

RELATIONS ENTRE LES CARACTÈRES DU MILIEU ET LES ESPÈCES LIGNEUSES AU NORD-TOGO

Roland POSS*, Bernard ROUSSEL** et Eric JALLAS***

Au Nord-Togo, entre Kanté et la frontière du Burkina-Faso, la nature des roches, les processus géomorphologiques et l'organisation des sols dans le paysage ont déjà été largement étudiés (Affaton, 1975 ; Godonou, 1980 ; Drouet *et al.*, 1984 ; Drouet, 1986 ; Poss et Rossi, 1987). Paradoxalement, la végétation de cette région n'a pas encore été analysée dans le détail. Les quelques informations disponibles portent sur les formations de l'ensemble du Togo ou des régions avoisinantes (Aubreville, 1937 ; Mildbread, 1966 ; Lemoine, 1976 ; Vanpraet, 1980 ; Ahouangonou *et al.*, 1981 ; Ern, 1979 ; Ern *in* Brunel *et al.*, 1984).

Dans cette zone, le milieu est fortement perturbé par l'homme. En effet, les densités de population atteignent par endroit 200 habitants au kilomètre carré (Anonyme, 1981). Ceci explique qu'au cours de prospections pédologiques effectuées en 1981, les relations entre la végétation et les facteurs édaphiques ont été difficiles à cerner. C'est pourquoi une étude floristico-écologique a été réalisée, afin de recueillir les données nécessaires pour préciser, par les méthodes d'analyse multivariée, les relations entre végétation et facteurs du milieu.

1. — PRÉSENTATION DU CADRE NATUREL DE L'ÉTUDE

La région étudiée (Fig. 1) est comprise entre 10 et 11° de latitude Nord et 0 et 1° de longitude Est. Elle correspond à la majeure partie de la première division écologique du Togo de Ern (1979), qu'il a appelée « zone 1 ». Elle regroupe la « zone très sèche continentale » au nord et la « zone sèche continentale » plus méridionale de Vanpraet (1980). L'altitude est généralement inférieure à 300 mètres et le climat est de type soudanien, caractérisé par l'alternance d'une courte saison des pluies et d'une longue saison sèche (Fig. 2) au cours de laquelle souffle l'harmattan.

Le substrat géologique de la région est constitué de deux grands ensembles. De la frontière du Burkina-Faso, au nord, jusqu'à la latitude de Dapaong (Fig. 1), le socle birrimien et anté-birrimien, largement représenté au Burkina-Faso, se

* Laboratoire de Science des Sols, Centre ORSTOM, BP 375, Lomé, Togo.

** Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, Université du Bénin, BP 1515, Lomé, Togo.

*** Service de Biométrie, Laboratoire d'Agronomie, IRCT, BP 1, Anié, Togo.

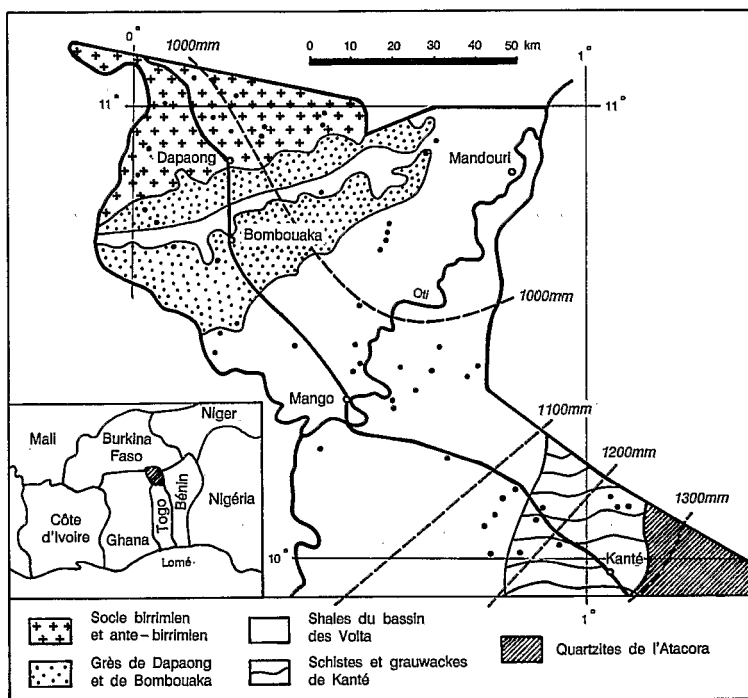


Figure 1. — Carte de situation, climatique et des faciès pétrographiques.

poursuit (Affaton, 1975). Il est recouvert plus au sud par une série sédimentaire (le bassin des Volta), qui débute par des dépôts gréseux, et se poursuit dans la zone centrale par des roches au grain plus fin où les schistes dominent.

L'histoire géomorphologique de tout l'Ouest-Africain est complexe, car il s'agit de terres émergées depuis très longtemps. Le paysage garde des traces des alternances climatiques qui se sont succédées au cours du Quaternaire. Les phases sèches ont élaboré des glacis, dont le plus répandu dans le Nord-Togo date de la fin du Tertiaire (Poss et Rossi, 1987). Au cours des phases humides, ces glacis ont été entaillés, ce qui a donné naissance à de longs versants à pente faible (1 à 3 %) et régulière.

Les sols reflètent la complexité des processus géomorphologiques : quelques reliques des anciens sols ferrallitiques, souvent cuirassés, subsistent en position dominante dans le paysage. Ils passent à des sols ferrugineux tropicaux riches en nodules ferro-manganifères sur les versants et à des sols hydromorphes dans les bas-fonds. Les reprises d'érosion amincissent les profils pédologiques, mais des sols peu évolués se maintiennent le plus souvent (les affleurements rocheux sont peu fréquents). Ce schéma général varie largement selon la roche et la position dans le paysage, ce qui donne à l'échelle régionale une variété de sols inhabituelle dans l'Ouest-Africain.

Sur les sols les plus profonds, la végétation « climacique » de cette région est, pour Lemoine (1976) et Ern (*in* Brunel *et al.* 1984), une forêt sèche dont la strate

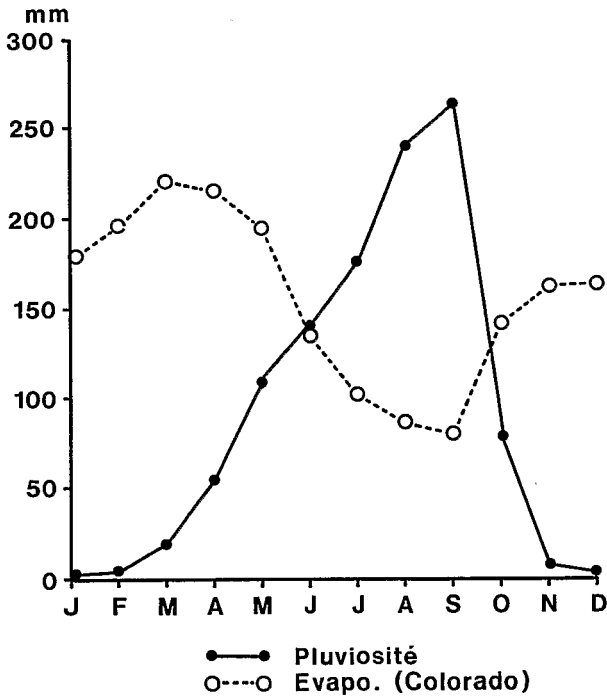


Figure 2. — Pluviosité et évaporation à Mango (LOAEC *et al.*, 1982).

supérieure atteint 8 à 10 mètres de hauteur. Les Légumineuses (*Acacia* spp., *Entada africana*, *Parkia clappertoniana*...) et les Combrétacées (*Anogeissus leiocarpus*, *Terminalia laxiflora*, *Combretum glutinosum*...) sont les mieux représentées. Aubreville (1937) considère cette formation comme « une savane boisée soudanienne typique ».

