

**Les jachères à *Andropogon gayanus* en savane soudanienne
dans l'ouest du Burkina Faso: flore, structure, déterminants et fonction
dans l'écosystème**

**Die Brachen mit *Andropogon gayanus* in der Savanne der Sudanzone
im Westen von Burkina Faso: Flora, Struktur, Determinanten und Funktion
im Ökosystem**

Anne Fournier, Moïse Yoni & Prosper Zombre

Reçu/Eingang: 19.02.1999

Traduction/Übersetzung: Rüdiger Wittig

FALLOW LAND WITH *ANTHROPOGON GAYANUS* IN SUDANESE SAVANNAS (WEST BURKINA FASO): FLORA, STRUCTURE, DETERMINANTS AND FUNCTIONS WITHIN THE ECOSYSTEM.

ABSTRACT: A stage during which the perennial grass *Andropogon gayanus* is dominant always occurs in the postcultural successions in Sudanese Africa. Yet a large floristic variability is locally observed with 12 floristic units and 36 floristic facies, in the Bondoukuy region (Burkina Faso). This variability, which can be described as an almost perfectly nested three level hierarchy, is mainly determined by the nature of the soils of the region (ferruginous or ferrallitic soils) the cultivation methods having little influence. The functional significance of the *Andropogon gayanus* stage in the dynamics of anthropized Sudanese ecosystems, its role as an anthropization indicator and its duration in future landscapes are discussed.

Key words: Sudanese savanna, fallow land, vegetation variability and dynamics, vegetation units, indicator species, *Andropogon gayanus*

RÉSUMÉ: Un stade dominé par l'herbe pérenne *Andropogon gayanus* apparaît constamment dans les successions postculturales en Afrique soudanienne. Une importante variabilité floristique locale peut cependant y être reconnue avec 12 groupements et 38 faciès floristiques dans la région de Bondoukuy. Cette variabilité, que l'on peut décrire comme hiérarchisée sur trois niveaux presque parfaitement emboîtés, s'organise principalement en fonction des trois principaux types de sols de la région (ferrallitiques, ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, ferrugineux tropicaux non hydromorphes), les pratiques relatives à la phase de culture (durée de culture, rotations) n'ayant que peu d'influence. La signification fonctionnelle du stade à *Andropogon gayanus* dans la dynamique des écosystèmes anthropisés soudanais, son caractère indicateur d'anthropisation et sa persistance dans les paysages du futur sont discutés.

Mots clés: savane soudanienne, jachère, variabilité et dynamique de la végétation, groupements végétaux, espèces indicatrices, *Andropogon gayanus*

ZUSAMMENFASSUNG: In der Sudanzone Afrikas stellt sich in der Phase nach Aufgabe der Bewirtschaftung stets ein Stadium ein, in dem das mehrjährige Gras *Andropogon gayanus* dominiert. Trotzdem ist in der Region von Bondoukuy (Burkina Faso) eine große floristische Vielfalt mit 12 floristischen Einheiten und 36 floristischen Fazies zu finden. Diese Vielfalt kann als beinahe perfekt ausgebildete Hierarchie dreier Ebenen beschrieben werden, die von der regionalen Bodenbeschaffenheit (ferrallithische oder nicht eisenhaltige Böden) bestimmt werden; die Kulturmethoden hingegen üben geringen Einfluß auf die floristische Vielfalt aus. Diese Arbeit stellt die funktionelle Bedeutung des Stadiums mit *Andropogon gayanus*-Dominanz innerhalb der Dynamik der anthropogen beeinflussten sudanischen Ökosysteme dar und untersucht seine Rolle als Zeigerstadium für die Anthropogenisierung sowie die Chancen seines Überdauerns in zukünftigen Landschaften.

Schlagwörter: Sudanische Savanne, Brachflächen, Vegetationsdynamik, Vegetationseinheiten, Zeigerpflanze, *Andropogon gayanus*

Fonds Documentaire IRD



010022644

Fonds Documentaire IRD

Cote : Bx 22644 Ex : I

1 INTRODUCTION

En Afrique soudanaise, l'agriculture traditionnelle se conforme généralement à un système comprenant une phase de culture d'environ cinq ans, suivie d'une phase de repos. Après l'abandon du champ, la végétation de savane se reconstitue en vingt à trente ans par un processus de succession secondaire. Un tel système d'exploitation induit un paysage en mosaïque ; celle-ci, en perpétuelle évolution, est plus ou moins complexe et morcelée selon la taille et l'agencement des parcelles et des zones non cultivées. Elle comprend de nombreux champs cultivés sous parc arboré à *Vitellaria paradoxa*, des zones protégées ou incultivables et des jachères. Ces dernières présentent divers stades de la succession sur différents sols, après divers types de culture.

Plusieurs exemples de successions dans des parcelles abandonnées après culture ont été publiés pour les régions soudanaises (ZOUNGRANA 1991, 1993 ; OUADBA 1993 ; DIATTA & MATTY 1993 ; YOSSY & DEMBÉLÉ 1993 ; GUELLY 1993 ; FOURNIER 1996, 1997). Néanmoins les déterminants de cette dynamique postculturale sont encore mal connus, en particulier le rôle de facteurs comme les sols, les pratiques culturales et les prélèvements opérés sur la jachère (pâturage et cueillette). Il est en particulier difficile de préciser l'importance relative de ces facteurs, c'est-à-dire de les hiérarchiser (FOURNIER *et al.*, à paraître a).

Des études de la végétation, dont une partie est déjà publiée (FOURNIER 1994, 1996 ; FOURNIER & NIGNAN 1997 ; DEVINEAU & FOURNIER 1997 ; DIALLO 1997), ont été réalisées de 1991 à 1997 dans la région de Bondoukuy au Burkina Faso. Pendant les premières années de jachère diverses herbes dominent le milieu sous l'effet conjoint des facteurs pédologiques et anthropiques (HIEN 1996). Mais après dix ans d'abandon environ, la graminée pérenne *Andropogon gayanus* var. *tridentatus* remplace ces espèces comme dominante dans les jachères, quel que soit le sol (YONI 1995, 1997). Quand la succession n'est pas entravée, vingt à trente ans plus tard d'autres graminées pérennes de savane auront à leur tour éliminé *A. gayanus*.

Cette espèce, constituée par ailleurs une ressource pour les populations dans ces régions (LE MIRE PÊCHEUX *et al.*, à paraître). Matériau plus ou moins courant de construction et d'artisanat (toitures, nattes, etc.) pour l'ensemble des populations locales, elle fournit pour les éleveurs un fourrage de bonne qualité, très recherché pour les troupeaux domestiques. Bien des cultivateurs l'utilisent en outre comme indicateur du retour de la fertilité dans les jachères, c'est le cas dans le système traditionnel de culture des Bwaba à Bondoukuy dans l'ouest du Burkina Faso.

L'objectif du présent travail est d'analyser la forme et les déterminants de la variabilité floristique et structurale de ce stade de la succession auquel la dominance de *A. gayanus* donne une apparence d'homogénéité. Une typologie des ensembles floristiques et structuraux et des enquêtes auprès des populations servent de base pour rechercher des liens entre végétation, nature des sols et utilisation du milieu.

1 EINFÜHRUNG

In der Sudanzone Afrikas werden die Äcker in der Regel fünf Jahre lang bearbeitet, danach folgt eine Brachephase. Nach Aufgabe der ackerbaulichen Nutzung stellt sich im Zuge einer Sekundärsukzession innerhalb von 20 bis 30 Jahren eine typische Savannenvegetation ein. Auf diese Weise entsteht eine Mosaiklandschaft, die in ständiger Veränderung begriffen und je nach Zuschnitt und Behandlung der bearbeiteten und brachliegenden Flächen mehr oder weniger komplex und zerstückelt ist. Sie beinhaltet *Vitellaria paradoxa*-Parks mit zahlreichen Feldern, geschützte oder unkultivierte Bereiche und Brachen. Letzte repräsentieren diverse Sukzessionsstadien auf unterschiedlichen Böden und nach unterschiedlicher Nutzung.

Zahlreiche Beispiele der Sukzession auf Brachflächen in der Sudanzone wurden bereits publiziert (ZOUNGRANA 1991, 1993 ; OUDABA 1993 ; DIATTA & MATTY 1993 ; YOSSY & DEMBÉLÉ 1993 ; GUELLY 1993 ; FOURNIER 1996, 1997). Dennoch sind die Faktoren, die diese Entwicklung bestimmen, immer noch wenig erforscht. V.a. fehlen Kenntnisse über die Rolle der Böden, der vorhergehenden ackerbaulichen Nutzung sowie der Nutzung der Brache durch Beweidung und Sammeltätigkeit. Besonders schwierig ist es, die relative Wichtigkeit der einzelnen wirkenden Faktoren einzuordnen und sie somit zu hierarchisieren (FOURNIER *et al.*, in Vorb.).

In den Jahren 1991 bis 1997 wurden in der Region Bondoukuy (Burkina Faso) Vegetationsuntersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse teilweise bereits publiziert sind (FOURNIER 1994, 1996 ; FOURNIER & NIGNAN 1997 ; DEVINEAU & FOURNIER ; DIALLO 1997). Während der ersten Brachejahre dominieren verschiedene Kräuter als Folge eines kombinierten Effektes von Bodeneigenschaften und anthropogenen Einwirkungen (HIEN 1996). Ungefähr nach zehn Jahren gelangt das ausdauernde Gras *Andropogon gayanus* var. *tridentatus* unabhängig vom Boden auf allen Brachen zur Dominanz (YONI 1995, 1997). Bei ungehinderter Sukzession wird *A. gayanus* 20 oder 30 Jahre später durch andere ausdauernde Savannengräser ersetzt.

Für die Bevölkerung der Region stellt die Art übrigens eine wichtige Ressource dar (LE MIRE PÊCHEUX *et al.*, in Vorb.). Sie ist ein mehr oder weniger gängiges Baumaterial, das zur Herstellung von Dächern, Matten etc. benutzt wird. Sie gilt bei den Hirten als Futter von guter Qualität und ist daher sehr begehrt. Viele Bauern benutzen sie darüber hinaus als Indikator für die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit im Verlauf der Brachezeit. Dies ist u.a. im traditionellen Anbausystem der Bwaba in Bondoukuy im Westen von Burkina Faso der Fall.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die floristische und strukturelle Variabilität dieses Sukzessionsstadiums, dem *A. gayanus* ein homogenes Aussehen verleiht, zu untersuchen. Eine Typologie der floristischen und strukturellen Beschaffenheit sowie Befragungen der ländlichen Bevölkerung dienen als Grundlage, um die Beziehung zwischen Vegetation, Bodenbeschaffenheit und Nutzung zu analysieren.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Milieu naturel et humain

2.1.1 Le milieu naturel et son utilisation par les populations

Le travail a été réalisé dans l'ouest du Burkina Faso dans la région de Bondoukuy (11° 51' N, 3° 45' W) qui repose sur un sous-sol gréseux. Le schéma géomorphologique est celui d'un système de glacis cuirassés polygéniques (KALOGA 1997). Le climat est soudanien, avec une saison sèche de sept à huit mois et un total pluviométrique annuel moyen compris entre 800 et 900 mm. La végétation naturelle correspond à la limite entre la forêt claire soudanienne à *Isobertinia doka* au sud et la forêt claire indifférenciée soudanienne au nord (WHITE 1986). Les populations cultivent le coton et des céréales vivrières et élèvent des bovins et des petits ruminants. L'emprise humaine est relativement forte avec plus de 30 - et même par endroits plus de 60 - habitants par km² et environ 15 têtes de bétail par km². Le paysage comprend deux grandes unités géomorphologiques, le "plateau" et le "bas-glacis", qui diffèrent par la nature de leurs sols et, dans une certaine mesure, par leur mode d'utilisation par les populations (année des premiers défrichements, pratiques culturelles, pression pastorale et de cueillette). Bien que la région soit en cours d'artificialisation rapide sous l'effet de la pression de culture et de pâturage, les milieux de jachères relativement âgées, où domine *A. gayanus*, sont encore abondants. L'espèce est d'ailleurs fréquente dans l'ensemble du paysage, puisqu'elle est présente, sans être nécessairement dominante, dans un tiers environ des milieux non cultivés (DEVINEAU et al. 1997).

2.1.2 Milieu humain

Les Bwaba, autochtones détenteurs des terres, sont sans doute arrivés entre le XVe et le XVIIe siècle (GUINKO & MILLOGO-RASOLODIMBY, non publié). Les premiers migrants à s'installer dans les villages Bwaba ont été les Peuhls Sidibe venus de Barani. Ils furent suivis par des Dafing-Marka commerçants, venus des régions voisines depuis moins d'un siècle pour islamiser la région. Plus tard, au XXe siècle, les années de sécheresse (1926-1927, 1973-1975, 1984-1985) ont provoqué des migrations de population depuis les zones nord-soudanaises vers les zones sud-soudanaises. Les régions de Solenzo (province du Banwa) et de Bondoukuy (province du Mouhoun) sont celles qui ont accueilli le plus de migrants. Le mouvement migratoire a été favorisé par les traitements sanitaires qui ont libéré les régions soudanaises de la trypanosomose animale et de l'onchocercose. Ces vagues de migration étaient en majorité constituées d'éleveurs Peuls de Djibo et de l'Oudalan ainsi que de cultivateurs Mossi du Yatenga, du Boulkiemde et du Passore. De véritables villages se sont alors constitués à proximité des villages Bwaba.

C'est ainsi que les deux ethnies majoritaires, Bwaba et Mossi, cohabitent avec quelques autres (Gourounsi, Samo, Lobi), chacun pratiquant l'agriculture, l'élevage ou les deux à la fois, sans qu'il existe en général de réelle intégration

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Natürliche und menschliche Umwelt

2.1.1 Die Nutzung der natürlichen Umwelt durch die Bevölkerung

Die Arbeit wurde im Westen von Burkina Faso in der Region Bondoukuy (11° 51' N, 3° 45' W) durchgeführt, deren Untergrund aus Sandstein besteht. Geomorphologisch handelt es sich um ein System von mit Lateritkrusten überzogenen Glacisflächen verschiedener Herkunft (KALOGA 1997). Das Klima ist mit sieben bis acht Trockenmonaten und einem durchschnittlichen jährlichen Niederschlag von 800 bis 900 mm typisch sudanisch. Die natürliche Vegetation entspricht der des Grenzbereiches zwischen dem südlichen sudanischen forêt claire mit *Isobertinia doka* und dem undifferenzierten nördlichen (WHITE 1986). Die Bevölkerung baut Baumwolle sowie zur eigenen Ernährung benötigtes Getreide an und züchtet Rinder, Schafe und Ziegen. Mit mehr als 30 und stellenweise sogar mehr als 60 Einwohnern pro km² und ungefähr 15 Stück Vieh pro km² ist der menschliche Einfluss relativ stark. Die Landschaft besteht aus zwei geomorphologischen Groseinheiten, dem "Plateau" und den "Glacisflächen", die sich in ihren Böden und auch in der Nutzung (Zeit der ersten Urbarmachung, landwirtschaftliche Praktiken, Beweidungsdruck, Sammeltätigkeit) unterscheiden. Obwohl sich die Region unter dem Druck von Ackerbau und Beweidung immer weiter von ihrem natürlichen Zustand entfernt, sind alte Brachflächen mit Dominanz von *A. gayanus* noch relativ häufig. Die Art selbst ist übrigens innerhalb des Landschaftsgefüges auf etwa einem Drittel der nicht kultivierten Flächen relativ häufig, ohne dabei notwendigerweise dominant zu sein (DEVINEAU et al. 1997).

2.1.2 Bevölkerung

Die heutigen Besitzer des Landes, die Bwaba, sind ohne Zweifel zwischen dem 15. und 17. Jahrhundert eingewandert (GUINKO & MILLOGO-RASOLODIMBY, unveröffentlicht). Als erste Zuwanderer siedelten sich innerhalb der Bwaba-Dörfer Sidibe-Fulbe aus Barani an. Ihnen folgten Dafing-Marka Händler, die weniger als ein Jahrhundert später aus benachbarten Regionen kamen, um das Gebiet zu islamisieren. Später, im 20. Jhd., verursachten Trockenjahre (1926 bis 1927, 1973 bis 1975 und 1984 bis 1985) große Wanderungen von Bevölkerungsgruppen aus der Nordsudan-Zone in die Südsudan-Zone. Die Bereiche von Solenzo (Provinz Banwa) und Bondoukuy (Provinz Mouhoun) sind diejenigen, die die meisten Immigranten aufgenommen haben. Die Wanderbewegungen wurden dadurch begünstigt, dass die Regionen der Sudanzone von Trypanosomen und von der Onkocercose befreit worden waren. Die Wanderungswellen bestanden mehrheitlich aus Fulbehirten von Djibo und dem Oudalan sowie aus Ackerbau betreibenden Mossi aus Yatenga, Boulkiemde und Passore. Richtige Dörfer sind auf diese Weise in Nachbarschaft der Bwaba-Dörfer entstanden.

Heute leben die beiden wichtigsten Ethnien, Bwaba und Mossi, mit einigen anderen zusammen (Gourounsi, Samo, Lobi), wobei alle Landwirtschaft oder Weidewirtschaft oder beides betreiben, ohne dass es allgemein eine wirkliche In-

entre les deux activités. En moins de quatre décennies la pression anthropique vient ainsi d'augmenter considérablement, les milieux naturels et humains en ont été profondément modifiés, avec une altération sensible des paysages végétaux.

2.2 Analyse de la variabilité de la végétation et de ses déterminants

2.2.1 Connaissances des populations locales

Les populations locales qui exploitent les milieux de ces régions observent depuis longtemps l'évolution de leurs paysages végétaux sous l'effet des pratiques humaines ; leur connaissance de la dynamique de la végétation et de ses déterminants est une source d'information précieuse. Ceci est particulièrement vrai pour comprendre la mise en place des jachères relativement âgées, où l'on observe *A. gayanus*.

Des enquêtes ont été réalisées auprès d'un échantillon de 22 cultivateurs de Bondoukuy (18 Bwaba et 4 Mossi), dont 10 avaient alors leurs champs dans le bas-glacis, et 12 sur le plateau. Au cours d'entretiens assez libres, des questions ont été posées sur la période d'apparition des premières touffes de *A. gayanus* dans les jachères ainsi que sur l'évolution ultérieure de leurs populations. On a également interrogé les gens sur les indicateurs de reconstitution de la fertilité qu'ils utilisaient dans les jachères.

2.2.2 Plan d'échantillonnage et méthodes d'analyse pour l'étude des déterminants de la végétation

L'objectif poursuivi est de mettre en évidence les liens qui peuvent exister entre un certain nombre de variables relatives à la structure floristique et spatiale de la végétation et à l'utilisation du milieu par l'Homme. Ces variables ont été construites à partir de données réunies par inventaire, mesure (recouvrement, tailles, etc.) ou enquête (durée et nature de la culture etc.) dans un échantillon de 69 sites dominés par *A. gayanus*. Ces sites correspondent à d'anciennes parcelles de culture d'au moins 50 m x 50 m. La stratification de l'échantillonnage a été faite d'abord en fonction des principales unités de sol de la région d'après les cartes morphopédologiques au 1/20 000 de KISSOU (1994) et de ZOMBRÉ et KISSOU (1995) : sols ferrugineux tropicaux lessivés (hydromorphes dans le bas-glacis non hydromorphes sur le plateau) et sols ferrallitiques. Dans chacune des trois strates ainsi définies, les sites de relevé ont ensuite été choisis de manière à prendre en compte la plus grande diversité possible de physiologies végétales (structure de la population de *A. gayanus* et du couvert ligneux). La possibilité d'interroger l'exploitant sur le passé du site a également été un critère de choix important.

Pour étudier le lien entre les diverses variables et réfléchir sur les déterminants de la structure observée, plusieurs analyses factorielles des correspondances ont été réalisées à l'aide des logiciels STAT-ITCF (ITCF 1991) et LISA (FRANCILLON *et al.* 1992). Il s'agit d'analyses factorielles simples (AFC) pour les données floristiques et d'une analyse facto-

regation de ces deux modes de vie. In weniger als vier Jahrzehnten hat der anthropogene Druck beträchtlich zugenommen und Umwelt und Bevölkerung wurden tiefgreifend verändert, was mit einer empfindlichen Änderung der landschaftsbestimmenden Vegetation verbunden war.

2.2 Analyse der Variabilität der Vegetation und ihrer Determinanten

2.2.1 Kenntnisse der lokalen Bevölkerung

Die lokale Bevölkerung, die die Umwelt nutzt, beobachtet seit langer Zeit die Entwicklung der Vegetation unter der Einwirkung der menschlichen Bewirtschaftung; ihre Kenntnis der Vegetationsdynamik und ihrer Determinanten ist eine wichtige Informationsquelle. Dies trifft insbesondere zu, um die Inkulturnahme der relativ alten Brachen zu verstehen, auf denen sich *A. gayanus* angesiedelt hat.

Bei 22 Bauern aus Bondoukuy (18 Bwaba und 4 Mossi) wurde eine Befragung durchgeführt. Zehn von ihnen hatten ihre Felder in den Glacisflächen, zwölf auf dem Plateau. In freiem Gespräch wurden Fragen zum Zeitpunkt des Auftretens der ersten Horst von *A. gayanus* auf den Brachen und über den weiteren Verlauf der Populationsentwicklung gestellt. Die Bauern wurden außerdem danach befragt, welche Indikatoren sie benutzen, um die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit auf den Brachen zu erkennen.

2.2.2 Stichproben und Analyse der vegetationsbestimmenden Faktoren

Untersuchungsziel ist es, die Verbindungen zwischen einer gewissen Anzahl an Variablen der floristischen und räumlichen Struktur der Vegetation und der Nutzung der Umwelt durch den Menschen herauszufinden. Diese Variablen wurden auf der Basis von Bestandsaufnahmen, Messungen (Vegetationsbedeckung, Höhe) oder Befragungen (Dauer und Art der Kultur) im Rahmen einer Bestandsaufnahme für 69 Flächen mit *A. gayanus*-Dominanz zusammengetragen. Hierbei handelte es sich um alte Nutzflächen von mindestens 50 m x 50 m Umfang. Die Gliederung der Stichproben richtete sich in erster Linie nach den Hauptbodeneinheiten der Region, basierend auf den bodenmorphologischen Karten 1: 20.000 von KISSOU (1994) und ZOMBRÉ & KISSOU (1995): Lessivierte tropische eisenhaltige Böden (in den Glacisflächen hydromorph, auf dem Plateau nicht hydromorph) und ferralithische Böden. Innerhalb jeder definierten Gruppe wurden die Aufnahmeflächen derart ausgewählt, dass die bezüglich der Populationsstruktur von *A. gayanus* und der Gehölzschicht größtmögliche Diversität an Vegetationstypen vertreten war. Ein weiteres Auswahlkriterium war die Möglichkeit, die Vergangenheit der Fläche zu erfragen.

