi%C3%A8re
60. ZIPPERER W.C., 1993. Deforestation patterns and their effects on forest patches, *Landscape Ecology* Vol.8 No 3, pp 178

ANNEXES

1. Mode opératoire / Mesure du pH

pH-H₂O distillée

- Peser 10g de terre fine séchée à l'air libre et les introduire dans un bêcher de 150 ml ;
- Ajouter 25 ml d'eau distillée bouillie ;
- Brasser énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension, soit avec agitateur en verre, soit avec un agitateur magnétique durant quelques minutes, couvrir avec un verre de montre ;
- Abandonner durant **½ heure à 2 heures** le contenu du bêcher ;
- Avant de procéder à la mesure du pH, procéder à l'étalonnage du ph-mètre,
- Juste avant d'introduire l'électrode dans la solution, remettre en suspension toute la terre à l'aide d'un agitateur ;
- La lecture du pH se fait lorsque l'aiguille de l'appareil s'est stabilisée. En général, la stabilisation est acquise au bout d'une minute. Parfois, elle ne se fait qu'au bout de 2, 3, ou 4 minutes ;
- Après chaque mesure, rincer les électrodes avec de l'eau distillée et les essuyer avec du papier filtre.

pH dans la solution normale de KCl

- Peser à nouveau 10g de terre fine séchée à l'air libre et les introduire dans 1 bêcher de 50 ml ;
- Ajouter 25 ml de solution normale de KCl ;
- Brasser énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension, soit avec agitateur en verre, soit avec un agitateur magnétique durant quelques minutes, couvrir avec un verre de montre ;
- Abandonner durant **1 nuit** le contenu du bêcher ;
- Agiter de nouveau avant d'introduire l'électrode dans la suspension ;
- Ne lire la valeur du pH que lorsque l'aiguille s'est stabilisée.

2. Analyse statistique des données : comparaison des moyennes de pH-H₂O et pH-KCl entre les différentes zones d'occupation du sol et leurs lisières par tranche du sol

2.1. pH - H₂O (0 – 20 cm)

Comparaison entre intérieur- jachère et sa lisière :

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	1,00	6	4,2183	,18968	,07743
	2,00	8	3,9688	,11679	,04129

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	,623	,445	3,051	12	,010	,24958	,08181	,07133	,42783
	Equal variances not assumed			2,844	7,798	,022	,24958	,08776	,04630	,45287

Comparaison entre intérieur- forêt et sa lisière :

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	3,00	7	3,8857	,08039	,03038
	4,00	8	4,0950	,19250	,06806

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	2,494	,138	-2,670	13	,019	-,20929	,07838	-,37862	-,03995
	Equal variances not assumed			-2,808	9,622	,019	-,20929	,07453	-,37625	-,04233

2.2. pH - H₂O (20 – 40 cm)

Comparaison entre intérieur- jachère et sa lisière :

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	1,00	9	4,4733	,10210	,03403
	2,00	5	4,3640	,10877	,04864

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	,000	,989	1,878	12	,085	,10933	,05822	-,01751	,23617
	Equal variances not assumed			1,842	7,926	,103	,10933	,05937	-,02779	,24646

Comparaison entre intérieur- forêt et sa lisière :

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	3,00	5	4,6400	,27722	,12398
	4,00	10	4,4890	,31758	,10043

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	,475	,503	,902	13	,384	,15100	,16745	-,21076	,51276
	Equal variances not assumed			,946	9,209	,368	,15100	,15955	-,20867	,51067

2.3. pH-KCl (0 – 20 cm)

Comparaison entre intérieur- jachère et sa lisière :

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	1,00	7	3,4957	,07480	,02827
	2,00	9	3,3044	,05548	,01849

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	1,268	,279	5,887	14	,000	,19127	,03249	,12158	,26096
	Equal variances not assumed			5,662	10,756	,000	,19127	,03378	,11671	,26563

Comparaison entre Intérieur forêt et sa lisière

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	3,00	5	3,3440	,11971	,05354
	4,00	8	3,5188	,11692	,04134

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	,168	,690	-2,599	11	,025	-,17475	,06724	-,32274	-,02676
	Equal variances not assumed			-2,584	8,471	,031	-,17475	,06764	-,32922	-,02028