Dans la plus grande partie de la zone, sous la pression anthropique, se développe une savane plus ou moins arborée et arbustive, dans laquelle l'emprise agricole est très forte (Ahouangonou *et al.*, 1981). Mildbread (1966) la qualifie de « savane à épineux ». Diverses espèces ligneuses, souvent fortement xériques comme *Balanites aegyptiaca*, *Burkea africana*, *Guiera senegalensis* et *Acacia* spp. y sont fréquentes. Parfois seuls les arbres de grande taille subsistent, épargnés par les défrichements : le tapis végétal présente alors une architecture proche de celle des « savanes parcs » d'Aubreville (1937).

Dans les dépressions, le long des petits cours d'eau, se développent des savanes arbustives inondées à *Mitragyna inermis*, et de petites forêts galeries à *Berlinia grandiflora* et *Diospyros mespiliformis*. Enfin, la vallée de l'Oti, large et régulièrement inondée, porte, selon Vanpraet (1980), des forêts claires à *Acacia albida*, des savanes à *Borassus aethiopum* et des prairies inondées.

2. — LES MÉTHODES D'ÉTUDE

Des relevés du tapis végétal ont été effectués sur 65 stations (Fig. 1). La nature du substrat a guidé le choix des emplacements. Toutes les situations pédologiques fréquentes dans la région ont été prospectées : sols hydromorphes, sols peu évolués, sols ferrugineux nodulaires ou non... Les caractères physiologiques de la végétation (savane arborée, savane arbustive, forêt...) et le degré d'anthropisation (cultures, jachères, zones peu perturbées...) ont été également pris en compte. Chaque surface de relevé a été délimitée afin que l'ensemble des caractères précédents soit le plus homogène possible. L'aire des relevés, fixée à un hectare, trop grande pour permettre la reconnaissance des associations végétales dans ce type de formation (Roussel, 1987), semblait cependant bien adaptée à la dimension des ensembles présents sur le terrain et aux objectifs de l'étude.

Pour chaque relevé, le type de formation végétale a été précisé conformément à la classification de Yangambi (C.S.A., 1956) et la liste des espèces a été dressée à partir des récoltes et des déterminations réalisées par A. Forget et P. A. Schaefer. La nomenclature utilisée est celle de la flore analytique du Togo (Brunel *et al.*, 1984). De plus, les données écologiques suivantes ont été recueillies :

- organisation du sol : profondeur accessible aux racines, taux d'éléments grossiers, succession des horizons, hydromorphie, réserve utile...,
- caractères physico-chimiques de l'horizon de surface : texture, pH, taux de matière organique, capacité d'échange...,
- occupation humaine : densité de population, mode de mise en valeur...

Sur ces données, plusieurs analyses multivariées (analyse factorielle des correspondances, classification ascendante hiérarchique) ont été réalisées à l'aide des logiciels BIOMECO (Bacou *et al.*, 1987) et CSTAT (Foucher, 1988), en reprenant une méthodologie largement utilisée en Europe (Bachacou *et al.*, 1979 ; David *et al.*, 1979 ; Esteve, 1978), mais qui n'a pas encore été beaucoup appliquée en Afrique. Pour chaque station (individu pour l'analyse), seuls les caractères écologiques et pédologiques et la liste des espèces ligneuses présentes ont été retenus. En effet, les arbres et les arbustes sont en nombre limité en zone soudanienne, et ils sont assez bien connus sur les plans taxonomique et écologique (von Maydell, 1983). D'ailleurs la plupart des auteurs les utilisent pour caractériser les différentes formations végétales (Mildbread, 1966 ; Vanpraet, 1980...). Enfin, les espèces ligneuses intègrent bien les facteurs éco-pédologiques essentiels comme la nature du substrat en profondeur et la présence d'engorgement.

Un certain nombre de groupes de relevés et d'espèces a ainsi pu être mis en évidence. Leur signification écologique a été recherchée par croisement avec les variables du milieu. Pour chaque essence, la fréquence (pourcentage des relevés où l'espèce est présente dans un groupe donné) et la fidélité (répartition d'une espèce donnée dans les différents groupes) ont ensuite été calculées. La fidélité a permis de préciser les espèces caractéristiques de chaque groupe.

3. — PRÉSENTATION DES RÉSULTATS OBTENUS

3.1. — Les groupes reconnus

Une première analyse factorielle des correspondances (AFC), portant sur les 65 relevés et les 114 espèces ligneuses, a permis de résumer, sur les quatre premiers

axes, près d'un quart de l'information totale. Les projections des relevés et des espèces sur les plans créés par ces axes font apparaître quatre groupes de plantes qui s'individualisent nettement (Fig. 3 et 4). La définition et la pertinence des