Um die Beziehung zwischen den verschiedenen Variablen zu studieren und die für die beobachtete Struktur bestimmenden Faktoren herauszuarbeiten, wurden mehrere Faktorenanalysen mit Hilfe der Programme STAT-ITCF (ITCF 1991) und LISA (FRANCILLON *et al.* 1992) durchgeführt. Die Analyse der floristischen Gegebenheiten wurde mit Hilfe ei-

rielle des correspondances multiples (AFCM) pour les variables structurales et culturales.

2.2.3 Analyse de la structure floristique et spatiale de la végétation

L'inventaire floristique des 69 sites et son analyse ont été faits selon la méthode de Braun-Blanquet (GOUNOT 1969, p. 60). Comme l'étude phytoécologique générale de la végétation de ces régions n'est pas faite, et que le présent travail ne porte que sur certains milieux (perturbés de surcroît), on n'a cependant pas cherché à placer les groupements reconnus dans un cadre synsystématique. Les 69 variables (relevés) et les 179 observations (espèces) ont été traités par analyse factorielle des correspondances simples. Ce premier niveau d'analyse a conduit à séparer très clairement les relevés en trois groupes, correspondant aux trois grands types de sols. Dans une seconde étape les données floristiques relatives à chacun des trois groupes ont été soumises séparément à une nouvelle AFC. La variable GF, qui représente l'appartenance de chaque site à un groupement floristique (voir résultats), résulte de cette analyse.

A partir des listes floristiques, deux variables qui décrivent l'une la richesse en espèces herbacées (RH), l'autre la richesse en espèces ligneuses (RA) ont été renseignées. Ces variables ainsi que celles qui vont être décrites plus loin ont été traitées par analyse factorielle des correspondances multiples. Les coefficients d'abondance-dominance ont par ailleurs permis de décrire et d'étudier des faciès végétaux. Rappelons que cette notion, fondée sur la dominance d'une ou plusieurs espèces, est totalement distincte de celle du groupement floristique. Les faciès ont ici été définis sur le critère d'un coefficient d'abondance-dominance des espèces supérieur ou égal à 3. Le lien entre faciès et groupement a été examiné, mais le nombre des faciès était trop grand (et donc l'effectif de chaque classe trop petit) pour que cette donnée puisse être intégrée aux analyses factorielles sous forme de variable.

Sept variables décrivent la structure spatiale ou physique de la végétation.

- Le recouvrement de la couronne des arbres (RL) a été évalué en mesurant la longueur recouverte par la projection des couronnes le long de 3 lignes de 100 m, le résultat est exprimé en pourcentage.
- La variable ST représente la strate de hauteur à laquelle appartiennent la majorité des arbres du site considéré, elle comprend trois modalités (ST1 de 0,5 à 2 m, ST2 de plus de 2 à 6 m et ST3 de plus de 6 à 10 m).
- Le recouvrement basal (RB) des graminées pérennes - principalement *A. gayanus*, mais parfois aussi d'autres espèces - a été évalué en mesurant la longueur de touffes (plateaux de tallage) interceptée au sol par 5 lignes de 100 m. Cette valeur, ici exprimée en pourcentage, a l'intérêt de rester pratiquement constante au cours de l'année, contrairement au recouvrement total, qui varie en fonction des saisons.
- La densité de *A. gayanus* (DENS) est le nombre de touffes dénombrées dans une surface de 500 m².

ner Korrespondenzanalyse durchgeführt (CA), die strukturellen und landwirtschaftsbedingten Variablen wurden einer mehrfaktoriellen Analyse (MCA) unterzogen.

2.2.3 Untersuchung der floristischen und räumlichen Struktur der Vegetation

Die Bestandsaufnahmen und anschließenden Analysen wurden nach der Methode von Braun-Blanquet (GOUNOT 1966: 60) vorgenommen. Da aber bisher noch keine Gesamtbearbeitung der Vegetation der Region existiert und sich die vorliegende Arbeit nur auf bestimmte Standorte bezieht (zudem auf gestörte), wurde nicht versucht, synsystematische Bezüge zu erstellen. Die 69 Variablen (Aufnahmen) und die 179 Beobachtungen (Arten) wurden einer Korrespondenzanalyse unterzogen. Dieser erste Analyseschritt führte zu drei klar unterschiedenen, mit den drei großen Bodentypen korrespondierenden Gruppen. In einem zweiten Schritt wurden die floristischen Merkmale jeder dieser drei Gruppen separat einer weiteren Korrespondenzanalyse unterzogen. Aus dieser Analyse resultiert die Variable GF, die die Zugehörigkeit jeder Aufnahme-Fläche zu einer bestimmten floristischen Artenkombination (s. Kap. 3) repräsentiert.

Ausgehend von den Pflanzenlisten wurden zwei Variablen erstellt, von denen eine den Reichtum an krautigen Arten (RH), die andere den an holzigen Arten (RA) beschreibt. Diese Variablen wurden, genau wie die weiter unten beschriebenen, einer mehrfaktoriellen Korrespondenzanalyse unterzogen. Die Werte der Braun-Blanquet-Skala erlaubten es, fazielle Ausbildungen der Vegetation zu beschreiben und zu studieren. Dabei ist zu bedenken, dass der Fazies-Begriff auf der Dominanz einer oder mehrerer Arten basiert und sich demnach deutlich von dem der Pflanzengesellschaft unterscheidet. Von Fazies wird hier dann gesprochen, wenn die Artmächtigkeit ≥ 3 ist. Es wurde versucht, die Beziehungen zwischen Fazies und Artenzusammensetzung zu ermitteln, aber die Anzahl der Fazies war zu groß (und daher der Einfluss jeder Klasse zu klein), um sie in die Faktorenanalyse als Variable eingeben zu können.

Sieben Variablen beschreiben die räumliche oder physische Struktur der Vegetation:

- Der Kronenschluss der Bäume (RL) wurde ermittelt, indem die Länge der Strecke bestimmt wurde, die von der Kronenprojektion entlang von drei 100-Meter-Linien bedeckt wurde. Das Resultat wird in Prozent ausgedrückt.
- Die Variable ST repräsentiert die Höhengruppe, in der sich die Mehrheit der Bäume der betreffenden Fläche befindet. Sie umfasst drei Stufen (ST1: 0,5-2 m; ST2: 2-6 m; ST3: 6-10 m).
- Die Grundfläche der ausdauernden Gramineen (RB), meist von *A. gayanus*, aber manchmal auch anderer Arten, wurde durch Messung der Länge der Horste (in Höhe der Wurzelschösslinge) entlang von 100-Meter-Linien bestimmt. Dieser hier als Prozentzahl ausgedrückte Wert hat die Besonderheit, praktisch das ganze Jahr über konstant zu bleiben, wohingegen die Gesamtbedeckung in Abhängigkeit von der Jahreszeit variiert.
- Die Dichte von *A. gayanus* (DENS) ist die Anzahl der Horste auf einer Fläche von 500 m².

- La surface en cm² des touffes de *A. gayanus* dans la parcelle (SU) est estimée comme le produit de deux diamètres perpendiculaires (moyenne arithmétique des touffes rencontrées le long de 5 lignes de 20 m). La variable est supposée décrire l'âge ou du moins l'état des touffes, on peut en effet penser que les surfaces les moins élevées correspondent à de jeunes touffes ou aux clones les plus anciens dont les touffes se sont fragmentées (voir FOURNIER 1991).
- La variable CV représente le rapport de l'écart-type à la moyenne de la surface des touffes exprimé en pour-cent. Cette variable informe sur l'hétérogénéité de la taille des touffes dans la population et ainsi sur la dynamique de régénération. Dans un milieu se régénérant bien, on peut en effet attendre un mélange de grosses touffes âgées et de petites touffes plus jeunes ou assez âgées pour provenir d'une fragmentation : on sait en effet qu'au cours de sa vie la touffe évolue en grossissant puis en se fragmentant en plusieurs autres touffes (voir en particulier FOURNIER 1991).
- La dernière variable EV, qui comporte trois classes, informe sur la densité des populations de *A. gayanus* aux abords immédiats de la parcelle. Les enquêtes réalisées dans le présent travail et des observations et expérimentations précédentes non publiées (FOURNIER 1993, YONI 1994) indiquent en effet que la présence de populations sources de diaspores facilite l'installation rapide de l'espèce dans les parcelles après abandon cultural. On peut supposer que les parcelles environnantes qui portent *A. gayanus* sont des jachères plus âgées ou au moins du même âge que le site de relevé et qu'elles peuvent avoir facilité l'implantation de l'espèce dans la parcelle d'étude.
- Als Maß für die Flächengröße der *A. gayanus*-Horste auf einer Parzelle (SU) in cm² wurde das arithmetische Mittel der Fläche der entlang von fünf Linien von je 20 Meter Länge angetroffenen Horste ermittelt, wobei die Fläche jedes einzelnen Horstes als Produkt zweier senkrecht aufeinanderstehender Horst-Durchmesser geschätzt wurde. Vermutlich beschreibt diese Variable das Alter oder wenigstens das Stadium der Horste, wobei anzunehmen ist, dass es sich bei den kleinflächigen Horsten um junge Individuen oder aber um durch Fragmentierung eines alten Horstes entstandene Klone handelt (s. FOURNIER 1991).
- Die Variable CV repräsentiert das Verhältnis der Standardabweichung zur durchschnittlichen Fläche der Horste in Prozent. Sie gibt auch über die Heterogenität der Größe der Horste innerhalb der Population und somit über die Dynamik der Regeneration Auskunft. Auf einem sich gut regenerierenden Standort kann man eine Mischung aus großen alten Horsten und kleinen jüngeren oder ebenfalls älteren, jedoch aus Fragmentation entstandenen Horsten erwarten: Man weiß nämlich, dass sich ein Horst im Laufe seines Lebens zunächst vergrößert, danach aber in kleinere Horste zerfällt (s. v.a. FOURNIER 1991).
- EV, die letzte Variable, informiert über die Dichte der Population von *A. gayanus* in der Umgebung der untersuchten Parzelle. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sowie vorausgehender nicht veröffentlichter Experimente (FOURNIER 1993; YONI 1994) weisen darauf hin, dass die Anwesenheit von Populationen in der Umgebung als Diasporenquelle die Ansiedlung dieser Art auf Brachflächen erleichtert. Man darf annehmen, dass die benachbarten Flächen mit *A. gayanus* älter oder wenigstens gleich alt wie die betreffenden Aufnahmeflächen sind und sie somit die dortige Ansiedlung der Art begünstigt haben.

L'étude des données floristiques et structurales et de leurs liens a été faite par analyse factorielle multiple. Celle-ci a été réalisée sur un tableau qui contenait l'ensemble des 69 relevés, mais seulement les dix variables de structure de la végétation et la variable groupe floristique, c'est-à-dire celles qui ont toujours pu être renseignées.

2.2.4 Etude des facteurs d'utilisation culturale

Pour chaque site de relevé, une enquête a été réalisée auprès de l'exploitant en septembre ou octobre. Celui-ci, conduit sur sa jachère, répondait à diverses questions sur le mode de culture passé ainsi que sur l'utilisation actuelle du site. Vu l'éloignement dans le temps de la phase de culture, les questions ont cependant été limitées à la recherche d'informations assez générales, on n'a notamment pas cherché à obtenir de description détaillée de la manière dont le champ avait été entretenu (sarclage, fumure). Même ainsi, les réponses ont été incomplètes pour certains sites : la mémoire des personnes interrogées était, comme on pouvait le supposer, d'autant moins précise que la jachère était plus ancienne. Des difficultés d'une autre nature ont également été rencontrées. A plusieurs reprises des sites de relevé à physiognomies distinctes situés sur un même sol se sont révélés avoir été cultivés de manière homogène ; en revanche un site à physiognomie homogène correspondait parfois à plusieurs parcelles de culture à histoires distinctes. Il est difficile d'é-

Die floristischen und strukturellen Begebenheiten sowie ihre Beziehungen wurden mittels Mehrfaktorenanalyse untersucht. Die Bearbeitung erfolgte anhand einer Tabelle, die die Gesamtheit der 69 Aufnahmen, aber lediglich die zehn Variablen der Vegetationsstruktur und als weitere Variable die floristische Gruppe enthält, d.h. all diejenigen Parameter, die für alle Flächen ermittelt werden konnten.

2.2.4 Ermittlung der landwirtschaftlichen Nutzung

Für jede Aufnahmefläche wurde im September oder Oktober eine Befragung des Nutzers durchgeführt. Diese erfolgte vor Ort, wobei verschiedene Fragen zur Art und Weise der früheren Nutzung sowie auch zum aktuellen Schicksal der Fläche gestellt wurden. In Anbetracht der seit der Kulturphase vergangenen Zeit beschränkten sich die betreffenden Fragen auf die Suche nach generellen Informationen und es wurde bewusst auf eine spezielle Beschreibung der früheren Behandlung des Feldes (Unkrautbekämpfung, Düngung) verzichtet. Aber auch so blieben die Antworten für einige der Flächen unvollständig: Wie zu erwarten, ließ das Gedächtnis der befragten Personen mit zunehmenden Alter der Brachen nach. Außerdem ergaben sich noch weitere Schwierigkeiten. Recht häufig erwiesen sich Flächen von unterschiedlicher Physiognomie auf den gleichen Böden als auf einheitliche Weise kultiviert; umgekehrt bestandene Flächen einheitlicher Physiognomie manchmal aus mehreren

carter totalement l'hypothèse d'une défaillance de mémoire des exploitants, mais il semble plutôt que la cause de ces discordances soit ailleurs, car des recoupements ont permis de vérifier que les informations données par les cultivateurs étaient presque toujours fiables. Lorsqu'il existait un doute véritable sur la qualité de l'information, les données ont été écartées.

Pour l'analyse statistique des facteurs cultureux, des variables relatives à l'utilisation du milieu ont été renseignées à partir des données d'enquête.

- JA est l'âge de la jachère en cours, c'est-à-dire le temps écoulé depuis le dernier abandon du champ.
- DU est la durée de culture ayant précédé la mise en jachère actuelle.
- DESP décrit la dernière espèce cultivée dans la parcelle avant abandon, on peut en effet penser qu'elle influence fortement l'évolution ultérieure de la végétation.
- COT représente les jachères cultivées en coton uniquement.
- CT+ représente les jachères partiellement cultivées en coton et partiellement avec d'autres espèces telles le maïs ou l'arachide.
- CER représente les jachères cultivées en céréales uniquement.
- ARA les jachères cultivées partiellement en arachide et partiellement en céréales et
- AUC représente les milieux qui n'ont jamais été cultivés.
- JP donne une idée de la durée des cycles culture-jachère achevés, c'est-à-dire des pratiques qui ont précédé la dernière mise en culture. Comme les périodes concernées sont longues (parfois de plus de 50 ans) et éloignées dans le temps, les informateurs n'ont pas pu préciser la part respective de la culture et de la jachère dans le cycle. La durée prise en compte inclut donc la mise en culture et le repos qui ont précédé la dernière défriche.

L'ensemble des variables culturelles n'ont pu être renseignées entièrement que pour 27 sites ce qui ne permettait pas une analyse factorielle satisfaisante. En particulier l'étude du lien avec les groupements floristiques aurait nécessité entre eux des regroupements qui auraient obscurci les résultats. On a donc préféré travailler par comparaison des moyennes à partir des unités floristiques définies dans l'étape précédente (grandes unités, groupements, faciès). L'étude de sites de relevés groupés dans l'espace a par ailleurs été faite, le seul facteur ayant varié entre eux est la succession ou la durée des cultures. Lorsqu'une hétérogénéité de la végétation était visible, des sites spatialement voisins ont en effet été échantillonnés. L'enquête a ensuite révélé que ces sites avaient été exploités par une même personne (ou un même groupe) sous la forme d'une grande unité subdivisée en plusieurs parcelles. Parfois l'histoire culturelle a été identique, d'autres fois, à la suite d'un partage plus ou moins complexe en parcelles au cours des années, chacune a finalement été soumise à des rotations différentes (fig. 1). Ces groupes de parcelles (que nous appellerons ici des "unités"), où l'environnement physique et la pression de prélèvements liée à la proximité d'un lieu de passage ou d'habitation sont semblables, offrent l'opportunité d'analyser l'effet des pratiques culturelles.

ehemals unterschiedlich kultivierten Parzellen. Zwar ist ein Gedächtnisfehler der Nutzer nicht völlig auszuschließen, aber es scheinen eher andere Gründe vorzuliegen, denn Nachprüfungen erlaubten die Feststellung, dass die von den Bauern gegebenen Informationen in der Regel zutreffend waren. Immer, wenn ein ernster Zweifel an der Qualität der Informationen bestand, wurden sie nicht berücksichtigt.

Für die statistische Analyse der die landwirtschaftliche Nutzung repräsentierenden Faktoren wurden in Beziehung zur Nutzung der Umwelt stehende Variablen definiert, wobei von den Ergebnissen der Befragung ausgegangen wurde:

- JA ist das momentane Alter der Brachfläche, das heißt, die Zeit, die seit der Aufgabe des Feldes vergangen ist.
- DU ist die der Brachezeit vorangegangene Kulturzeit.
- DESP beinhaltet die letzte auf der Parzelle kultivierte Feldfrucht, von der man annehmen darf, dass sie die Vegetationsentwicklung auf der Brache stark beeinflusst.
- COT kennzeichnet diejenigen Brachflächen, die ausschließlich mit Baumwolle bebaut wurde.
- CT+ bedeutet, dass die Flächen zeitweise mit Baumwolle, zeitweise auch mit anderen Arten bepflanzt waren, beispielsweise Mais oder Erdnüssen.
- CER bedeuten Brachen, vorher nur mit Getreide bebaut.
- ARA diejenigen Flächen, auf denen zeitweise Erdnüsse, zeitweise Getreide kultiviert wurde, und
- AUC bedeutet, dass der Standort niemals kultiviert war.
- JP gibt eine Idee von der Dauer des Kultur/Brache/Zyklus, d.h. von den der letzten Nutzung vorausgegangen Praktiken. Weil die rückwärtig betrachteten Zeiträume lang sind (manchmal mehr als 50 Jahre), konnten die Informanten nicht genau angeben, wie lange die Kultur und die Brache im vorausgegangen Zyklus gedauert hatten. Daher wurde nur die Dauer des Gesamtzyklus (Kultur- und Brachezeit) vor der letzten Inkulturnahme erfragt.

Die Gesamtheit der erwähnten Kulturvariablen konnte nur bei 27 Flächen ermittelt werden, so dass keine zufriedenstellende Faktorenanalyse möglich war. V.a. das Studium der Verbindung zur floristischen Artenkombination hätte Untergruppierungen erfordert, welche die Ergebnisse verschleiern hätten. Auf der Basis der zuvor definierten floristischen Einheiten (große Einheiten, Gruppierungen, Fazies) wurde daher ein Mittelwertvergleich vorgezogen. Die Untersuchung der räumlichen Anordnung der Flächen ergab als einzigen variierenden Faktor die Kulturfolge oder -dauer. Immer wenn eine Heterogenität der Vegetation bei benachbarten Flächen erkennbar war, wurden diese miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass diese Flächen von ein und derselben Person (Personengruppe) in mehrere Parzellen unterteilt worden waren. Manchmal war die Geschichte der ackerbauartigen Nutzung identisch, manchmal, als Folge einer im Laufe der Jahre mehr oder weniger komplexen Aufteilung in Parzellen, war jede Parzelle am Schluss einem unterschiedlichen Rotationsmuster (Abb. 1) unterworfen. Diese Parzellengruppen (hier "Einheiten"), auf denen sich die physische Umwelt und der Druck der an die Nachbarschaft einer temporären oder permanenten Siedlung gebundenen Nutzung ähneln, ermöglichen die Analyse des Effektes der landwirtschaftlichen Praktiken.

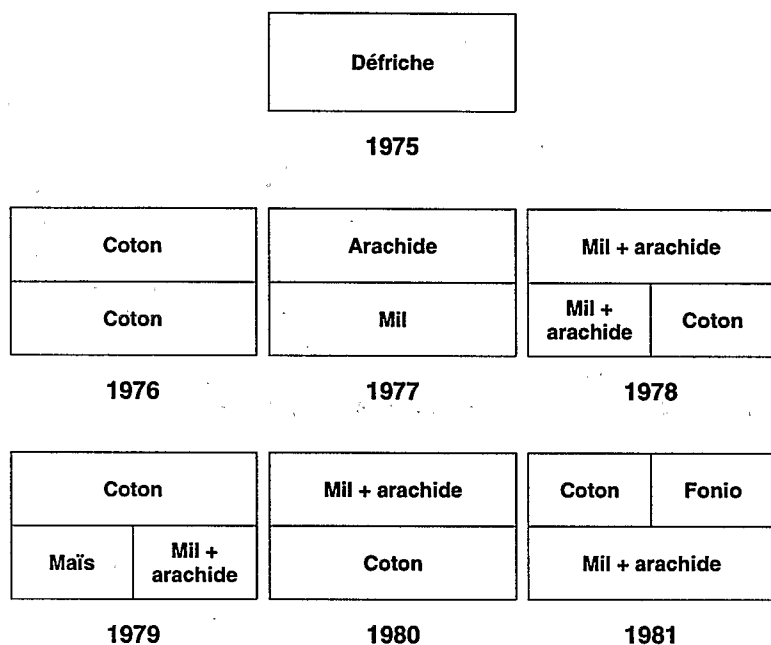


Fig. 1: Example of spatial pattern of the elementary crop areas between 1976 and 1981 in an unit of the Dui locality (Bondoukuy region, Burkina Faso) / Exemple de répartition spatiale des différentes parcelles entre 1976 et 1981 dans une unité du lieu-dit Dui (région de Bondoukuy, Burkina Faso). / Beispiel für die räumliche Verteilung verschiedener Parzellen in einer Untereinheit des Ortes Dui (Region von Bondoukuy, Burkina Faso) zwischen 1976 und 1981).

2.2.5 Variabilité des sols

L'objectif de l'étude du sol était de mettre en évidence sa variabilité pour pouvoir la confronter à celle de la végétation. Quelques données significatives mais faciles à acquérir ont donc été réunies de façon systématique sur l'ensemble des sites de relevés.

Deux variables, renseignées à partir de données recueillies pour l'ensemble des 69 relevés, ont été introduites dans les analyses statistiques.

