

5.2

Pratiques culturales cotonnières et conservation de la biodiversité

Simplice D. VODOUHE
Gauthier BIAOU
Augustin T. KOUEVI

INTRODUCTION

Le cotonnier est une culture de rente introduite au Bénin depuis plusieurs décennies par les colons français. Avec le Mali et le Burkina Faso, le Bénin fait partie des trois premiers producteurs de coton en Afrique de l'Ouest. Avec une production de 351 000 t en 1996/97, il occupe la 2ème place après le Mali. Au cours de la campagne 2001-2002, la production du coton est passée de 334 000 t, en 2000-2001, à plus de 408 000 t mais a régressé depuis 2004 suite à la mauvaise gestion de la filière. Le coton représente près de 70 % des recettes d'exportation du Bénin. Le coton béninois est produit majoritairement dans les Départements de l'Alibori, du Borgou, des Collines et du Zou qui totalisent à eux seuls 80 % de la production nationale.

Cotton cultivation and biodiversity conservation

INTRODUCTION

The cotton plant is a cash crop introduced to Benin several decades ago by French colonists. Together with Mali and Burkina Faso, Benin is one of the three leading cotton producers in West Africa. With a production of 351 000 t in 1996/97, Benin occupies the second place behind Mali. During the 2001-2002 season, cotton production grew from 334 000 t in 2000-2001 to more than 408 000 t, but since 2004 it has declined as a result of poor management of the industry. Cotton represents almost 70 % of Benin's export revenue.

The Beninese cotton is predominantly produced in the Departments of Alibori, Borgou, Collines and Zou which alone accounts for 80 % of the national production.

La culture du cotonnier se pratique de plusieurs manières avec des degrés différents d'intérêt pour la préservation de la **biodiversité**[?]. On distingue l'approche conventionnelle de production, l'approche intégrée et l'approche biologique.

L'utilisation d'intrants, tels que les fertilisants minéraux et les **pesticides**[?] de synthèse, fait que le coton conventionnel a des effets néfastes sur l'environnement, sur la diversité biologique et sur la santé humaine et animale. En dépit de ses effets néfastes, le coton conventionnel occupe une place de choix dans l'économie béninoise. Il fait vivre l'Etat et de milliers de ménages, contribue au développement institutionnel local et national et au renforcement des capacités des structures associatives. Par conséquent, la graine de culture du coton conventionnel ne peut être arrêtée à court et moyen termes, bien que des voix s'élèvent de plus en plus contre cette culture désastreuse de l'environnement. On est pris dans un cul de sac. Que faire ? Le réalisme commande de rechercher des voies et moyens pour minimiser ces effets négatifs. C'est ainsi que les approches intégrée et biologique sont développées parallèlement à l'approche conventionnelle. Quels sont les **écosystèmes**[?] concernés et quelles

Cotton plant cultivation is practiced in several ways with varying degrees of consideration for **biodiversity**[?] preservation. We can distinguish between the conventional production approach, the integrated approach and the organic approach.

The use of inputs, such as mineral **fertilisers**[?] and synthetic **pesticides**[?], means that conventional cotton cultivation has harmful effects on the environment, biodiversity, and human and animal health. In spite of its harmful effects, conventional cotton cultivation holds a key place in the Beninese economy. It provides income for the State and for thousands of households, contributes to local and national institutional development and to strengthening the powers of community organizations. As a consequence, the pattern of conventional cotton cultivation cannot be halted in the short and medium term, even though protests are increasingly being voiced against this cultivation which is so detrimental to the environment. We are at a dead end. What can be done? Realism says that we should research ways and means of minimizing these negative effects. That is why the integrated and organic approaches are being developed alongside the conventional approach. Which

sont les conséquences de ces pratiques culturelles cotonnières sur la préservation de la biodiversité ?

ECOSYSTEMES CONCERNES PAR LES PRATIQUES CULTURALES COTONNIERES AU BENIN

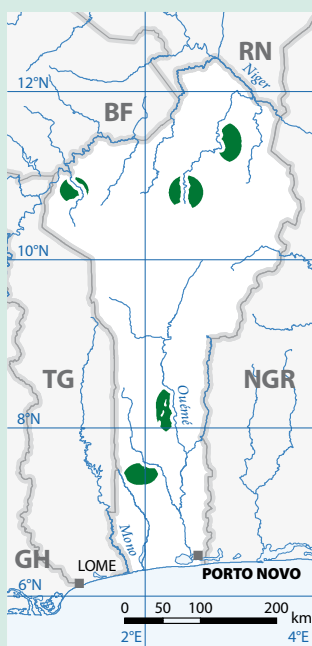
Cas du coton conventionnel


La culture conventionnelle du cotonnier est de loin la pratique culturelle la plus répandue au Bénin, du fait de la forte organisation politique et économique qui l'entoure. Elle se préoccupe à peine des dommages environnementaux, le profit maximal étant l'objectif

essentiel. Cette approche de culture est à la fois intensive et extensive, avec l'usage non toujours raisonné d'intrants chimiques, créant du coup du tort aux espaces forestiers et aux espèces animales et même humaine puis aux milieux et écosystèmes concernés. Plusieurs hectares d'écosystèmes forestiers, même dans les aires protégées, sont menacés de **dégradation**⁷ du fait de la culture conventionnelle du cotonnier. C'est le cas des forêts classées des Trois rivières, de Ouénou-Bénou et d'Alibori au Nord, d'Abomey et d'Agoua au Centre.

Tab. 5.3: Evolution des superficies du coton conventionnel et biologique au Bénin | Development of conventional and organic cotton cultivation areas in Benin

Années Years	Type de coton Type of cotton			
	Coton conventionnel Conventional cotton		Coton biologique Organic cotton	
	Superficie Area (ha)	Production Production (t)	Superficie Area (ha)	Production Production (t)
1996-1997	358 860	430 398	10	4,80
1997-1998	375 218	386 402	35	9,50
1998-1999	380 311	359 331	102	35,90
1999 - 2000			81	45,30
2000-2001		337 405	168	72,40
2001-2002	356 786	393 060	314	150,70
2002-2003	306 890	376 739	425	185,20
2003-2004	314 097	372 967	414	101,78
2004-2005	313 011	426 251	422	160,04
2005-2006	191 216	190 867	352	115,28
2006-2007		300 000	825	495,53
2007-2008			1900	760,00
Zones de production Production zones	Alibori, Atacora, Atlantique, Borgou, Collines, Couffo, Donga, Ouémé, Plateau, Zou		Djidja, Setto, Glazoué, Kandi, Sinendé	



Cultivation du coton biologique  Cultivation of biologic cotton

Carte 5.4: Carte de répartition de la production du coton au Bénin; En dehors des zones marquées sur la carte, le coton conventionnel se pratique sur l'ensemble du territoire béninois à l'exception des zones humides, telles que les vallées, et le côtier.