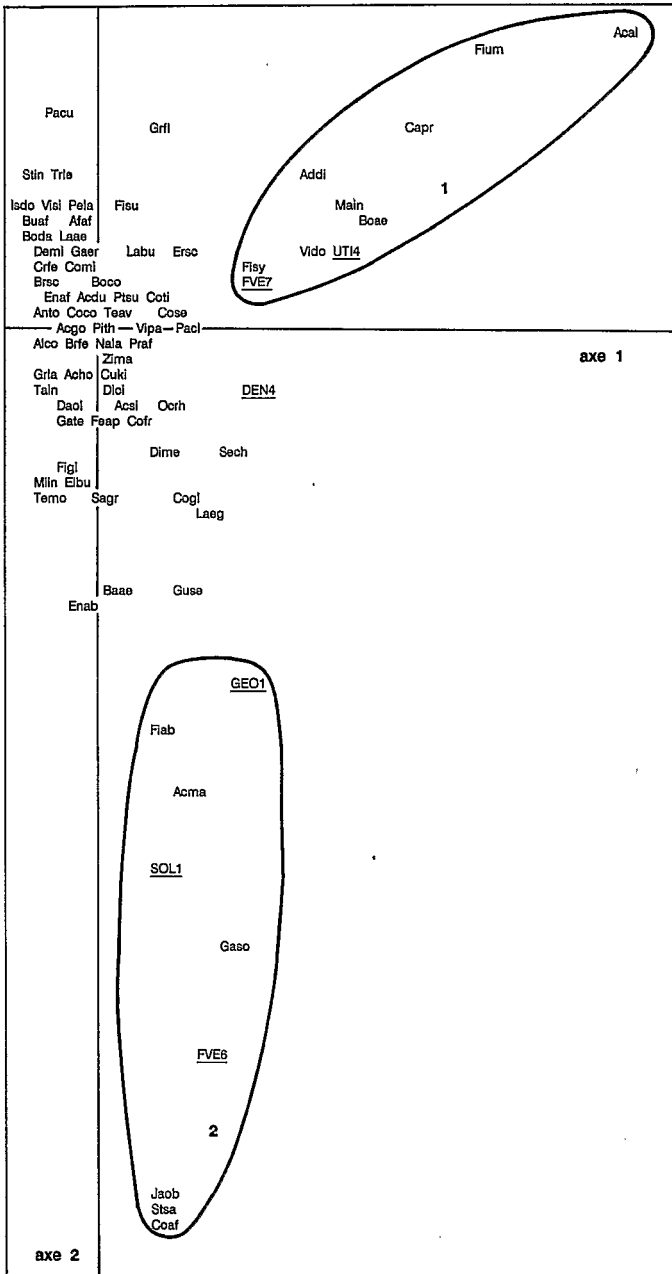


Figure 3. — Analyse factorielle sur l'ensemble des espèces : projection sur les axes 1 et 2.

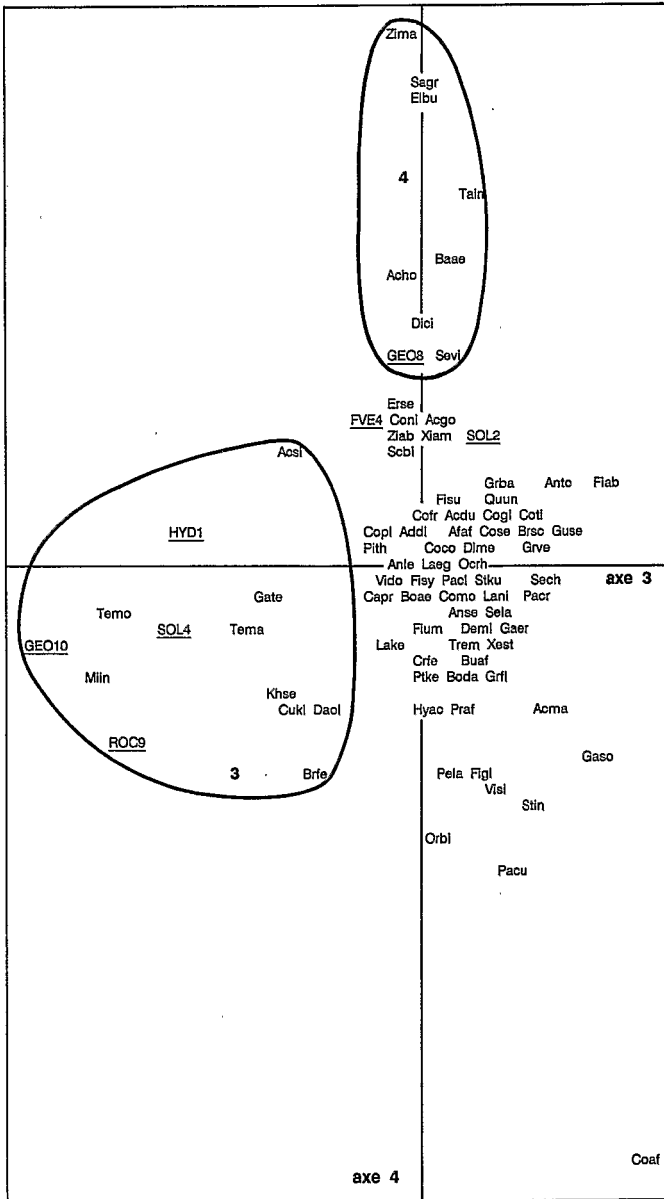


Figure 4. — Analyse factorielle sur l'ensemble des espèces : projection sur les axes 3 et 4.

groupes identifiés a été confirmée par une classification ascendante hiérarchique. Si chaque axe est déterminé par un ensemble d'espèces apparaissant simultanément dans un certain nombre de relevés, leur signification écologique a été obtenue à partir des descripteurs du milieu utilisés comme variables supplémentaires (non actives pour l'AFC).

A l'issue de la première AFC, quatre groupes de relevés et d'espèces ont donc été identifiés. Deux sont associés aux axes 1 et 2 (Fig. 3).

Le premier, constitué de 8 espèces, correspondant à 6 relevés, est caractérisé par les descripteurs écologiques suivants :

— champs et jachères : UTI4,

— présence d'un couvert arborescent résiduel (structure végétale de la « savane parc » d'Aubreville, 1937) : FVE7,

— forte densité de population (plus de 70 habitants au kilomètre carré) : DEN4.

Ce premier ensemble sera qualifié, dans la suite de ce texte, de **groupe 1 des zones fortement anthropisées** (Tab. I).

TABLEAU I

Groupe 1 : Espèces ligneuses des zones fortement anthropisées (24 relevés)

Nom des espèces du groupe 1	Fidélité (Fi) et Fréquence (Fe) dans chaque groupe									
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		Groupe 5	
	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %
* Acal Acacia albida	.00	12								
* Fium Ficus umbellata	.00	5								
* Capr Calotropis procera	.00	12								
* Baae Borassus aethiopum	.00	60								
* Main Mangifera indica	.00	60								
* Vido Vitex doniana	80	60			15	15	5	5		
* Fisy Ficus sycomorus	75	45					15	15	10	10
* Addi Adansonia digitata	70	20					30	15		
- Pacl Parkia clappertoniana	60	90			10	30	10	70	20	40
- Vipa Vitellaria paradoxa	40	80			10	20	30	70	20	50
- Stku Stereospermum kunthianum	50	70					20	40	30	60
- Cofr Combretum fragrans	35	50	5	70	15	35	30	65	15	30
- Dime Diospyros mespiliformis	45	35	10	70	15	15	10	15	20	25
- Sobi Sclerocarya birrea	60	30					40	20		
- Cogl Combretum glutinosum	50	25	20	70			10	10	20	15
- Labu Lannea buttneri	50	25			10	10	10	5	30	25
- Laeg Lannea egregia	40	25	25	100	10	5	15	35		
- Boco Bombax costatum	40	20					20	10	40	30
- Guse Guiera senegalensis	75	15	25	35						

* espèces regroupées par la première AFC

- espèces regroupées par la deuxième AFC

Le deuxième est formé de 6 espèces, contenues dans 3 relevés (Tab. II). Les caractères du milieu, que l'analyse lie à ce **groupe 2 des zones rocheuses sur grès**, sont :

— grès affleurant en surface : GEO1

— sol minéral brut : SOL1,

— formation arbustive saxicole : FVE6.