- La couleur de l'horizon superficiel du sol, déterminée à l'aide du code MUNSELL (1975) sur la fraction fine (<2 mm) à l'état sec et humide. Elle est décrite par la variable COLOR, répartie en quatre modalités pour le traitement statistique : BRG (brun de façon générale 10Y/R 5/2), BGR (brun grisâtre 10Y/R 5/4), BRT (brun rougeâtre 5YR 4/4) et GRS (gris de façon générale 10YR 7/2).
- La texture de l'horizon superficiel du sol (TEXTR) estimée au toucher sur un échantillon mouillé de la fraction fine du sol. Elle est décrite en trois modalités : LIM (dominance limoneuse), LSA (dominance limono-sableuse) et SLI (dominance sablo-limoneuse).

Des analyses des échantillons du sol sont été faites pour 20 sites, 5 sur sol ferrallitique, 5 sur sol ferrugineux non hydromorphe, 10 sur sol ferrugineux hydromorphe. Les prélèvements ont été faits par couche de 10 cm sur les 30 premiers centimètres, les analyses ont donc porté sur une soixantaine d'échantillons. Les analyses physico-chimiques ont porté sur :

- la granulométrie 3 fractions,
- le taux de matière organique,
- l'azote total,
- le phosphore total,
- le potassium total,

2.2.5 Variabilität der Böden

Ziel der Bodenuntersuchungen war, dessen Variabilität zu ermitteln, um sie der Vegetation gegenüberzustellen. Zu diesem Zweck wurden auf der Gesamtheit der Aufnahme-flächen systematisch einige hervorstechendste, aber leicht zu erfassende Eigenschaften erhoben.

Ausgehend von den auf den 69-Flächen ermittelten Gegebenheiten wurden zwei Variablen in die statistische Analyse eingeführt:

- Die Farbe des oberen Bodenhorizontes, die mit Hilfe des MUNSELL (1975) Codes für den Feinboden (<2 mm) im trockenen und feuchten Zustand ermittelt wurde. Sie wird als Variable COLOR bezeichnet und für die statistische Untersuchung in vier Klassen eingeteilt: BRG (allgemein braun 10YR 5/2), BGR (graubraun 10YR 5/4), BRT (rotbraun YR 4/4) und GRS (allgemein grau (10YR 7/2).
- Die Textur des Oberbodens (TEXTR) wurde durch Befühlen einer angefeuchteten Probe des Feinbodens geschätzt. Unterschieden wurden die Klassen LIM (überwiegend schluffig), LSA (überwiegend schluffig-sandig) und SLI (überwiegend sandig-schluffig).

Von 20 Standorten wurden Bodenproben analysiert, davon fünf ferralithische, fünf eisenhaltige nicht hydromorphe und zehn eisenhaltige hydromorphe Böden. Beprobte wurden die obersten 30 cm, die hierzu in drei Schichten von je 10 cm unterteilt wurden, so dass sich pro Standort drei Proben, insgesamt also 60 Bodenproben ergaben. Folgende physikalisch-chemischen Analysen wurden durchgeführt:

- Granulometrie (drei Fraktionen),
- Anteil der organischen Substanz,
- Gesamtstickstoff,
- Gesamtphosphor,
- Gesamtkalium,

- l'acidité (pH eau),
- l'humidité de l'échantillon.

L'analyse granulométrique (à 3 fractions) a été faite sur la terre fine (<2 mm) selon la méthode ROBINSON (BUNASOLS 1983). Après prétraitement, broyage, destruction des carbonates à l'acide et défloculation au sel de sodium, la séparation des argiles (<2 µ) et limons (20 à 50 µ) a été faite par pipetage, celle des sables grossiers (200 µ à 2 mm) par tamisage. La matière organique a été déterminée selon la méthode de WALKLEY & BLACK (PAGE 1982). Les résultats ont été corrigés pour tenir compte du fait que l'oxydation est incomplète (en moyenne 75 %) et que la matière organique du sol contient en moyenne 58 % de carbone. L'azote total a été dosé par la méthode KJELDAHL (WALKLEY & BLACK 1934), le phosphore total par la méthode de BRAY (WALKLEY & BLACK 1934). Le potassium total a été dosé par l'acide sulfurique à 4 % à partir des restes de la destruction des échantillons de l'analyse du phosphore.

3 RÉSULTATS

3.1 Dynamique de la végétation et caractère indicateur de *A. gayanus*

3.1.1 Place du stade à *A. gayanus* dans la succession

Les cultivateurs observent tous que, quel que soit le sol, l'arrivée de *A. gayanus* dans les jachères peut se faire de 3 à 5 ans après l'abandon du champ et que l'espèce peut être devenue dominante vers 8 à 10 ans. Ils soulignent que certaines conditions favorisent sa rapidité d'installation :

- une défriche manuelle (et non à la charrue avec dessouchage complet des touffes) de préférence suivie de brûlis,
- une mise en culture pas trop longue,
- le maintien de quelques touffes de l'espèce dans le champ ou sur son pourtour pendant la mise en culture puis leur protection sur la jeune jachère (pas de récolte de tiges, pas de pâturage).

Plusieurs personnes ont déclaré que les nouveaux individus qui s'implantent proviennent de graines nouvellement arrivées dans le site, car les graines produites dans la jachère précédente ont été emportées par les pluies ou sont trop profondément enfouies dans le sol pour pouvoir germer. Pour expliquer que *A. gayanus* devient dominant au bout d'un certain temps, certains évoquent des phénomènes que l'écologie peut rapporter à la compétition entre espèces : l'ombre produite par les touffes ferait mourir les autres plantes (qui sont les herbes annuelles des premiers stades postculturaux).

3.1.2 Caractère indicateur de fertilité du milieu pour les populations locales

Tous les cultivateurs interrogés estiment que la présence de *A. gayanus* dans les jachères est un bon critère de retour de la fertilité. Mais lorsqu'ils veulent juger de l'état d'une jachère, c'est en fait une combinaison de caractères floristiques et structurels de la végétation qu'ils utilisent. La composition de la strate herbacée est importante : surtout la pré-

- Bestimmung von Azidität (pH),
- Feuchtigkeit der Probe.

Vom Feinboden (<2 mm) wurde eine granulometrische Analyse nach ROBINSON (BUNASOLS 1983) durchgeführt. Nach Vorbehandlung, Zerkleinerung, Carbonatzerstörung mit Säure und Abtrennung der Ausflockungen mit Natriumsalz erfolgte die Trennung der Tone (<2 mm) und Schluffe (20-5 mm) durch Pipettieren, die der groben Sande (200µm bis 2 mm) durch Sieben. Der Gehalt organischen Materials wurde nach der Methode von WALKLEY & BLACK (PAGE 1982) bestimmt. Die Ergebnisse wurden korrigiert, weil die Oxidation unvollständig verläuft (durchschn. 75 %) und weil das organische Bodenmaterial normalerweise 58 % Kohlenstoff enthält. Der Gesamtstickstoff wurde nach der Methode von KJELDAHL (WALKLEY & BLACK 1934) und der Gesamtphosphor nach der Methode von BRAY (WALKLEY & BLACK 1934) ermittelt. Die Reste der Phosphorproben wurden anschließend zur Bestimmung des Gesamtkaliums mittels 4 % Schwefelsäure benutzt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Dynamik der Vegetation und Indikatorcharakter von *A. gayanus*

3.1.1 Stellung des *A. gayanus*-Stadiums in der Sukzession

Alle Bauern sagen aus, dass *A. gayanus*, unabhängig vom Boden, drei bis fünf Jahre nach Nutzungsaufgabe auf den Feldern auftritt und dass die Art nach acht bis zehn Jahren zur Dominanz gelangt. Sie betonen, dass folgende Bedingungen diesen Prozeß begünstigen:

- manuelle Rodung mit anschließendem Abbrennen (also kein Umpflügen mit völliger Rodung der Horste),
- nicht zu lange Kulturdauer,
- das Verbleiben einiger Horste der Art auf den Feldern oder in deren Umgebung während der Kulturzeit und deren Schutz auf der jungen Brache (keine Ernte, keine Beweidung).

Mehrere Befragte erklärten, die neu aufgetretenen Individuen entstammten solchen Samen, die während der aktuellen Brachezeit eingetragen wurden, weil während der vorhergehenden Brachzeit produzierte Samen weggeschwemmt wurden oder zu tief im Boden eingebettet sind, um noch keimen zu können. Zur Erklärung, dass *A. gayanus* innerhalb einer bestimmten Zeit zur Dominanz kommt, wiesen einige darauf hin, dass Standortbedingungen zum Wettbewerb zwischen Arten beitragen: z.B. könne der Schatten der Horste die Annuellen der ersten Sukzessionsstadien absterben lassen.

3.1.2 Zeigereigenschaft der Bodenfruchtbarkeit für die lokale Bevölkerung

Alle befragten Bauern gehen davon aus, dass die Anwesenheit von *A. gayanus* auf den Brachen ein sehr gutes Kriterium für die Rückkehr der Bodenfruchtbarkeit ist. Tatsächlich aber benutzen sie eine Kombination aus floristischen und strukturellen Eigenschaften der Vegetation, um den Zustand einer Brache zu beurteilen. Wichtig ist die Zusammenset-

sence de *A. gyanus* en population suffisamment dense, mais aussi - au moins pour une partie des gens - la disparition de certaines herbes caractéristiques des jeunes jachères (*Borreria radiata*, *Loudezia togoensis*, *Eragrostis tremula*, *Digitaria horizontalis*, *Cenchrus biflorus* et *Striga hermontheca*). La strate ligneuse est également observée, la taille et la circonférence du tronc de certaines espèces sont considérées comme très significatives : *Vitellaria paradoxa*, *Detarium microcarpum*, *Isobertinia doka*, *Pteleopsis suberosa*, *Terminalia laxiflora* et *Anogeissus leiocarpus*. Les arbustes et rejets doivent être assez gros pour que deux à trois coups de machette soient nécessaires pour les couper.

Il semble que, parmi les caractères considérés, les Mossi donnent plus d'importance aux ligneux, tandis que les Bwaba observent d'abord la population de *A. gyanus*. Mais ce résultat serait à confirmer car l'échantillon enquêté est bien petit chez les Mossi (4 cultivateurs). Les espèces ligneuses prises en compte varient en fonction des sites et de la texture de leur sol, elles correspondent visiblement aux espèces dominantes du lieu.

Quelques cultivateurs Bwaba expriment cependant d'une autre façon les critères d'aptitude du milieu à être remis en culture : ils disent que l'état du milieu doit être le même que lors de la défriche précédente. Cet état correspond évidemment en gros aux diverses caractéristiques des milieux à *A. gyanus* qui viennent d'être citées. Une telle formulation laisse cependant penser que ces personnes perçoivent le milieu où ils cultivent comme stable à long terme, bien que soumis à une évolution cyclique, le défrichement étant suivi d'un retour aux conditions précédentes initiales. Cette perception peut étonner quand la détérioration du milieu est évidente pour la majorité des cultivateurs et qu'ils la déplorent et que pour la plupart d'entre eux il est clair que le cycle culture jachère ne correspond pas (ou plus) à une stabilité à long terme, l'état initial n'étant jamais retrouvé.

3.2 Caractéristiques générales des jachères à *A. gyanus*

Les milieux à *A. gyanus* de la région de Bondoukuy renferment au total 233 espèces ligneuses et herbacées, ce qui est beaucoup comparé aux 263 espèces de l'ensemble des milieux végétaux savaniques de la région (DEVINEAU & FOURNIER 1997). La richesse locale du site de relevé est en moyenne de 26,9 ligneux (9 à 46) et de 38,5 herbes (18 à 50), soit 65,4 espèces (37 à 91). Comparée à celle de l'ensemble des milieux végétaux de la région (37 ligneux et 20 herbes), la richesse floristique locale des milieux à *A. gyanus* apparaît comme relativement faible pour les ligneux, mais élevée pour les herbes.

Sur les 69 sites échantillonnés, 45 présentent des faciès floristiques, c'est-à-dire qu'en plus de *A. gyanus*, une ou plusieurs espèces herbacées (plus rarement ligneuses) y dominent clairement. Ces espèces, en dominant seules ou en combinaison, définissent au total 38 faciès distincts qui vont être décrits plus loin. Les dominantes les plus fréquentes sont *Borreria stachydea*, *Borreria radiata*, *Loudezia hordeiformis*, *Loudezia togoensis* et *Pennisetum pedicellatum* chez

zung der Krautschicht: v. a. die Anwesenheit von *A. gyanus* in ausreichend dichter Population, aber auch - zumindest für einen Teil der Leute - das Verschwinden von für junge Brachen bezeichnenden Arten (*Borreria radiata*, *Loudezia togoensis*, *Eragrostis tremula*, *Digitaria horizontalis*, *Cenchrus biflorus*, *Striga hermontheca*). Auch die Gehölzschicht wird beachtet, wobei Höhe und Stammumfang folgender Arten als sehr bedeutsam gelten: *Vitellaria paradoxa*, *Detarium microcarpum*, *Isobertinia doka*, *Pteleopsis suberosa*, *Terminalia laxiflora* und *Anogeissus leiocarpus*. Sträucher und Baumschösslinge müssen so groß sein, dass sie nicht mehr mit einem einzelnen Hieb der Machete zu fällen sind.

Anscheinend messen die Mossi unter den in Betracht gezogenen Merkmalen den Gehölzen mehr Bedeutung zu, während die Bwaba in erster Linie den Bestand von *A. gyanus* berücksichtigen. Dieses Ergebnis sollte jedoch überprüft werden, da im Rahmen unserer Untersuchungen nur vier Mossi befragt wurden. Die berücksichtigten Gehölze variieren in Abhängigkeit von Standort und Bodentextur. Vor allem handelt es sich um die örtlich dominierenden Arten.

Einige Bwaba Bauern beschreiben die Anzeichen für eine mögliche Wiederinkultur einer Brache auf andere Weise: Sie sagen, der Zustand der Fläche muss der vorangegangenen Urbarmachung gleichen. Dieser Zustand stimmt offensichtlich generell mit den bereits oben erwähnten verschiedenen Eigenschaften einer von *A. gyanus* dominierten Brache überein. Eine solche Formulierung legt nahe, dass diese Personen die Umwelt, in der sie Ackerbau betreiben, als einer zyklischen Entwicklung unterworfen, bei der auf jede Kulturphase eine Rückkehr zu den Ausgangsbedingungen erfolgt, also langfristig stabil ansehen. Diese Ansicht erstaunt, weil die Verschlechterung der Umwelt für die Mehrheit der Bauern so offensichtlich ist, dass sie sie beklagen. Für die Mehrheit von ihnen ist klar, dass der Kultur-Brache-Zyklus nicht (oder nicht mehr) eine langfristige Stabilität beinhaltet und der Ausgangszustand niemals wiederkehrt.

3.2 Allgemeine Charakteristik der *A. gyanus*-Brachen

Auf den Standorten mit *A. gyanus* kommen in der Region Bondoukuy insgesamt 233 Pflanzenarten vor. Das ist viel verglichen mit den 263 Arten der Savannenvegetation der Region (DEVINEAU & FOURNIER 1997). Die durchschnittliche Artenzahl einer Aufnahmezähl beträgt 26,9 holzige (9 bis 46) und 38,5 krautige Arten (18 bis 50), also 65,4 Arten (37 bis 91). Im Vergleich zur Artenkombination der Savannen der Region (37 Gehölze und 20 Kräuter) ist die lokale Artenzahl auf den *A. gyanus*-Standorten für die Gehölze relativ gering, aber deutlich erhöht für die der Kräuter.

Auf den 69 Flächen, von denen 45 faziesartig ausgebildet sind, wobei es sich mehrheitlich um eine *A. gyanus*-Fazies handelt, dominieren eine oder mehrere krautige Arten (seltener Gehölze) deutlich. Diese einzelnen oder gemeinsam dominierenden Arten bezeichnen insgesamt 38 unterschiedliche Fazies, die weiter unten beschrieben werden. Die am häufigsten dominierenden Arten sind die Kräuter *Borreria stachydea*, *Borreria radiata*, *Loudezia hordeiformis*, *Loude-*

les herbes, *Vitellaria paradoxa* et *Pteleopsis suberosa* chez les ligneux.

Les caractéristiques structurales moyennes des milieux à *A. gayanus* sont un recouvrement de la couronne des ligneux de 24,9 % (9 à 39 %), et, pour les graminées pérennes, un recouvrement basal de 11,7 % (5 à 24 %), une surface basale des touffes de 743 cm² (130 à 2460), une densité de 69,7 par 100 m² (15 à 140) ; la hauteur des ligneux majoritaires sur le site de relevé correspond à la classe 1 (0,5 à 2 m) dans 8 % des cas, à la classe 2 (2 à 6 m) dans 50,8 % des cas et à la classe 3 (de 6 à 10 m) dans 41,5 % des cas. Ces milieux sont donc relativement bien pourvus en ligneux comme en herbacées pérennes, tout comme les savanes soudaniennes dites naturelles. L'environnement des sites en populations de *A. gayanus* correspond en majorité aux classes moyennes de l'échelle (2 et 3).

Les sols sont le plus souvent bruns (40 % des cas) ou brun grisâtre (32 %), plus rarement brun rougeâtre (17 %) ou gris (11 %). Leur texture est surtout sablo-limoneuse (57 % des cas), mais aussi limono-sableuse (35 %) ou limoneuse (8 %).

Parmi les milieux couverts par l'échantillonnage, 11 % n'ont jamais été cultivés, le reste a été cultivé dans le passé selon un cycle culture jachère d'une quarantaine d'années en moyenne. La jachère en cours correspond en moyenne à 17 ans d'abandon après une culture de près de 6 ans. Pour la majorité des sites, la dernière culture pratiquée avant l'abandon a été du coton seul (33 %) ou une céréale seule (33 %). Pour les autres, la parcelle avait été divisée en deux sous-parcelles portant l'une du coton l'autre une céréale (17 %) ou ou bien l'une de l'arachide et l'autre une céréale (17 %). Ce que nous avons considéré comme une unique parcelle à cause d'une physionomie homogène correspondait ainsi parfois au regroupement de deux parcelles cultivées différemment.

3.3 Les trois grands ensembles floristiques liés aux sols

3.3.1 Les espèces indicatrices

Une analyse factorielle des correspondances simple appliquée aux données floristiques des 69 relevés met nettement en évidence trois grands ensembles (fig. 2). Ils correspondent très strictement aux trois grands types de sol qui ont constitué la base de stratification de l'échantillonnage. Certaines espèces, exclusivement associées à l'un des trois types de sols, peuvent même en être considérées comme des indicateurs (tabl. I). Le facteur pédologique apparaît donc comme un fort déterminant dans la variabilité de la végétation des milieux à *A. gayanus*.

3.3.2 Richesse floristique

L'analyse de la richesse floristique moyenne locale des trois ensembles (à l'échelle du relevé) a été faite séparément (tabl. 2). Les milieux du bas-glacis présentent en moyenne 37 ligneux (25 à 41) et 44 herbes (34 à 50) soit 81 espèces (68 à 91). Les sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes du plateau ont en moyenne près de 28 ligneux (17 à 34) et

tia togoensis und *Pennisetum pedicellatum* sowie die Gehölze *Vitellaria paradoxa* und *Pteleopsis suberosa*.

Die *A. gayanus*-Vegetation weist im Durchschnitt eine Gehölzbedeckung von 24,9 % (9 bis 39 %) und eine Basalbedeckung der ausdauernden Gramineen von 11,7 % (5 bis 24 %), eine Basal-Grundfläche der Horste von 743 cm² (130 bis 2460 cm²), eine Dichte von 69,7 Horsten auf 100 m² (15 bis 140) auf. Die Höhe der Mehrheit der Gehölze auf den Aufnahmeflächen entspricht in 8 % der Fälle der Klasse 1 (0,5 bis 2 m), in 50,8 % der Klasse 2 (2 bis 6 m) und in 41,5 % der Klasse 3 (6 bis 10 m). Diese Vegetationsbestände sind also sowohl mit Gehölzen als auch mit ausdauernden Kräutern relativ gut versehen, so wie man es auch von den natürlichen sudanischen Savannen annimmt. Die Bestände von *A. gayanus* erreichen in der Mehrzahl der Fälle mittlere Werte der Braun-Blanquet-Skala (2 und 3).

Die Böden sind meistens braun (40 % der Fälle) oder braungrau (31 %) viel seltener braun-rot (17 %) oder gar grau (11 %). Die Bodenart ist meist sandig-schluffig (57 % der Fälle), aber auch schluffig-sandig (35 %) oder schluffig (8 %).

11 % der untersuchten Flächen waren noch nie in Kultur, der Rest war einem Kultur/Brache/Zyklus von durchschnittlich 40 Jahren unterworfen. Die aktuelle Brachezeit betrug durchschnittlich 17 Jahre, wobei im Mittel eine Kulturzeit von sechs Jahre vorausgegangen war. Auf der Mehrheit der Brachen wurde während der letzten Kulturphase ausschließlich Baumwolle oder nur eine Getreideart (je 33 %) angebaut. Die verbleibenden Flächen waren in zwei Unterparzellen aufgeteilt, von denen auf der einen Baumwolle und auf der anderen eine Getreideart oder aber auf der einen Erdnüsse und auf der anderen eine Getreideart angebaut wurden (je 17 %). Was aufgrund einheitlicher Physiognomie als eine Parzelle angesehen wurde, bestand also in Wirklichkeit manchmal aus zwei unterschiedlich genutzten Parzellen.

3.3 Die drei großen Einheiten

3.3.1 Zeigerarten

Eine auf die floristischen Ergebnisse der 69 Bestandsaufnahmen angewandte einfache Korrespondenzanalyse ergab drei klar abgegrenzte Einheiten (Abb. 2). Sie korrespondieren sehr eng mit den drei großen Bodentypen, die die Grundlage für die Gliederung der Untersuchung bilden. Einige Arten sind so exklusiv an einen dieser drei Bodentypen gebunden, dass sie als entsprechende Zeigerarten angesehen werden können (Tab. 1). Für die Variabilität der Flächen mit *A. gayanus* erweist sich der Bodenfaktor somit als sehr stark bestimmend.

3.3.2 Artenreichtum

Die Analyse des mittleren Artenreichtums der drei Einheiten (auf dem Maßstab der Aufnahmen) wurde getrennt durchgeführt (Tab. 2). Die Bestände der Glacisflächen beinhalten durchschnittlich 37 holzige (25 bis 41) und 44 krautige (34 bis 50), insgesamt also 81 Arten (68 bis 91). Die nicht hydromorphen eisenhaltigen tropischen Böden des

A1 à A30: relevés sur sol ferrallitique du Plateau / B1 à B30: relevés sur sols ferrugineux tropical non hydromorphe du Plateau / P1 à P10: relevés sur sol ferrugineux tropical hydromorphe du Bas-Glaci.