Map 5.4: Distribution map of cotton production in Benin; Apart from the zones marked on the map, conventional cotton cultivation is practiced throughout Benin with the exception of the humid zones, such as the valleys and the coast.

Plusieurs zones de production conventionnelle du cotonnier sont menacées de désertification notamment dans le Nord du Bénin qui est une zone soudanienne déjà sous menace de sahélanisation. Banikoara, est la Commune la plus citée en exemple par rapport à la menace programmée de désertification liée à la culture semi-intensive du cotonnier.

Cas du coton biologique

Présente officiellement au Bénin depuis les années 1995-1996, l'agriculture biologique ou tout au moins des pratiques d'agriculture biologique se rencontrent de nos jours sur toute l'étendue du territoire béninois et contribue à la préservation de la diversité

Tab. 5.4: Spéculations faisant objet de pratiques biologiques, institutions promotrices et zones d'intervention. | Speculations which are the subject of organic practices, promoting institutions and zones of operation.

Structures Organizations	Spéculations Speculations	Zones d'intervention Zones of operation
OBEPAB	Coton biologique certifié Certified organic cotton	Djidja, Setto, Glazoué, Kandji, Sinendé
AVIGREF-Pendjari	Coton biologique Alafia Alafia organic cotton	Pendjari

ecosystems⁷ are affected and what are the consequences of these cotton cultivation practices on biodiversity preservation?

ECOSYSTEMS AFFECTED BY COTTON PLANT CULTIVATION PRACTICES IN BENIN

The case of conventional cotton cultivation

Conventional cotton plant cultivation is by far the most widespread cultivation system practiced in Benin, due to the strong political and economic organization which surrounds it. It cares little about environmental damage, as maximum profit is the key objective. This cultivation approach is both intensive and extensive, sometimes with the imprudent use of chemical inputs, simultaneously harming the forest, animal and even the human areas of the environments and ecosystems concerned. Several hectares of forest ecosystems, even in protected sites, are threatened with destruction due to conventional cultivation

spécifique et écosystémique d'animaux et de végétaux. De façon générale, cette forme d'agriculture est l'apanage des jardins de maison et des zones de production où la culture conventionnelle du cotonnier et le maraîchage sont absents. Pour la promotion du coton biologique, la distribution géographique des institutions concernées voir la carte 5.4.

Cas de l'approche intégrée de production du cotonnier

Nous classons dans l'approche intégrée toutes pratiques intégrant des principes d'agriculture biologique et d'agriculture conventionnelle. Cette intégration prévaut souvent dans les domaines de la gestion de la fertilité des sols et des traitements phytosanitaires⁷ sur seuil économique. On peut citer les exemples de la lutte étagée ciblée (LEC) et de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS). Ces intégrations sont de nature à contribuer dans une certaine mesure à la préservation de la biodiversité surtout des végétaux, les espèces animales de tous ordres étant menacées dès l'usage des produits chimiques de synthèse.

La recherche agricole a mis au point la méthode de Lutte Etagée Ciblée qui est une méthode de lutte assurant une protection de fond de la culture avec des doses réduites d'insecticides appliquées de

of the cotton plant. This is the case in the listed forests of Trois Rivières, Ouénou-Bénou and Alibori in the north, and Abomey and Agoua in the centre.

Several conventional cotton plant cultivation production zones are threatened with desertification, notably in the north of Benin which is a Sudanian zone already under threat from sahelianisation. Banikoara is the commune most cited as an example in respect of the programmed threat of desertification linked to the semi-intensive cultivation of cotton.

Organic cotton cultivation

Having officially existed in Benin since the years 1995-1996, organic agriculture or at least organic agricultural practices, can now be found throughout the whole country and contribute to the preservation of the specific ecosystem diversity of animals and plants. Generally speaking, this form of agriculture is the privilege of household gardens and production zones where there is no conventional cotton plant cultivation and market gardening. The geographical distribution of the institutions involved in the promotion of organic cotton is shown in map 5.4.

façon calendaire auxquelles sont associées des interventions complémentaires décidées en fonction des seuils atteints par les ravageurs. Cette méthode permet de diminuer le coût de la production avec usage d'insecticide en réduisant les quantités de matières actives épandues donc en respectant mieux l'environnement lorsque la pression de ravageurs est faible. Elle permet de répartir l'application des insecticides lorsque la pression parasitaire est plus élevée. Face à la résistance de certains ravageurs, la LEC permet d'utiliser des produits spécifiques pour permettre d'assurer une meilleure productivité.

Par rapport au traitement classique, la LEC revient relativement moins cher. Déjà le prix des produits simples utilisés est moindre par rapport au prix des produits binaires utilisés dans le traitement classique. Par ailleurs, le traitement n'est pas systématique. Il est conditionné par la présence effective des ravageurs et à un seuil critique déterminé par les observations. Cela occasionne des gains de matières actives. Les agents de la LEC sont en même temps des producteurs qui sont formés à cet effet, ce qui réduit les charges. D'autre part, du fait de la non application systématique d'insecticides, la LEC participe à la protection de l'environnement, à

Integrated approach to cotton plant production

As Integrated production classify all practices which integrate the principles of organic agriculture and conventional agriculture in the integrated approach. This integration often prevails in the sectors of soil fertility management and **phytosanitary** treatments based on an economic threshold. We can give examples of the Integrated Pest Management technique (IPM) and of integrated soil fertility management (GIFS). By its nature this type of integration contributes to biodiversity preservation to a certain degree, especially for plants and all animal species under threat from the use of synthetic chemical products.

Agricultural research has developed the method of IPM, which is a method of control which ensures basic protection of the crop with reduced doses of insecticides being applied on a calendar basis and combined with complementary methods, decided according to the threshold levels reached by the pests. This method allows production costs to be reduced by still using insecticides, but whilst also reducing the quantities of active matter distributed, and therefore respecting the environment more when the level of pressure from pests is low. It allows



Fig. 5.4: Champ de coton biologique. | Field of organic cotton. APA

l'amélioration de la qualité du coton récolté et à l'accroissement du rendement, conséquence d'une lutte efficace contre les ravageurs.

Ces pratiques intégrées se rencontrent un peu partout sur le territoire national, y compris là où le coton conventionnel se cultive. Il s'agit dans certains cas d'options personnelles des paysans informés qui se sont rendus compte de l'efficacité de l'intégration des pratiques conventionnelles et biologiques surtout en matière de gestion de fertilité et de lutte contre les ravageurs.

ECOSYSTEMES ET ESPECES ANIMALES PRESERVEES PAR LA CULTURE BIOLOGIQUE DU COTONNIER

Ecosystèmes préservés

Grâce aux recommandations de l'agriculture biologique les écosystèmes d'eaux, de sols, de savanes et de forêts sont préservés dans les zones de production biologique citées ci-dessus. On peut citer comme exemple le Parc National de la Pendjari où eau, sols et végétaux sont préservés depuis la campagne 2007-2008 grâce à la promotion du coton biologique « Alafia » dans la Réserve de

insecticides to be applied when the pressure from **parasites**⁷ is at its highest. Faced with resistance from certain pests, the IPM allows specific products to be used in order to ensure better productivity.

