

LES SECTEURS INTERMÉDIAIRES ENTRE DOMAINES SOUDANIEN ET SAHÉLIEN  
EN AFRIQUE OCCIDENTALE.  
SIMPLES TRANSITIONS OU RÉALITÉ À PART ENTIÈRE ?

P. COUTERON  
ENGREF. B.P. 5093. 34033 Montpellier, France

**Résumé :** Si la plupart des classifications phytogéographiques traitant de l'Afrique occidentale distinguent et définissent des ensembles soudaniens et sahéliens, le statut conféré aux territoires intermédiaires (« soudano-sahéliens ») varie grandement selon les auteurs. D'une façon générale, ces espaces posent encore certains problèmes aux phytogéographes avec, à preuve, les hésitations de vocabulaire concernant la caractérisation de leurs structures de végétation. Ces divers problèmes nous semblent résulter d'une même insuffisance de notre compréhension, en ce qui concerne le fonctionnement et la dynamique de types de végétation complexes, dès lors que l'importance relative des ligneux et des herbacés ne peut plus être expliquée seulement par le feu. Malgré tout, il nous semble possible d'identifier, pour des réalités « soudano-sahéliennes », un certain nombre de critères, en termes de structures (physionomies, flore, groupements végétaux), de fonctionnement (redistribution de l'eau dans le paysage) et de changements (phases de contraction de la végétation), qui permettent de les distinguer à la fois des situations plus septentrionales et méridionales. Ce faisceau de spécificités fait plutôt pencher pour la reconnaissance d'une entité « soudano-sahélienne » à part entière, plutôt que pour un statut de simple transition.

Cela étant, ces constatations, établies à partir des observations d'un nombre limité de sites, mériteraient d'être plus largement vérifiées avant de prétendre revêtir une réelle signification phytogéographique à l'échelle d'un très grand territoire.

**Mots-clés :** Afrique occidentale, secteur soudano-sahélien, classification phytogéographique, écologie des paysages.

**Abstract:** Sudanian and Sahelian units have been identified and delineated in western Africa according to most phytogeographic classifications and authors. Nevertheless, the status of intermediate territories (those that can be called "sudano-sahelian"), is seldom consistent from one author to the other. In a more general way, these areas raise a lot of questions to phytogeographers, and the controversies about the denomination of their vegetation structures give an additional evidence of a whole problem. This problem seems to stem from our lack of understanding of the function and changes of complex vegetation types, when the proportion between their woody and herbaceous components is no longer regulated by fire.

Nevertheless it seems feasible to identify, for the Sudano-Sahelian situations, some characteristics, either in terms of structure (patterns and flora), function (as water allocation inside the landscape), and change (as periods of vegetation shrinking), that allow a good discrimination with both Sahelian and Sudanian situations. This set of specificities leads us more toward considering the sudano-sahelian areas as a specific phytogeographic unit, rather than treating them only as transitions. Anyway, those conclusions, established from the observations of a limited number of locations, should be more widely checked and discussed, before pretending to be valid for a very large area.

**Keywords:** Western Africa, Sudano-Sahelian areas, phytogeographic classification, landscape ecology.



## Introduction

L'Afrique occidentale <sup>(1)</sup> a fait l'objet, de longue date, de propositions de subdivisions phytogéographiques d'ensemble (CHEVALIER, 1933 ; AUBREVILLE, 1936) ; la dernière synthèse est celle de TROCHAIN (1970), à laquelle nous faisons implicitement référence dans le titre ci-dessus. Les conceptions qui la guident avaient d'ailleurs été formulées par le même auteur antérieurement (1940 et 1952), et ont inspiré des travaux plus localisés, tels que ceux de FONTES (1983), puis de GUINKO (1984), au Burkina Faso, et de SAADOU (1984), au Niger. Antérieurement, d'autres subdivisions, pas exactement concordantes, avaient été proposées par AUBREVILLE (1936, 1949 et 1950).

Notre but ici n'est pas de revenir sur le débat traitant des intérêts relatifs des principaux systèmes - débat qui ne sera jamais clos, compte tenu de la part d'arbitraire inhérente à toute tentative de subdivision d'une réalité naturelle. Il s'agit plutôt de s'intéresser en priorité à un territoire particulier, pouvant être défini comme intermédiaire entre ce que ce dernier auteur nomme domaine soudanien et domaine sahélien ; de revenir sur la place que lui ont réservé les principales classifications et de s'interroger sur le modèle implicite de classification utilisé ; d'envisager dans quelle mesure les difficultés à décrire son couvert végétal ne sont pas la résultante d'une reconnaissance insuffisante de son originalité ; enfin, d'explorer en quoi la prise en compte d'un éventail assez large de caractères écologiques (*sensu lato*) permet de préciser son statut phytogéographique. Il va sans dire que, concernant une réalité aussi vaste et variée, il s'agit plus d'initier une réflexion que de prétendre apporter des éléments de réponse définitifs.

## A. Modèles de classification et statut retenu

### 1. Classification des unités spatiales

Dans les sciences de la nature, « les classifications servent à des fins si diverses que la taxinomie doit satisfaire à des exigences quasi contradictoires » (BENZECRI et coll., 1984, p. 63). Pourtant, l'élaboration d'un système de classification, d'une taxinomie, est loin d'être un exercice scientifiquement neutre ou arbitraire car il traduit, plus ou moins explicitement, la représentation que nous souhaitons retenir pour la réalité observée ; réciproquement, une fois construite, la taxinomie influence notre façon de penser et de percevoir le réel (GOULD, 1983 in CALKINS et OBERMEYER, 1991).