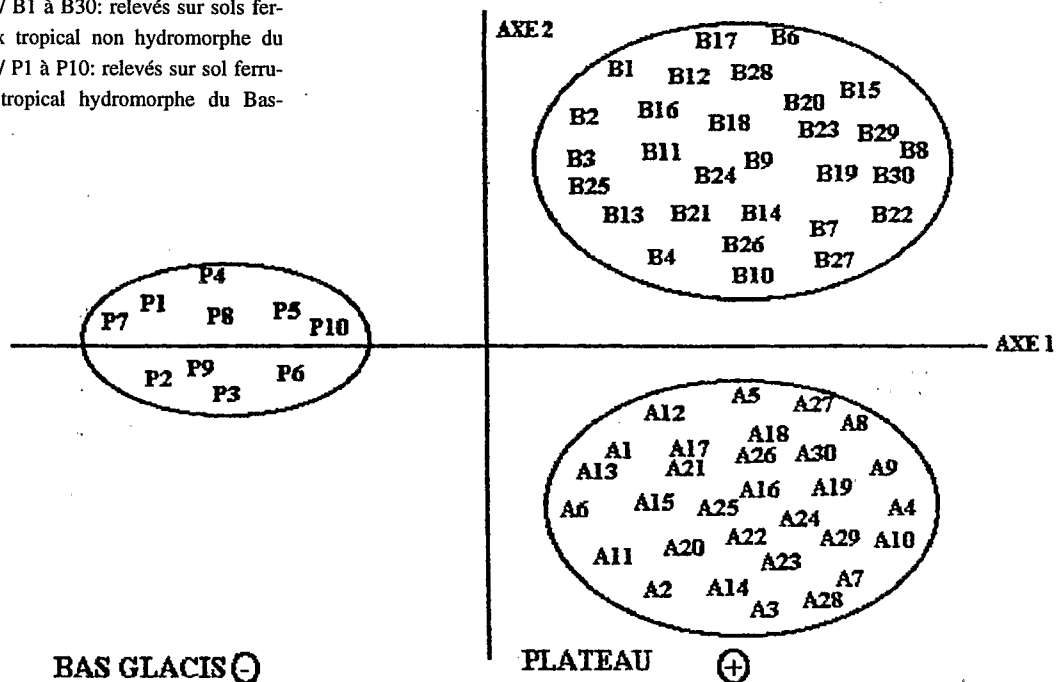


Fig. 2: Mise en évidence des trois grandes unités de végétation par analyse factorielle des correspondances simple sur l'ensemble des relevés (plan des deux premiers axes). / Delimitation of the three major vegetation units through factor correspondence analysis applied to the whole set of relevés (plane defined by the two first axes). / Die drei großen, mittels Korrespondenzanalyse herausgearbeiteten Vegetationseinheiten (Ebene der ersten beiden Achsen).

de 39 herbes (29 à 51), soit un total de 66 espèces (49 à 83). Les sols ferrallitiques portent en moyenne 22 ligneux (16 à 28) et 36 herbes (24 à 53), soit un total de 58 espèces (49 à 67). Les richesses totales en espèces ligneuses et herbacées confondues sont très significativement différentes sur la base d'un test t de comparaison de moyenne (SNEDECOR & COCHRAN 1957). Cependant si l'on considère les strates séparément, seule la différence de richesse en ligneux entre les sols ferrallitiques et les sols ferrugineux hydromorphes reste statistiquement significative.

3.3.3 Faciès floristiques

Huit faciès différents se rencontrent sur les sols ferrugineux hydromorphes, quatorze sur les sols ferrugineux non hydromorphes, seize sur les sols ferrallitiques. Certains faciès sont nettement liés à un type de sol. Ceux à *Borreria* spp se rencontrent ainsi sur les sols ferrallitiques, dont la texture est toujours sableuse (voir plus loin) ; *S. stachydea* et *S. radiata* sont d'ailleurs connues comme préférant les substrats sableux. Sur ce même type de sol, on rencontre aussi les faciès à *Sporobolus festivus* ou *Loudetia hordeiformis*. *Pennisetum pedicellatum* et *Diheteropogon amplectans* définissent des faciès sur sols ferrugineux non hydromorphes. Les faciès à *Pteleopsis suberosa* (sans *Vitellaria paradoxa*) sont associés aux sols ferrugineux tropicaux, hydromorphes ou non. Les faciès à *Parinari curatellifolia* s'associent aux sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes, ceux à *Lannea velutina* aux sols ferrugineux tropicaux hydromorphes.

Plateaus haben durchschnittlich 28 holzige (17 bis 34) und 39 krautige (29 bis 51), also insgesamt 66 Arten (49 bis 83). Die ferralithischen Böden tragen durchschnittlich 58 Spezies (49 bis 67), davon durchschnittlich 22 holzige (16 bis 28) und 36 krautige (24 bis 53). Auf der Grundlage eines Mittelwertvergleiches (SNEDECOR & COCHRAN 1957) sind die Gesamtartenzahlen der drei Einheiten hochsignifikant verschieden. Betrachtet man die Schichten getrennt, so ist nur die Gehölzartenzahl der ferralithischen Böden und der hydromorphen eisenhaltigen Böden signifikant verschieden.

3.3.3 Floristische Fazies

Auf den hydromorphen eisenhaltigen Böden existieren acht Fazies, 14 auf den nicht hydromorphen eisenhaltigen Böden und 16 auf den ferralithischen Böden. Einige Fazies sind klar an einen Bodentyp gebunden, die der *Borreria*-Arten finden sich nur auf sandigen ferralithischen Böden (s.u.). *S. stachydea* und *S. radiata* bevorzugen bekanntermaßen sandige Substrate. Auf gleichem Bodentyp findet man auch die Fazies von *Sporobolus festivus* oder *Loudetia hordeiformis*. *Pennisetum pedicellatum* und *Diheteropogon amplectans* kennzeichnen Fazies auf nicht hydromorphen Böden. Die *Pteleopsis suberosa*-Fazies (ohne *Vitellaria paradoxa*) ist an tropische eisenhaltige Böden gebunden, sowohl hydromorphe als auch nicht hydromorphe. Die *Parinari curatellifolia*-Fazies bevorzugt nicht hydromorphe eisenhaltige tropische Böden, die von *Lannea velutina* hydromorphe eisenhaltige tropische Böden.

Type de sol	Sols ferrugineux tropicaux hydromorphes	Sols ferrallitiques	Sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes
unité de paysage	bas-glacis	plateau	plateau
Espèces ligneuses	<i>Albizia chevalieri</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Grewia mollis</i> <i>Boswellia dalzielli</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Isoberlinia doka</i> <i>Lannea microcarpa</i> <i>Lannea velutina</i> <i>Grewia tenax</i> <i>Nauclea latifolia</i> <i>Pterocarpus erinaceus</i> <i>Ximena americana</i>	<i>Psorospermum febrifugum</i>	<i>Bridelia ferruginea</i> <i>Hymenocardia acida</i> <i>Parinari curatellifolia</i> <i>Strychnos spinosa</i>
Herbes pérennes	<i>Gladiolus klattianus</i> <i>Crinum humile</i> <i>Dioscorea dumetorum</i> <i>Lippia chevalieri</i> <i>Vernonia purpurea</i> <i>Cyanotis longifolia</i>	<i>Curculigo pilosa</i> <i>Cochlospermum planchonii</i> <i>Sporobolus festivus</i>	<i>Diheteropogon amplexans</i> <i>Tinnea barteri</i> <i>Sida alba</i> <i>Dioscorea mangenotiana</i> <i>Lepidagathis heudelotiana</i>
Herbes annuelles	<i>Costus spectabilis</i> <i>Aspilia helianthoides</i> <i>Commelina forskalei</i> <i>Cissus gracilis</i> <i>Ampelocissus pentaphylla</i>	<i>Brachiaria lata</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Chloris pilosa</i> <i>Loudetia hordeiformis</i> <i>Loudetiopsis kerstingii</i> <i>Crotalaria retusa</i> <i>Indigofera stenophylla</i>	<i>Andropogon fastigiatus</i> <i>Biophytum petersianum</i> <i>Evolvulus alsinoides</i> <i>Aspilia paludosa</i> <i>Microchloa indica</i> <i>Fimbristylis hispidula</i> <i>Pandiaka heudelotii</i> <i>Vicoa leptoclada</i>

Table 1: Species indicating the three major types of soils in the *A. gayanus* dominated communities in the region of Bondoukuy (Burkina Faso). / Espèces indicatrices des trois principaux types de sols dans les milieux végétaux à *A. gayanus* de la région de Bondoukuy (Burkina Faso). / Indikatorarten der drei hauptsächlichlichen Bodentypen der von *A. gayanus* dominierten Gesellschaften in Bondoukuy (Burkina Faso).

Légende / Legend / Legende:
NB: La nomenclature est selon l'ouvrage de HUTCHINSON & DALZIEL (1972) Flora of West Tropical Africa / nomenclature follows HUTCHINSON & DALZIEL (1972) / die Nomenklatur richtet sich nach HUTCHINSON & DALZIEL (1972).

Unité de paysage	Bas-glacis	Plateau	Plateau
Sol	ferrugineux tropical hydromorphes	Ferrugineux tropical non hydromorphe	ferrallitique
Ligneux	37,2	27,6	22,2
Herbes et sous-ligneux	43,6	38,7	36,1
Total	80,8	66,3	58,3

Table 2: Average plant species richness in the *A. gayanus* dominated communities on the three soil units of Bondoukuy (Burkina Faso) / Richesse moyenne en espèces végétales des milieux à *A. gayanus* dans les trois unités de sol à Bondoukuy (Burkina Faso) / Mittlerer Artenreichtum der *A. gayanus*-Bestände auf den drei großen Bodeneinheiten in Bondoukuy (Burkina Faso).

3.3.4 Structure de la végétation et paysage environnant

Les données structurales relatives aux trois grands ensembles sont réunies dans le tableau 3. C'est dans le bas-glacis que le recouvrement ligneux est le plus élevé, puis sur les sols ferrugineux du plateau, tandis que les sols ferrallitiques portent la végétation la plus claire. Ces valeurs sont très significativement différentes sur la base d'un test t de Student (probabilité inférieure à 5 %), sauf entre les deux types de sols ferrugineux, où elles ne le sont que faiblement (probabilité de 14 %). C'est sur les sols ferrugineux hydromorphes du bas-glacis que la strate ligneuse est le plus fréquemment dominée par des individus de grande taille (6 à 10 m). En revanche sur les sols ferrallitiques et ferrugineux du plateau,

3.3.4 Vegetationsstruktur und umgebende Landschaft

Die Strukturmerkmale der drei großen Einheiten sind in Tabelle 3 zusammengestellt. In den Glacisflächen ist die Gehölz-Bedeckung am höchsten, gefolgt von den eisenhaltigen Böden des Plateaus, während die ferrallithischen Böden die am stärksten offene Vegetation tragen. Der Student-t-Test erweist diese drei Werte als signifikant voneinander verschieden ($p < 5\%$), ausgenommen zwischen den zwei Typen von eisenhaltigen Böden, wo die Irrtumswahrscheinlichkeit beim zweiseitigen t-Test immerhin 14 % beträgt. Auf den hydromorphen eisenhaltigen Böden der Glacisflächen wird die Gehölzschicht am häufigsten von hochwüchsigen Bäumen dominiert (6 bis 10 m). Im Gegensatz dazu dominiert

Unité de paysage		Bas-glacis	Plateau	Plateau
Sol		Ferrugineux tropical		Ferrallitique
		hydromorphe	non	
Recouvrement ligneux		30,27 %	22,3 %	16,8 %
Recouvrement basal des pérennes		8,2 %	13,4 %	13,1 %
Densité des touffes de pérennes		90,6/100 m ²	51,9/100 m ²	60,4/100 m ²
Surface moyenne des touffes de pérennes		671 cm ²	773 cm ²	866 cm ²
Hétérogénéité de la surface des touffes de pérennes		CV1	50,0 %	0 %
		CV2	20,0 %	29,6 %
		CV3	30,0 %	51,9 %
		CV4	0 %	18,5 %
		CV5	0 %	0 %
Strate ligneuse prédominante des relevés		ST1	10,0 %	7,4 %
		ST2	40,0 %	48,1 %
		ST3	50,0 %	44,4 %
Paysage (densité croissante des populations de <i>A. gyanus</i> aux abords du relevé)		EV1	0 %	14,8 %
		EV2	20,0 %	37,0 %
		EV3	50,0 %	18,5 %
		EV	20,0 %	11,2 %
		EV5	10,0 %	18,5 %
Texture du sol		Limoneuse (ou limono-sableuse)	Limono-sableuse (ou limoneuse)	Sablo-limoneuse
Couleur du sol		BRG	80,0 %	25,9 %
		BGR	20,0 %	51,8 %
		BRT	0 %	0 %
		GRS	0 %	22,2 %

Table 3: Characteristics of vegetation structure and of soil texture in the *A. gyanus* dominated communities on the three major soil units in Bondoukuy (Burkina Faso) / Charakteristika der Vegetationsstruktur und der Bodenbeschaffenheit in den *A. gyanus* dominierten Gesellschaften auf den drei großen pädologischen Einheiten Bodeneinheiten in Bondoukuy (Burkina Faso).

Légende / Legend / Legende:

BRG brun / brown / braun; BGR brun grisâtre / brown gray / braungrau; BRT brun rougeâtre / brown red / braunrot; GRS gris / gray / grau. ST1: dominance des ligneux de 0,5 à 2 m / dominance of woody species of 0,5 to 2 m / Dominanz der Gehölze von 0,5 - 2 m; ST2: dominance des ligneux de 2 à 6 m / dominance of woody species of 2 à 6 m; Dominanz der Gehölze von 2 - 6 m; ST3: dominance des ligneux de 6 à 10 m / dominance of woody species of 6 to 10 m / Dominanz der Gehölze von 6 - 10 m.

Autres codes voir chapitre 2

Other codes see chapter 2

Andere Abkürzungen s. Kapitel 2

où la répartition entre les trois classes de hauteur est à peu près égale, la strate ligneuse est le plus souvent dominée par des ligneux de taille moyenne (2 à 6 m).

Le recouvrement basal des pérennes ainsi que leur surface moyenne ne diffèrent pas statistiquement entre les trois grands ensembles (probabilités supérieures à 35 %), mais la densité des touffes est plus élevée dans le bas-glacis que sur sols ferrallitiques (probabilité inférieure à 10 %). Les populations de *A. gyanus* à touffes homogènes sont plus fréquentes dans les relevés du bas-glacis que dans ceux du plateau. Aux alentours immédiats des sites de relevés, le milieu est généralement moins riche en populations de *A. gyanus* sur les sols ferrugineux du plateau que sur les sols ferrallitiques et les sols ferrugineux du bas-glacis. L'opposition des textures est nette avec un caractère plus sableux chez les sols ferrallitiques, plus limoneux chez les sols ferrugineux hydromorphes. La couleur des horizons de surface est en majorité brune ou brun rougeâtre pour les sols ferrallitiques, brun grisâtre pour les sols ferrugineux du plateau et brune pour les sols ferrugineux hydromorphes du bas-glacis.

3.3.5 Pratiques culturelles et caractéristiques physico-chimiques des sols

Les données concernant l'utilisation sont regroupées dans le tableau 4. Parmi les variables quantitatives, une seule, l'âge moyen de la jachère actuelle, donne des valeurs différentes entre types de sols sur la base d'un test t de comparaison des moyennes. Cet âge est en effet significativement plus élevé sur les sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes que sur les sols ferrallitiques. On pourrait en conclure que la reconstitution de la végétation se fait plus lentement sur ce

auf den beiden Bodentypen des Plateaus am häufigsten die Gehölzschicht mittlerer Höhe (2 bis 6 m), wobei allerdings die Anteile der drei Höhenklassen der Gehölze fast gleich sind.

Die Basalbedeckung der Ausdauernden und auch ihre durchschnittliche Oberfläche unterscheiden sich im Vergleich der drei großen Einheiten nicht (Irrtumswahrscheinlichkeit >35 %), aber die Dichte der Horste ist, auf den Glacisflächen höher als auf den ferrallithischen Böden des Plateaus (p <10 %). Aus homogenen Horsten bestehende Populationen von *A. gyanus* sind auf den Glacisflächen häufiger als auf dem Plateau. Im Umkreis der Aufnahmeflächen ist die Vegetation auf den eisenhaltigen Böden des Plateaus in der Regel weniger reich an Beständen von *A. gyanus* als auf den ferrallithischen Böden und den Glacisflächen. Die Textur der ferrallithischen Böden zeigt einen mehr sandigen Charakter und die der eisenhaltigen hydromorphen einen eher schluffigen. Die Farbe des oberen Horizontes ist bei der Mehrzahl der ferrallithischen Böden braun oder braunrot, bei den eisenhaltigen Böden des Plateaus braungrau und bei den eisenhaltigen Böden der Glacisflächen braun.

3.3.5 Landwirtschaftliche Praktiken und physikochemische Eigenschaften der Böden

Die die Nutzung betreffenden Ergebnisse sind in Tab. 4 zusammengestellt. Von den quantitativen Variablen zeigt nur das durchschnittliche Brachealter auf der Basis eines Vergleichs der Mittelwerte (t-Test) signifikante Unterschiede: Das mittlere Alter der Brachen ist auf den nicht hydromorphen tropischen eisenhaltigen Böden signifikant größer als auf den ferrallithischen. Es liegt nahe, dass sich die Rekonstitution auf diesem Bodentyp langsamer vollzieht oder

Table 4: Characteristics of the farming methods in the three major floristic groups in relation to the soils in the region of Bondoukuy. / Caractéristiques de l'utilisation culturale des trois grands ensembles floristiques liés aux sols dans la région de Bondoukuy. / Charakteristika der Ackerbaumethoden in den drei großen, an Bodeneigenschaften gebundenen floristischen Einheiten in der Region von Bondoukuy.

Unité de paysage	Bas-glacis	Plateau	Plateau
Sols	ferrugineux hydromorphes	ferrugineux non hydromorphes	ferrallitiques
Cycle précédent (JP)	39,0 (15-50) **	44,1 (30-60)*	43,6 (30-60)
Jachère actuelle (JA)	15,2 (8-23) **	20,2 (18-24)	12,0 (8-19)
Durée de la dernière culture (DU)	6,0 (4-9) **	6,1 (4-7)	4,6 (3-8)
Dernière espèce cultivée (DESP)	COT	0 %	53,8 %
	CT+	0 %	15,4 %
	CER	100 %	7,7 %
	ARA	0 %	23,1 %

Légende / Legend / Legende:

* trois relevés de première défriche non inclus

** trois relevés jamais cultivés non inclus

Codes voir chapitre 2

Codes see chapter 2

Abkürzungen s. Kapitel 2

type de sol, ou bien que les cultivateurs y maintiennent une jachère plus longue. En fait, il ne faut pas perdre de vue que l'échantillon étudié est petit (6 sites sur sol ferrallitique, 13 sur sol ferrugineux tropical non hydromorphe, 8 sur sol ferrugineux tropical hydromorphe) et qu'il ne montre pas toutes les situations possibles.

Les milieux à *A. gyanus* actuels sont essentiellement le résultat des pratiques en vigueur il y a dix à vingt ans, or traditionnellement les cultivateurs Bwaba regroupaient leurs parcelles en grands champs collectifs. Dans les secteurs où les traditions sont restées le plus vivaces, en particulier sur sol ferrallitique, il peut être difficile de trouver des jachères de différents âges sur le même sol, sinon par lots groupés.

Les caractéristiques des sols des trois grands ensembles sont données dans les tableaux 5 et 6. Il s'agit de sols chimiquement pauvres. Les sols ferrugineux hydromorphes du bas-glacis s'opposent aux sols ferrallitiques et ferrugineux non hydromorphes du plateau par leur texture moins sableuse, leur moins grande acidité et leur plus grande richesse chimique. Les sols du plateau se ressemblent beaucoup entre eux, mais les sols ferrallitiques sont un peu plus riches en matière organique, azote et phosphore et un peu plus pauvres en potassium.

3.3.6 Conclusion sur les grands ensembles floristiques

En ce qui concerne la structure de la végétation, ce sont surtout les deux types de sol du plateau d'une part et celui du bas-glacis d'autre part qui s'opposent. Sur les sols ferrugineux hydromorphes du bas-glacis, la strate ligneuse présente un recouvrement plus élevé et des individus plus grands que sur les sols du plateau. De plus la strate herbacée pérenne se présente en touffes de taille plus homogène, implantées de façon plus dense dans le bas-glacis que sur le plateau. La texture et la couleur d'ensemble des sols diffèrent en revanche de manière évidente entre les trois unités en liaison avec la nature des sols. Les abords des jachères de l'échantillon sont plus riches en *A. gyanus* dans le bas-glacis que sur les sols ferrugineux du plateau.

Les pratiques culturales n'apparaissent pas différentes entre les jachères des trois unités de sol sauf pour la dernière espèce cultivée (plus fréquemment du coton sur sols ferrugineux non hydromorphe, une céréale sur les sols ferrugineux

aber, dass die Bauern dort eine längere Brachezeit aufrecht erhalten. Man muß aber den relativ kleinen Umfang der Befragung beachten (sechs Flächen auf ferrallithischen Böden, 13 auf eisenhaltigen tropischen nicht hydromorphen, acht auf hydromorphen eisenhaltigen tropischen Böden), die wahrscheinlich nicht alle Situationen erfassten.

Die *A. gyanus*-Bestände resultieren überwiegend aus Praktiken, die 10 bis 20 Jahre zuvor üblich waren, als die Bwaba Bauern ihre Parzellen traditionsgemäß zu großen kollektiven Feldern zusammenfassten. In Gebieten, wo diese Traditionen damals noch sehr lebendig waren, insbesondere auf ferrallithischem Boden, ist es daher sehr schwierig, Brachen unterschiedlichen Alters auf gleichem Boden zu finden.

Die Merkmale der Böden der drei großen Einheiten sind in den Tabellen 5 und 6 wiedergegeben. Es handelt sich um chemisch arme Böden. Die eisenhaltigen hydromorphen Böden der Glacisflächen heben sich von den ferrallithischen und nicht hydromorphen eisenhaltigen Böden des Plateaus durch weniger sandige Beschaffenheit, weniger starke Azidität und einen etwas höheren Nährstoffgehalt ab. Die Böden des Plateaus ähneln sich stark, wobei die ferrallithischen ein bisschen reicher an organischem Material, Stickstoff und Phosphor, aber ein bisschen ärmer an Kalium sind.