Compared to conventional treatments, the IPM works out relatively cheap. Already the price of the basic products used is less compared to the price of the binary products used in conventional treatments. Besides, the treatment is not systematic. It is determined by the actual presence of pests and based on a critical threshold determined by observations. This results in savings in active materials. The agents of the IPM are also producers who have been trained in this aspect, which reduces expenses. On the other hand, due to the non-systematic application of insecticides, the IPM is contributing to protection of the environment, to improving the quality of the cotton harvested and to an increase in yields, which are the consequences of an effective fight against pests.

These integrated practices are found in most parts of the country, including places where cotton is cultivated conventionally.

Biosphère de la Pendjari. Il en est de même des affluents des rivières et fleuves Alibori, Ouémé, et Zou avoisinant les bassins de production biologique du cotonnier.

Espèces animales préservées

Dans le cadre de l'agriculture biologique des espèces animales sont considérées comme des amis du paysan et de ce fait sont systématiquement préservées. Il s'agit de : la coccinelle, la mante, la syrphie, la guêpe, les fourmis, la forficule, le criquet, les araignées et l'abeille. Au niveau des zones humides avoisinant les zones de production biologique, les ressources halieutiques (poissons et autres) bénéficient de l'innocuité des bio-intrants utilisés. Il en est de même pour la pédofaune (ver de terre et autres microorganismes) qui n'est pas détruite par les bio-intrants comparés aux intrants conventionnels.

In certain cases, this involves personal choice by well-informed farmers who have realized the efficiency of integrating conventional and organic practices, especially in the matter of fertility management and the fight against pests.

ECOSYSTEMS AND ANIMAL SPECIES PRESERVED BY ORGANIC CULTIVATION OF THE COTTON PLANT

Ecosystems preserved

Thanks to the recommendations of organic agriculture water, soil, savanna and forest ecosystems are being preserved in the organic production zones mentioned above. As an example, we can cite the National Park of Pendjari where water, soil and plants have been preserved since the season 2007-2008, thanks to promotion of the organic cotton "Alafia" in the Biosphere Reserve of Pendjari. It is the same for the river and stream tributaries of Alibori, Ouémé, and Zou bordering the organic cotton plant cultivation basins.

Animal species preserved

In the context of organic agriculture, animal species are considered to be friends of the farmer and are systematically preserved because of this. This involves ladybirds, mantises, hoverflies, wasps, ants, earwigs, crickets, spiders and bees. In the humid zones bordering the organic production zones, halieutic resources (fish and others) benefit from the non-hazardous nature of the organic input products used. It is the same for the pedofauna (earthworms and other microorganisms) which are not destroyed by the organic input products as they are with conventional input products.

5.3

Les plantations forestières à bases d'essences exotiques

Julien G. DJEGO

INTRODUCTION

Le potentiel des plantations forestières du Bénin comme substitut partiel aux bois énergie et aux bois d'œuvre issus des forêts naturelles tend à s'accroître, bien qu'elles n'occupent que 1 % du territoire. Ces plantations forestières sont définies comme des peuplements forestiers établis par plantation pour le reboisement. Elles sont surtout composées d'espèces introduites, et occupent de plus en plus, de vastes espaces avec un taux annuel de reboisement de 3 421 ha au moment où les forêts naturelles disparaissent à un rythme sans précédent (70 000 ha/an). Elles sont établies pour pourvoir en bois de feu et d'œuvre les centres urbains et pour limiter la **dégradation**⁷ du patrimoine forestier national.

Forest plantations composed of exotic tree species

INTRODUCTION

The potential of Benin's forest plantations as a partial substitute for wood fuel and timber coming from natural forests is increasing, even though they occupy only 1 % of the land. These forest plantations are defined as forest populations established by plantation for reforestation. They are mainly composed of species brought in, and they increasingly occupy vast spaces, with an annual reforestation rate of 3 421 ha at a time when natural forests are disappearing at an unprecedented (70 000 ha/yr). They were established to provide firewood and timber for urban centres and to restrict the destruction of the national forest heritage.

HISTORIQUE ET ETAT ACTUEL DES PLANTATIONS FORESTIERES AU BENIN

Les problèmes environnementaux (pénurie en bois énergie, érosion des terres de cultures, disparition progressive du bois de service, envahissement des terres cultivées par l'une des adventices les plus tenaces à éradiquer *Imperata cylindrica*, ensablement des cours et retenues d'eau) ayant pour cause essentielle la destruction de la couverture forestière, survenus ces dernières décennies, ont contraint les pouvoirs publics du secteur agricole au reboisement des zones dégradées. Les reboisements ont débuté au Bénin en 1949 par le teck (*Tectona grandis*) dans les forêts classées domaniales (périmètre de reboisement) et ont connu un essor important depuis les années 1980. Deux types de plantations sont remarquables:

- Les plantations domaniales (réalisées dans certaines forêts classées) appartenant à l'Etat et

- Les plantations privées (réalisées dans les terroirs villageois).

Les plantations domaniales sont gérées pour l'essentiel par l'Office National du Bois (ONAB) et sont destinées à fournir le bois d'œuvre et le bois de feu. Les essences **exotiques**⁷ à croissance rapide sont les plus utilisées dans le reboisement.

HISTORY AND CURRENT STATUS OF THE FOREST PLANTATIONS IN BENIN

Environmental problems (shortage of wood fuel, erosion of land for cultivation, gradual disappearance of utility wood, invasion of cultivated land by one of the most stubborn self-propagators to eradicate *Imperata cylindrica*, silting up of watercourses and reserves) with destruction of the forest cover being the fundamental cause, having occurred during the last few decades, have forced government authorities in the agricultural sector to start reforestation of the degraded zones. Reforestation started in Benin in 1949 with teak (*Tectona grandis*) in the state forests (reforestation area) and has seen a significant boom since the 1980s. Two types of plantations are noteworthy:

- The national plantations (set up in some state forests) belonging to the State and

- Private plantations (set up in village areas). The national plantations are in principle managed by the National Office for Wood (ONAB) and are intended to provide timber and firewood.

En dehors de ces plantations d'essences exotiques de bois d'œuvre et de feu, on observe aussi :

Des **cocoteraies** (*Cocos nucifera*) à Sémé-Kpodji, installées à partir de 1924, appartenant partiellement :

- Au domaine de l'Etat, dont 346 ha ont été enrichis ou remplacés, au cours de la dernière décennie, avec ou par des essences forestières diverses dans le cadre du Projet Bois de Feu sur le dépôt sédimentaire côtier
- À l'IRHO (actuelle station de recherche sur le cocotier- SRC) : 205 ha
- À la SONICOG (Société Nationale pour l'Industrie des Corps Gras) : 600 ha, cette dernière cocoteraie vient d'être remise à la SRC.