La figure 4 représente le plan constitué par les axes 3 et 4 qui sont principalement déterminés par deux ensembles. L'un, associé à l'axe 3, est formé de 9 espèces (9 relevés). Du point de vue écologique, il est caractérisé par les déterminants suivants :

- alluvions récentes : ROC9,
- zone de bas-fond : GEO10,
- hydromorphie à moins de 20 centimètres de la surface du sol : HYD1,
- sol hydromorphe : SOL4.

Dans le tableau III, ce groupe a été appelé **groupe 3 des zones alluviales à tendance hydromorphe**.

TABLEAU II

Groupe 2 : Espèces ligneuses des zones rocheuses sur grès (3 relevés).

Nom des espèces du groupe 2	Fidélité (Fi) et Fréquence (Fe) dans chaque groupe									
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		Groupe 5	
	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %
Coaf Commiphora africana			100	35						
Stsa Strophantus sarmentosus			100	35						
Jaob Jasminum obtusifolium			100	35						
Fiab Ficus abutilifolia			100	65						
Gaso Gardenia sokotensis	35	5	65	65						
Acma Acacia macrostachya	40	10	60	100						

TABLEAU III

Groupe 3 : Espèces ligneuses des zones alluviales à tendance hydromorphe (14 relevés).

Nom des espèces du groupe 3	Fidélité (Fi) et Fréquence (Fe) dans chaque groupe									
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		Groupe 5	
	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %
* Miin Mitragyna inermis					100	40				
* Temo Terminalia mollis					100	15				
* Brfe Bridelia ferruginea	20	5			80	30				
* Khse Khaya senegalensis	25	5			75	20				
* Tema Terminalia macroptera	10	10			60	60	20	20	10	10
* Gate Gardenia ternifolia	10	10			60	30	30	10		
* Daol Daniellia oliveri	20	15	5	35	50	60			25	30
* Cuki Cussonia kirkii	50	5			50	5				
* Acsi Acacia sieberiana	30	25			35	40	30	65	5	10
- Psko Pseudocedrela kotschyi	20	20			35	45	30	35	15	25
- Nala Nauclea latifolia	30	20			40	40	10	10	20	20
- Hyac Hymenocardia acida	30	10			40	30			30	20
- Praf Prosopis africana	40	35	5	35	25	30	10	15	20	30
- Figl Ficus glumosa	20	10	20	35	30	10			30	20
- Trem Trichilia emetica	30	10			30	15	10	5	30	15

- * espèces regroupées par la première AFC
- espèces regroupées par la deuxième AFC

Associés au quatrième axe, 8 espèces (6 relevés) forment le **groupe 4 des zones érodées** (Tab. IV), dont les caractères écologiques sont :

- présence de reprise d'érosion : GEO8,
- sol peu évolué : SOL2,
- savane arbustive sans grands arbres : FVE4.

TABLEAU IV

Groupe 4 : Espèces ligneuses des zones érodées (15 relevés).

Nom des espèces du groupe 4	Fidélité (Fi) et Fréquence (Fe) dans chaque groupe									
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		Groupe 5	
	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %
* Zima Ziziphus mauritiana							100	15		
* Elbu Elaeodendron buchani							100	5		
* Acho Acacia hockii							100	50		
* Sevi Securinega virosa							70	35	30	15
* Baae Balanites aegyptiaca			20	30	10	10	70	20		
* Tain Tamarindus indica							50	10	50	20
* Feap Feretia apodanthera	20	5					50	20	30	20
* Dici Dichrostachys cinerea	40	20			10	5	40	25	10	10
- Copl Cochlospermum planchonii	10	20			20	40	50	90	20	50
- Enaf Entada africana					10	10	60	80	30	50
- Acgo Acacia gourmaensis	10	10			5	5	55	80	30	55
- Acdu Acacia dudgeoni	10	20					50	70	40	60
- Mase Maytenus senegalensis	20	20			10	10	50	70	20	40
- Stse Sterculia setigera	25	25					40	65	35	60
- Ptsu Pteleopsis suberosa	40	30					50	50	10	20
- Xiam Ximenia americana							70	30	30	20
- Laac Lannea acida							60	20	40	15
- Grve Grewia venusta	25	5					50	15	25	5
- Comi Combrenum micranthum					25	5	50	15	25	5
- Ozin Ozoroa insignis							20	5	80	30
- Afaf Afzelia africana	35	5					35	5	30	5

* espèces regroupées par la première AFC

- espèces regroupées par la deuxième AFC

Cette première analyse a donc permis de faire apparaître, à travers quatre grands groupes, une très forte structure existant dans les données de départ. Cependant 41 relevés semblaient indépendants de cette structure, car ils se retrouvaient systématiquement à l'intersection des axes. Pour rechercher s'il existait des ensembles d'espèces associés à certains de ces relevés, une deuxième AFC a été réalisée, en ne prenant pas en compte les 24 relevés qui créent la forte structure mise en évidence lors de la première analyse. Naturellement la suppression de ces 24 relevés a fortement diminué la fréquence de certaines plantes, parfois les plus représentées dans les quatre groupes identifiés. Aussi les espèces devenues marginales, qui risquaient de fausser l'interprétation, ont été mises en variables supplémentaires. N'ont été retenues comme actives que celles présentes au moins deux fois dans les 41 relevés.

Lors de la deuxième analyse, seuls les deux premiers axes, qui résument 20 % de la variabilité restante, ont apporté une information interprétable (Fig. 5).

Quatre ensembles apparaissent : la comparaison des compositions floristiques de ces groupes avec celles des groupes de la première AFC montre que les mêmes espèces restent groupées lors des deux analyses. De plus, au cours de ce traitement, les descripteurs du milieu qui gardent une signification (fréquence représentative) restent associés aux mêmes ensembles. Trois des groupes de la première analyse sont ainsi retrouvés lors de la deuxième. Comme dans la première analyse, le nouveau groupe a été caractérisé par les descripteurs du milieu.

Les espèces proches de l'axe 1 correspondent de nouveau au groupe 1 des zones fortement anthropisées. Ce groupe s'enrichit de 14 relevés et de 11 nouvelles espèces (Tab. II). *Acacia sieberiana* (Asci), *Dichrostachys cinerea* (Dici) et *Feretia apodanthera* (Feap) apparaissent également dans ce nuage, bien que l'AFC précédente ait incité à classer la première de ces trois essences dans le groupe 3 et les deux suivantes dans le groupe 4. Leur présence dans le nuage du groupe 1 n'est cependant pas surprenante. *Dichrostachys cinerea* est une espèce liée aux sols érodés. Mais elle est connue pour s'introduire « facilement à partir de la savane sur les champs en jachère d'où on l'éloigne difficilement à cause des drageons » (von Maydell, 1983). Il en est apparemment de même pour *Feretia apodanthera*. *Acacia sieberiana*, assez étroitement inféodée aux sols engorgés, est aussi une plante de substrat sableux (von Maydell, 1983) et il n'est donc pas étonnant de la trouver, dans la deuxième AFC, liée aux cultures et aux jachères, qui occupent essentiellement, dans la région étudiée, les sols à texture sableuse en surface.