3.3.6 Abschlussbemerkungen zu den großen floristischen Einheiten

Bezüglich der Vegetationsstruktur besteht der größte Unterschied zwischen den Vegetationseinheiten des Plateaus und der Glacisflächen. Auf den eisenhaltigen hydromorphen Böden der Glacisflächen zeigt die Gehölzschicht eine erhöhte Deckung und eine größere Individuenzahl als auf den Böden des Plateaus. Die ausdauernde Krautschicht besteht auf den Glacisflächen aus Horsten, die eine einheitlichere Höhe besitzen und dichter nebeneinander stehen als auf dem Plateau. Die Körnung und die Farbe der Bodeneinheiten unterscheidet sich dagegen bei allen drei Einheiten sehr stark. Die Umgebung der aufgenommenen Bracheflächen ist auf den Glacisflächen reicher an *A. gyanus* als auf den eisenhaltigen Böden des Plateaus.

Bezüglich der landwirtschaftlichen Praktiken ergaben sich keine großen Unterschiede zwischen den drei Einheiten mit Ausnahme der zuletzt kultivierten Art (öfter Baumwolle auf den eisenhaltigen nicht hydromorphen Böden, eine Ge-

Sol	Mat. org. (ppm)			N total (ppm)			P total (ppm)			pH		
	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30
Profondeur (cm)	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30
ferrallitique	834	642	538	28	22	26	80	86	109	5,3	4,9	4,7
ferrugineux tropical non hydromorphe	784	548	516	22	21	18	72	72	78	5,2	4,8	4,4
ferrugineux tropical hydromorphe	888	691	532	46	38	33	116	108	138	6,0	5,7	5,7
Sol	K total (ppm)			C org. (ppm)			C/N					
Profondeur (cm)	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30			
ferrallitique	140	169	147	490	370	318	17,6	16,8	12,2			
ferrugineux tropical non hydromorphe	228	262	290	456	318	302	20,7	15,1	16,8			
ferrugineux tropical hydromorphe	190	207	273	934	729	556	20,3	19,2	16,8			

Table 5: Average chemical characteristics of the three major soil types of the region of Bondoukuy (after YONI 1997). / Caractéristiques chimiques moyennes des trois grands types de sols de la région de Bondoukuy (d'après YONI 1997). / Durchschnittliche chemische Eigenschaften der drei Hauptbodentypen in der Region von Bondoukuy (nach YONI 1997).

Table 6: Average grain-size distribution characteristics in the three major soil types of the region Bondoukuy (after YONI 1997). / Caractéristiques granulométriques moyennes des trois grands types de sols de la région de Bondoukuy (d'après YONI, 1997). / Durchschnittliche granulometrische Eigenschaften der drei hauptsächlich Bodentypen in der Region von Bondoukuy (nach YONI 1997).

Profondeur (cm)	% argile			% limon			% sable		
	-10	-20	-30	-10	-20	-30	-10	-20	-30
ferrallitique	3,5	6,7	11,1	7,1	5,0	4,8	89,4	88,3	84,0
ferrugineux tropical non hydromorphe	4,2	6,5	8,0	7,2	5,7	5,6	88,5	87,9	86,5
ferrugineux tropical hydromorphe	14,3	18,9	20,2	27,1	25,9	24,3	59,0	56,1	54,4

hydromorphes et une céréale ou de l'arachide sur les sols ferrallitiques). Ces tendances, qui s'observent sur un échantillon très petit (27 relevés au total), ne peuvent cependant pas être considérées comme significatives.

treideart auf den hydromorphen eisenhaltigen und eine Getreideart oder Erdnüsse auf den ferrallithischen Böden). Da diese Tendenzen auf einer kleinen Stichprobe basieren (27 Aufn.), können sie nicht als bezeichnend angesehen werden.

3.4 Les douze groupements floristiques

3.4 Die zwölf floristischen Einheiten

3.4.1 Les groupements et leur richesse floristique

3.4.1 Die floristischen Einheiten und ihr Artenreichtum

Les données floristiques de chacun des trois grands ensembles précédemment définis ont été soumises séparément à une analyse factorielle des correspondances simples. Ce traitement a conduit à définir cinq groupements floristiques sur sol ferrallitique, quatre sur sol ferrugineux tropical non hydromorphe et trois sur sol ferrugineux tropical hydromorphe (tabl. 7). Les espèces caractéristiques de ces groupements sont présentées dans le tableau 8. Les facteurs déterminant ces groupements floristiques n'ont pas été immédiatement identifiables.

Die Korrespondenzanalyse führt zu fünf floristischen Gruppierungen auf den ferrallithischen Böden, vier auf den tropischen nicht hydromorphen eisenhaltigen Böden und drei auf den tropischen hydromorphen eisenhaltigen Böden (Tab. 7). Die charakteristischen Arten dieser floristischen Gruppierungen sind in Tabelle 8 dargestellt. Die diese floristischen Gruppierungen bestimmenden Faktoren konnten nicht unmittelbar identifiziert werden.

Les cinq groupements qui viennent sur les sols ferrallitiques (fig. 3) sont assez semblables entre eux quant à la richesse floristique herbacée ; seul le premier est significativement plus pauvre que les autres (test t bilatéral de Student au seuil de 10 %). Ils se différencient en revanche pour la richesse en ligneux et la richesse totale : si l'on compare les moyennes deux à deux, cinq combinaisons sur les 10 possibles diffèrent significativement pour les ligneux et sept pour le total des espèces. Les quatre groupements qui viennent sur les sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes (fig. 4) sont homogènes pour la richesse en herbes et pour le total des

Die fünf floristischen Gruppierungen auf den ferrallithischen Böden (Abb. 3), ähneln sich bezüglich des Artenreichtums der Krautschicht relativ stark. Nur die erste ist signifikant artenärmer als die anderen (bilatéraler t-Test nach Student bei p < 10 %). Dagegen unterscheiden sie sich bezüglich des Reichtums an Gehölzen und Arten insgesamt. Beim Paarvergleich der Mittelwerte unterscheiden sich fünf von zehn Möglichen signifikant bezüglich der Gehölze und sieben bezüglich der Gesamtartenzahl. Die vier Gruppierungen, die auf den nicht hydromorphen eisenhaltigen tropischen Böden existieren (Abb. 4), sind inhomogen bezüglich der Zahl an Kräutern und an Arten insgesamt; bezüglich der Gehölze unterscheiden sich zwei Gruppierungen voneinander. Die

A1 à A30: relevés

GF1: groupement à *Crotalaria retusa* et *Terminalia avicenioides* / GF2: groupement à *Brachiaria lata* et *Cyperus rotundus* / GF3: groupement à *Sporobolus pyramidalis* / GF4: groupement à *Striga asiatica* / GF5: groupement à *Ipomoea heterotricha*.

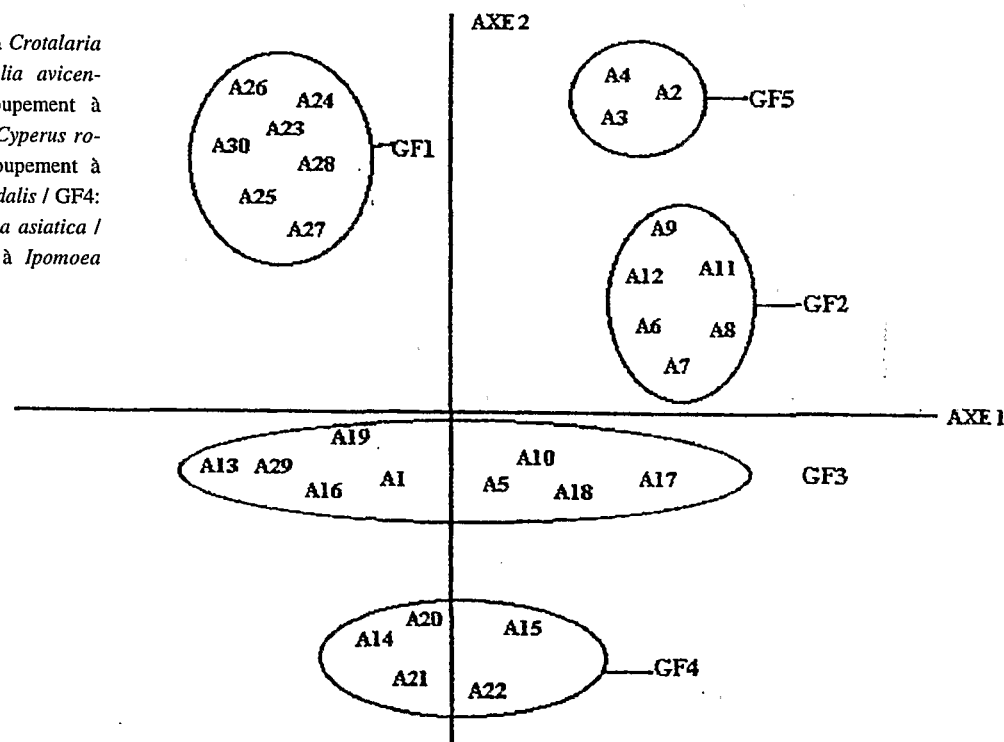


Fig. 3: Mise en évidence de cinq groupements floristiques dans l'ensemble sur sol ferrallitique du Plateau par analyse factorielle des correspondances simple (plan des deux premiers axes). / Delimitation of five floristic groups on the ferrallitic soils of the plateau through factor correspondence analysis (plane defined by the two first axes). / Die fünf, mittels Korrespondenzanalysen herausgearbeiteten floristischen Gemeinschaften auf den eisenhaltigen Böden der Plateaus (Ebene der ersten beiden Achsen).

espèces ; pour les ligneux, deux groupements seulement différent entre eux. Les trois groupements qui viennent sur les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes (fig. 5) sont homogènes pour la richesse en herbes, en arbres et pour le total. Au total, la variation de richesse floristique entre groupements d'un même ensemble est minime.

3.4.2 Variabilité de la structure de la végétation et de la texture du sol entre groupements

Les données de structure de la végétation et de texture du sol des douze groupements sont présentées dans le tableau 9. Les données quantitatives ont été comparées entre elles deux à deux par un test t bilatéral de Student au seuil de 10 %.

Les cinq groupements sur sol ferrallitique de texture sablo-limoneuse forment un ensemble assez homogène. La différence n'est statistiquement significative que pour deux combinaisons sur les 10 possibles pour : le recouvrement des ligneux, le recouvrement basal des pérennes et leur surface moyenne. La densité des touffes de graminées est totalement homogène.

L'ensemble des quatre groupements sur sol ferrugineux tropical non hydromorphe du plateau est bien moins homogène. Trois d'entre eux correspondent surtout à des sols de texture limono-sableuse et le dernier à des sols de texture sablo-limoneuse. Quand on compare les groupements deux à deux, trois combinaisons sur les six possibles correspondent à une différence statistiquement significative pour le

drei floristischen Gruppierungen der tropischen eisenhaltigen hydromorphen Böden (Abb. 5), sind (sowohl bezüglich der Gesamtartenzahl als auch bezüglich der Kräuter und Bäume) homogen. Insgesamt ist die Variation der Artenzahl innerhalb einer floristischen Gruppierung sehr klein.

3.4.2 Variabilität der Vegetationsstruktur und der Bodentextur innerhalb der floristischen Gruppierungen

Die Vegetationsstruktur und Bodentextur der zwölf floristischen Gruppierungen werden in Tabelle 9 präsentiert. Die quantitativen Gegebenheiten wurden paarweise mit einem bilateralen t-Test nach Student ($p < 10\%$) verglichen.

Die fünf Gruppierungen auf den ferrallithischen Böden mit sandig-schluffiger Textur bilden eine ziemlich homogene Einheit. Unterschiede sind nur für zwei Kombinationen unter den zwölf möglichen signifikant: die Gehölzbedeckung in Relation zur Basalbedeckung der Ausdauernden und zu deren durchschnittlicher Oberfläche. Die Dichte der Horste der Gramineen ist völlig homogen.

Die Gesamtheit der vier floristischen Gruppierungen auf den eisenhaltigen tropischen nicht hydromorphen Böden des Plateaus ist deutlich weniger homogen. Drei kommen insbesondere auf schluffig-sandigen, einer dagegen bevorzugt auf sandig-schluffigen Böden vor. Beim Paarvergleich zeigen drei der sechs möglichen Kombinationen einen signifikanten Unterschied bezüglich der Deckung der Gehölzschicht und vier bezüglich der Basalbedeckung der ausdauernden

Dénomination des groupements	N	RH	RL	RT
Sols ferrallitiques	30	36,1	22,2	58,5
GF1 à <i>Crotalaria retusa</i> et <i>Terminalia avicennioides</i>	7	28,0	25,0	53,0
GF2 à <i>Brachiaria lata</i> et <i>Cyperus rotundus</i>	6	39,0	23,0	62,0
GF3 à <i>Sporobolus pyramidalis</i>	9	36,11	19,7	55,8
GF4 à <i>Striga asiatica</i>	5	37,0	23,8	60,8
GF5 à <i>Ipomea heterotricha</i>	3	44,0	26,3	70,4
Sols ferrugineux tropicaux du plateau	29	38,7	27,6	67,6
GF6 à <i>Gladiolus klattianus</i>	14	39,7	27,46	67,2
GF7 à <i>Hackelochloa paniculatus</i>	6	38,2	26,50	64,7
GF8 à <i>Burkea africana</i>	5	42,0	28,3	70,3
GF9 à <i>Andropogon fastigiatus</i>	4	40,0	30,8	70,8
Sols ferrugineux tropicaux hydromorphes du bas-glacis	10	43,6	37,2	79,9
GF10 à <i>Albizzia chevalieri</i> et <i>Lanea velutina</i>	4	42,3	37,8	80,0
GF11 à <i>Cochlospermum tinctorium</i> et <i>Diospyros mespiliformis</i>	4	44,8	37,3	82,0
GF12 à <i>Costus spectabilis</i> et <i>Isobertinia doka</i>	2	44,0	31,5	75,5

Table 7: The floristic groups in the *A. gyanus* dominated communities in the region of Bondoukuy: name of the group and average floristic richness of the "relevé" site. / Les groupements floristiques des milieux à *A. gyanus* de la région de Bondoukuy (Burkina Faso): dénomination et richesse floristique moyenne du site de relevé. / Die floristischen Einheiten der *A. gyanus* dominierten Gesellschaften in der Region von Bondoukuy: Benennung und Artenreichtum der Aufnahmefläche.

Légende / Legend / Legende:

N: nombre de relevés; RH: richesse en herbes; RL: richesse en ligneux; RT: richesse totale. / N: number of relevés; RH: number of herbaceous species; RL: number of woody species; RT: total number of species / N: Anzahl der Aufnahmen; RH: Anzahl der krautigen Arten; RL: Anzahl der Gehölzarten; RT: Gesamtartenzahl.

Table 8: Characteristic plant species of the floristic groups in the *A. gyanus* dominated communities in the region of Bondoukuy. / Espèces caractéristiques des groupements floristiques des milieux à *A. gyanus* de la région de Bondoukuy. / Charakterarten der floristischen Einheiten der *A. gyanus* dominierten Standorte in der Region von Bondoukuy.

Groupement	Exclusives	Electives	Préférantes
GF1 Sols ferrallitiques du plateau	<i>Crotalaria retusa</i>	<i>Andropogon ascinodis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Brachiaria lata</i> <i>Cochlospermum planchoni</i> <i>Leptadenia hastata</i> <i>Loudetia hordeiformis</i> <i>Microchloa indica</i>	<i>Terminalia avicennioides</i>
GF2 Sols ferrallitiques du plateau		<i>Andropogon ascinodis</i> <i>Wissadula amplissima</i> <i>Sesamum alatum</i>	<i>Brachiaria lata</i> <i>Cyperus rotundus</i>
GF3 Sols ferrallitiques du plateau	<i>Andropogon ascinodis</i> <i>Lantana rhodesiensis</i> <i>Indigofera trichopoda</i>	<i>Brachiaria lata</i> <i>Cochlospermum planchoni</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Loudetia hordeiformis</i> <i>Microchloa indica</i>	<i>Sporobolus pyramidalis</i> <i>Sapium grahamii</i>
GF4 Sols ferrallitiques du plateau	-	<i>Brachiaria lata</i> <i>Cochlospermum planchoni</i> <i>Microchloa indica</i>	
GF5 Sols ferrallitiques du plateau	-	<i>Andropogon pseudapricus</i>	<i>Brachiaria lata</i> <i>Ipomea heterotricha</i> <i>Cochlospermum planchoni</i> <i>Loudetia hordeiformis</i>
GF6 Sols ferrugineux tropicaux du plateau	<i>Gladiolus klattianus</i> <i>Combretum molle</i> <i>Swartzia madagascariensis</i>	<i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Hymenocardia acida</i>	<i>Kaempferia aethiopica</i> <i>Cymbopogon schoenanthus</i>
GF7 Sols ferrugineux tropicaux du plateau	<i>Hackelochloa granularis</i>	<i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Crotalaria cephalotes</i> <i>Diheteropogon amplexans</i> <i>Pavetta crassipes</i> <i>Parinari curatellifolia</i>	
GF8 Sols ferrugineux tropicaux du plateau	-	<i>Crotalaria cephalotes</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Strychnos spinosa</i>	<i>Burkea africana</i> <i>Hymenocardia acida</i> <i>Parinari curatellifolia</i>

Dénomination des groupements	RL	RBP	D	S	T
Groupements sur sols ferrallitiques du plateau					
GF1	14,3	14,5	64,3	666,0	3
GF2	18,1	14,6	66,5	1239,0	3
GF3	16,8	12,4	54,8	855,2	3
GF4	18,7	13,4	52,9	850,1	3
GF5	15,7	8,2	66,9	806,7	3
Groupements sur sols ferrugineux tropicaux du plateau					
GF6	21,3	13,5	47,9	765,4	2 ou 3
GF7	21,2	15,9	70,8	624,5	2 ou 3
GF8	28,2	11,3	44,7	1033,0	2
GF9	21,1	11,1	43,4	759,5	2 ou 3
Groupements sur sols ferrugineux tropicaux hydromorphes du bas-glacis					
GF10	27,5	8,1	102,4	278,5	1 ou 2
GF11	32,4	6,8	85,2	600,1	1 ou 2
GF12	31,6	11,1	77,8	1598,8	1 ou 2

Légende / Legend / Legende:

GF1 à GF12 : groupements floristiques, voir texte et tableau précédent; RL: recouvrement de la couronne des ligneux; RBP: recouvrement basal des pérennes; D: densité moyenne des touffes; S: surface moyenne des touffes; T: texture du sol, 1: milieux à dominance limoneuse, 2: milieux à dominance sablo-limoneuse et 3: milieux à dominance limono-sableuse. / GF1 to GF12: floristic groups, see text and table 8. RL lignous plant crown cover; RBP: perennial grasses crown cover; D: average density of tufts; S average tuft surface; T soil texture, 1: clayey, 2: sandy clayey, 3: clayey sandy. / GF1 bis GF12: Floristische Gruppen (s. Text und Tabelle 8); RL Kronendeckung der Gehölzarten; RBP: Deckung der mehrjährigen Atren; D: Durchschnittliche Dichte der Horste; S: durchschnittliche Horstoberfläche T: Bodentextur, 1: Dominanz schluffiger Böden, 2: Dominant sandig-toniger Böden und 3: Dominanz tonig-sandiger Böden.

recouvrement ligneux et quatre pour le recouvrement basal des pérennes. La densité des touffes ne diffère pas en revanche et leur surface moyenne seulement pour deux combinaisons sur six.

L'ensemble des trois groupements sur sols ferrugineux hydromorphes correspond à des textures limono-sableuse ou limoneuse. L'un est lié à une texture limono-sableuse, l'autre à une texture limoneuse et les deux relevés du dernier sont chacun dans une catégorie. Cet ensemble est en revanche totalement homogène pour le recouvrement ligneux, le recouvrement basal des pérennes et la surface moyenne des touffes, pour lesquels aucune différence n'est statistiquement significative. Pour la densité des touffes, seule l'une des trois combinaisons possibles correspond à une différence statistique.

3.4.3 Les liens entre variables par analyse factorielle

De manière générale, comme le montre le tableau de Burt, un fort recouvrement basal des pérennes correspond à une densité élevée de touffes, mais la réciproque n'est pas vraie (GF 10). La surface moyenne des touffes est négativement liée à leur densité : aux tapis herbacés à touffes grosses mais rares s'opposent ceux à nombreuses petites touffes. Un faible nombre de touffes va de pair avec un couvert ligneux peu important tandis que les couverts ligneux denses abritent de nombreuses touffes. Dans les sites où la surface des touffes est en moyenne faible, l'homogénéité de taille entre elles est plus grande que dans les sites à touffes plus grosses. Comme on pouvait l'attendre, les textures les plus sableuses sont associées aux sols ferrallitiques, les plus limoneuses aux sols ferrugineux tropicaux hydromorphes.

Table 9: The floristic groups in the *A. gyanus* dominated communities of the region of Bondoukuy (Burkina Faso): **vegetation structure and soil texture.** / Les groupements floristiques des milieux à *A. gyanus* de la région de Bondoukuy (Burkina Faso): **caractéristiques structurales de la végétation et texture du sol.** / Die verschiedenen floristischen Gruppen der *A. gyanus* dominierten Standorte in der Region von Bondoukuy: **Vegetationsstruktur und Bodentextur.**

Kräuter. Die Dichte der Horste unterscheidet sich dagegen nicht signifikant und ihre mittlere Oberfläche nur bei zwei der sechs möglichen Kombinationen.

Die Gesamtheit der drei Gruppierungen auf eisenhaltigen hydromorphen Standorten verteilen sich auf die unterschiedlichen Bodentexturen. Eine Gruppierung findet sich auf schluffig-sandigen Böden, die zweite auf schluffigen Böden und die zwei Aufnahmen der letzten Gruppierung fallen in jeweils eine der Kategorien. Diese Gesamtheit ist jedoch völlig homogen in Bezug auf den Deckungsgrad der Gehölzschicht, die Basaldeckung der mehrjährigen Kräuter und die durchschnittliche Größe der Horste. Einzig für die Dichte der Horste konnte in einem der drei Paarvergleiche ein signifikanter Unterschied gefunden werden.

3.4.3 Verbindungen zwischen Variablen

Die Korrespondenzanalyse erweist einen Zusammenhang zwischen starker Basalbedeckung der ausdauernden Kräuter und einer erhöhten Horstdichte, wobei eine umgekehrte Verbindung nicht besteht (GF 10). Die durchschnittliche Oberfläche der Horste ist reziprok zur Horstdichte ausgebildet: Krautschichten mit wenigen großen Horsten stehen solche mit zahlreichen kleineren gegenüber. Eine geringe Anzahl von Horsten geht parallel mit einer lockeren Bedeckung durch Gehölze, während dichtere Gehölzbestände zahlreiche Horste beherbergen. Auf Flächen mit geringer durchschnittlicher Oberfläche der Horste ist ihre Höhe einheitlicher als auf den Flächen mit größeren Horsten. Erwartungsgemäß sind die mehr sandigen Bodentexturen mit ferralithischen Böden assoziiert, die mehr schluffigen mit eisenhaltigen tropischen hydromorphen Böden.