Le classement peut être vu comme un processus d'affectation d'*individus* - ici des unités spatiales -, à des *catégories*, selon un ou plusieurs *critères*. Avant d'être mis en œuvre, un tel processus demande que certains choix fondamentaux concernant les caractéristiques de la classification aient été faits. Parmi ces alternatives, figure en tout premier lieu le choix entre (GODRON, 1975) :

- une classification fermée où les critères sont choisis en petit nombre, et les catégories sont définies avant le début du processus de classement ;
- une classification ouverte où un nombre important de critères est considéré, sans définition de catégorie ni hiérarchisation *a priori* .
- Dans ce dernier cas, c'est l'analyse des interrelations entre critères qui définit les catégories et leurs éventuelles règles de subordination <sup>(2)</sup>. Généralement, ce sont d'ailleurs ces règles de subordination qui constituent les principales caractéristiques de la taxinomie finale.

---

(1) Par Afrique occidentale, nous entendons un ensemble sub-saharien, à limite orientale arbitrairement située à peu près au niveau du lac Tchad. D'autre part, la présente réflexion ne prétend pas intégrer le cas du Sénégal, possédant de fortes particularités climatiques (MOREL, 1992).

(2) « Puisque les critères ne s'imposent pas d'eux-mêmes, que leur hiérarchie est inconnue *a priori*, ..., l'étude positive des effets, des ressemblances doit précéder celle des principes taxinomiques » (BENZECRI et coll., *op. cit.*, p.67).

## 2. Natures des classifications phytogéographiques en Afrique occidentale

Ce sont toutes des classifications fermées (catégories définies *a priori*, par le biais d'un petit nombre de critères) qui se veulent partitions complètes de l'espace considéré : elles n'acceptent explicitement ni le hiatus, ni le recouvrement entre catégories. Un seul critère principal est utilisé (climat, flore ou végétation), à l'exception de la classification de TROCHAIN (1970) qui utilise conjointement les trois critères, mais après avoir insisté sur les « corrélations » entre eux. Cette classification est bâtie sur un principe clairement hiérarchique, avec une subordination stricte de catégories selon une extension spatiale croissante (district, secteur, domaine, région).

La classification d'AUBRÉVILLE (1949 et 1950), réalise une partition complète en cinq catégories majeures, selon des critères exclusivement bioclimatiques ; elle n'est hiérarchique que par rapport à certaines nuances côtières ou d'altitude, de faible extension spatiale, distinguées à l'intérieur des grandes catégories.

Dans une perspective uniquement floristique, WHITE (1983) réalise une classification d'un principe relativement différent, distinguant des catégories majeures, bien affranchies les unes des autres (« phytochories »), et des catégories de transition, censées combler les hiatus entre les précédentes. Pour des raisons de simplicité, il déclare n'avoir pas recours à une quelconque hiérarchisation (même si l'on peut percevoir un principe de subordination des transitions aux phytochories).

## 3. Statuts de l'interface « soudano-sahélienne »

L'expression « soudano-sahélienne » est considérée, à ce stade, et pour la suite du texte, sans aucune référence à des terminologies déjà existantes, mais comme la dénomination la plus naturelle pour exprimer une situation intermédiaire entre les territoires pouvant être définis comme soudanais et sahéliens.

Pour AUBRÉVILLE (1936, carte des « territoires géobotaniques forestiers »), il y a une limite majeure entre « zones soudanaises et sahéliennes » ; par contre, sa carte des « bioclimats » (1949 et 1950) ne la reconnaît plus puisque les deux « zones » sont fusionnées dans un même ensemble « sahélo-soudanais », très vaste, ayant rang de catégorie majeure.

Pour TROCHAIN (1970), la distinction entre Soudan et Sahel est fondamentale ; l'interface entre les deux est vue comme des subdivisions (secteurs) à l'intérieur des deux domaines principaux. Une vision similaire se retrouve chez KEAY, 1953 (même s'il n'a pas recours aux subdivisions), PITOT, 1956 (*in* MONOD, 1957).

La carte de WHITE (1983), à très petite échelle, reprend la distinction entre Soudan et Sahel, mais la première catégorie est érigée en centre d'endémisme alors que la seconde n'a qu'un statut de « zone » de transition.

Plusieurs travaux à l'échelle nationale sont basés sur des conceptions à peu près semblables à celle de TROCHAIN ; ainsi, ce même auteur (1940) au Sénégal et LETOUZEY (1968), au Cameroun. Au Burkina Faso, FONTES (1983) distingue des secteurs soudano-sahélien et sahélo-soudanien, inclus respectivement dans les deux domaines précédents ; par contre, il regroupe les deux dans une catégorie principale « soudahélienne » pour sa classification en « zones éco-floristiques de synthèse ». GUINKO (1984), néanmoins, conserve la distinction initiale entre des secteurs nord-soudanien et subsahélien, rattachés respectivement aux deux domaines phytogéographiques précédents. On voit donc coexister - parfois à l'intérieur d'un même travail - les deux conceptions :

- un statut de catégorie majeure (l'interface est alors une catégorie à part entière) ;
- un statut de sous-catégorie, annonçant la transition (brutale à l'échelle de la carte ! <sup>(3)</sup>) entre deux catégories majeures ; l'interface est vue comme une simple discontinuité, encadrée par deux variantes des catégories majeures.