2.4. pH-KCl (20 – 40 cm)

Comparaison entre intérieur- jachère et sa lisière :

Group statistic

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	1	7	3,587143	0,051547	0,019483
	2	3	3,4	0,078102	0,045092

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	1,110	,323	4,572	8	,002	,18714	,04093	,09276	,28152
	Equal variances not assumed			3,810	2,784	,036	,18714	,04912	,02373	,35056

Comparaison entre Intérieur forêt et sa lisière

Group Statistics

	Occsol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH	3,00	7	3,6014	,11682	,04415
	4,00	12	3,7308	,14267	,04118

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	,286	,599	-2,029	17	,058	-,12940	,06378	-,26398	,00517
	Equal variances not assumed			-2,143	14,850	,049	-,12940	,06038	-,25822	-,00059

3. COORDONNEES DES POINTS ECHANTILLONNES ET ESPECES VEGETALES OBSERVEES

Transect No1

Transect / Localisation	Coordonnées géographiques	ESPECES	Strate
T1F600	Alt. 401m	Alchornea floribunda	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	Chlamydocola chlamydantha	Herbacée
	Long.25°15,658'	Cleistanthus mildbraedii	Herbacée
		Culcasia dinklagei	Herbacée
		Elaeis guineensis	Herbacée
		Manniophyton fulvum	Herbacée
		Palisota barteri	Herbacée
		Pterocarpus soyauxii	Herbacée
		Rabdophyllum spp	Herbacée
		Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
		Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée
		Thomandercia hensii	Herbacée
		Trichilia gilgiana	Herbacée
		Anonidium manni	Arbustive
		Cleistanthus mildbraedii	Arbustive
		Coelocaryon botryoides	Arbustive
		Milletia duchesnei	Arbustive
		Pseudospondias microcarpa	Arbustive
		Thomandercia hensii	Arbustive
		Anonidium manni	Arborée
		Gilbertiodendron dewevrei	Arborée
		Irvingia grandifolia	Arborée
		Musanga cecropioides	Arborée
		Picnanthus angolensis	Arborée
		Strombosiopsis tetrandra	Arborée
		Trilepisium madagascariensis	Arborée
		Uapaca guineensis	Arborée
T1F500	Alt. 422m	Alchornea floribunda	Herbacée
	Lat. 00°36,281'	Cola congolana	Herbacée
	Long.25°15,605'	Commelina diffusa	Herbacée
		Culcasia dinklagei	Herbacée
		Geophylla obvallata	Herbacée
		Manniophyton fulvum	Herbacée
		Milletia duchesnei	Herbacée
		Mussaenda erythrophylla	Herbacée
		Palisota barteri	Herbacée
		palisota hirsuta	Herbacée
		Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
		Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée
		Cleistanthus mildbraedii	Arbustive
		Ficus exasperata	Arbustive
		Macaranga monandra	Arbustive
		Picnanthus angolensis	Arbustive
		Tetrorchidium didymostemon	Arbustive
		Trilepisium madagascariensis	Arbustive
	Alstonia bonei	Arborée	

		<i>Funtumia africana</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Symphonia globulifera</i>	Arborée
		<i>Uapaca guineensis</i>	Arborée
T1F400	Alt. 419m	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,326'	<i>Cola congolana</i>	Herbacée
	Long.25°15,597'	<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Milletia duchesnei</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>scaphopetalum thonneri</i>	Herbacée
		<i>Barteria nigritiana</i>	Arbustive
		<i>Coelocaryon botryoides</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Polyalthia suaveolens</i>	Arbustive
		<i>Funtumia africana</i>	Arborée
		<i>Hannoa clainonna</i>	Arborée
		<i>Macaranga monandra</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée
		<i>Rabdophyllum spp</i>	Arborée
T1F300	Alt. 401m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,361'	<i>Anonidium manni</i>	Herbacée
	Long.25°15,573'	<i>Buchnerodendron speciosum</i>	Herbacée
		<i>Caloncoba crepiniana</i>	Herbacée
		<i>Chlamydocola chlamydantha</i>	Herbacée
		<i>Cola congolana</i>	Herbacée
		<i>Costus afer</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Funtumia africana</i>	Herbacée
		<i>Macaranga monandra</i>	Herbacée
		<i>Macaranga saccifera</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Palisota ambigua</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>scaphopetalum thonneri</i>	Herbacée
		<i>Strychnos hostilis</i>	Herbacée
		<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	Herbacée
		<i>Thomandercia hensii</i>	Herbacée
		<i>Coelocaryon botryoides</i>	Arbustive
		<i>Lasiodiscus mannii</i>	Arbustive
		<i>Maesopsis Eminii</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arbustive
		<i>Polyalthia suaveolens</i>	Arbustive
		<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Arbustive
		<i>Lasiodiscus mannii</i>	Arborée
		<i>Maesopsis Eminii</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée

		<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Arborée
T1F200	Alt. 411m	<i>Chlamydocola chlamydantha</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,415'	<i>Cola congolana</i>	Herbacée
	Long.25°15,545'	<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Tomendersia hensii</i>	Herbacée
		<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Pterigota bequaertii</i>	Arbustive
		<i>Trilepisium madagascariensis</i>	Arbustive
		<i>Uapaca guineensis</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Panda oleosa</i>	Arborée
		<i>Pterigota bequaertii</i>	Arborée
		<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Arborée
		<i>Trilepisium madagascariensis</i>	Arborée
		<i>Uapaca guineensis</i>	Arborée
T1F150	Alt. 432m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,441'	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	Long.25°15,541'	<i>Dalbergia hostilis</i>	Herbacée
		<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Milletia duchesnei</i>	Fabacea e
		<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée
T1F100	Alt. 407m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,470'	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	Long.25°15,536'	<i>Barteria nigritiana</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guineensis</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Lea guineensis</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
		<i>Oxyanthus unilocularis</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guineensis</i>	Arbustive
		<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	Arborée
		<i>Fagara macrophylla</i>	Arborée

		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée
T1F75	Alt. 420m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,485'	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	Long.25°15,510'	<i>Barteria nigrifolia</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guineensis</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
		<i>Oxyanthus unilocularis</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guineensis</i>	Arbustive
		<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	Arborée
		<i>Fagara macrophylla</i>	Arborée
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée
T1F50	Alt. 418m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,496'	<i>Barteria nigrifolia</i>	Herbacée
	Long.25°15,499'	<i>Cola congolana</i>	Herbacée
		<i>Dalbergia hostilis</i>	Herbacée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Mitragyna stipulosa</i>	Arbustive
		<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	Arborée
		<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Arborée
T1F5-25	Alt. 409m	<i>Dalbergia hostilis</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,503'	<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
	Long.25°15,500'	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Dacryoides edulis</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Catapa procera</i>	Arborée
		<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	Arborée
		<i>Coelocaryon botryoides</i>	Arborée
		<i>Funtumia africana</i>	Arborée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arborée
		<i>Pauridiantha callicarpoides</i>	Arborée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborée
		<i>Symphonia globulifolia</i>	Arborée
		<i>Nephrolepis biserrata</i>	