Des **palmeraies** (*Elaeis guineensis*) qui occupent une place de choix (450 000 ha) dans les paysages issus de la dégradation des forêts denses semi-**décidués**⁷ et des galeries forestières. Dans la partie Sud du Département de l'Ouémé-Plateau, les superficies des palmeraies sont estimées à 106 000 ha dont 17 000 ha de palmiers sélectionnés. La nouvelle palmeraie améliorée, développée dans la basse vallée de l'Ouémé autour de la Station de Recherche sur

The **exotic**⁷ tree species with rapid growth are those mostly used in reforestation.

Apart from these plantations of exotic tree species for timber and firewood, we also find:

Coconut plantations (*Cocos nucifera*) at Sémé-Kpodji, established from 1924, belonging partially:

- To the State sector, of which 346 ha have been enriched or replaced during the last decade, with or by diverse forest tree species in the context of the Firewood Project, on coastal sedimentary deposit
- To the IRHO (current research station on the coconut palm SRC): 205 ha
- To SONICOG (Société Nationale pour l'Industrie des Corps Gras): 600 ha, the latter coconut plantation has just been handed back to the SRC.

Oil palm (*Elaeis guineensis*) plantation occupying a key place (450 000 ha) in the landscapes resulting from the destruction of dense semi-**deciduous**⁷ forests and gallery forests. In the southern part of the Department of Ouémé-Plateau, the oil palm plantation cover is estimated as being 106 000 ha, of which

le Palmier à Huile (SRPH) de Pobé au Sud-Est du Bénin, présente une progression des surfaces plantées qui sont passées de 1 534 ha en 1993 à 30 524 ha en 2006.

Des **anacarderaies** (*Anacardium occidentale*) qui ont été installées un peu partout dans le pays entre 1960 et 1976, sur une superficie d'environ 5 300 ha et bien plus depuis les années 1990.

PRINCIPALES ESSENCES UTILISEES DANS LES NOUVELLES PLANTATIONS FORESTIERES

Le teck (*Tectona grandis*), constitue l'essence essentielle des plantations de bois d'œuvre au Bénin. Tandis que *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Senna siamea*, sont les plus utilisées dans la réalisation des plantations de bois de feu au Bénin. D'autres essences exotiques sont aussi utilisées, mais elles présentent une faible extension. Il s'agit de *Casuarina equisetifolia* (filao), *Acacia mangium*, *Melaleuca leucadendron* (niaouli), *Gmelina arborea* et *Leucaena leucocephala*. On y rencontre aussi, quelques essences locales telles que *Terminalia superba* (frake), *Triplochiton scleroxylon* (samba), *Khaya senegalensis*, *K. grandifoliola*, *Erythrophleum suaveolens*, etc. (voir Fig. 5.5-5.8)

17 000 ha is selected variety. The new improved oil palm plantation, developed in the low valley of Ouémé around the Research Station on Oil Palms (SRPH) of Pobè in the south-east of Benin, displays an increase of planted surfaces which have risen from 1 534 ha in 1993 to 30 524 ha in 2006.

Cashew tree groves (*Anacardium occidentale*) which were planted in almost all parts of the country between 1960 and 1976, on an area of around 5 300 ha and even more since the 1990s.

MAIN TREE SPECIES USED IN THE NEW FOREST PLANTATIONS

Teak (*Tectona grandis*) constitutes the essential tree species of the timber plantations in Benin. Whereas *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Senna siamea* are those most used in establishing firewood plantations in Benin. Other exotic tree species are also used, but only to a small extent. These include *Casuarina equisetifolia*, *Acacia mangium*, *Melaleuca leucadendron*, *Gmelina arborea* and *Leucaena leucocephala*. Here we also find some local tree species such as *Terminalia superba*,



Fig. 5.5: Plantation d'*Acacia auriculiformis* et *Eucalyptus camaldulensis*. | Plantation composed of *Acacia auriculiformis* and *Eucalyptus camaldulensis*. JDJ

Fig. 5.6: Plantation de *Tectona grandis*. | Plantation of *Tectona grandis*. JDJ

Fig. 5.7: Plantation d'*Eucalyptus camaldulensis*. | Plantation of *Eucalyptus camaldulensis*. JDJ

Fig. 5.8: Plantation d'*Casuarina equisetifolia*. | Plantation of *Casuarina equisetifolia*. JDJ

Au niveau national, le teck, représente 63,7 % des superficies des périmètres domaniaux reboisés. *Acacia auriculiformis*, l'espèce la plus courante du genre *Acacia*, couvre 10 % des superficies (Fig. 5.9).

Les essences exotiques promues dans le reboisement sont à croissance rapide et fournissent un rendement élevé en produits ligneux tandis que celles locales présentent une croissance assez lente.

DISTRIBUTION, SUPERFICIES ET TAUX ANNUELS DES PLANTATIONS FORESTIERES

Les plantations à base d'essences exotiques occupent environ 1 % du territoire. Elles sont plus développées au Sud et au Centre du pays qu'au Nord. Leur sylviculture en régime de futaie est remarquable dans les périmètres de reboisement de Sémé, de Pahou, de Ouèdo, de Toffo, d'Agrikey, de Djigbé, de la Lama et de Toui Kilibo (Toui Vap) et dans une moindre mesure dans certaines exploitations privées des terroirs villageois. L'évolution des superficies plantées sur quinze ans, de 1985 à 1999, (Fig. 5.10) indique un taux annuel de reboisement de 3 421 ha. Le couvert des plantations forestières évolue différemment selon les zones phytogéographiques, les années et la disponibilité offerte par les forêts classées

Triplochiton scleroxylon, *Khaya senegalensis*, *K. grandifoliola*, *Erythrophleum suaveolens*, etc. (See Fig. 5.5-5.8). On a national level teak represents 63.7 % of the total reforested areas. *Acacia auriculiformis*, the most popular species of the genre *Acacia*, and covers 10 % of the area (Fig. 5.9). The exotic tree species favoured for reforestation are fast-growing and provide an increased yield of wood products whereas the local ones are more slow-growing.

DISTRIBUTION, AREAS AND ANNUAL RATES OF FOREST PLANTATIONS

The plantations composed of exotic tree species occupy around 1 % of the land. They are more developed in the south and the centre of the country than in the north. Their silvicultural system of logging is remarkable in the reforestation areas of Sémé, Pahou, Ouèdo, Toffo, Agrikey, Djigbé, Lama and Toui Kilibo (Toui Vap) and to a lesser degree in certain private farms in village regions. The growth of areas planted over fifteen years, from 1985 to 1999 (Fig. 5.10) indicates an annual rate of reforestation of 3 421 ha. The forest plantation cover develops differently depending on the phytogeographical zones, the years

(périmètres de reboisement), protégées ou communautaires. La carte 5.5 présente la distribution des plantations à base d'essences exotiques au Bénin. Elles se concentrent plus dans les périmètres de reboisement des forêts classées que dans les terroirs villageois (Tab. 5.5) qui bénéficient beaucoup plus d'enrichissement ou boisement à base d'essences locales.