A noter que la deuxième conception est bien plus fréquente que la première.

---

(3) L'importance qu'il serait bon d'accorder aux problèmes de limites est néanmoins évoquée par TROCHAIN (1970, p. 142) : « Mais ici il ne faut pas perdre de vue que ce sont davantage des marges de chevauchement qu'il faudrait utiliser que des traits précis ».

## **B. La difficile description des types de végétation de « l'interface soudano-sahélienne »**

### **1. Quel vocabulaire pour quelles structures ?**

L'incertitude que nous avons vue précédemment, d'ordre taxinomique et terminologique, semble se maintenir dès que l'on aborde la description des physionomies des types de végétation concernés. Les conclusions de l'accord de YANGAMBI (Anonyme, 1956), qui constituent un cadre de travail assez bien respecté pour les types de végétation plus méridionaux, deviennent plus délicates à interpréter. Ainsi, la distinction proposée entre « savanes » et « steppes » est critiquable et a été critiquée (VOLK 1966 *in* MENAUT, 1983 ; DESCOINGS, 1976) ; le terme « steppe », lui-même, est de plus en plus rejeté par les tropicalistes (SCHNELL, 1977; TROCHAIN *et al.*, 1980), car il renvoie à des types de végétation à fonctionnement très différent, et localisés en dehors de la zone intertropicale. L'appellation de « pseudo-steppe » (TROCHAIN, 1952) n'a pas fait l'unanimité, alors que la tendance à pousser le terme de « savanes » jusqu'aux franges du désert (MAIRE *in* MENAUT, 1983) reste aussi controversée. Les termes de « fourré » (thicket), ou de « formation buissonnante » (bushland) de WHITE (1983), quant à eux, ne conviennent qu'à certains types de peuplements. La classification de l'UNESCO (1969-1973) ne paraît pas opportune (DESCOINGS, 1976; WHITE, *op. cit.*), alors que les principes définis par le premier auteur sont lourds à utiliser pour une étude régionale.

La question est alors de savoir si les difficultés de vocabulaire rencontrées ne sont pas le reflet d'une connaissance insuffisante des systèmes écologiques considérés ? Il semble en effet plus facile de définir une terminologie relative aux physionomies de végétation, dès lors qu'un premier niveau de connaissance a été acquis au sujet des dynamiques sous-jacentes.

A titre d'exemple, considérons les savanes plus méridionales (« eu-soudaniennes », au sens de TROCHAIN) : dans son acception actuelle la plus courante (cf. la définition de BOURLIÈRE et HADLEY, 1970), le terme de savane évoque plus qu'une simple physionomie végétale, comprenant des ligneux dispersés, surmontant un fort couvert herbacé. Il renvoie à un équilibre dynamique entre une phase ligneuse et herbacée, réglé par un régime de feux à très courts temps de retour. Depuis MORISON *et al.* (1948), il existe des modèles qualitatifs exprimant très schématiquement un tel équilibre. Dès lors, les nuances de physionomie semblent relativement plus simples à décrire car elles correspondront très largement à des niveaux le long d'une courbe d'équilibre (4) (même si cette dernière n'est pas explicitement formulée).

A l'inverse, en ce qui concerne notre dition, il ne semble pas y avoir encore de concept clairement exprimé face à des types de végétation intertropicaux associant durablement ligneux et herbacées lorsque le feu est atténué ou disparaît totalement. Sans doute parce que l'on ne sait pas comment se règle l'équilibre entre la phase ligneuse et la phase herbacée ; et que le facteur prépondérant est peut-être variable selon les situations. WALKER *et al.* (1981), à partir d'observations en Afrique australe, ont proposé un modèle quantitatif simple, basé sur la concurrence pour l'eau ; mais il n'est pas prouvé que leurs hypothèses de base soient partout valides.

Dans l'ensemble, les difficultés à décrire les végétations soudano-sahéliennes nous semblent donc assez largement prendre leurs racines dans le manque de références concernant le fonctionnement et la dynamique de ces systèmes écologiques.

### **2. Une description malgré tout**

Le couvert végétal « soudano-sahélien » associe, dans des proportions diverses, des herbacées et des ligneux. Ce couvert n'est que rarement entièrement fermé, même au maximum de végétation, si bien qu'il est important de tenir compte du recouvrement du sol nu. La végétation herbacée est principalement composée d'espèces annuelles ; les incendies affectant ce couvert annuel sont inexistantes ou à très faibles temps de retour, *ce qui constitue un caractère fondamental du territoire soudano-sahélien*. La végétation ligneuse est généralement basse (peu de sujets ou de peuplements dépassant 4 à 5 m) comportant fréquemment des individus multicaules. L'agrégation entre individus ligneux est souvent forte (structure de « fourrés »).

---

(4) Pour les « savanes », le principe de classification retenu à Yangambi se base schématiquement sur des classes d'importance de la fraction « haute » de la strate ligneuse.