T1J5-25	Alt. 416m	Afromomum laurentii	Herbacée		
	Lat. 00°36,507'	Buchnerodendron speciosum	Herbacée		
	Long.25°15,488'	Caloncoba crepiniana	Herbacée		
		Caloncoba subtomantosa	Herbacée		
		Costus afer	Herbacée		
		Eremospatha haulevilleana	Herbacée		
		Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée		
		scleria boivinii	Herbacée		
		tetrochidium	Herbacée		
		Alchornea floribunda	Arbustive		
		Cola congolana	Arbustive		
		Harungana madagascariensis	Arbustive		
		Irvingia grandifolia	Arbustive		
		Macaranga monandra	Arbustive		
		Musanga cecropioides	Arbustive		
T1J50	Alt. 421m	Afromomum laurentii	Herbacée		
	Lat. 00°36,530'	Buchnerodendron speciosum	Herbacée		
	Long.25°15,478'	Caloncoba crepiniana	Herbacée		
		Caloncoba subtomantosa	Herbacée		
		Costus afer	Herbacée		
		Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée		
		scleria boivinii	Herbacée		
		tetrochidium	Herbacée		
		Macaranga monandra	Arbustive		
		Musanga cecropioides	Arbustive		
		T1J75	Alt. 449m	Cnestis ferruginea	Herbacée
			Lat. 00°36,538'	Costus afer	Herbacée
			Long.25°15,475'	Macaranga monandra	Herbacée
				Macaranga monandra	Herbacée
				Manihot esculenta	Herbacée
Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée				
scleria boivinii	Herbacée				
Triumpheta cordifolia	Herbacée				
Macaranga monandra	Arbustive				
Musanga cecropioides	Arbustive				
Ricinodendron heudelotii	Arbustive				
Morinda lucida	Arborée				
T1J100	Alt. 406m			Alchornea floribunda	Herbacée
	Lat. 00°36,554'			Costus afer	Herbacée
	Long.25°15,472'			Cyathula prostata	Herbacée
		Macaranga monandra	Herbacée		
		Maesopsis Eminii	Herbacée		
		Manniophyton fulvum	Herbacée		
		Musanga cecropioides	Herbacée		
		Palisota ambigua	Herbacée		
		Palisota barteri	Herbacée		
		Paspalum conjugatum	Herbacée		
		Picnanthus angolensis	Herbacée		
		scleria boivinii	Herbacée		
		Tetrorchidium didymostemon	Herbacée		
		Trema orientalis	Herbacée		
		Buchnerodendron speciosum	Arbustive		
Chlamydocola chlamydantha	Arbustive				

		<i>Myrianthus arboreus</i>	Arbustive
		<i>Alstonia borei</i>	Arborée
		<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arborée
		<i>Uapaca guineensis</i>	Arborée
T1J150	Alt. 401m	<i>Costus afer</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Lasiodiscus mannii</i>	Herbacée
		<i>Manihot esculenta</i>	Herbacée
		<i>scleria boivinii</i>	Herbacée
		<i>Trema orientalis</i>	Herbacée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
T1J200	Alt. 401m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Cola congolana</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Dalbergia hostilis</i>	Herbacée
		<i>Macaranga monandra</i>	Herbacée
		<i>Manihot esculenta</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Pseudospondias microcarpa</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>scleria boivinii</i>	Herbacée
		<i>selaginella myosurus</i>	Herbacée
		<i>Triumpheta cordifolia</i>	Herbacée
		<i>Harungana madagascariensis</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arbustive
T1J300	Alt. 401m	<i>Caloncoba crepiniana</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Costus afer</i>	Herbacée
		<i>Lantana camara</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
		<i>Pteridium aquilinum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>scleria boivinii</i>	Herbacée
		<i>Albizia gummifera</i>	Arbustive
		<i>Caloncoba crepiniana</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
		<i>Myrianthus arboreus</i>	Arbustive
		<i>Polyalthia suaveolens</i>	Arbustive
		<i>Psidium guajava</i>	Arbustive
		<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arborée
		<i>uapaca guineensis</i>	Arborée
T1J400	Alt. 401m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Cola congolana</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Costus afer</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guneensis</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Lantana camara</i>	Herbacée
		<i>Macaranga monandra</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Musanga cecropioides</i>	Herbacée