IMPACTS DES PLANTATIONS FORESTIERES

Les plantations forestières procurent d'importants bénéfices environnementaux, sociaux et économiques. Elles contribuent à réduire

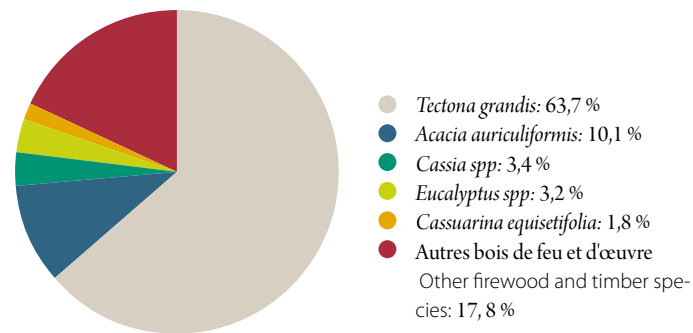


Fig. 5.9: Répartition de la superficie des plantations forestières par espèce. | Distribution of the area of forest plantations by species.

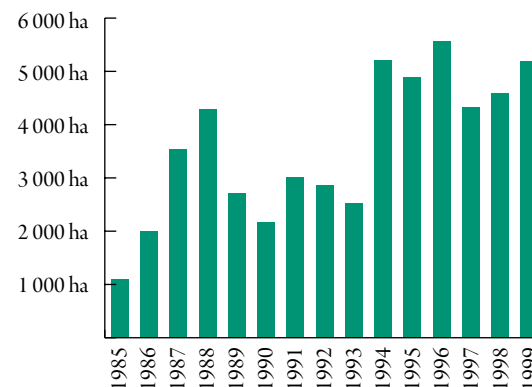
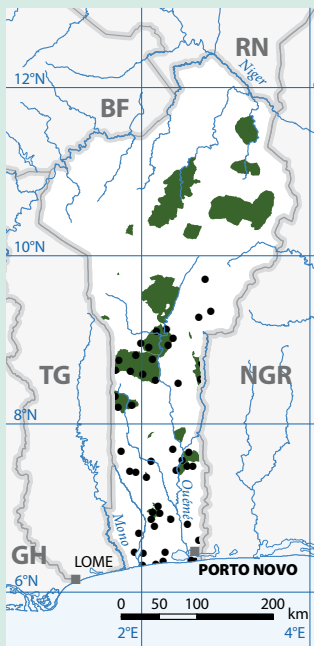


Fig. 5.10: Superficie des plantations forestières dans les périmètres domaniaux de 1985-1999. | Area of forest plantations in 1985-1999.

dans une faible proportion toutefois la pression sur les forêts naturelles par l'exploitation, à assurer la restauration des zones dégradées et à approvisionner les centres urbains en bois de feu et d'œuvre. Ainsi, les plantations forestières peuvent fournir un substitut essentiel de l'approvisionnement en matière première provenant des forêts naturelles. De plus, il existe un potentiel croissant d'investissement dans les plantations forestières pour compenser les émissions de carbone. Mais, malheureusement, ce développement de forêt artificielle le plus souvent monospécifique en substitution aux forêts naturelles affecte notamment le sol et la composition floristique

du sous-bois. Les effets varient suivant l'essence de reboisement, le type de peuplement, l'âge, la densité et le recouvrement. Les plantations développent une flore⁷ différente de celle de la végétation naturelle qu'elles remplacent. L'abondance de litière concomitante à sa faible décomposition et la réduction de la luminosité au sein des plantations fermées empêchent le développement du sous-bois. Les essences exotiques déterminent une perte progressive de l'identité floristique des stations d'afforestation. La gestion durable des plantations forestières devrait être envisagée pour assurer une conservation et une protection efficiente des ressources de sous-bois.



Plantation • Plantation
Forêt classée ■ Classified forest

Carte 5.5: Plantations avec d'essences exotiques.

Map 5.5: Plantations with exotic tree species.

Tab. 5.5: Superficies des plantations dans les forêts classées et terroirs villageois. | Areas of plantations in the Forests Reserves and village regions.

	Forêt classée Listed forest (ha)	Terroirs villageois Village regions (ha)
<i>Tectona grandis</i>	12 081	0
<i>Acacia auriculiformis</i>	1 915	0
<i>Senna siamea</i>	650	0
<i>Eucalyptus spp</i>	599	0
<i>Cassuarina equisetifolia</i>	342	0
Autres essences Other tree species	3 383	11 750

and the availability provided by the listed (reforestation areas), protected or community forests. Map 5.5 shows the distribution of plantations composed of exotic tree species in Benin. They are more concentrated in the reforestation areas of state forests than in the village regions (Table 5.5) which benefit much more from enrichment or forestation composed of local tree species.

IMPACTS OF FOREST PLANTATIONS

The forest plantations provide important environmental, social and economic benefits. They contribute, to a small degree, to reducing the pressure on the natural forests due to farming, to ensuring the restoration of destroyed zones and to supplying urban areas with firewood and timber. In this way, forest plantations can provide an essential substitute for the supply of primary materials coming from natural forests. In addition, forest

plantations provide an increasing investment potential for compensating carbon emissions. But unfortunately this development of artificial forest of mainly monoculture type as a substitute for natural forests affects the soil and the floristic composition of the undergrowth in particular. The effects vary according to the tree species used for reforestation, the type of population, the age, the density and the cover provided. The plantations develop a different flora⁷ from that of the natural vegetation which they are replacing. The abundance of leaf litter together with its slow decomposition and the reduction of luminosity inside the enclosed plantations prevent development of the undergrowth. The exotic tree species cause a progressive loss of the floristic identity of the afforestation sites. Sustainable management of the forest plantations should be planned for, to ensure efficient conservation and protection of the undergrowth resources.

5.4

Typologie des systèmes agroforestiers au Bénin

Anne FLOQUET

INTRODUCTION

Trois grands types d'**agroforesterie**⁷ peuvent être distingués au Bénin:

- Les parcs agroforestiers existent depuis que les hommes ont installé des cultures annuelles dans les zones de forêts et de savanes du Bénin et ont induit une sélection des ligneux associés à ces cultures. Ils subissent avec le temps des évolutions voire des mutations.
- Les cultures pérennes sont souvent associées à des cultures annuelles en début de cycle et jusqu'à fermeture de la **canopée**⁷.
- Des plantes pérennes destinées à jouer divers rôles auxiliaires vis-à-vis des cultures annuelles (recyclage de biomasse et fertilisation des terres, tuteur, etc.) leur sont associées.