Ces quelques caractères de la végétation « soudano-sahélienne » recourent très largement les descriptions des auteurs qui en ont donné un aperçu. Volontairement, il ne sera pas question, à ce stade, de fourchettes pluviométriques précises, mais l'on peut dire que ces physiologies sont particulièrement fréquentes pour des territoires recevant une lame d'eau annuelle moyenne comprise approximativement entre 400 et 700 mm ; lame d'eau connaissant généralement une très forte variabilité interannuelle (avec un coefficient de variation souvent supérieur à 25 %). Cette très forte variabilité dissuade d'ailleurs de rechercher une fourchette de moyennes pluviométriques trop fine pour caractériser l'espace considéré.

Malgré les difficultés évoquées, le classement de la végétation soudano-sahélienne nous semble pouvoir être esquissé, grâce à une classification ouverte, en précisant les caractères structuraux de la végétation, et en intégrant des éléments de fonctionnement et d'évolution de ces systèmes.

## C. Critères pour une spécificité « soudano-sahélienne »

### 1. Critères structuraux

La structure de la végétation sera ici considérée des points de vue physiologique (répartition dans l'espace des volumes végétaux), floristique (espèces présentes), et phyto-écologiques (répartition des espèces selon les milieux).

#### a) Point de vue physiologique

Types biologiques (RAUNKIAER, 1934)

A partir de la végétation soudanaise, en remontant vers le nord, la transition se marque, pour les herbacées, par une diminution de l'importance relative des hémicryptophytes et une augmentation des thérophytes. En ce qui concerne les strates ligneuses, on observe une diminution des méso-phanérophytes au profit des micro-phanérophytes. Par rapport au contexte sahélien, les différences sont plus floues et vont plutôt se marquer par une raréfaction des ligneux, plutôt que par un net changement des spectres biologiques (en termes de contribution à la phytomasse). A noter toutefois qu'en contexte strictement sahélo-saharien, les hémicryptophytes herbacées reprennent une importance considérable (avec *Panicum turgidum*).

#### Structures verticales

Celles-ci sont généralement basses, sauf conditions édaphiques particulières. En ce qui concerne les ligneux, d'après les résultats d'une étude réalisée au nord-ouest du Burkina Faso (14° N, 2° 35 W ; COUTERON, non publié), il ne semble pas y avoir de réel antagonisme entre le développement des strates les plus basses (inférieures à 2 m) et celui des strates de niveau supérieur (par exemple de 2 m à 5 m). Dans l'ensemble, les structures verticales ne sont pas à proprement parler discriminantes des situations « soudano-sahéliennes », si ce n'est au travers de l'évident abaissement des peuplements ligneux par rapport au secteur « eu-soudanien ».

#### Structures horizontales

C'est sans doute sur ce point que se distinguent le mieux les physiologies « soudano-sahéliennes », à partir de la très forte agrégation des individus dans la majorité des peuplements ligneux ; cette agrégation peut correspondre à des peuplements denses (logique de fourrés ou de bosquets), ou à des individus de petite taille, agrégés autour d'un individu de plus grande taille. Dans certains cas, les agrégats sont répartis relativement régulièrement ; dans d'autres, leur répartition est très irrégulière, souvent avec une logique très marquée ; l'exemple le plus connu étant sans doute celui des fourrés (« brousses ») tigrés. L'existence ou la fréquence de ces derniers semblent être d'ailleurs une caractéristique de certains paysages « soudano-sahéliens ». D'une manière générale, les agrégats ligneux coexistent avec des surfaces herbacées et des surfaces de sol nu ; l'ensemble constitue des mosaïques relativement fines avec peu d'éléments constitutifs s'étendant sur plus de quelques dizaines de mètres.

### b) Point de vue floristique

Un raisonnement très général, basé sur les principales familles constituant les peuplements ligneux, permet de cerner une certaine spécificité « soudano-sahélienne ». Ainsi la famille des Capparaceae (*Boscia* spp., *Capparis* spp., *Maerua* spp., *Cadaba farinosa*) est peu représentée en milieu « eu-soudanien » ; elle devient fréquente dès que le régime des feux s'affaiblit, et reste ensuite un constituant important de la végétation jusqu'aux marges du désert (AUBRÉVILLE, 1950). Par rapport à notre dition, elle semble décrire une « écaille » (GODRON, 1967) vers le nord.

A l'inverse, la famille des Caesalpiniaceae, extrêmement importante plus au sud (genres *Azelia*, *Burkea*, *Detarium*, *Daniellia*, *Isobertinia*, etc.), et ce jusqu'aux limites de la forêt guinéenne, devient très peu représentée, à l'exception de quelques espèces, comme *Piliostigma reticulatum* ou *Bauhinia rufescens*.

La famille des Combretaceae reste très importante (malgré des substitutions d'espèces à l'intérieur du genre *Combretum*), mais devient anecdotique à partir d'une certaine limite septentrionale (début du Sahel?).

En conclusion, il semble qu'une certaine spécificité « soudano-sahélienne » puisse se dégager, à partir d'un agencement « en écaille », de la richesse en espèces ligneuses de quelques familles.

### c) Point de vue phyto-écologique

Là encore, nous raisonnons principalement à partir des espèces ligneuses, car la végétation herbacée, lorsqu'elle est dominée par des espèces annuelles, est très variable d'une année sur l'autre (BREMEN et CISSÉ, 1977), et est donc d'une interprétation beaucoup plus délicate.