Le long du deuxième axe de la deuxième AFC s'opposent deux groupes déjà reconnus (Fig. 5) :

— le groupe 3 des zones alluviales à tendance hydromorphe, qui s'enrichit de 5 nouveaux relevés et de 6 espèces (Tab. III),

— le groupe 4 des zones fortement érodées, renforcé de 9 relevés et de 13 nouvelles espèces (Tab. IV).

Un dernier ensemble apparaît, à proximité de l'intersection des axes 1 et 2 (Fig. 5). Il comprend 11 relevés et 22 espèces, et les caractères écologiques qui lui sont associés sont :

— zone de faible densité de population : DEN1,

— milieu apparemment non perturbé (zones non cultivées) : UTI0,

— savane arborée : FVE3.

Cet ensemble a été appelé « **groupe des savanes arborées peu anthropisées** » (Tab. V).

Les analyses multivariées ont donc permis de mettre en évidence 5 groupes de relevés. Deux d'entre eux sont liés à l'intensité de l'activité humaine (groupes 1 et 5), alors que les trois autres reflètent des variations des conditions édaphiques. Le croisement entre les différents groupes reconnus et les discriminants écologiques permet de préciser leurs relations avec les caractères du milieu (Tab. VI).

Le groupe 1 des zones fortement anthropisées correspond logiquement aux relevés réalisés sous culture ou sous jachère, dans des zones où les densités de population sont généralement supérieures à 30 habitants au kilomètre carré. Ces relevés correspondent également aux sols qui possèdent les meilleures propriétés agronomiques : ils sont profonds, ont une réserve utile assez élevée, ne sont pas engorgés, sont moins riches en éléments grossiers que la moyenne régionale et sont sableux en surface (ce qui facilite le travail du sol). Seule la capacité d'échange est inférieure à la moyenne régionale, en raison des faibles teneurs en matière organique (généralement moins de 1 %). Il s'agit là d'un caractère très répandu dans les sols cultivés de l'Afrique de l'Ouest. Les zones les plus cultivées

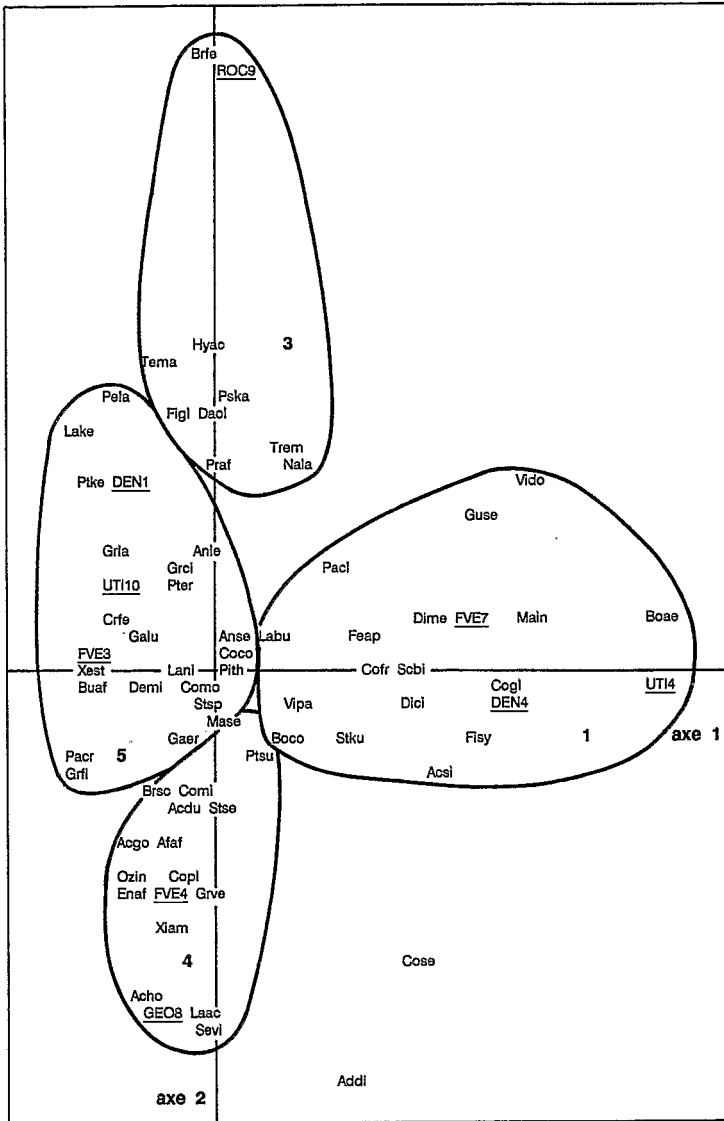


Figure 5. — Analyse factorielle sur les espèces apparaissant au moins 3 fois (sans les relevés correspondant aux 4 groupes reconnus dans la première AFC).

correspondent donc à celles où les sols sont les meilleurs. Il en résulte, ce qui est corroboré par la prospection pédologique, que les zones actuellement peu mises en valeur sont celles où les sols sont peu propices à l'agriculture. La pression démographique pousse malheureusement les agriculteurs à étendre actuellement les cultures aux sols agronomiquement défavorables. Certaines espèces comme

TABLEAU V

Groupe 5 : Espèces ligneuses des savanes arborées peu anthropisées (13 relevés).

Nom des espèces du groupe 5	Fidélité (Fi) et Fréquence (Fe) dans chaque groupe									
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		Groupe 5	
	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %	Fi %	Fe %
Grfl <i>Grewia flavescens</i>									100	30
Brse <i>Bridelia scleroneura</i>									100	30
Pacr <i>Pavetta crassipes</i>									100	15
Buaf <i>Burkea africana</i>	10	10					20	20	70	80
Demi <i>Detarium microcarpum</i>					20	30	30	40	50	80
Crfe <i>Crossopteryx febrifuga</i>	10	10			20	40	30	50	50	80
Pter <i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	30			20	50	20	30	40	80
Coco <i>Combretum collinum</i>	20	40			20	40	30	70	30	80
Anse <i>Annona senegalensis</i>	20	30			5	35	25	45	35	75
Lani <i>Lannea nigritana</i>	10	10			20	30	30	50	40	70
Pith <i>Ptilostigma thonningii</i>	20	50			30	70	30	70	20	70
Ptke <i>Pteleopsis kerstingii</i>					30	30	10	10	60	60
Galu <i>Gardenia lutea</i>	5	5			15	15	20	20	60	60
Teav <i>Terminalia avicennioides</i>	30	50			10	20	30	60	30	60
Xest <i>Xeroderris stulmanii</i>					10	5	20	15	70	55
Stsp <i>Strychnos spinosa</i>	20	25			15	20	30	45	35	55
Anle <i>Anogeissus leiocarpus</i>	10	10			30	30	20	20	40	40
Grla <i>Grewia lasiodiscus</i>					20	20	40	40	40	40
Grci <i>Grewia cissoides</i>	20	20			20	10	20	20	40	40
Gaer <i>Gardenia erubescens</i>	20	10					40	30	40	30
Como <i>Combretum molle</i>	30	20			20	10	30	30	20	20
Lake <i>Lannea kerstingii</i>					50	20	30	10	20	10

Vitellaria paradoxa et *Parkia clappertoniana* sont épargnées lors du défrichement et voient leurs abondances relatives augmenter. D'autres apparaissent, comme *Calotropis procera*, ou rejettent dans les jachères (*Combretum fragrans*, *Combretum glutinosum*). La composition floristique de la strate ligneuse se rapproche donc de celle du groupe 1, mais on note toujours la présence de nombreuses espèces des groupes d'origine.