SYSTEMES DERIVES DE LA GESTION PAR LES PRODUCTEURS DE LA VEGETATION SPONTANEE

Parcs des zones de savane soudanienne

En zones de savane, dès les premiers défrichements, les espèces pionnières prennent le pas sur les autres. De plus, lors de ces défrichements et des travaux d'entretien des cultures, les paysans protègent certaines espèces pérennes et en facilitent la propagation en réduisant la concurrence d'autres espèces.

Les parcs évoluent selon les densités de population. Les espèces résistantes aux feux comme le karité voient dans un premier temps leur densité augmenter quand l'utilisation agricole des terres devient plus intensive. Les densités de ligneux atteignent alors 50 à 100 arbres à l'hectare. A Bassila en 1992, la densité des arbres était de 63 pieds à l'hectare dont 25 de karité, comparable à celle mesurée dans le Borgou en 1989, 50-100 arbres à l'hectare, dont 70 % de karité. Mais dans un deuxième temps, cette densité tend à diminuer. La plupart des espèces de ces parcs exercent du fait de l'ombrage un effet dépressif sur le rendement des cultures associées, des céréales surtout, effet n'étant que partiellement compensé par les effets

Typology of agroforestry systems in Benin

INTRODUCTION

Three major types of agroforestry can be distinguished in Benin:

- Agroforestry parks have existed since man planted annual crops in the forest zones and savannas of Benin and produced a selection of woody products associated with these crops. Over time, they undergo changes or even mutations.
- **Perennial**⁷ crops are often combined with annual crops at the start of the cycle and until closure of the forest **canopy**⁷.
- Perennial plants designed to fulfil various auxiliary roles relating to annual crops (recycling of biomass and fertilization of the soil, staking, etc.) are combined with these.

SYSTEMS DERIVED FROM MANAGEMENT OF SPONTANEOUS VEGETATION BY PRODUCERS

Parks of the Sudanian savanna zones

Since they have been cleared, pioneer species have overtaken other species in savanna zones. In addition, during these clearings and during maintenance works for the crops, farmers protect certain perennial species and aid their propagation by reducing competition from other species.

The parks evolve according to population densities. Species resistant to fire, such as the shea tree, find that their density increases when agricultural land use becomes more intensive for the first time. Then woody species densities reach 50 to 100 trees per hectare. At Bassila in 1992, the density of trees was 63 heads to the hectare, of which 25 were shea trees, comparable to that recorded at Borgou in 1989, 50-100 trees to the hectare, of which 70 % were shea trees. However, this density tends to decrease second time around. Due to the shade, most of the species in these parks have a depressing effect on the yield of the combined crops, on cereals in particular, an effect which is

positifs liés au microclimat sous couvert et l'activité biologique des sols. Les producteurs tendent alors à moins protéger les jeunes plants de ces arbres surtout s'ils utilisent la traction animale et installent des cultures de rente comme le coton.

Les parcs dits parcs à karité du fait de sa dominance existent de la hauteur d'Abomey jusqu'à celle de Kandi. La densité des plants de karité y varie selon un gradient à partir de la zone de densité maximale observée à Bembereke (41 plants à l'hectare contre 15 à Abomey). Les densités du néré varient de 4 plants à l'hectare à la hauteur de Djougou, qui est devenu une zone d'exportation de graines, contre moins de 2 plants à l'hectare autour d'Abomey.

Bien que les espèces les plus répandues de ces parcs soient le karité et dans une moindre mesure le néré, il y coexiste souvent de 20 à 50 espèces d'une importance économique avérée (*Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Bombax costatum*, *Blighia sapida*, *Borassus aethiopum*, *Tamarindus indica*, *Cola nitida*, *Strychnos spinosa*, *Morinda lucida*, *Pseudocedrela kotschy*).

Les densités et composition des parcs varient également au sein du terroir villageois selon un arrangement souvent concentrique. Dans

only partly compensated by the positive effects linked to the undercover microclimate and the biological activity of the soil. So the producers tend to protect the young plants of these trees less, especially where they use animal traction and plant cash crops such as cotton.

The parks, called shea tree parks because of its dominance, exist from Abomey right up to Kandi. The density of the shea tree plants there varies depending on the gradient from the maximum density zone observed at Bembereke (41 plants /hectare against 15 at Abomey). The densities of the African locust bean trees vary from 4 plants/ hectare around Djougou, which has become a zone for exporting seeds, compared to less than 2 plants/hectare around Abomey.

Although the most widespread species of these parks are the shea tree and to a lesser degree the African locust bean tree, often 20 to 50 species with proven commercial importance co-exist there (*Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Bombax costatum*, *Blighia sapida*, *Borassus aethiopum*, *Tamarindus indica*, *Cola nitida*, *Strychnos spinosa*, *Morinda lucida*, *Pseudocedrela kotschy*).

la zone habitée, les jardins de case abritent une végétation multi-étagée diverse, où se retrouvent souvent les baobabs, les fruitiers et des arbres d'ombrage comme *Vitex doniana* ; dans les zones intensivement cultivées à proximité du village, les karités, les nérés et autres espèces protégées par l'homme sont plus nombreux, tandis que la végétation est plus diversifiée dans les zones de savane éloignées des villages.

La collecte dans les parcs est une source de revenu des femmes qui n'ont souvent pas de champs propres et dépendent de la vente du bois et des produits de cueillette, avec ou sans transformation. Selon les résultats d'une enquête menée en 2006 dans 7 Communes de l'Atacora et de la Donga, 31 % des femmes tirent des revenus de la collecte du karité, 14 % de celle du néré et 31 % du bois de chauffe pour des revenus moyens annuels de 28 000 F, 22 000 FCFA et 31 000 FCFA (y compris une fraction autoconsommée, 1 US\$ = 500 FCFA). A Boukoumbé, le baobab constitue de surcroît une source de revenu. Ces activités constituent des sources de revenu assez faibles mais largement partagées.

On aurait tort de penser que ces arbres sont d'accès libre. Les droits sur les arbres sont au contraire d'autant plus codifiés que le milieu est intensivement mis en valeur. Sur les terres lignagères, certaines

The densities and composition of the parks also vary within the village region depending on the layout which is often concentric. In the inhabited zone, the home gardens are home to a diverse multistrata vegetation, where baobabs, fruit trees and shade trees such as *Vitex doniana* are often found; in the intensively cultivated zones near the village, shea trees, African locust bean trees and other species protected by human are more numerous, whereas the vegetation is more diverse in the savanna zones further from the villages.