D'une façon très générale, des analyses numériques appropriées (DAGET et GODRON, 1982), permettent d'identifier des structures phyto-écologiques (groupes écologiques, groupements végétaux) assez nettes en ce qui concerne la végétation des paysages soudaniens (KERSHAW, 1968 ; COUTERON *et al.*, 1991 ; COUTERON et KOKOU, 1992). Ces structures sont généralement en relation étroite avec une morpho-pédologie d'ensemble, à l'échelle d'un macro-relief. En contexte « soudano-sahélien », des structures nettes apparaissent encore mais le relief d'ensemble perd de son pouvoir explicatif ; c'est plutôt un méso-relief, à une échelle de l'ordre de quelques centaines de mètres - et parfois même un micro-relief, qui deviennent déterminants. Ceci n'est pas sans point de comparaison avec les remarques faites précédemment sur les spécificités des formations végétales « soudano-sahéliennes » qui se présentent sous la forme de mosaïques à grain fin.

Dans un autre registre, il semble apparaître une spécificité de groupements ligneux « soudano-sahéliens », structurés autour du couple *Combretum micranthum* et *Pterocarpus lucens*, mais intégrant aussi d'autres éléments, tels que *Boscia* spp., *Grewia* spp., etc. Ces groupements correspondent à des compositions floristiques et à des situations écologiques nettement différentes de celles des groupements relevant du secteur « eu-soudanien » (par exemple ceux à *Butyrospermum paradoxum*) ; en particulier, les premiers ne sont que très marginalement affectés par les incendies.

Ces deux types peuvent néanmoins être souvent juxtaposés dans un même espace, et il faut faire intervenir la notion de paysage, avec des indices simples de caractérisation de structure (FORMAN et GODRON, 1986), pour interpréter de tels agencements : dans de nombreux cas, la « matrice » du paysage sera soudanienne mais des groupements soudano-sahéliens pourront constituer des « taches », d'importance relative variable. Ce cas semble assez fréquent dans les paysages marqués par le cuirassement, lorsque les précipitations annuelles deviennent significativement inférieures à environ 1 000 mm. Mais à l'inverse, lorsque la matrice est composée de groupements « soudano-sahéliens », les cas de paysages avec des taches soudanienne significatives semblent plutôt rares.

Par contre, les paysages « soudano-sahéliens » sont facilement pénétrés par des « taches » sahéliennes, par exemple à la faveur des placages sableux fossiles, ou du fait de perturbations anthropiques (si l'on considère, avec AUBRÉVILLE, 1950, que des espèces comme *Balanites aegyptiaca*, *Acacia laeta*, *Acacia raddiana*, *Acacia senegal* relèvent du domaine sahélien). Plus généralement, l'agencement de ce qui pourrait être trois grandes familles de paysages semble dessiner des écailles nettement orientées vers le nord.

## 2. Critères fonctionnels

### a) *Échelles spatiales et redistribution de l'eau*

Comme il a été dit, la plupart des couverts « soudano-sahéliens » correspondent à des mosaïques entre ligneux, herbacés et sols nus; ceux-ci, dans la majorité des cas, connaissant un encroûtement presque systématique en surface. La définition et la mise en évidence du rôle hydrologique de ces « organisations pelliculaires de surface » (CASNAVE et VALENTIN, 1990), permet d'envisager, à terme, la compréhension des interrelations entre structures végétales et flux d'eau. La végétation « soudano-sahélienne », de par ses structures horizontales souvent très contrastées, exacerbe généralement l'influence du ruissellement ; réciproquement, le ruissellement semble constituer la régulation dynamique prépondérante du couvert végétal (et donc de l'importance relative des sols nus). Ce haut degré d'interdépendance, se manifestant à presque toutes les échelles, nous paraît être un caractère important des milieux « soudano-sahéliens ».

En contexte sahélien, l'influence du ruissellement est souvent perturbée, voire oblitérée, par l'action éolienne (actuelle ou passée). En contexte soudanien, un couvert végétal herbacé généralement plus fort (herbacés pérennes notamment), ainsi que des structures de végétation plus régulières, limitent le rôle du ruissellement à des transferts d'eau entre grandes unités géomorphologiques (entre versants et talwegs, sommets et versants, etc.).

En contexte « soudano-sahélien », ces grandes redistributions se repèrent encore (en fonction des opportunités du modelé), mais elles sont souvent associées à des redistributions à plus faibles distances, à l'intérieur d'une même unité géomorphologique. Un exemple maintenant assez bien connu, est celui des « brousses tigrées ». D'autres exemples peuvent s'identifier avec des distances de redistribution encore plus faibles (« brousses tachetées »).

### b) *Couvert ligneux et production herbacée*

Une des caractéristiques du fonctionnement des savanes (*sensu stricto*) est l'existence d'un seuil d'antagonisme entre couvert ligneux et production annuelle des herbacées pérennes. Celle-ci détermine en effet très largement la violence des incendies qui limitent le développement des peuplements ligneux. A l'inverse, ceux-ci, passés certains seuils de couvert, sont susceptibles de limiter la production herbacée. L'idée de la juxtaposition dans l'espace de plusieurs types de fonctionnement, en relation avec les conditions édaphiques, a été pour la première fois suggérée par MORISON *et al.* (1948) ; à plus petite échelle, le même principe permet d'expliquer le fait que les savanes guinéennes préforestières sont généralement très peu boisées (AUBREVILLE, 1949 ; MENAUT, 1983).