Le groupe 2 des zones rocheuses sur grès correspond à des milieux aisément identifiables dans le paysage. Ce sont des zones subhorizontales où la roche affleure. Les végétaux se développent au niveau des fractures dans lesquelles le sol se maintient. Le pédoclimat est particulièrement sec car la réserve utile racinaire est très faible.

Le groupe 3 des zones alluviales à tendance hydromorphe est caractérisé par la fréquence de l'hydromorphie et les faibles teneurs en éléments grossiers, ce qui est habituel dans les zones alluviales. L'absence d'anthropisation s'explique par un développement limité de la riziculture dans la région, en raison d'une maîtrise délicate de l'eau (crues violentes) et des dégâts des animaux sauvages (proximité de réserves naturelles).

Les sols du groupe 4 sont caractérisés par une érosion encore active, qui amincit les profils. La roche altérée apparaît à faible profondeur (les sols peu évolués sont fréquents) et les éléments grossiers sont abondants et proches de la surface : la réserve utile accessible aux racines est donc extrêmement limitée. Seule la capacité d'échange est plus élevée que la moyenne régionale, en raison de la présence fréquente à faible profondeur d'argiles smectitiques à forte capacité d'échange. Les sols du groupe 4 présentent donc de fortes contraintes pour le

développement du système racinaire des végétaux. Les propriétés physiques créent, en particulier, un pédoclimat plus sec que celui des autres groupes.

Les caractères édaphiques du groupe 5 sont intermédiaires entre ceux des groupes 1 et 4 : les sols présentent des propriétés agronomiques meilleures que celles du groupe 4 (plus grand développement du profil pédologique, réserve utile moins contraignante, taux d'éléments grossiers plus faible). Alors que la mise en culture des zones correspondant au groupe 4 est rare, il est fréquent d'observer des défrichements à proximité des relevés appartenant au groupe 5 : après avoir mis en valeur les sols les plus favorables (Cf. les caractères édaphiques du groupe 1), les agriculteurs défrichent actuellement préférentiellement les zones de savane arborée, qui seront donc rapidement anthropisées sous la forte pression démographique et foncière.

3.2. — Discussion

Quatre des groupes mis en évidence (1, 2, 3, 5) s'accordent parfaitement avec les descriptions présentées dans les études antérieures. Ainsi Ahouangonou *et al.* (1981), dans des régions situées au Bénin à la même latitude, ont distingué des ensembles équivalents dont la composition est proche. Les espèces que nous pouvons considérer comme caractéristiques exclusives de nos groupes (fidélité de 100 %) sont, pour la plupart, considérées comme telles par les différents auteurs. Ainsi les cinq espèces caractéristiques du groupe 1 des zones fortement anthropisées (*Acacia albida*, *Ficus umbellata*, *Calotropis procera*, *Borassus aethiopum* et *Mangifera indica*) sont connues pour être des essences inféodées à l'activité humaine dans toute la zone soudanienne. Comme la majorité des espèces de ce groupe, elles sont soit épargnées lors du défrichement, soit introduites ultérieurement, en raison de leur intérêt pour la population (alimentaire, médicinal ou autre).

L'originalité des milieux saxicoles a également été reconnue au Burkina-Faso (Boulet *et al.*, 1969) et au Bénin (Ahouangonou *et al.*, 1981). Les compositions floristiques indiquées sont voisines de celle de notre groupe 2, avec notamment la présence de *Gardenia sokotensis* et *Acacia macrostachya* au Burkina-Faso.

Les auteurs signalent généralement la composition particulière des zones alluviales à tendance hydromorphe (groupe 3) et donnent en particulier comme espèces marquantes *Mitragyna inermis*, *Terminalia macroptera* et *Khaya senegalensis*. Ern (1979) remarque dans cette formation la présence de *Daniellia oliveri* et de *Vitex doniana*, espèces des savanes guinéennes plus méridionales et plus humides (Lévêque, 1979), qui trouvent là, sur ces sols bien alimentés en eau, la satisfaction de leurs besoins hydriques. Nos observations sont conformes pour la première espèce, qui présente une fidélité de 50 % au groupe 3 (Tab. III). Par contre *Vitex doniana* apparaît fortement lié aux cultures et aux jachères plus ou moins anciennes du Nord-Togo, et il appartient sans conteste au groupe 1 (fidélité de 80 %, Cf. Tab. I). Les espèces guinéennes qui présentent le même comportement que *Daniellia oliveri* et appartiennent au groupe 3 sont *Hymenocardia acida*, *Cussonia kirkii*, *Nauclea latifolia* et *Gardenia ternifolia*.

La végétation la moins perturbée par l'homme, décrite par Ern (1979) et par Ahouangonou *et al.*, (1981) contient des espèces retrouvées dans le groupe 5 des zones arborées peu anthropisées, mais elle contient également des espèces du groupe 4 des zones érodées (Tab. IV), caractérisé lui aussi par une faible influence humaine (Cf. Tab. VI). Ce groupe 4 semble d'ailleurs avoir échappé à la plupart

TABLEAU VI (a)

Principaux caractères écologiques des groupes reconnus.

Variables écologiques retenues	Groupe 1	Groupe 2
Type de sols	Ferrugineux tropicaux dans 85 % des cas	Sols minéraux bruts
Profondeur accessible aux racines	Plus de 80 cm dans 70 % des cas	Les racines empruntent les fissures
Réserve utile racinaire	Moyenne à forte dans 65 % des cas. Jamais très faible	Très faible
Hydromorphie	Absente à moins de 20 cm. Absente ou profonde dans 70 % des cas	Pas d'hydromorphie
Taux d'éléments grossiers	Moins de 50 % dans 75 % des cas	—
Profondeur d'apparition des éléments grossiers	Plus de 20 cm dans 75 % des cas	—
Texture (argile + limon) en surface	Moins de 12 % dans 65 % des cas	—
pH	Entre 6,1 et 7,0 dans 80 % des cas	de 5,5 à 6,0
Capacité d'échange	Moins de 4 meq/100 g dans 65 % des cas	—
Densité de population	Plus de 30 hab/km ² dans 65 % des cas	Variable
Type d'utilisation	Cultures ou jachères plus ou moins anciennes	Bois de chauffage

des observateurs. Seul Le Cocq (1986) a noté la présence d'*Acacia gourmaensis* sur les sols peu profonds engorgés en raison des pluies, mais au pédoclimat très sec le reste de l'année. Les espèces qui composent le groupe 4 se retrouvent indifféremment sur les listes que les auteurs fournissent pour les « savanes boisées peu perturbées » (Ern, 1979 ; Ahouangonou *et al.*, 1981), les « savanes boisées soudaniennes » (Aubreville, 1937 ; Goudet, 1979) ou même les « savanes arborées et arbustives à forte emprise agricole » (Vanpraet, 1980). Ce groupe contient un grand nombre d'espèces fréquentes en zone sahélienne (*Ziziphus mauritiana*, *Tamarindus indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Feretia apodanthera* et *Combretum micrantum*), qui reflètent le pédoclimat sec de ces zones érodées.