		<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Herbacée
		<i>Pteridium aquilinum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	Arbustive
		<i>Dicostemma glaucescens</i>	Arbustive
		<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Arbustive
T1J500	Alt. 401m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Bridelia stenocarpa</i>	Herbacée
		<i>Caloncoba crepiniana</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
		<i>Costus afer</i>	Herbacée
		<i>Craterispermum cerinanthum</i>	Herbacée
		<i>Elaeis guineensis</i>	Herbacée
		<i>Lantana camara</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Mostuea batesii</i>	Herbacée
		<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Herbacée
		<i>sabicea johnstonii</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
		<i>selaginella myosurus</i>	Herbacée
		<i>Spermacoce latifolia</i>	Herbacée
		<i>Strychnos angolensis</i>	Herbacée
		<i>Tristemma mauritianum</i>	Herbacée
		<i>Triumpheta cordifolia</i>	Herbacée
		<i>Antonotha macrophylla</i>	Arbustive
		<i>Cyperus compressus</i>	Arbustive
		<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
		<i>Persea americana</i>	Arbustive
		<i>Picnanthus angolensis</i>	Arbustive
		<i>Sherbounia batesii</i>	Arbustive
		<i>Vitex welwitschii</i>	Arbustive
T1J600	Alt. 401m	<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
	Lat. 00°36,235'	<i>Ananas comosus</i>	Herbacée
	Long.25°15,658'	<i>Caloncoba crepiniana</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
		<i>Costus afer</i>	Herbacée
		<i>Craterispermum cerinanthum</i>	Herbacée
		<i>Dalbergia hostilis</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Lantana camara</i>	Herbacée
		<i>Mannihot esculenta</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Milletia drastica</i>	Herbacée
		<i>Mostuea batesii</i>	Herbacée
		<i>Oxyanthus unilocularis</i>	Herbacée
		<i>scleria boivinii</i>	Herbacée
		<i>Spermacoce latifolia</i>	Herbacée
		<i>Thomandercia hensii</i>	Herbacée

	<i>Albizia gummifera</i>	Arbustive
	<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	Arbustive
	<i>Baphia pubescens</i>	Arbustive
	<i>Elaeis guineensis</i>	Arbustive
	<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
	<i>Harungana madagascariensis</i>	Arbustive
	<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Arbustive

Transect No 2 :

Transect / Localisation	Coordonnées géographiques	ESPECES	Strate
T2J600		<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
		<i>Antonotha macrophylla</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium schweinfurtii</i>	Herbacée
		<i>Anonidium manni</i>	Arbustive
		<i>Barteria nigritiana</i>	Arbustive
		<i>Laziodiscus</i>	Arbustive
		<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arbustive
		<i>Celiocaryon botrioides</i>	Arborescente
		<i>Funtumia africana</i>	Arborescente
	<i>Terminalia superba</i>	Arborescente	
T2J500		<i>Afromomum laurentii</i>	Herbacée
		<i>Buchnerodendron speciosum</i>	Herbacée
		<i>Cola congolana</i>	Herbacée
		<i>Eremospatha haulevilleana</i>	Herbacée
		<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
		<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
		<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
		<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
		<i>Antonotha macrophylla</i>	Arbustive
		<i>Caloncoba crepiniana</i>	Arbustive
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Arbustive
		<i>Drypetes likwa</i>	Arbustive
		<i>Elaeis guineensis</i>	Arbustive
		<i>Funtumia africana</i>	Arbustive
		<i>Milletia duchesnei</i>	Arbustive
		<i>Myrianthus arboreus</i>	Arbustive
		<i>Macaranga monandra</i>	Arborescente
	<i>Musanga cecropioides</i>	Arborescente	
	<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborescente	
T2J400		<i>Alstonia bonei</i>	Herbacée
		<i>Buchnerodendron speciosum</i>	Herbacée
		<i>Cherburnia longepetiolata</i>	Herbacée
		<i>Cnestis ferruginea</i>	Herbacée

	Costus afer	Herbacée
	Geophylla obvallata	Herbacée
	Manihot esculenta	Herbacée
	Rabdophyllum arnoldianum	Herbacée
	Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
	Sarcophrynium macrostachyum	Herbacée
	scleria boivinii	Herbacée
	Baikiae Insignis	Arbustive
	Tetrochidium didymostemon	Arbustive
	Musanga cecropioides	Arborescente
T2J300	Chromolaena odoratum	Herbacée
	Cnestis ferruginea	Herbacée
	Costus afer	Herbacée
	costus locanusianum	Herbacée
	Cymbopogon citratus	Herbacée
	Fagara macrophylla	Herbacée
	Manihot esculenta	Herbacée
	Manniophyton fulvum	Herbacée
	Palisota barteri	Herbacée
	Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
	Elaeis guineensis	Arbustive
	Harungana madagascariensis	Arbustive
	Myrianthus arboreus	Arbustive
T2J200	Chromolaena odoratum	Herbacée
	Harungana madagascariensis	Herbacée
	Lea guineensis	Herbacée
	Macaranga monandra	Herbacée
	Manihot esculenta	Herbacée
	Palisota barteri	Herbacée
	Paspalum conjugatum	Herbacée
	Pseudomussaenda stenocarpa	Herbacée
	sabicea johnstonii	Herbacée
	Trema orientalis	Herbacée
	Tristemma mauritianum	Herbacée
	Alchornea cordifolia	Arbustive
	Caloncoba crepiniana	Arbustive
	Ficus exasperata	Arbustive
	Musanga cecropioides	Arbustive
	Entandrophragma sp.	Arborescente
	Pterocarpus soyauxii	Arborescente
T2J150	Afromomum laurentii	Herbacée
	Manniophyton fulvum	Herbacée
	Milletia duchesnei	Herbacée
	Nephrolepis biserrata	Herbacée
	Palisota barteri	Herbacée
	Piper guineensis	Herbacée
	Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
	Cola congolana	Herbacée
	Macaranga saccifera	Herbacée
	Manihot esculenta	Herbacée
	Blighia welwitshi	Arborescente
	Macaranga monandra	Arborescente
	Musanga cecropioides	Arborescente