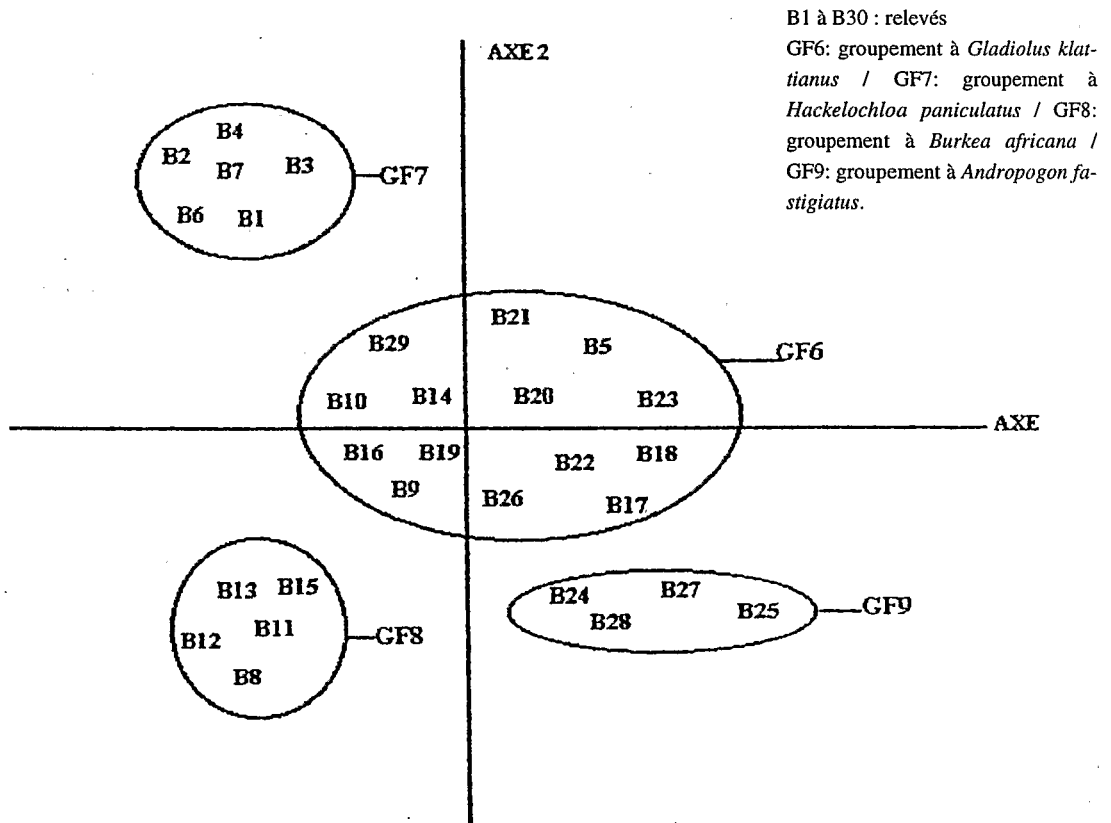


Fig. 4: Mise en évidence de quatre groupements floristiques dans l'ensemble sur sol ferrugineux tropical non hydromorphe du Plateau par analyse factorielle des correspondances simple (plan des deux premiers axes). / Delimitation of four floristic groups on the non-hydromorphic tropical ferruginous soils of the plateau through factor correspondence analysis (plan defined by the two first axes). / Die vier mittels Korrespondenzanalyse heraus gearbeiteten floristischen Gemeinschaften auf eisenhaltigen nicht hydromorphen trpischen Böden der Plateaus (Ebene der ersten beiden Achsen).

Sur le premier plan factoriel les modalités des variables se structurent en quatre pôles. Dans un premier groupe, les plus fortes richesses floristiques en ligneux s'associent avec les couverts ligneux les plus élevés ainsi qu'avec des touffes de graminées de plus petite surface. Les groupements floristiques liés à ce groupe sont GF10 (à *Albizzia chevalieri* et *Lannea velutina*) et GF11 (à *Cochlospermum tinctorium* et *Diospyros mespiliformis*), tous deux sur sols ferrugineux hydromorphes. Dans un deuxième groupe, les faibles richesses floristiques en herbes s'associent avec les touffes de grande surface et avec une dominance des individus de moins de 2 m dans la strate ligneuse ; le groupement GF2 (à *Brachiaria lata* et *Cyperus rotundus*) sur sol ferrallitique s'associe à cet ensemble. Un troisième groupe correspond aux faibles densités en touffes (15,4 à 47,2 touffes par m²) et aux recouvrements basaux de valeur moyenne (10,45 à 14,3 %) chez les graminées pérennes. Dans le quatrième ensemble le groupement GF6 (à *Gladiolus klattianus*) sur sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes s'associe avec des ligneux appartenant en majorité à la strate de hauteur la plus élevée (6 à 10 m) et avec un recouvrement basal des herbes pérennes de valeur moyenne (classe 10,5 à 14,3 %).

Bei der ersten Faktorenanalyse strukturieren sich die Variablen an vier Schwerpunkten. In einer ersten Gruppe verbindet sich der größte Reichtum an Gehölzarten mit der höchsten Gehölzschicht und auch mit der kleinsten Oberfläche der Gramineen-Horste. Die hierzu gehörenden floristischen Gruppen sind GF 10 (mit *Albizzia chevalieri* und *Lannea velutina*) und GF 11 (mit *Cochlospermum tinctorium* und *Diospyrus mespiliformis*), beide auf eisenhaltigen hydromorphen Böden. In einer zweiten Gruppe ist geringe Artenzahl der Kräuter mit Horsten großer Oberfläche und Dominanz von Individuen >2 m in der Gehölzschicht verbunden. Mit dieser Kombination von Eigenschaften assoziiert ist die floristische Gruppierung GF 2 (von *Brachiaria lata* und *Cyperus rotundus*) auf ferrallithischen Böden. Eine dritte Gruppe korrespondiert mit geringen Dichten der Horste und mittleren Basalbedeckungen (15,4 bis 47,2 %) der ausdauernden Gramineen. Den vierten Schwerpunkt repräsentiert die Gruppierung GF 6 (von *Gladiolus klattianus*) auf eisenhaltigen tropischen nicht hydromorphen Böden in Verbindung mit einer mehrheitlich zur größten Höhenklasse der Gehölze (6 bis 10 m) gehörenden Baumschicht und mit einer mittleren Basalbedeckung der ausdauernden Kräuter mit 10,45 bis 14,3 %.

Nom parcelle	B1	B7	B4	B8	B11	B12	B13	B9	B10
GF	7	7	7	8	8	8	8	6	6
Faciès									
1966	S	S	PMA	S	S	S	S	PMA	PMA
1967	PMA	PMA	S	PMA	PMA	C	PMA	C	C
1968	PMA	S	C	S	S	PMA	S	C	PMA
1969	C	C	PM	C	C	S	C	S	S
1970	C	C	PMA	C	C	C	C	PMA	PMA

Légende / Legend / Legende:

B1 à B12: nom du site de relevé / B1 to B12: name of relevé site / B1 à B12: Name des Aufnahmeortes; GF: groupement floristique / floristic group / floristische Gruppierung; C: coton / cotton / Baumwolle; PM: petit mil / millet / Kolbenhirse; PMA: petit mil et arachide / millet and peanut / Kolbenhirse und Erdnüsse; S: sorgho / sorghum / Rispenhirse.

Table 10: Floristic groups and rotation of crops in a block of fields on a non-hydromorphic ferruginous tropical soil in Bondoukuy (locality of Dui). / Groupements floristiques et succession des cultures dans un groupe de parcelles sur sol ferrugineux tropical non hydromorphe à Bondoukuy (lieu-dit Dui). / Floristische Einheiten und Kulturfruchtwechsel auf einer Gruppe von Parzellen auf nicht hydromorphen, eisenhaltigen tropischen Böden in Bondoukuy (Ort namens Dui).

Ainsi sur les douze groupements floristiques, seuls quatre (dont deux groupés) s'individualisent par la structure de la végétation. Cette analyse montre que le lien entre flore et structure est assez faible dans les milieux à *A. gayanus* de la région de Bondoukuy.

3.4.4 Facteurs culturaux

A cause de la petite taille de l'échantillon disponible et du grand nombre des variables, une analyse statistique n'était pas possible pour les facteurs culturaux. C'est par la comparaison de parcelles groupées dans l'espace au sein de six "unités" que leur influence a été étudiée. Seuls les résultats concernant la première unité sur sol ferrugineux non hydromorphe dans le lieu-dit Dui sont donnés dans tous leurs détails (tabl. 10) ; cette unité regroupe neuf sites de relevés rattachés à trois groupements floristiques. Il apparaît que le groupement n'est pas strictement lié à la dernière espèce cultivée, que les parcelles ayant connu exactement la même rotation ne sont pas nécessairement rattachées au même groupement (B7, B8, B11, B13) et que des parcelles rattachées au même groupement n'ont pas nécessairement connu une rotation identique.

Les cinq unités suivantes, qui se localisent dans le lieu-dit Bomborokuy sur sol ferrallitique, confirment ces premières conclusions. Au total, il n'apparaît pas de lien entre le groupement floristique d'une part, la rotation culturale et la dernière espèce cultivée dans le site d'autre part.

3.5 Les 38 faciès floristiques

3.5.1 Lien avec les grands types de sols et avec les groupements floristiques

Les faciès sont étroitement liés aux sols, ce n'est que le faciès à *Pteleopsis suberosa* qui se rencontre sur deux types de sols (tabl. 11). Il existe ainsi un lien très fort avec les douze groupements floristiques (tabl. 12). Un même groupement renferme de un à dix faciès (3,7 en moyenne), un même faciès ne se rencontre généralement que dans un seul groupement (32 cas sur 38), parfois dans deux (6 cas sur 38), mais jamais dans plus de deux. Il apparaît ainsi une structure presque parfaitement emboîtée. Le faciès, qui est

Von den zwölf floristischen Gruppierungen besitzen also nur vier (zwei davon verbunden) eine individuelle Vegetationsstruktur. Die Analyse zeigt somit, dass Verbindungen zwischen Flora und Struktur der *A. gayanus*-Bestände in der Region Bondoukuy ziemlich gering sind.

3.4.4 Landwirtschaftliche Faktoren

Wegen der geringen Größe der zur Verfügung stehenden Stichprobenerhebung und wegen der großen Zahl der Variablen war eine statistische Analyse der landwirtschaftlichen Faktoren nicht möglich. Deshalb wurden sechs räumliche "Einheiten" gebildet, um den Einfluß besser erfassen zu können. Nur die Ergebnisse, die die erste Einheit auf eisenhaltigen nicht hydromorphen Böden in dem Ort Dui betreffen, werden detailliert wiedergegeben (Tab. 10). Diese Einheit enthält neun Aufnahmeflächen, die zu drei floristischen Gruppierungen gehören. Offenbar ist die floristische Gruppierung nicht eng an die letzte Kulturart gebunden, tragen Parzellen, die einer exakt gleichen Rotation unterworfen waren, nicht unbedingt die selbe floristische Gruppierung und weisen Parzellen mit einheitlicher floristischer Gruppierung nicht notwendigerweise eine identische Rotation auf.

Die fünf Einheiten auf ferrallithischen Böden im Ort Bomborokuy bestätigen diese ersten Schlussfolgerungen. Insgesamt scheint es keine Verbindung zwischen der floristischen Gruppierung einerseits und der Art des Feldbau/ Brache/Zyklus sowie der letzten Kulturart andererseits zu geben.

3.5 Die 38 floristischen Fazies

3.5.1 Beziehungen zu den großen Bodentypen und zu den floristischen Gruppierungen

Die Fazies sind eng an den Boden gebunden, mit Ausnahme der Fazies von *Pteleopsis suberosa*, die sich auf zwei Bodentypen findet (Tab. 11). Auch eine enge Beziehung zu den zwölf floristischen Gruppierungen besteht (Tab. 12). Eine einzelne floristische Gruppierung enthält eine bis zehn Fazies (durchschn. 3,7). Eine Fazies findet sich im Allgemeinen nur innerhalb einer einzigen floristischen Gruppierung (32 von 38 Fällen) sowie manchmal in zwei (6 von 38), aber niemals in mehr. Offensichtlich handelt es sich bei

Facès	N	GF	S
Facès avec dominance d'herbacées dont <i>Borreria</i> spp.			
<i>B. stachydea</i>	3	GF1, GF2	FA
<i>B. stachydea</i> et <i>Crotalaria retusa</i>	1	GF1	FA
<i>B. stachydea</i> et <i>B. radiata</i>	2	GF1, GF3	FA
<i>B. stachydea</i> et <i>Loudetia hordeiformis</i>	1	GF2	FA
<i>B. stachydea</i> et <i>Sporobolus festivus</i>	1	GF3	FA
<i>B. stachydea</i> , <i>B. radiata</i> et <i>Loudetia hordeiformis</i>	1	GF5	FA
<i>B. stachydea</i> , <i>B. radiata</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> et <i>Loudetia togoensis</i>	1	GF4	FA
<i>B. stachydea</i> , <i>B. radiata</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> et <i>Loudetia togoensis</i>	1	GF6	FU
<i>B. radiata</i> et <i>Loudetia hordeiformis</i>	1	GF2	FA
<i>B. radiata</i> , <i>Loudetia hordeiformis</i> et <i>Loudetia togoensis</i>	1	GF2	FA
<i>B. stachydea</i> , <i>Cassia mimosoides</i> , <i>Cochlospermum planchonii</i> et <i>Loudetia hordeiformis</i>	1	GF5	FA
Facès avec dominance d'herbacées dont <i>Pennisetum pedicellatum</i>			
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	2	GF6, GF9	FU
<i>Pennisetum pedicellatum</i> et <i>Andropogon ascinodis</i>	1	GF6	FU
<i>Pennisetum pedicellatum</i> et <i>Loudetia togoensis</i>	1	GF9	FU
Facès avec dominance d'autres espèces herbacées			
<i>Sporobolus festivus</i>	3	GF3, GF4	FA
<i>Andropogon ascinodis</i>	2	GF3, GF4	FA
<i>Loudetia togoensis</i>	1	GF9	FU
<i>Loudetia hordeiformis</i>	1	GF2	FA
<i>Diheteropogon amplexans</i>	1	GF7	FU
Facès avec dominance de ligneux dont <i>Vitellaria paradoxa</i>			
<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	GF6	FU
<i>V. paradoxa</i> , <i>Loudetia hordeiformis</i> et <i>Borreria radiata</i>	1	GF2	FA
<i>V. paradoxa</i> , <i>Lannea velutina</i> et <i>Cochlospermum planchonii</i>	1	GF10	FH
<i>V. paradoxa</i> , <i>Isobertinia doka</i> , <i>Cochlospermum planchonii</i> et <i>Kaempferia aethiopica</i>	1	GF11	FH
<i>V. paradoxa</i> et <i>Andropogon ascinodis</i>	1	GF11	FH
<i>V. paradoxa</i> et <i>Securinega virosa</i>	1	GF11	FH
Facès avec dominance de ligneux dont <i>Pteleopsis suberosa</i>			
<i>Pteleopsis suberosa</i>	2	GF6 GF10	FUF H
<i>P. suberosa</i> et <i>Andropogon ascinodis</i>	1	GF6	FU
<i>P. suberosa</i> , <i>Crossopteryx febrifuga</i> et <i>Microchloa indica</i>	1	GF6	FU
<i>P. suberosa</i> , <i>Detarium microcarpum</i> et <i>Pennisetum pedicellatum</i>	1	GF6	FU
<i>P. suberosa</i> , <i>Isobertinia doka</i> et <i>Cochlospermum planchonii</i>	1	GF12	FH
<i>P. suberosa</i> et <i>Cochlospermum planchonii</i>	1	GF12	FH
<i>P. suberosa</i> , <i>Stereospermum kunthianum</i> , <i>V. paradoxa</i> , <i>Dichrostachys glomerata</i> , <i>C. planchonii</i> , <i>Kaempferia aethiopica</i> , <i>Vernonia purpurea</i> ,	1	GF10	FH
Facès avec dominance d'autres espèces de ligneux			
<i>Detarium microcarpum</i> et <i>Andropogon ascinodis</i>	1	GF3	FA
<i>Acacia dudgeoni</i>	1	GF3	FA
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1	GF6	FU
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	1	GF6	FU
<i>Parinari curatellifolia</i>	1	GF8	FU
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	GF10	FH

Table 11: The 38 facies defined by the dominance of some species in the *A. gayanus* dominated communities of the region of Bondoukuy. / Les 38 facies définies par une dominance d'espèces dans les jachères à *A. gayanus* de la région de Bondoukuy. / Die 38 Fazies der *A. gayanus*-Brachen der Region von Bondoukuy, definiert durch eine Arten-dominanz.

Légende/Legend/Legende:
 N: nombre de relevés, number of relevés, Anzahl der Aufnahmen;
 GF: groupement floristique (voir plus haut) / floristic group (see above) / floristische Gruppierung (s. oben);
 S: grande unité de sol / major soil units / große Bodeneinheiten; F A : ferrallitiques / ferruginous / ferralithisch;
 FU: ferrugineux non hydromorphes / ferralithic, non hydromorphic / eisenhaltig, nicht hydromorph;
 FH ferrugineux hydromorphes / ferruginous, hydromorphic / eisenhaltig, hydromorph.

physionomiquement le caractère le plus marquant de la végétation, apparaît ainsi comme une variation locale mineure dans un ensemble fortement structuré en fonction du facteur pédologique, puis du facteur floristique. Le caractère souvent contingent de la dominance d'une espèce est d'ailleurs souligné dans les travaux de phytosociologie classique (GUINOCHET 1973, p. 18). Hormis les sols, sur l'influence desquels des études en cours vont apporter davantage de précision, les déterminants des facès ne sont ici pas évidents.

Les informations recueillies auprès des populations laissent cependant penser que pour la mise en place de certains facès (notamment ceux à *Borreria*, DIALLO 1997) une forte pression de pâturage peut jouer un rôle majeur. Les facès à *Andropogon ascinodis*, quant à eux, doivent certainement être interprétés comme les stades les plus avancés vers une

der Fazies um eine sehr eng eingebundene Struktur. Die Fazies, die physiognomisch das markanteste Merkmal der Vegetation ist, erweist sich somit als eine lokale zweitrangige Variation innerhalb eines in erster Linie vom Bodenfaktor floristisch stark strukturierten Ganzen. Der oft zufällige Charakter der Dominanz einer Art wird übrigens von klassischen pflanzensoziologischen Arbeiten unterstrichen (GUINOCHET 1973: 18). Unter den Bedingungen der vorliegenden Untersuchungen bringen allein die Böden mehr Genauigkeit, die Bestimmung der Fazies ist dagegen nicht so wichtig.

Die bei der Bevölkerung gewonnenen Informationen lassen annehmen, dass für die Entstehung der Fazies (insbesondere der von *Borreria*, DIALLO 1997), ein starker Beweidungsdruck eine größere Rolle spielt. Die Fazies mit *Andropogon ascinodis* kann sicherlich als das im Hinblick auf eine Rekonstitution am weitesten entwickelte Stadium angesehen

GF	Nombre de relevés	Nombre de faciès	Rapport relevés/faciès	Sol
Sols ferrallitiques du plateau			1,6	
GF1	7	3	2,3	FA
GF2	6	6	1	FA
GF3	9	6	1,5	FA
GF4	5	3	1,7	FA
GF5	3	2	1,5	FA
Sols ferrugineux non hydromorphes (plateau)			3,4	
GF6	14	10	1,4	FU
GF7	6	1	6	FU
GF8	5	1	5	FU
GF9	4	3	1,3	FU
Sols ferrugineux hydromorphes (bas-glacis)			1,1	
GF10	4	4	1	FH
GF11	4	3	1,3	FH
GF12	2	2	1	FH
Les trois sols			2,1	

Table 12: La diversité des faciès floristiques en fonction des groupements floristiques dans les jachères à *A. gayanus* de la région de Bondoukuy. / The diversity of floristic facies in the floristic groups in the *A. gayanus* dominated dallow-land of the region of Bondoukuy. / Die Diversität der Fazies innerhalb der verschiedenen floristischen Gemeinschaften innerhalb der *A. gayanus*-Brachen der Region von Bondoukuy.

savane reconstituée, puisque c'est cette espèce qui domine habituellement sur les sols sableux ou gravillonnaires des milieux non cultivés et peu pâturés de la zone soudanienne.

Le rapport entre le nombre de relevés et le nombre de faciès permet d'évaluer la diversité en faciès d'un groupement (tabl. 12). Les groupements sur sols ferrallitiques et sur sols ferrugineux hydromorphes apparaissent comme plus diversifiés en faciès que ceux sur sols ferrugineux non hydromorphes. Ces derniers sont plus homogènes, surtout du fait des groupements GF7 et GF8, où un seul faciès est rencontré.

3.5.2 Lien avec les pratiques culturales

Pour rechercher les liens entre pratiques culturales et faciès on a eu recours, comme pour les groupements floristiques, à l'examen d'unités constituées par des parcelles groupées dans l'espace. Aucun lien clair n'apparaît dans l'échantillon considéré entre les rotations culturales et l'appartenance à un faciès floristique. Un groupe de parcelles cultivées de manière identique et rattachées au même groupement floristique peut présenter à la fois plusieurs faciès différents et des végétations non différenciées en faciès.

4. DISCUSSION

4.1 Organisation de la diversité végétale des milieux à *A. gayanus* : aspects floristiques, structuraux et déterminants

Les milieux à *A. gayanus* de Bondoukuy sont floristiquement assez riches, avec 233 espèces, ce qui les rapproche des savanes non dégradées (DEVINEAU & FOURNIER 1997). L'importance des strates ligneuse et herbacée est relativement équilibrée, ce qui est aussi un caractère de savane. Le couvert ligneux est relativement élevé (près de 25 % en moyenne) ainsi que le recouvrement basal des touffes de pérennes, qui est même supérieur à celui des "vraies" savanes. La diversité floristique de ces milieux s'organise selon une structure hiérarchisée sur trois niveaux presque parfaitement emboîtés ; l'individualisation des classes est d'autant plus nette et facile que le niveau hiérarchique est plus élevé.

werden, weil dies diejenige Art ist, die gewöhnlich auf den sandigen oder kiesigen Böden nicht kultivierter und wenig beweideter Bereiche der Sudanzone dominiert.

Das Verhältnis zwischen der Anzahl der Aufnahmen und der der Fazies erlaubt es, die Fazies-Diversität innerhalb einer Gruppierung zu ermitteln (Tab. 12). Die Gruppierungen auf ferralithischen und auf eisenhaltigen hydromorphen Böden scheinen bezüglich der Faziesbildung stärker diversifiziert als diejenigen auf nicht hydromorphen eisenhaltigen. Die letzteren sind homogener, insbesondere die Gruppierungen GF7 und GF8, sogar mit nur einer einzigen Fazies.