Gathering from the parks is a source of income for women who often do not have their own farms and depend on selling of wood and other gathering products with or without processing. According to the results of a survey carried out in 2006 in 7 communes of Atacora and Donga, 31 % of women acquire their income from collecting from the shea tree, 14 % from collecting from the African locust bean tree and 31 % from firewood for annual average incomes of 28 000 F, 22 000 FCFA and 31 000 FCFA (including a share for home consumption; 1 US \$ = 500 FCFA). Moreover the baobab constitutes a source of revenue at Boukoumbé. These activities represent fairly low sources of income but which are widely shared.

récoltes sont partagées entre tous les descendants de l'ancêtre qui a protégé le plant. Certains producteurs sont alors incités à planter des arbres pour pouvoir jouir seuls de leurs produits. Même au sein du ménage, la répartition des produits fait l'objet d'une concurrence. A Boukoumbé, les femmes peuvent utiliser la pulpe des fruits de baobab mais les graines utilisables comme ingrédient de la sauce seront vendues par les hommes.

La diversité génétique au sein du karité est importante. Il s'agit d'une espèce endogène sur laquelle la sélection massale par les producteurs n'est pas aisée du fait d'une entrée tardive en production (20 ans). Les performances des arbres varient énormément : 7 à 28 kg/ arbre et un taux de matière grasse allant de 29,1 à 61,9 % du poids sec de l'amande au Ghana. Même si les producteurs suppriment certains arbres en croissance dès qu'ils soupçonnent de mauvaises performances, les possibilités d'une sélection restent à mieux exploiter.

Aujourd'hui, le néré et le karité voient leur valeur marchande s'améliorer. De plus l'administration forestière interdit la destruction au défrichement des espèces les plus utiles. Cela constitue une

It would be wrong to think that these trees are freely accessible. On the contrary, the rights to the trees are even more codified than the intensive emphasis placed on the environment. On the strips of land certain harvests are shared between all the descendants of the ancestor who protected the plant. Certain producers are thus encouraged to plant trees to enjoy their products alone. Even within a household the distribution of products becomes competitive. At Boukoumbé, the women can use the pulp of the baobab fruits but the grains which can be used as ingredients in sauce will be sold by the men.

The genetic diversity of the shea tree is important. It is an endogenous species for which mass selection by the producers is not easy as it is slow to mature for production (20 years). The performance of the trees varies enormously: 7 to 28 kg/tree and a fat ratio going from 29.1 to 61.9 % of the dry weight of the almond in Ghana. Even if the producers remove some trees once they suspect poor performance, the selection possibilities could still be better exploited.

Today, the African locust bean tree and the shea tree are seeing their market value improve. In addition, the forestry authorities forbid the destruction of the most useful species by clearing.

incitation à la préservation. Des progrès génétiques sont possibles sur ces espèces. Enfin, les droits de plus en plus codifiés au niveau local sur les arbres incitent à une appropriation individuelle par la plantation. Il n'est pas exclu de voir progressivement une partie de parcs se transformer en agroforesterie de plantation.

Systemes agroforestiers à base de ligneux issus des forêts denses en zone guinéenne

Les reliques forestières sur les plateaux d'Allada et de Sakété attestent de la présence autrefois de la forêt dense semi **décidue**⁷. Là aussi, après des mises en cultures répétées, certaines espèces ligneuses perdurent dans les mosaïques de champs et de jachères arbusives à la fois parce qu'elles résistent aux diverses pratiques **anthropiques**⁷ (espèces résistantes aux feux de végétation ou à caractère pionnier) ou parce qu'elles sont protégées lors des défrichements.

La plupart des espèces citées comme des espèces forestières comestibles dans des travaux de recherche sont protégées partiellement lors des défrichements (*Vitex doniana*, *Dialium guineense*, *Chrysophyllum albidum*, *Uvaria chamae*, *Annona senegalensis*, *Irvingia gabonensis*) mais certaines espèces non comestibles le sont également.

This creates an incentive for preservation. Genetic progress is possible with these species. Finally, the increasingly codified rights to the trees at local level encourage individual appropriation of each plantation. Seeing part of the parks progressively transformed into agroforestry parks cannot be excluded.

Woody agroforestry systems resulting from the dense forests in the Guinean zone

The forest relics on the plateaus of Allada and Sakété are proof of the presence of dense semi-**deciduous**⁷ forest in the past. There too, after repeated periods of cultivation, certain woody species survived in the mosaics of fields and shrubby fallow lands, either because they are resistant to the various **anthropogenic**⁷ practices (species resistant to vegetation fires or pioneering by nature) or because they are protected when clearing is undertaken.

The majority of the species mentioned in the research done, such as edible forest species, are partially protected during clearing (*Vitex doniana*, *Dialium guineense*, *Chrysophyllum albidum*, *Uvaria chamae*, *Annona senegalensis*, *Irvingia gabonensis*) but so are certain non-edible species. In this way, *Moringa*

C'est ainsi que sur le plateau d'Allada, *Moringa lucida* est protégé pour la qualité de son bois, *Margaritaria discoidea* (cette euphorbiacée a des propriétés bactéricides et son fourrage est distribué aux petits ruminants) pour ses émondes fourragères, *Albizia zygia* pour son bois, sa croissance rapide et son paillis fertilisant. Néanmoins, quand l'intensité de la culture s'accroît encore et que la durée de la jachère se réduit, ces espèces disparaissent au profit des **herbacées**⁷ et le nouveau groupement végétal est entretenu par les feux récurrents. Dès lors, des mesures actives de protection des plants forestiers après défrichement sont à envisager pour limiter l'expansion des herbacées.

Sur la partie sud du plateau d'Allada où les jachères sont déjà dégradées, les espèces ligneuses se maintiennent dans un système agroforestier grâce à un sarclage sélectif et une technique d'émondage à un mètre au dessus du sol. Parmi les 29 espèces ligneuses recensées, 26 tolèrent des émondages répétés et leurs effets varient selon leur capacité à accumuler des nutriments et la vitesse de décomposition de leur paillis. Des espèces à décomposition rapide et à teneur élevée en azote (*Millettia thonningii*, *Albizia zigia*, *Baphia nitida*, *Zanthoxylum zanthoxyloides*) sont à combiner avec des espèces dont les

lucida is protected on the plateau of Allada for the quality of its wood, *Margaritaria discoidea* (this Euphorbiaceae species has bacterial properties and its foliage is distributed to small ruminants) for its leafy prunings, *Albizia zygia* for its wood, its rapid growth and its fertilizing mulch. Nevertheless, when the intensity of culture increases further and the duration of the fallow period is reduced, these species disappear in favour of **herbaceous**⁷ plants and the new plant grouping is maintained by repeated fires. From then on, active protection measures must be planned for the forest plants after clearing in order to limit expansion of the herbaceous plants.