En remontant vers le nord, la production herbacée moyenne diminue, sa variabilité interannuelle augmente, et le régime des feux s'affaiblit (faibles intensités et/ou longs temps de retour). A partir d'un certain degré de sécheresse, celui-ci n'est plus une contrainte majeure pour l'extension du couvert ligneux. Cette limite correspond généralement à la disparition des herbacées pérennes dans certaines localisations topographiques, à leur raréfaction dans les autres. Ainsi par exemple, au parc national du « W » (NIGER, 12° 30 N, 2° 35 E), il n'y a plus aucun antagonisme entre recouvrement basal des herbacées pérennes et couvert ligneux (COUTERON et KOKOU, 1992); une constatation similaire peut être faite dans la partie centrale du parc national de la Boucle du Baoulé (Mali, 13° 40 N, 8° 40 W).

Dans des situations plus méridionales, par contre, l'antagonisme est fort, quoique ne s'exprimant généralement pas linéairement (COUTERON *et al.*, 1991).

## 3. Critères diachroniques (Effets de la sécheresse : contractions et contrastes de la végétation)

### a) *Variations de la hauteur des précipitations*

La variation récente la plus marquante, à l'échelle de l'Afrique occidentale, a été un abaissement sensible des précipitations pour une période allant de la fin des années 60 jusqu'au milieu des années 80 (MOREL, 1992) ; cet épisode a fait l'objet de nombreuses études météorologiques et hydrologiques, sans pour autant que la tendance actuelle soit bien claire.

Une des conséquences les plus perceptibles du phénomène a été la mortalité, souvent massive, de peuplements ligneux (BOUDET, 1972), constatable sur de nombreux sites. Schématiquement, mis à part quelques cas très ponctuels, ce phénomène n'a été que très peu perceptible dans les savanes soudanaises. Plus au nord, la dégradation a souvent associé sécheresse et augmentation locale des pressions, agricoles et pastorales.

Sans entrer dans les détails, la baisse des précipitations, en valeur médiane et par rapport à la période 50-60, semble avoir revêtu deux formes extrêmes (MOREL, *op.cit.*, p. 70-71). La première correspond à une baisse forte (de l'ordre de 250 mm), à extrêmement forte (400 mm et plus), par rapport à une lame d'eau relativement élevée (de l'ordre de 600 à 1 000 mm, pour la période 50-60). Elle concerne essentiellement des territoires compris entre les douzième et quatorzième parallèles; les déficits les plus drastiques se repèrent dans la partie la plus occidentale du continent (Sénégal, Ouest du Mali). La seconde représente une baisse plus modérée (moins de 100 mm), par rapport à une lame d'eau faible (300 à 500 mm), ou très faible (200 à 300 mm), et concernant des territoires situés nettement au nord du quatorzième parallèle.

Dans le premier cas, qui correspondrait assez largement à ce que nous avons proposé d'appeler « soudano-sahélien », la sécheresse a perturbé une végétation relativement fournie, ayant bénéficié d'une décennie très bien arrosée; elle a déterminé un changement durable de la structure de la végétation et du fonctionnement hydrique des bassins-versants.

Dans le second, elle a concerné une végétation déjà clairsemée, qui n'a vraisemblablement souffert que de quelques minima, extrêmement bas, atteints durant certaines années de la décennie ; les changements significatifs de structure de végétation et de fonctionnement hydrique sont plus rares (d'autant plus qu'à ces latitudes, c'est le fonctionnement éolien qui devient prédominant).

#### *b) Analyse d'un cas particulier*

Si l'on considère un exemple d'évolution du couvert végétal, pendant la période sèche, pour une petite région (Burkina Faso, aux alentours de 14° N et 2° 30' W) on peut dire, très globalement que :

- le couvert ligneux total a légèrement régressé, mais les évolutions sont très variables, selon les situations topographiques et les formations végétales ; à diverses échelles, certains éléments ligneux ont bénéficié d'un surplus de ruissellement dégagé par la régression du couvert en amont ;
- le couvert herbacé (essentiellement annuel) a très fortement diminué au profit des sols nus entre 1970 et 1984 ; ces dernières années, mieux arrosées, ont favorisé une recolonisation partielle. A noter que, dans beaucoup de cas, le couvert herbacé s'est maintenu en relation étroite avec le couvert ligneux (par exemple, en franges par rapport aux bosquets, aux fourrés ou même au pied des individus isolés). Les éléments ligneux ont, de ce fait, confirmé leur rôle essentiel pour la résistance de la végétation durant les périodes sèches. Ces constatations sont vérifiées pour la totalité d'une petite région, dans l'ensemble soumise à une pression anthropique faible; elles restent valides comme trame générale sur un secteur particulier, beaucoup plus anthropisé dont l'évolution a été très finement décrite par SERPANTIE *et al.* (1992).

Ces évolutions illustrent, à plusieurs échelles, l'importance des interrelations entre structures de végétation et redistribution de l'eau ruisselée dans les paysages. La période sèche peut être vue comme une modification brutale de ces structures (à l'échelle de la décennie), qui a modifié le fonctionnement hydrologique des bassins-versants ; en retour, celui-ci détermine des évolutions actuelles plus douces des structures végétales, sous la forme de lentes reconquêtes de certaines surfaces nues.