3.5.2 Beziehungen zu landwirtschaftlichen Praktiken

Zur Untersuchung der Verbindung zwischen landwirtschaftlichen Praktiken und Fazies wurde, wie bei den floristischen Gruppierungen, auf die von den Parzellen gebildeten räumlichen Einheiten zurückgegriffen. In den Stichproben ergab sich keine Beziehung zwischen der Rotation der landwirtschaftlichen Nutzung und dem Auftreten einer floristischen Fazies. Eine Gruppe von Parzellen, die auf die selbe Weise bewirtschaftet worden war, kann sowohl unterschiedliche Fazies beherbergen, als auch nicht-fazielle Vegetation.

4. DISKUSSION

4.1 Organisation der Vegetationsdiversität der Flächen mit *A. gayanus*: Determinanten der floristischen und strukturellen Aspekte

Die Flächen mit *A. gayanus* von Bondoukuy sind floristische relativ reich. Mit 233 Arten nähern sie sich diesbezüglich den nicht degradierten Savannen (DEVINEAU & FOURNIER 1997). Gehölz- und Krautschicht decken etwa gleich stark, was ebenfalls typisch für Savannen ist. Die Gehölzbedeckung ist vergleichsweise groß (über 25 % im Durchschnitt), die Basaldeckung der ausdauernden Horste liegt sogar über der von "echten" Savannen. Die floristische Diversität ist hierarchisch fast perfekt in miteinander verzahnte Ebenen gegliedert. Die Eigenständigkeit dieser jeweiligen Klassen ist um so klarer und leichter erkennbar, je höher die hierarchische Ebene ist.

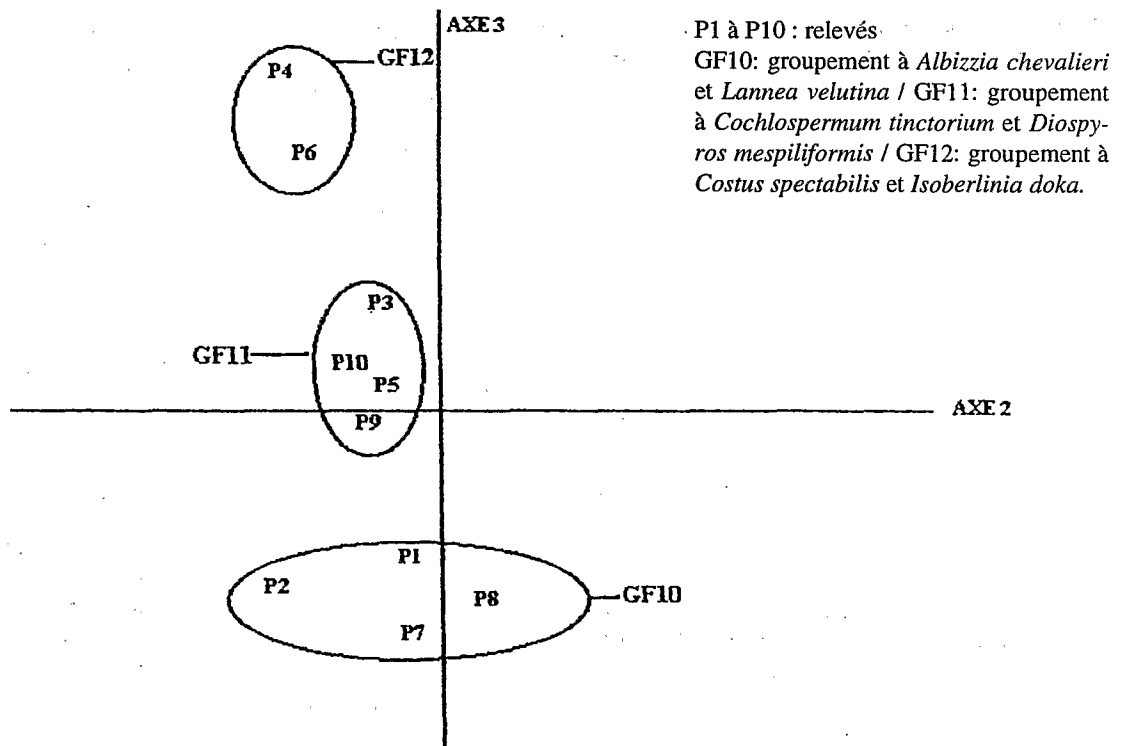


Fig. 5: Mise en évidence de trois groupements floristiques dans l'ensemble sur sol ferrugineux tropical hydromorphe du Bas-Glacié par analyse factorielle des correspondances simple (plan des deux premiers axes). / Delimitation of three floristic groups on the hydromorphic tropical soils of the bas-glacié through factor correspondence analysis (plane defined by the two first axes). / Die drei mittels Korrespondenzanalyse herausgearbeiteten floristischen Gemeinschaften der eisenhaltigen hydromorphen tropischen Böden der Glacisflächen (Ebene der ersten beiden Achsen).

Le niveau supérieur comprend trois grands ensembles floristiques très distincts, liés aux sols ; ils ont chacun une structure floristique et physique propre. Le nombre moyen d'espèces par site croît depuis les milieux les plus sableux sur sol ferrallitiques du plateau jusqu'aux milieux les plus lourds sur sols ferrugineux hydromorphes du bas-glacié, en passant par les sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes du plateau. C'est sur les sols les plus lourds et les plus humides que la strate herbacée présente les touffes de pérennes les plus nombreuses et que la strate ligneuse est la plus couvrante et la plus haute. Au sein de ces trois ensembles, la richesse floristique du groupement (niveau hiérarchique immédiatement inférieur, voir ci-dessous) est d'autant plus constante que le sol est plus lourd. Par ailleurs l'homogénéité structurale (strate ligneuse et herbacée) entre groupements est d'autant plus grande que les sols sont plus lourds.

Les douze groupements floristiques qui se rencontrent à un second niveau peuvent être estimés comme des classes moins robustes, dans la mesure où leur discrimination sur les plans de l'analyse factorielle a été moins aisée que celle des grands ensembles liés aux sols. Corrélativement, les déterminants de la différenciation en groupements sont moins clairs que ceux des grands ensembles, mais les sols jouent encore un rôle dans certains cas. Au sein du grand ensemble du bas-glacié, les groupements GF2 et GF3, sur sols de texture limono-sablo-argileuse de couleur brune s'opposent ainsi au groupement GF1 sur sol de texture limoneuse de couleur brun grisâtre. Il n'apparaît en revanche pas de lien

Die höchste Ebene umfasst drei große, an den Boden gebundene, floristische Einheiten. Jede hat eine eigene floristische und physische Struktur. Die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahmefläche steigt von den sandigsten Flächen auf ferrallithischen Böden des Plateaus über die eisenhaltigen tropischen nicht hydromorphen Böden des Plateaus bis hin zu den schwersten Böden, also den eisenhaltigen hydromorphen Böden der Glacisflächen. Auf den schwersten und feuchtesten Böden zeigt die Krautschicht die größte Artenzahl an ausdauernden Horsten und die Gehölzschicht die größte Deckung und Höhe. Innerhalb der drei großen Einheiten ist die Artenzahl der floristischen Gruppierungen (nächst niedrigere Stufe der hierarchischen Ebene s.u.) um so konstanter, je schwerer der Boden ist. Außerdem ist die strukturelle Homogenität (Gehölz- und Krautschicht) der Gruppierungen um so größer, je schwerer die Böden sind.

Die zwölf floristischen Gruppierungen der zweiten hierarchischen Ebene sind entweder bezüglich der Messergebnisse weniger voneinander verschieden oder aber mittels statistischer Analysen schwerer zu trennen als die großen bodengebundenen Einheiten. Entsprechend sind die Determinanten der Differenzierung weniger klar erkennbar als bei den großen Einheiten, aber die Böden spielen auch auf dieser Ebene eine Rolle. Innerhalb der großen Einheit der Glacisflächen stehen die floristischen Gruppierungen GF2 und GF3 auf braunen, schluffig-sandig-tonigen Böden der Gruppierung GF1 auf braun-grauem schluffigen Boden gegenüber. Dagegen sind keine Beziehungen zwischen Vegetation und dem vorhergehenden Nutzungs/Brache/Zyklus erkenn-

de la végétation avec les rotations culturales précédentes. La structure physique de la végétation est assez indépendante de sa composition floristique, comme l'a montré l'analyse factorielle multiple. Moins d'une moitié des groupements se singularise par une structure physique particulière, le lien semble d'ailleurs plutôt indirect.

A un troisième niveau interviennent 38 faciès floristiques dont seulement sept se rencontrent dans plus d'un relevé. Leur discrimination n'a pas été immédiate, mais a exigé des choix à la suite de plusieurs essais, dans cette mesure on peut considérer que ces classes sont plus arbitraires que les groupements. A cause de leur faible répétition, ils apparaissent très fortement liés aux groupements floristiques. Mais les faciès rencontrés dans plus d'un groupement montrent que l'emboîtement n'est pas parfait. Bien que le rôle du pâturage dans certains cas soit bien montré par les enquêtes, les déterminants des faciès ne sont pas entièrement clairs. Les diverses analyses montrent ainsi que dans l'ensemble des milieux dominés par *A. gayanus* le sol est indiscutablement le déterminant le plus puissant de la variabilité floristique – ce qui est une structure habituelle en milieu peu anthropisé – et que les autres variables ne sont jamais que des déterminants secondaires. Ainsi les groupements floristiques représentent-ils des marqueurs sensibles des types de sols. Bien que la mise en culture perturbe fortement la végétation, la variabilité des pratiques culturales n'apparaît en revanche pas comme un déterminant important de la variabilité floristique des jachères âgées (groupements, faciès). Aucun lien n'a pu être mis en évidence entre les types de rotation culturale et la dernière espèce cultivée d'une part, les groupements et faciès floristiques d'autre part. Plus encore, les parcelles jamais cultivées ne se trouvent pas regroupées sur les plans factoriels, mais sont au contraire réparties en fonction des sols qui les portent. A ce stade de la succession postculturale, pourtant encore éloigné d'un état de reconstitution complète, l'effet de la mise en culture semble ainsi déjà fortement estompé, alors que dans des parcelles plus jeunes son influence est bien plus sensible (FOURNIER *et al.*, à paraître b).

4.2 La dynamique de la végétation

La présente étude confirme la constance du stade à *A. gayanus* dans les successions postculturales de la région de Bondoukuy, le retour à une brousse semble bien passer toujours par la dominance de ce taxon, aucune autre espèce ne jouant un rôle équivalent. L'apparition de cette espèce transitoire survient de 3 à 5 ans après l'abandon du champ, cette durée est conforme aux observations de CÉSAR & COULIBALY (1993) pour le nord de la Côte-d'Ivoire, où le climat est très semblable. Comme le soulignent nos enquêtes, l'utilisation du milieu par l'homme (modes culturaux au sens large, pâturage, cueillette) conditionne cependant très fortement la rapidité de la reconstitution de la jachère et le développement de la population de *A. gayanus*. Plus l'utilisation agricole a modifié le sol par rapport à celui d'une savane, plus la reconstitution est difficile ; ainsi une longue durée de culture et un labour à la charrue ont-ils une influence négative.

bar. Die physische Struktur der Vegetation ist ziemlich unabhängig von der floristischen, wie die Mehrfaktorenanalyse zeigt. Weniger als die Hälfte der floristischen Gruppierungen besitzt eine eigene physische Struktur, wobei die Beziehung sehr indirekt ist.

Auf dritter Ebene ergeben sich 38 floristische Fazies, von denen sich allerdings sieben nur in mehr als einer einzigen Aufnahme finden. Ihre Unterscheidung erfolgte nicht unmittelbar, sondern mit Bedacht. Diese Klassen sind also willkürlicher als die floristischen Gruppierungen. Wegen ihrer geringen Wiederholung erscheinen sie sehr stark an die floristischen Gruppierungen gebunden zu sein. Aber die Tatsache, dass einige Fazies in mehr als einer floristischen Gruppierung vorkommen, zeigt, dass die Einnischung der Fazies nicht vollkommen ist. Obwohl einige Arbeiten die heutige Beweidung als wichtig herausgestellt, sind die die Fazies bestimmenden Faktoren nicht vollständig geklärt. Die Analysen zeigen, dass in der Gesamtheit der von *A. gayanus* dominierten Bestände der Boden für die floristische Variabilität am meisten verantwortlich ist – wie man es oft in vom Menschen wenig beeinflussten Gebieten antrifft – und die anderen Variablen nur sekundäre Determinanten sind. Somit bilden die floristischen Gruppierungen sensible Indikatoren des Bodentyps. Obwohl die Inkulturnahme einer Fläche die Vegetation sehr stark stört, erweist sich die Variabilität der landwirtschaftlichen Praktiken als nicht bedeutend für die floristischen Unterschiede (Gruppierungen, Fazies) der älteren Brachen. Keine Verbindung ergab sich zwischen der Art der Kultur/Brache/Rotation und der letzten kultivierten Feldfrucht einerseits und den floristischen Fazies andererseits. Zudem werden die niemals kultivierten Flächen im Rahmen der Faktorenanalyse nicht als eigene Gruppe abgebildet, sondern finden sich im Gegenteil in der Gruppe ihres jeweiligen Bodentyps wieder. Auf dem von *A. gayanus* gekennzeichneten, sehr weit bezüglich einer Wiederherstellung der natürlichen Vegetation fortgeschrittenen Stadium der postkulturellen Sukzession ist der Einfluß der Kultivierung offensichtlich schon stark verwischt, während er auf den jüngeren Parzellen noch gut erkennbar ist (FOURNIER *et al.*, in Vorb.).

4.2 Vegetationsdynamik

Die vorliegende Untersuchung bestätigt die Konstanz des Stadiums mit *A. gayanus* innerhalb der postkulturellen Sukzession in der Region Bondoukuy: Die Rückkehr zu einem Gebüschstadium scheint immer über eine Dominanz dieses Taxons zu verlaufen; kein anderes spielt eine gleichwertige Rolle. Die Art tritt drei bis fünf Jahre nach der Nutzungsaufgabe auf, was mit der Bracheentwicklung im Norden der Côte d'Ivoire, wo das Klima sehr ähnlich ist, übereinstimmt (CÉSAR & COULIBALY 1993). Wie unsere Ergebnisse unterstreichen, beeinflusst die Nutzung (Kulturmethoden im weitesten Sinne, Beweidung, Ernte) die Geschwindigkeit der Reconstitution der Brachfläche und die Entwicklung der Population von *A. gayanus* sehr stark. Je mehr der Boden im Vergleich zu einem Savannenboden verändert wurde, um so schwieriger ist die Reconstitution. Lange Kulturdauer und Einsatz des Pfluges haben einen negativen Einfluß. Der

L'influence négative du pâturage, également apparue dans nos enquêtes, a été démontrée expérimentalement par CÉSAR & COULIBALY (1993) dans le nord de la Côte-d'Ivoire. En l'absence de facteurs ralentissant le processus, la dominance de *A. gayanus* peut être atteinte vers huit à dix ans.

C'est l'âge des jachères les plus jeunes de notre échantillon, mais aussi la durée indiquée par les populations lors des enquêtes. Pour la Côte-d'Ivoire, CÉSAR & COULIBALY (1993) donnent une fourchette de cinq à 15 ans très proche de nos résultats. Cependant, les milieux dominés par *A. gayanus* peuvent être bien plus âgés : dans notre échantillon ce sont des jachères de huit à plus de 50 ans, ou même de zones jamais cultivées de mémoire d'homme. Certains milieux à *A. gayanus* résulteraient d'une évolution régressive utilisées comme pâturage et non d'une reconstitution postculturale. Les facteurs d'utilisation des jachères ont ainsi une influence très forte, raison pour laquelle il est hasardeux d'essayer de déduire l'âge d'une jachère de sa physionomie ; pour cela les données d'enquête ou l'examen de photographies aériennes restent irremplaçables. Les milieux à *A. gayanus* ne sont donc pas des marqueurs chronologiques précis dans le cycle culture jachère, ils permettent seulement de savoir que la jachère - si c'en est une - a plus de huit ou dix ans.

Dans les paysages de savane soudanienne anthropisée par mise en culture et pâturage, le stade à *A. gayanus* apparaît comme l'un des états possibles de la végétation. Les trajectoires qui y mènent sont multiples et plus ou moins rapides. Les plus fréquentes correspondent à un processus de succession postculturale, avec dominance d'espèces variées pendant les toutes premières années (FOURNIER *et al.*, à paraître a et b). Les étapes et la durée nécessaires pour atteindre le stade à *A. gayanus* dépendent largement de l'intensité et de la nature des pressions auxquelles est soumise la jachère après l'abandon cultural. Les trajectoires qui correspondent à la dégradation de savanes sous pâture intense sont, semble-t-il, moins fréquentes. Dans les régions soudanaises, la présence de milieux à *A. gayanus* sur des terrains cultivables est ainsi un marqueur fiable d'anthropisation (voir aussi LE MIRE PÉCHEUX *et al.*, à paraître). L'abondance de tels milieux dans le paysage traduit cependant un niveau de perturbation relativement modéré. Une perturbation plus forte, telle une très longue culture, une jachère très courte ou un pâturage très intense, les fait en effet disparaître.

D'un point de vue fonctionnel, le stade à *A. gayanus* représente une étape décisive dans l'évolution de l'écosystème, puisqu'il marque le passage d'une végétation dominée par des annuelles à une végétation dominée par des pérennes. Cela correspond à un allongement saisonnier de la période de production primaire et à une importance accrue du rôle des parties souterraines, dont la phytomasse devient plus grande en valeur absolue et relativement aux parties aériennes (voir travaux de FOURNIER 1991; CÉSAR 1992 et CÉSAR & COULIBALY 1993). La dominance des pérennes, qui commence avec celle de *A. gayanus*, s'accompagne, semble-t-il, d'une nette amélioration de la structure du sol (DE BLIC & SOMÉ 1997) et d'une augmentation de ses bases échangeables (CÉSAR & COULIBALY 1993). Curieusement, il ne sem-

sich in unserer Untersuchung zeigende negative Einfluß von Beweidung wurde experimentell durch CÉSAR & COULIBALY (1993) im Norden der Côte d'Ivoire bewiesen. Ohne die Entwicklung verzögernde Faktoren stellt sich die *A. gayanus*-Dominanz ungefähr nach acht bis zehn Jahren ein.

Dieser im Rahmen unserer Felduntersuchung ermittelte früheste Zeitpunkt ergab sich auch bei der Befragung der Bevölkerung. Für die Côte d'Ivoire geben CÉSAR & COULIBALY (1993) einen Zeitraum von fünf bis fünfzehn Jahren an, was unseren Ergebnissen sehr nahe steht. Die von *A. gayanus* dominierten Flächen können aber auch viel älter sein: Wir fanden Brachen von acht bis fünfzig Jahren und sogar Bereiche, an deren Kultivierung sich niemand mehr erinnerte. Einige Bestände mit *A. gayanus* entstanden regressiv aus natürlichen Savannen unter dem Einfluß von Beweidung und nicht durch eine postkulturelle progressive Sukzession. Der Nutzungsfaktor hat also einen so starken Einfluß auf die Entwicklung der Brachflächen, dass es ein Glücksspiel ist, das Alter einer Brache aus ihrer Physiognomie abzuleiten. Befragungen oder das Studium von Luftbildern bleiben unerlässlich. Die Bestände mit *A. gayanus* sind also keine präzisen Marker innerhalb des Kultur/Brache/Zyklus, sondern erlauben lediglich die Aussage, dass die Brachfläche (falls es eine ist) mindestens acht bis zehn Jahre alt ist.

Innerhalb der durch Ackerbau und Beweidung anthropogen überformten sudanischen Savanne erweist sich das Stadium mit *A. gayanus* als einer der möglichen Vegetationszustände. Die zu diesem Stadium hinführenden Wege sind vielfältig und unterschiedlich schnell. Meist handelt es sich um einen Prozeß der postkulturellen Sukzession, bei dem in den ersten Jahren unterschiedliche Arten dominieren (FOURNIER *et al.* a und b, in Vorb.). Die zur Erreichung des Stadiums mit *A. gayanus* notwendigen Etappen und Zeiträume hängen sehr stark von Intensität und Art der Einflüsse ab, denen die Brache nach Nutzungsaufgabe unterliegt. Eine Degradation der Savannen unter intensiver Beweidung ist offensichtlich eine weniger häufige Ursache der Entstehung von *A. gayanus*-Beständen. In der Sudanzone ist die Anwesenheit von *A. gayanus*-Beständen auf kultivierbarem Boden also ein zuverlässiger Anzeiger für Anthropogenisierung (s. a. LE MIRE PÉCHEUX *et al.*, in Vorb.). Häufiges Vorkommen derartiger Bestände bezeugt eine mäßige Störungsintensität. Eine stärkere Störung, d.h. eine sehr lange Kulturzeit in Kombination mit einer kurzen Brachezeit oder eine intensive Beweidung, führt zu einem Verschwinden der *Andropogon gayanus*-Bestände.

Vom funktionellen Standpunkt aus betrachtet, bedeutet das *A. gayanus*-Stadium einen entscheidenden Schritt in der Entwicklung des Ökosystems, da es das Übergangsstadium von einer annualen zu einer von ausdauernden Pflanzen dominierten Vegetation markiert. Dies geht einher mit einer Verlängerung der Primärproduktionsperiode und mit einer wachsenden Bedeutung der unterirdischen Pflanzenteile, deren Biomasse (absolut und relativ) zu den überirdischen Teilen größer wird (FOURNIER, 1991; CÉSAR 1992 et CÉSAR & COULIBALY, 1993). Die Dominanz der mehrjährigen Kräuter, welche mit der von *A. gayanus* beginnt, wird von einer deutlichen Verbesserung der Bodenstruktur (DE BLIC

ble cependant pas que la matière organique du sol progresse beaucoup avec l'envahissement du milieu par *A. gayanus* (CÉSAR & COULIBALY 1993). Le stock de matière organique reste de toutes manières très faible dans les jachères de Bondoukuy quel que soit leur âge et leur physionomie (AMBROSI & BRONDEX 1995), la teneur en carbone ne dépassant jamais 1,6 % dans les cas examinés. Bien que les connaissances en matière de chimie et de biologie du sol soient encore insuffisantes, il apparaît dès à présent que le stade à *A. gayanus* représente une étape clé dans la dynamique des écosystèmes de savane anthropisée. Le fait que le caractère indicateur de fertilité de *A. gayanus* ne fasse aucun doute pour les populations vient d'ailleurs à l'appui de cette idée.