	<i>Picnanthus angolensis</i>	Arborescente
T2J100	<i>Alchornea floribunda</i>	Herbacée
	<i>Elaeis guineensis</i>	Herbacée
	<i>Manihot esculenta</i>	Herbacée
	<i>Milletia duchesnei</i>	Herbacée
	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
	<i>Oxyanthus unilocularis</i>	Herbacée
	<i>Palisota ambigua</i>	Herbacée
	<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
	<i>scaphopetalum thonneri</i>	Herbacée
	<i>Drypetes likwa</i>	Arbustive
	<i>Fagara macrophylla</i>	Arbustive
	<i>Macaranga monandra</i>	Arbustive
	<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
T2J75	<i>Alchornea cordifolia</i>	Herbacée
	<i>Alstonia bonei</i>	Herbacée
	<i>Chromolaena odoratum</i>	Herbacée
	<i>Costus lucanitianus</i>	Herbacée
	<i>Elaeis guineensis</i>	Herbacée
	<i>Macaranga monandra</i>	Herbacée
	<i>Manniophyton fulvum</i>	Herbacée
	<i>Milletia duchesnei</i>	Herbacée
	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
	<i>Palisota ambigua</i>	Herbacée
	<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Herbacée
	<i>Sarcophrynium macrostachyum</i>	Herbacée
	<i>scleria boivinii</i>	Herbacée
	<i>Tetrochidium didymostemon</i>	Herbacée
	<i>Musanga cecropioides</i>	Arbustive
	<i>Myrianthus arboreus</i>	Arbustive
T2J50	<i>Alchornea cordifolia</i>	Herbacée
	<i>Chromolaena odoratum</i>	Herbacée
	<i>Colocasia esculenta</i>	Herbacée
	<i>Macaranga saccifera</i>	Herbacée
	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
	<i>Polyalthia suaveolens</i>	Herbacée
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Herbacée
	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
	<i>Macaranga saccifera</i>	Arbustive
	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Arbustive
	<i>Myrianthus arboreus</i>	Arbustive
T2J25	<i>Macaranga saccifera</i>	Herbacée
	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Herbacée
	<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée
	<i>Sarcophrynium schweinfurtii</i>	Herbacée
	<i>Picnanthus marchalianus</i>	Arbustive
	<i>Ficus exasperata</i>	Arborescente
T2J20-5	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Herbacée
	<i>Palisota barteri</i>	Herbacée
	<i>Paspalum conjugatum</i>	Herbacée
	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Herbacée

	Tristemma mauritianum	Herbacée
	Chlamydoncola chlamydanta	Herbacée
	Manniophyton fulvum	Herbacée
	Alchornea cordifolia	Arbustive
	Guiburta demeusei	Arbustive
	Picnanthus marchalianus	Arbustive
T2J0	Alchornea floribunda	Herbacée
	Commelina africana	Herbacée
	Milletia duchesnei	Herbacée
	Palisota barteri	Herbacée
	Sarcophrynium brachystachyum	Herbacée
	Anonidium manni	Arbustive
	Celiocaryon botrioides	Arbustive
	Chlamydoncola chlamydanta	Arbustive
	Macaranga saccifera	Arbustive