Plus largement, on peut se demander si, en relation avec un certain type de variabilité du climat, ces changements brutaux de structures ne pourraient pas être une caractéristique du contexte « soudano-sahélien »? Pouvoir répondre précisément à cette question, nécessiterait cependant l'analyse des changements sur un plus grand nombre de sites de référence et, un plus grand recul historique. Pour le cas décrit, la contraction du couvert végétal et l'augmentation des contrastes, à l'occasion d'un épisode sec, nous semblent tout à fait caractéristiques.

## D. Quelle place dans une classification ?

Partant d'une logique de classification « ouverte », nous avons envisagé des critères permettant d'étayer l'hypothèse d'une unité et d'une spécificité « soudano-sahélienne ». Cette spécificité n'est pas reconnue par les classifications existantes, et, en particulier, par celle prenant le plus de critères en compte (TROCHAIN, 1970) ; celle-ci fractionne, en effet, la réalité « soudano-sahélienne » en deux secteurs, appartenant respectivement à deux domaines différents.

Plaider pour la reconnaissance d'un domaine « soudano-sahélien » intermédiaire serait, sans doute, exagéré car :

- le terme de « domaine phytogéographique » est associé à un critère floristique exigeant, avec un endémisme spécifique marqué, ce qui n'est pas le cas;
- les bouleversements de classification sont souvent plus facteurs de confusion que de progrès.

Une voie d'amélioration de la synthèse de TROCHAIN serait peut-être de reconsidérer les interrelations entre domaines et secteurs. Pourquoi faudrait-il exclure la possibilité de voir un secteur enjambrer des limites de domaine? Quelle que soit l'échelle considérée, peu de végétations semblent imposer des emboîtements de partitions aussi stricts. Ainsi, à l'échelle de la station écologique, un modèle d'agencement de groupements végétaux en « écailles » (GODRON, 1967), permet de s'affranchir des rigidités des classifications phytosociologiques, strictement hiérarchiques. Une vision similaire de notre problème permettrait de tenir compte de la spécificité des espaces « soudano-sahéliens », tout en conservant la division entre domaines soudanien et sahélien comme structure principale de l'Afrique occidentale semi-aride. Il s'agirait alors de considérer un secteur « soudano-sahélien », transgressif par rapport aux limites des deux grands domaines.

En fonction des critères cités précédemment, il semble possible, pour une unité spatiale donnée, de savoir si elle doit être ou non classée dans un tel secteur. D'autre part, une analyse sur un plus grand nombre de sites de référence, devrait permettre de préciser les interrelations (en termes de redondance et de complémentarité) entre critères, et d'identifier précisément les combinaisons de critères les plus discriminantes d'un éventuel secteur « soudano-sahélien ».

## Conclusion

Cette réflexion n'avait pas la prétention de définir à elle seule, et pour un grand ensemble régional, les caractéristiques et le statut de l'interface entre domaines soudanien et sahélien. Par contre, nous avons voulu illustrer combien une approche, ne se basant plus seulement sur une vision statique du climat, de la flore et de la végétation, mais faisant intervenir aussi, dans la mesure de nos connaissances, des éléments de fonctionnement et de dynamique, perçus à plusieurs échelles, paraît intéressante pour affiner et synthétiser nos réflexions sur la phytogéographie de l'Afrique occidentale.

Si nous aboutissons à la reconnaissance d'une nette spécificité « soudano-sahélienne », ce constat ne prétend pas être autre chose qu'un résultat provisoire. Ceci du fait du petit nombre de localisations (soit connues directement, soit décrites par la bibliographie), dont les caractéristiques ont pu être prises en compte dans les raisonnements. La généralité de certains de ces raisonnements se verra vraisemblablement contredite par des observations faites sur d'autres sites de l'Afrique occidentale. Il s'agira alors de débattre pour savoir où est l'exception et où est la règle; c'est seulement par le biais de débats de ce genre, associant les réflexions et les expériences d'un nombre important de personnes, que l'on peut prétendre aboutir à des résultats phytogéographiques significatifs à l'échelle d'un très grand territoire.