Les petites forêts galeries à *Berlinia grandiflora* et *Diospyros mespiliformis* signalées par Ern (1979) n'ont pas été retrouvées lors de cette étude. Il s'agit

TABLEAU VI (b)

Principaux caractères écologiques des groupes reconnus

Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Sols peu évolués (21 %) Sols hydromorphes (64 %)	Sols peu évolués (60 %) Sols hydromorphes (13 %)	Très variable
Très variable	Moins de 80 cm dans 80 % des cas	Moins de 80 cm dans 85 % des cas
Très variable	Très faible dans 75 % des cas	Faible à très faible
Présente à moins de 20 cm dans 65 % des cas	Présente à moins de 20 cm dans 30 % des cas	Absente dans 50 % des cas. Jamais en surface
Moins de 30 % dans 85 % des cas	Très variable. Plus de 50 % dans 50 % des cas	Plus de 50 % dans 85 % des cas
—	Moins de 20 cm dans 90 % des cas	Moins de 20 cm dans 75 % des cas
Variable	Plus de 12 % dans 93 % des cas (entre 13 et 31 %)	Plus de 12 % dans 93 % des cas (entre 13 et 31 %)
Entre 5,5 et 6,0 dans 71 % des cas	Entre 6,1 et 7,0 dans 90 % des cas	Entre 5,5 et 7,0
Variable	Plus de 8 meq/100 g dans 45 % des cas	Plus de 4 meq/100 g dans 55 % des cas
Variable	Variable	Moins de 30 hab/km ² dans 85 % des cas
Appareusement non utilisé ou bois de chauffage	Appareusement non utilisé ou bois de chauffage	Appareusement non utilisé ou bois de chauffage

probablement de zones alluvionnaires profondes récemment mises en culture. La présence de *Diospyros mespiliformis* dans le groupe 1 semble confirmer cette interprétation. Quoi qu'il en soit, ces formations n'occupent pas actuellement de grandes superficies dans la région étudiée.

La plupart des auteurs consultés s'accordent pour considérer *Anogeissus leiocarpus*, *Parkia clappertoniana*, *Vitellaria paradoxa* et *Combretum glutinosum* comme des essences liées aux zones peu perturbées. L'étude confirme l'observation pour *Anogeissus leiocarpus* (fidélité de 40 % au groupe 5), bien que cette espèce existe encore parfois dans les zones anthropisées (fidélité de 10 % au groupe 1). Notons que le charbon de bois obtenu avec *Anogeissus leiocarpus* est d'une qualité telle que cette espèce est rapidement exploitée et tend à disparaître dès le début de l'anthropisation. Par contre, les trois autres essences apparaissent

nettement inféodées aux zones fortement anthropisées (Tab. I). Il s'agit d'espèces épargnées lors du défrichement, ou qui rejettent dans les jachères (comme *Feretia apodanthera* et *Dichrostachys cinerea*, Cf. 3.1). Il en est de même pour le Baobab (*Adansonia digitata*), que Goudet (1979) tient pour caractéristique de la « savane soudanienne typique » et qui est fidèle à 70 % au groupe 1.

Enfin, *Acacia albida* et *Borassus aethiopum* constituent des cas intéressants. Ern (1979) et Aubreville (1937) définissent la végétation des plaines alluviales de l'Oti par la présence d'*Acacia albida*. Vanpraet (1980), dans la même zone, signale des savanes à *Borassus aethiopum*. Ce sont des zones fortement cultivées car leurs sols alluvionnaires présentent de bonnes propriétés agronomiques. Ces espèces apparaissent également ailleurs dans le Nord-Togo (sur des colluvions de grès ou sur le socle granito-gneissique), mais toujours dans des zones fortement anthropisées : elles ont une fidélité de 100 % au groupe 1 (Tab. I). Elles sont donc plus liées à l'anthropisation qu'aux dépôts alluvionnaires de la plaine de l'Oti.

CONCLUSION

A l'issue de cette étude, il apparaît que le facteur qui influence le plus fortement la répartition des espèces ligneuses dans le Nord-Togo est la pression anthropique. Elle a conduit à la modification radicale de la végétation des zones les plus favorables à l'agriculture. Seules subsistent les espèces utiles et celles qui rejettent rapidement dans les jachères.

Les autres facteurs sont tous liés au sol. Le pédoclimat joue le rôle principal. Il crée dans cette zone soudanienne des conditions de milieu particulières permettant à la fois le développement d'espèces à affinité sahélienne (sur les sols à pédoclimat sec) ou guinéenne (lorsqu'il existe une nappe phréatique).

A chacun des cinq groupes reconnus, il a été possible d'associer des espèces caractéristiques exclusives. Il s'agit généralement de plantes peu fréquentes, qui ne permettent donc pas de préciser, dans toutes les stations, les caractères du sol à partir de la composition floristique de la végétation. Pour atteindre ce but, il serait nécessaire d'étudier les essences les plus fréquentes et d'en établir le spectre écologique, afin d'être en mesure d'estimer certains caractères pédologiques sans ouvrir de fosse d'observation.

Nous n'avons tenu compte que des espèces ligneuses : les cinq groupes reconnus ne reflètent donc que partiellement la complexité du tapis végétal. La prise en compte des herbacées (en particulier des Graminées), et la réalisation d'un plus grand nombre de relevés devraient conduire à l'éclatement de certains de nos groupes et à l'individualisation de nouveaux ensembles, surtout dans les zones hydromorphes où existent des prairies aquatiques qui n'ont pas été explorées. Cependant, la structure des données qui a été mise en évidence est si forte que les résultats des travaux ultérieurs reprendront probablement les unités qui ont été reconnues au cours de cette étude.

RÉSUMÉ

Une analyse factorielle des correspondances a été effectuée sur 65 relevés de la strate ligneuse des savanes soudanienne du nord Togo. Cinq groupes d'espèces et de relevés ont été individualisés.

L'étude des facteurs écologiques qui conditionnent leur réalisation montre le rôle essentiel de l'homme et des facteurs édaphiques. L'anthropisation modifie radicalement la composition floristique, en sélectionnant les espèces utiles et celles qui rejettent rapidement dans les jachères. La nature du sol crée des situations contrastées permettant le développement, pour une même pluviosité, d'essences à affinités sahéliennes ou guinéennes. Des espèces caractéristiques sont mises en évidence dans chaque groupe, et une comparaison avec les descriptions déjà publiées est faite. Si quatre des groupes reconnus ont déjà été décrits, la présente étude révèle l'existence d'un groupe nouveau lié aux zones érodées.