4.3 Stade à *A. gayanus* et indicateurs végétaux

La composition floristique de la végétation est un excellent indicateur des conditions édaphiques, le lien réciproque entre végétation et sol est connu depuis longtemps en écologie végétale et plus spécialement en phytosociologie (voir par exemple GUINOCHET 1973, p. 93 à 100). Ce lien est très visible chez les milieux végétaux à *A. gayanus* de Bondoukuy. Si *A. gayanus* se présente comme une espèce ubiquiste, capable de se développer et de dominer sur divers types de sols, les espèces qui lui sont associées dans les vieilles jachères ont des préférences plus étroites. On y rencontre ainsi plus de 50 espèces indicatrices des grandes catégories de sols par leur présence ou leur dominance : 23 espèces pour les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes du bas-glacis, 11 pour les sols ferrugineux tropicaux non hydromorphes du plateau et 18 pour les sols ferrallitiques du plateau. Parmi ces indicateurs, la part des ligneux est plus importante sur les sols lourds du bas-glacis avec une douzaine d'espèces caractéristiques, que sur les sols ferrugineux du plateau (une espèce seulement) et sur les sols ferrallitiques (quatre espèces). Dans la plupart des cas, c'est la simple présence de l'espèce qui a un caractère indicateur. Mais parfois les espèces indicatrices sont en même temps des dominantes qui constituent des faciès. C'est le cas des faciès à *Sporobolus festivus* et à *Loudetia hordeiformis* (qui se rencontrent principalement sur les sols ferrallitiques), de ceux à *Diheteropogon amplexans* et à *Parinari curatellifolia* sur sols ferrugineux non hydromorphes et de ceux à *Lannea velutina* sur sols ferrugineux tropicaux hydromorphes. Il arrive aussi (généralement pour des espèces ubiquistes) que le caractère indicateur soit lié non pas à la présence, mais à la dominance. C'est ainsi que dans les milieux à *A. gayanus*, les deux espèces de *Borreria* ne forment des faciès que sur les sols ferrallitiques, et que la dominance de *Pennisetum pedicellatum* ou de *Pteleopsis suberosa* (sans *Vitellaria paradoxa*) est associée aux sols ferrugineux tropicaux. Le faciès, notion relativement peu utile en phytosociologie, où elle ne correspond qu'à des variations mineures de la végétation, est en revanche primordiale pour les utilisateurs (pasteurs, agriculteurs et divers types d'encadreur), qui se fondent généralement sur les espèces dominantes pour évaluer un milieu. A ce titre elle mérite d'être davantage prise en compte, notamment en ce qui concerne son caractère indicateur des caractéristiques édaphiques.

& SOMÉ, 1997), sowie von einem Ansteigen austauschbarer Kationen (CÉSAR & COULIBALY, 1993) begleitet. Erstaunlicherweise scheint es jedoch nicht so, als würde der Anteil organischer Materie im Boden durch das Eindringen von *A. gayanus* gesteigert (CÉSAR & COULIBALY, 1993). Er bleibt auch in den Brachen von Bondoukuy, unabhängig von ihrem Alter und ihrer Physiognomie sehr niedrig (AMBROSI & BRONDEX, 1995). Der Kohlenstoffgehalt übersteigt in den untersuchten Proben nie 1,6 %. Obwohl unser Wissen über Bodenchemie und -biologie noch unzureichend ist, erscheint das *A. gayanus*-Stadium doch als Schlüsseletappe der Dynamik der vom Menschen beeinflussten Savannen. Dies wird auch von der Tatsache gestützt, dass *A. gayanus* für die lokalen Ackerbauern ein wichtiger Fertilitätszeiger ist.

4.3 Der Indikatorwert des Stadiums mit *A. gayanus*

Die floristische Zusammensetzung der Vegetation ist ein exzellenter Indikator für die edaphischen Bedingungen. Umgekehrt ist die Beziehung zwischen Vegetation und Boden seit langem in der Vegetationsökologie und insbesondere in der Pflanzensoziologie bekannt (s. z.B. GUINOCHET 1973: 93-100). Diese enge Bindung ist bei den *A. gayanus*-Beständen von Bondoukuy sehr gut sichtbar. Während *A. gayanus* eine ubiquitäre Art ist, die auf diversen Bodentypen wachsen kann, haben die mit ihm auf den alten Brachen gemeinsam auftretenden Arten viel engere ökologische Ansprüche. Man findet unter ihnen über 50 Arten, die durch ihre Anwesenheit oder ihre Dominanz als Zeiger für die großen Bodenkategorien gelten können: 23 Arten für die tropischen hydromorphen Böden der Glacisflächen, 18 für die ferralithischen des Plateaus und elf für die tropischen nicht hydromorphen Böden des Plateaus. Unter den Indikatorarten ist der Gehölzanteil auf den schweren Böden der Glacisflächen mit einem Dutzend charakteristischer Arten bedeutender als auf den ferralithischen (vier Arten) und auf den eisenhaltigen Böden des Plateaus (nur eine Art). In den meisten Fällen hat bereits die einfache Anwesenheit der Art einen Indikatorwert, aber zweimal sind die Indikatorarten zugleich die bezeichnenden Arten von Fazies. Dies ist bei den Fazies von *Sporobolus festivus* und *Loudetia hordeiformis* der Fall, die man im allgemeinen auf ferralithischen Böden findet, bei denen von *Diheteropogon amplexans* und von *Parinari curatelliflora* auf eisenhaltigen nicht hydromorphen und bei der von *Lannea velutina* auf eisenhaltigen hydromorphen Böden. Es kommt vor, i.a. bei ubiquitären Arten, dass die Indikatoreigenschaft nicht an die Präsenz, sondern allein an die Dominanz gebunden ist. Innerhalb der *A. gayanus*-Bestände bilden die beiden *Borreria*-Arten auf den ferralithischen Böden Fazies. Die Dominanz von *Pennisetum pedicellatum* oder *Pteleopsis suberosa* (ohne *Vitellaria paradoxa*) ist an eisenhaltige Böden gebunden. Die Fazies, ein in der Pflanzensoziologie relativ wenig nützlicher Begriff, weil nur mit kleineren Variationen der Vegetation korrespondierend, ist dagegen für die Nutzer sehr wichtig (Hirten, Bauern, manche Entwicklungshelfer), die sich gerne auf die dominanten Arten stützen, um einen Standort zu bewerten. In dieser Hinsicht verdient sie mehr Beachtung, insbesondere bezüglich ihres Zeigerwertes für die edaphischen Bedingungen.

4.4 Origine et avenir des milieux à *A. gayanus*

Dans l'échantillon étudié les milieux à *A. gayanus* de la région de Bondoukuy proviennent en majorité d'anciens champs abandonnés depuis 17 ans en moyenne, après un cycle cultural précédent de 43 ans en moyenne (incluant la culture et le repos). La phase de culture du cycle en cours (correspondant à la jachère actuelle) a duré en moyenne 6 ans. On est donc en présence des milieux mis en place dans le cadre du système que pratiquaient autrefois les autochtones bwaba, avec culture courte et jachère relativement longue. Mais ce type de pratiques agricoles n'est plus en vigueur de nos jours que dans quelques portions du paysage. Dans le contexte actuel de saturation des terres, de nouvelles pratiques sont apparues avec culture longue et jachère courte (et parfois même passage en culture permanente). Dans l'avenir, les milieux à *A. gayanus* n'auront vraisemblablement plus le temps de se mettre en place, sauf dans quelques zones limitées ; ces formations sont donc en voie de disparition ou au moins de nette raréfaction. L'évolution des unités de paysage diffère cependant selon qu'elles sont gérées par un groupe social ou par un autre. Ainsi les milieux à *A. gayanus* de notre échantillon, qui correspondent surtout au domaine lignager des Bwaba, semblent-ils relativement respectés, puisqu'un an après nos travaux de terrain, seuls quelques unes de ces vieilles jachères avaient été défrichées (la plupart après un repos de 20 ans environ). En fait, la situation globale de saturation des terres recouvre une importante disparité. Une partie des Bwaba détenteurs des terres possède encore des réserves, le choix de parcelles bien reconstituées leur est encore possible, tandis que la plupart des migrants doivent se contenter de milieux en moins bon état.

5. CONCLUSION

Dans les savanes soudaniennes de l'ouest du Burkina Faso, les milieux à *A. gayanus* apparaissent comme de bons marqueurs d'une anthropisation modérée par mise en culture et pâturage, selon les modes ancestraux à culture courte et jachère longue. Ce type d'utilisation du milieu n'est cependant plus en vigueur que dans certaines parties des paysages, le reste passant à d'autres systèmes plus intensifs sous l'effet de la saturation des terres. Il s'agit donc de milieux dont la disparition est à craindre dans les quelques décennies à venir. Floristiquement riches et diversifiés en fonction des sols, physionomiquement proches des savanes, ils constituent indiscutablement d'intéressants réservoirs de biodiversité. Étape clé dans la reconstitution postculturale avec le retour à un fonctionnement de savanes à herbes pérennes, ils semblent aussi jouer un rôle très important dans le retour de la fertilité des sols.

4.4 Entstehung und Zukunft der *A. gayanus*-Bestände

Die Mehrzahl der *A. gayanus*-Bestände der Region Bondoukuy hat sich auf ehemaligen Feldern entwickelt, die durchschnittlich seit 17 Jahren brachliegen, wobei der vorangegangene Kulturzyklus (Kultur und Brache) durchschnittlich 43 Jahre betrug. Die Kulturphase des aktuellen Zyklus (die der momentanen Brache voranging) betrug durchschnittlich sechs Jahre. Die Entwicklung der Bestände geht also auf ein Kultursystem zurück, das einstmal die autochthonen Bwaba praktizierten, mit kurzer Nutzungs- und relativ langer Brachezeit. Aber dieser Typ der landwirtschaftlichen Praxis ist heutzutage nur noch in einigen Teilen der Landschaft üblich. Im Zusammenhang mit der aktuellen Überbevölkerung haben sich neue Praktiken mit langer Kultur und langer Brache (manchmal Übergang zur Dauerkultur) entwickelt. In der Zukunft werden die *A. gayanus*-Bestände aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mehr genug Zeit für ihre Entwicklung haben, mit Ausnahme einiger eng begrenzter Bereiche. Dieser Vegetationstyp befindet sich also im Erlöschen oder mindestens im Zustand des seltener Werdens. Die Gesamtsituation der Überbevölkerung beinhaltet aber eine deutliche Ungleichheit zwischen den einzelnen Orten. Die Unterschiede in der Wahrnehmung der Situation spiegeln sicherlich Unterschiede im Sozialstatus zwischen verschiedenen Gruppen wieder. Unsere Flächen mit *A. gayanus*, welche hauptsächlich alter Bwababesitz sind, scheinen relativ respektiert zu werden, da ein Jahr nach unserer Arbeit nur wenige der alten Brachen gerodet wurden. Ein Teil der Bwaba-Bauern besitzt offensichtlich noch Reserven, so dass es ihnen noch möglich ist, gut erholte Flächen auszuwählen, während der größte Teil der zugewanderten Bauern sich mit Flächen von weniger gutem Zustand zufrieden geben muß.

5. SCHLUßFOLGERUNG

In den sudanischen Savannen im Westen von Burkina Faso erweisen sich die *Andropogon gayanus*-Bestände als gute Zeiger eines moderaten anthropogenen Einflusses durch Ackerbau und Beweidung im Rahmen der alten Kulturmethoden mit kurzer Bebauung und langer Brachezeit. Dieser Nutzungstyp ist aber nur noch in einigen Bereichen der Landschaft üblich. In den anderen Gebieten ist man dabei, zu mehr intensiven Nutzungssystemen überzugehen, was auf die Düngung der Felder zurückzuführen ist. Es handelt sich also bei den *A. gayanus*-Beständen um einen Landschaftstyp, von dem zu fürchten ist, dass er innerhalb einiger Jahrzehnte verschwindet. Floristisch reich und in Bodenabhängigkeit unterschiedlich zusammengesetzt sowie physiognomisch den Savannen sehr ähnlich, repräsentiert er zweifelsfrei ein interessantes Reservoir der Biodiversität. Als Schlüsselstadium innerhalb der postkulturalen Erholungsphase und der Wiederherstellung einer Savanne mit ausdauernden Kräutern scheinen die Bestände auch eine wichtige Rolle bei der Wiedererlangung der Bodenfertilität zu spielen.

REMERCIEMENTS

Ce travail s'insère dans le programme CEE "Jachère" (CNRST, IDR, ORSTOM) il appartient à l'axe "Stratégie de régénération de la strate herbacée" du programme "Interrelation système écologiques systèmes de culture dans l'ouest du Burkina Faso" de l'ORSTOM de Bobo-Dioulasso.

BIBLIOGRAPHIE / LITERATUR

AMBROSI, P. & F. BRONDEX (1995): Dynamique de la matière organique des sols dans les jachères herbeuses et arbustives en région soudanienne (Bondoukuy, Burkina Faso). - Rapport de stage de maîtrise, 28 p.

DE BLIC PH. & N.A. SOMÉ (1997): État structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso). - Étude et gestion des sols, 4, 1, 17-24.

BUNASOLS (1987): Méthodes d'analyse physique, chimique des sols, eaux et plantes. Doc. tech. n° 3; 159 p.

CÉSAR, J. (1992): La production biologique des savanes de Côte-d'Ivoire et son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère. - IEMVT, Maisons-Alfort, 671 p.

CÉSAR, J. & COULIBALY, Z. (1993): Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le nord de la Côte-d'Ivoire. in Floret, Ch. & G Serpantié. (éd.) La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier, 1991. - Orstom éditions, 415-434.

DEVINEAU, J.L. & A. FOURNIER (1997): Flore et végétation. In Devineau, J.L., Fournier, A. & B. Kaloga. Les sols et la végétation de la région de Bondoukoui (Ouest burkinabé). Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT). - Orstom éditions, 27-47.

DEVINEAU, J.L., FOURNIER, A. & B. KALOGA (1997): Les sols et la végétation de la région de Bondoukoui (Ouest burkinabé). Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT). - Orstom éditions, 118 p., 3 planches hors texte, 1 carte.

DIALLO, M.S. (1997): Recherches sur l'évolution de la végétation sous l'effet du pâturage dans l'ouest du Burkina Faso (zone soudanienne). Cas de Bondoukuy, Kassaha et Kourouma. - Thèse de 3ème cycle, sciences biologiques appliquées, option biologie et écologie tropicales, université de Ouagadougou, faculté des sciences et techniques, Laboratoire de botanique et biologie végétale (FAST Ouagadougou)/Centre International de recherche développement sur l'élevage en zone subhumide (CIRDES, Bobo-Dioulasso)/Laboratoire d'écologie, Orstom Bobo-Dioulasso, 163 p.

DIATTA, M. & MATTY, F. (1993): Dynamique de la végétation ligneuse sur d'anciennes terres de culture sur cuirasse au Sénégal. In FLORET, CH. & G. SERPANTIÉ (éd.): La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier 1991. - Orstom éditions, 307-318.

DANK

Diese Arbeit ist Teil des Programms CEE "Brachen" (CNRST, IDR, ORSTOM) und gehört hier zu dem Schwerpunkt "Strategie der Regeneration der Krautschicht" des Programms "Beziehung zwischen ökologischem System und Kultursystemen im Westen von Burkina Faso" von ORSTOM in Bobo-Dioulasso.

FOURNIER, A. (1991): Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variations selon un gradient climatique. - Orstom éditions, Paris, Études et thèses, 312 p.

FOURNIER, A. (1994): Cycle saisonnier et production nette de la matière végétale herbacée en savanes soudanennes pâturées. Les jachères de la région de Bondoukuy (Burkina Faso). - Écologie, 25 (3) : 173-188.

FOURNIER, A. (1996): Dans quelle mesure la production nette de matière végétale herbacée dans les jachères en savane soudanienne est-elle utilisable pour le pâturage? In FLORET, CH.: Actes de l'atelier " La jachère, lieu de production " Bobo-Dioulasso, 2-4 octobre 1996, publication CORAF, 101-111.

FOURNIER, A. & S. NIGNAN (1997): Quand les annuelles bloquent la succession postculturale ... Expérimentation sur *Andropogon gayanus* en savane soudanienne (Bondoukuy, Burkina Faso), Écologie, 28 (1), 13-21.

FOURNIER, A., FLORET CH. & G.M. GNAHOVA (à paraître a 2000): Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. in Floret Ch., Pontanier R. (eds) 1999. La jachère en Afrique tropicale. - Actes du séminaire international 13-16 avril 1999, J. Libbey.

FOURNIER, A. HIEN, M. & J. MILLOGO-RASOLODIMBY (à paraître b 2000): Les jachères de moins de six ans en savane soudanienne : richesse floristique, structure de la végétation. Cas de Bondoukuy (Ouest du Burkina Faso). In FLORET CH., PONTANIER R. (eds) (1999): La jachère en Afrique tropicale. - Actes du séminaire international 13-16 avril 1999, J. Libbey.

FRANCILLON, G., SICARD, J.C. & P. SADA-TAILLY (1992): Logiciel Intégré des Systèmes Agraires. Statistiques Appliquées (LISA). Département des systèmes agro-alimentaires et ruraux. Cirad Sar.

GOUNOT, M. (1969): Méthodes quantitatives de la végétation. Masson et Cie, Paris.

GUELLY, K.A. (1993): Les jachères de savane sur le plateau Akposso au sud-ouest du Togo. In FLORET, CH. & G. SERPANTIÉ (éd.) La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier 1991. - Orstom éditions, 367-375.

GUINKO, S. & J. MILLOGO-RASOLODIMBY (1997): Etude sur l'histoire récente de la végétation. Application aux paysages de jachères de la région de Bondoukuy-Bereba. - Programme Jachères, rapport semestriel, laboratoire de botanique et écologie, 36 p.

- GUINOCHE, M. (1973): La phytosociologie. Masson, Paris, 227 p.
- HIEN, M. (1996): La reconstitution postculturale de la végétation en savane soudanienne dans la région de Bondoukuy (Burkina Faso). Les jachères de moins de six ans : flore, persistance des adventices, lien avec le milieu et son utilisation. DEA Sciences biologiques appliquées, option biologie et écologie végétales, université de Ouagadougou, Burkina Faso, Faculté des sciences et techniques, FAST / Orstom Bobo-Dioulasso, 94 p.
- HUTCHINSON, J, DALZIEL, J.M. (1972): Deuxième édition. Flora of West Tropical Africa tome I (3 vol.) 828 p., tome II (1 vol.), 544p., tome III (2 vol.) 564 p., Crown agents, London.
- ITCF (1991). Logiciel STAT-ITCF, Institut technique des céréales et fourrages, Paris.
- KALOGA, B. (1997). Les sols. In DEVINEAU, J.L., FOURNIER, A. & B. KALOGA: Les sols et la végétation de la région de Bondoukou (Ouest burkinabé). Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT). - Orstom éditions, 118 p., 3 planches hors texte, 1 carte.
- KISSOU, R. (1994): Les contraintes et potentialités des sols vis-à-vis des systèmes de culture paysans dans l'ouest burkinabé. Cas du plateau de Bondoukuy. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option agronomie, université de Ouagadougou, Institut du développement rural/ Orstom Bobo-Dioulasso, 103 p.
- LE MIRE PÊCHEUX, L., FOURNIER, A. & S. DUGAST (à paraître). Artificialisation des savanes soudanienues et dynamique d'une herbe spontanée utile. Les effets écologiques de quelques pratiques autour de *Andropogon gayanus*. Colloque de clôture de l'action incitative " Dynamique et usage des ressources renouvelables " Orléans octobre 1997.
- OUADBA, J.M. (1993): Note sur les caractéristiques de la végétation ligneuse et herbacée d'une jachère protégée en zone soudanienne dégradée. In FLORET, CH. & G. SERPANTIÉ (éd.) La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier 1991. - Orstom éditions, 331-340.
- PAGE, A.L. (1982): Methods of soil analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Asa Monograph 9, Madison Wis.
- SNEDECOR, G.W. & W.G. COCHRAN (1957): Méthodes statistiques. Traduction de Boelle, H. & E. Camjhaji, Association de Coordination Technique agricole, Paris, 649 p.
- WALKLEY, A. & BLACK, I.A. (1934): An examination of the Detjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification to the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38
- WHITE, F. (1986): La végétation de l'Afrique. - Orstom / Unesco, 384 p. + cartes.
- YONI, M. (1995): Etude du stade à *Andropogon gayanus* dans la reconstitution des jachères soudanienues à Bondoukuy (ouest du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur du développement rural, option eaux et forêts, université de Ouagadougou, Burkina Faso, Institut du développement Rural/Orstom Bobo-Dioulasso, 130 p.
- YONI, M. (1997): Les jachères à *Andropogon gayanus* en savane soudanienne. Influence du sol et des pratiques culturales (cas de Bondoukuy, Burkina Faso). - DEA Sciences biologiques appliquées, option biologie et écologie végétales, université de Ouagadougou, Burkina Faso, Faculté des sciences et techniques, FAST/Orstom Bobo-Dioulasso, 125 p.
- YOSSI, H. & F. DEMBÉLÉ (1993): Dynamique de la végétation postculturale en zone soudanienne au Mali. Évolution de la composition floristique et de la strate ligneuse. in Floret, Ch. & G. Serpantié (éd.) La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier 1991. - Orstom éditions, 341-350.
- ZOMBRÉ, P. & R. KISSOU (1995): Carte morphopédologique au 1/20000e du bas-glacis. - Document Orstom Bobo-Dioulasso.
- ZOUNGRANA, I. (1991): Recherches sur les aires pâturées du Burkina Faso. Thèse doctorat d'état ès sciences naturelles, Bordeaux III, 277 p.
- ZOUNGRANA, I. (1993): Les jachères nord-soudanienues du Burkina Faso. I Diversité, stabilité et évolution des communautés végétales. II Analyse de la reconstitution de la végétation herbacée. In FLORET, CH. & G. SERPANTIÉ (éd.): La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international Montpellier 1991. - Orstom éditions, 351-366.

Adresse des auteurs / Anschrift der Verfasser:

Anne Fournier
Ecologue, chargée de recherche à l'Orstom
Antenne Orstom
B.P. 171 Bobo-Dioulasso
Burkina Faso.
adresse actuelle ERMES, 5, rue du Carbone, 45072
Orléans, France

Moïse Yoni
Ecologue, chercheur stagiaire à l'Orstom
01 BP 171, Bobo-Dioulasso
Burkina Faso,
actuellement doctorant
Faculté des Sciences et Techniques
Université de Ouagadougou
BP 7021, Ouagadougou
Burkina Faso.

Prosper Zombre
Pédologue, maître assistant à l'
Institut du développement rural
Université de Bobo-Dioulasso
BP 1091, Bobo-Dioulasso
Burkina Faso