**Remerciements** : Nous sommes particulièrement redevables au Pr M. GODRON (USTL, Montpellier), à J. FONTES (ICIV, Toulouse) et à B. ROUSSEL (Muséum national d'histoire naturelle) pour leurs critiques du manuscrit initial.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME - 1956 - Phytogeography, Yangambi. CSA/CCTA Publ. 22 : 35 p.
- AUBRÉVILLE A. - 1936 - La flore forestière de la Côte d'Ivoire, tome I. Centre technique forestier tropical, 371 p.
- AUBRÉVILLE A. - 1949 - Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Soc. Ed. Géogr. Coll. Paris. 351 p.
- AUBRÉVILLE A. - 1950 - Flore forestière soudano-guinéenne. Soc. Ed. Géogr. marit. et Col. Paris. 523 p.
- BARRY J.P., BOUDET G., BOURGEOT A., CELLES J.C., COULIBALY A.M., LEPRUN J.C., MANIÈRE R. - 1983 - Etude des potentialités pastorales et de leurs évolutions en milieu pastoral au Mali. ACC-GRIZA-LAT, 114 p.
- BENZECRI A. et coll. - 1984 - Problèmes et méthodes de la taxinomie. In - « La taxinomie ». Dunod ; pp. 63-90.
- BOUDET G. - 1972 - Désertification de l'Afrique tropicale sèche. *Adansonia* série 2, 12 (4) : 205-224.
- BOURLIÈRE F. et HADLEY M. - 1970 - The ecology of tropical savannas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1 : 125-152.
- CALKINS H. W. ET OBERMEYER N.J. - 1991 - Taxonomy for surveying the use and value of geographical information. *Int. J. Geographical Information Systems*, 5 (3) 341-351.
- CASENAVE A. et VALENTIN C. - 1990 - Les états de surface de la zone sahélienne ; influence sur l'infiltration. Paris, ORSTOM. 215 p.
- CHEVALIER A. - 1912 - Carte botanique, agricole et pastorale de l'AOF. *La géographie*, XXXVI, n° 1.
- CHEVALIER A. - 1933 - Le territoire géobotanique de l'Afrique tropicale nord-occidentale, ses subdivisions. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, LXXX, p. 4-26.
- COUTERON P. et KOKOU K. - 1992 - Parc national du « W » (Niger). Typologie et cartographie de la végétation du Parc national et de la Réserve de Tamou. Doc ENGREF/UNESCO. Montpellier. Multigr., 94 p.
- COUTERON P., SABATIER S. et KOKOU K. - 1991 - Bénoué (Cameroun). Typologie et cartographie de la végétation du Parc national. Doc. ENGREF/UNESCO. Montpellier. Multigr. 71p.
- DAGET Ph. et GODRON M. - 1982 - Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, collection d'écologie n° 18, 160 p.
- DESCOINGS B. - 1976 - Approche des formations herbeuses tropicales par la structure de la végétation. Thèse USTL Montpellier. 218 p.
- FONTES J. - 1983 - Essais cartographiques de la végétation par télédétection. Quelques exemples pris en Haute Volta. Thèse univ. P. Sabatier, Toulouse, 179 p.
- FORMAN R.T. et GODRON M. - 1986 - Landscape ecology. Ed. J. Wileys, New York, 587 p.
- GODRON M. - 1967 - Les groupes écologiques imbriqués en écailles. *Oecol. Plant.* 2 : 217-226.
- GODRON M. - 1975 - Préservation, classification et évolution des phytocénoses et des milieux. *Biologia contemporanea*, 2 (1) - 6-14.
- GUINKO S. - 1984 - Végétation de la Haute-Volta. Thèse doctorat d'État, université de Bordeaux III, 394 p.
- KEY R.W.J. - 1959 - Vegetation map of Africa south of the tropic of Cancer. Oxford University Press. Oxford. 24 p.
- KERSHAW K.A. - 1968 - Classification and ordination of Nigerian savanna vegetation. *J. ecol.* 56 : 467-482.
- LETOUZEY R. - 1968 - Étude phytogéographique du Cameroun. Lechevalier. Paris. 513 p.
- MENAUT J.C. - 1983 - African savannas. In - Tropical savannas Ed. Bourlière J.M. & Coll. Ecosystem of the world, n° 13. Elsevier. Amsterdam. pp 151-166.
- MONOD T. - 1957 - Les grandes divisions floristiques de l'Afrique. CSA/CCTA Publ. 24 : 147 p.
- MOREL R. - 1992 - Atlas agroclimatique de l'Afrique occidentale, tome I. Doc. CILSS/AGRHYMET. Niamey. 163 p.
- MORISON C.G., HOYLE A.C. ET HOPE-SIMPSON A.C. - 1948 - Tropical soil-vegetation catenas and mosaics. A study in the south-western part of the Anglo-Egyptian Sudan. *J. Ecol.* - 36. 87 p.
- RAUNKIAER C. - 1934 - The lifeform of plants and statistical geography. Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- SAADOU M. - 1984 - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux drainés de l'Ouest de la république du Niger, de la longitude de Dogondoutchi au fleuve Niger. Thèse 3<sup>e</sup> c. Bordeaux, Niamey,
- SCHNELL R. - 1977 - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. 3.4. La flore et la végétation de l'Afrique tropicale. Gauthiers-Villars. Paris, vol. III, 459 p. vol. IV, 378 p.
- SERPANTIE G., TEZENAS du MONTCEL L. et VALENTIN C. - 1992 - La dynamique des états de surface d'un terroir agropastoral soudano-sahélien. Conséquences et propositions. In - L'aridité, une contrainte au développement. Paris, ORSTOM, pp. 419-447.
- TROCHAIN J. - 1940 - Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. Mém. IFAN, n° 2, 433 p.
- TROCHAIN J. - 1952 - Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire française d'après leur pluviométrie. *Rec. Trav. Lab. Bot. Fac. Sc. Montpellier*, 5, pp. 113-124.

- TROCHAIN J. - 1970 - Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophone d'après la trilogie - climat, flore et végétation. *C.R. Séances Soc. Biogéogr.*, n° 395-403 - 139-157.
- UNESCO - 1973 - International classification and mapping of vegetation. *Ecol. Conserv.* 6: 93 p.
- WALKER B.H., LUDWIG D., HOLLING C.S. et PETERMAN R.M. - 1981 - Stability of semi-arid savanna grazing systems. *J. Ecol.* 69 - 473-498.
- WHITE F. - 1983 - La végétation de l'Afrique. Ed. UNESCO, 356 p.