SUMMARY

The structure of the woody vegetation of 65 sample plots of sudanian savannas in northern Togo is analyzed using correspondance analysis (reciprocal averaging).

Five groupings of species were identified, each with some characteristic species, and a number of environmental factors responsible for the presence or absence of the latter were singled out. The role of anthropic and edaphic factors is emphasized. Man drastically alters the floristic structure of the vegetation, either directly by selecting useful species, or indirectly by creating conditions (fallow fields) that favour ruderal species with quickly sprouting new shoots. The nature of the soil is equally important : in areas with similar rainfall, differences in soil type explains the presence of either sahelian or guinean species.

Our results are compared with those of previous vegetation surveys. Four of our species groupings correspond to vegetation categories already described. However, our fifth grouping, characteristic of eroded areas, had never been identified previously.

REFERENCES

- AFFATON, P. (1975). — Etude géologique et structurale du Nord-Ouest Dahomey, du Nord Togo et du Sud-Est de la Haute-Volta. *Travaux du Laboratoire des Sciences de la Terre, St Jérôme, Marseille, Fr.*, (B), n° 10, 203 pp.
- AHOUANGONOU, S., PROFIZI, J.-P. & TOUJOUROU, F. (1981). — Les végétations dégradées du Nord Bénin : situation actuelle, influence humaine, solutions à envisager (Districts de Malanville et Karimamo). *Rapp. Sci. Mission Equipe Rech. « Stabilisation des écosystèmes dégradés de la savane sèche soudanienne du Bénin »*. Laboratoire biologie végétale F.A.S.T., Université Nationale du Bénin, 15 pp.
- Anonyme (1981). — Recensement général de la population et de l'habitat (du 9 au 22 nov. 1981). *Div. Statistique, Lomé, Résultats provisoires*, 543 pp.
- AUBREVILLE, A. (1937). — Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bull. Comité Etudes Hist. Sci. Afrique Occidentale Franç.*, Paris, 20 (1-2) : 1-112.
- BACOU, A.M., BANCO, G., ROUX, M. & LEBRETON, J.D. (1987). — BIOMECCO. *Groupe Biométrie. C.E.P.E./C.N.R.S., Montpellier*, 91 pp., 6 disquettes.
- BACHACOU, J. & CHESSEL, D. (1979). — Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. III. Dispersion interspécifique et analyse des correspondances. *Oecol. Plant.*, 14 : 371-388.
- BOULET, R. & LEPRUN, J.C. (1969). — Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Est. *Rapport ORSTOM, Dakar*, 311 pp.
- BRUNEL, J.F., HIEPKO, P. & SCHOLZ, H. (1984). — *Flore analytique du Togo. Phanérogames*. G.T.Z., Eschborn, 751 pp.

- C.S.A. (1956). — Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara. *Phytogéographie. Réunion des Spécialistes du C.S.A. en matière de Phytogéographie (Yangambi, 28 juillet au 8 août 1956)*. Publ. Bureau C.C.T.A. Publ. C.S.A., 22, Londres, 53 pp.
- DAVID, E.G., POISSONET, P. & ROMANE F. (1979). — Analyse de la structure horizontale d'un taillis de Bouleaux (*Betula verrucosa* Ehrh.) en Sologne. *Oecol. Plant.*, 14 : 207-221.
- DROUET, J.J., AFFATON, P., SEDDOH, K.F., GODONOU, K.S. & LAWSON L.T. (1984). — Synthèse lithostratigraphique du Précambrien supérieur infratilitique du Bassin des Volta au Nord-Togo. *Géologie Africaine. Volume en hommage à L. Cahen*. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, 217-225.
- DROUET, J.J. (1986). — Le cycle sédimentaire et les milieux de dépôts du Précambrien supérieur infratilitique dans le bassin des Volta au Nord-Togo. *J. Afric. Earth Sci.*, Great Britain, 5 : 455-464.
- ERN, H. (1979). — Die Vegetation Togos. Ghederung, Gefährung, Erhaltung. *Willdenowia*, 9 : 295-312.
- ESTEVE, J. (1978). — Les méthodes d'ordination : éléments pour une discussion. *Biométrie et Ecologie*, Le Gay, J.M. & Tomassone, R. (Eds.), 1 : 223-246.
- FOUCHER, J.F. (1988). — CSTAT. Logiciel de traitement statistique de données sur micro-ordinateur. Dépouillement d'enquête. 142 pp., 3 disquettes.
- GODONOU, K.S. (1980). — Le point sur les recherches géologiques et minières dans l'extrême Nord-Togo (Nord du 10° parallèle). *Rapport de fin de mission. Rapport inédit, Bureau National de Recherches Minières, Togo*, 70 pp.
- GOUDET, J.P. (1979). — Aménagements de la vallée du Namiélé. Aspects forestiers. Identification des actions d'accompagnement à envisager dans le cadre de l'aménagement prévu. *Rapport, Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, Fr.*, 32 pp.
- LE COCQ, A. (1986). — *Région de Bassar. Les sols et leurs capacités agronomiques. Notice expl. n° 102*, ORSTOM, Paris, 103 pp.
- LEMOINE, G. (1976). — Restauration forestière du Nord-Togo. Annotations sur le développement. *Rapport techn. P.N.U.D.-F.A.O., Lomé*, 35 pp.
- LEVEQUE, A. (1979). — Carte pédologique du Togo à 1/200 000°. Socle granito-gneissique limité à l'ouest et au nord par les Monts Togo. *Notice explicative n° 82*, ORSTOM, Paris, 77 pp.
- LOAEC, C., ANTOINE, P., ENGALEC, M., STEIN, M., PARISOT, B., COLOMBANI, J., L'HOTE, Y. & FAURE, P. (1982). *Atlas des ressources et besoins en eau*. P.N.U.D.-L.C.H.F., 11 planches.
- Von MAYDELL, H.J. (1983). — *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. G.T.Z., Eschborn, 531 pp.
- MILDBRAED, J. (1966). — Grundzüge der Vegetation des Tropischen Kontinental-Afrika, herausgegeben und revidiert von Walter Domke. *Willdenowia Beih.*, 2 : 22-44.
- POSS, R. & ROSSI, G. (1987). — Système de versants et évolution morphopédologique. *Z. Geomorph.*, N.F., Berlin, 31 : 21-43.
- ROUSSEL, B. (1987). — *Les groupements végétaux hydrophiles, hygrophiles et ripicoles d'une région sahélienne (l'Ader Doutchi, République du Niger)*. Thèse d'Etat, Université de Clermont-Ferrand, 342 pp.
- VANPRAET, C.L. (1980). — *Projet pilote sur la surveillance continue de la couverture forestière tropicale : Togo. Cartographie du couvert végétal et étude de ses modifications*. P.N.U.E.-F.A.O., Rome, 117 pp.