On the south part of the plateau of Allada where the fallow areas have already been destroyed, woody species are maintained in an agroforestry system thanks to selective clearing and a pruning technique to one metre above ground. Amongst the 29 woody species recorded, 26 tolerate repeated pruning and the effects vary depending on their capacity to store nutrients and the speed at which their mulch decomposes. Species with fast decomposition and good nitrogen holding capacity (*Millettia thonningii*, *Albizia zigia*, *Baphia nitida*, *Zanthoxylum*

paillis se décomposent plus lentement (*Dialium guineense*). Un tel système produit en deuxième année 1,5 fois la quantité de biomasse produite par le système usuel d'émondage de toute la végétation et donc plus de paillis et de matière organique dans le sol. Le rendement des cultures associées n'est pas affecté alors que le système produit du bois et divers produits non ligneux.

Systèmes agroforestiers à base de palmiers à huile

Le palmier à huile *Elaeis guineense* est une espèce endogène, probablement originaire du massif forestier de Guinée, qui se propage naturellement dans les défriches forestières du fait de son héliophilie. Plusieurs types de palmeraie ont été observés dès le 18ème siècle au bas Bénin. Sur le plateau d'Allada qui constitue une zone agroécologique favorable à l'expansion de cette espèce, les voyageurs des 18ème et 19ème siècles parlent déjà de « forêts de palmiers » tant ceux-ci sont denses. Ces forêts contrastaient avec les parcs à palmiers en association observés à Ouidah, où les conditions écologiques étaient moins favorables à l'espèce et les terres plus densément cultivées. Dès le 18ème siècle, de l'huile rouge produite sur le plateau d'Allada était exportée via le port de Ouidah.

zanthoxyloides) should be combined with species whose mulch decomposes more slowly (*Dialium guineense*). In the second year, such a system produces 1.5 times the quantity of biomass produced by the standard pruning system for all vegetation, and therefore means more mulch and organic matter in the soil. The yield of the combined crops is not affected, as the system produces wood and various non-wood products.

Agroforestry systems composed of oil palm trees

The oil palm *Elaeis guineense* is an endogenous species, probably originating from the forests of Guinea, which propagates naturally in the forest after clearings due to its heliophiles. Several types of oil palm plantation have been noted in lower Benin since the 18th century. On the plateau of Allada, which constitutes a favourable agroecological zone for the expansion of this species, travellers from the 18th and 19th centuries spoke even then of "the forests of oil palm trees" because they were so dense. These forests contrasted with the combined parks of oil palm trees observed at Ouidah, where the ecological conditions were less favourable to the species and the land more densely cultivated. From the 18th century, red oil produced on

Sur le plateau d'Abomey, au 18^{ème} siècle, les voyageurs décrivaient des paysages agroforestiers à néré, karité, *Vitex doniana* et *Daniellia oliveri*. C'est l'influence de l'homme qui provoque le développement de la palmeraie sur le plateau d'Abomey hors de sa zone naturelle d'expansion. La politique de création de fermes sous l'impulsion des rois d'Abomey et le travail agricole d'une importante main d'œuvre sur les plantations des dignitaires vont permettre la création au 19^{ème} siècle de palmeraies-parcs. Cette reconversion économique est encouragée par le Roi Ghézo et par les demandes des huileries européennes.

L'âge d'or des palmeraies se situe aux alentours des années 1920 où elles auraient occupé 500 000 hectares. Dans les années 70, leurs productions deviennent de moins en moins compétitives. Les planteurs se désintéressent de leurs plantations et les exploitent de plus en plus pour le vin. Pour résister à une concurrence d'huile importée, la région du Mono Couffo se spécialise dans la production d'huile de palme de qualité, tandis que l'Ouémé, où les rendements sont plus élevés, alimente le marché intérieur avec une huile rouge « standard », à plus bas prix.

the plateau of Allada was exported via the port of Ouidah. On the plateau of Abomey, in the 18th century, travellers described agroforestry landscapes of African locust bean tree, shea tree, *Vitex doniana* and *Daniellia oliveri*. It was man's influence which brought about the development of the oil palm plantation on the plateau of Abomey, outside their natural expansion zone. The policy of creating farms at the instigation of the kings of Abomey and agricultural work by a large workforce on the plantations of the dignitaries, gave rise to the creation of oil palm plantations in the 19th century. This economic reconversion was encouraged by King Ghézo and by the demands of the European oil mills.

The golden age of the oil palm plantation was around the 1920s, when they would have occupied 500 000 hectares. During the 1970s, their production became less and less competitive. The planters lost interest in their plantations and operated them increasingly for wine. To resist competition from imported oil, the region of Mono-Couffo specialises in the production of quality palm oil, whereas Ouémé, where the yields are higher, supplies the domestic market with "standard" red oil at a lower price.

Au total, l'analyse des photos aériennes de 1995 et des images satellites de 1990-97 permet d'évaluer les cultures sous palmeraies et jachères à palmiers à 419 000 ha, soit 28 % de la superficie cultivable. La palmeraie a donc peu régressé en superficie mais en densité. Il s'ajoute à ces palmeraies à base d'*Elaeis guineense* var. *dura* environ 50 000 ha de plantations sélectionnées dans les Départements du Bas-Bénin. Les plantations installées entre 1960 et 1974 par l'Etat puis passées sous un statut de « coopératives » couvrent 20 000 ha. Elles sont peu productives du fait des conflits autour de leur appropriation. De nos jours, des petites plantations privées de palmiers sélectionnés se développent (de l'ordre de 6 500 ha en 2005). Alors que dans un premier temps, les travaux des sélectionneurs profitaient plus aux planteurs des zones équatoriales, les dernières sélections ont permis d'obtenir des hybrides résistants à la sécheresse et mieux adaptés aux conditions climatiques marginales du Bénin. Ces réussites combinées à une demande soutenue en produits oléagineux sur les marchés africains expliquent le regain d'intérêt observé pour la plantation. S'y adonnent non seulement des paysans propriétaires de terre mais aussi des néo ruraux soucieux d'une retraite. Ces palmeraies entrent en fait dans les systèmes agroforestiers qui vont être présentés ci après.

In total, from an analysis of the aerial photos of 1995 and satellite images from 1990-97, we can estimate that cultivation beneath oil palm plantations and fallow areas of oil palms was at 419 000 ha, being 28 % of the cultivable area. Therefore, the palm grove has declined a little in area but more in density.

In addition to these oil palm plantation composed of *Elaeis guineense* var. *dura*, there are around 50 000 ha of selected plantations in the Departments of south Benin. The plantations established by the State between 1960 and 1974 and then converted into "co-operatives" by statute, cover 20 000 ha. They are not very productive due to the conflicts concerning their appropriation. Today, small private plantations of selected oil palm plantation are developing (in the region around 6 500 ha in 2005). Whilst initially planters in the equatorial zones benefited more the works by the selectors, the latest selections have allowed hybrids to be obtained which are resistant to drought and better adapted to the marginal climatic conditions of Benin. This success, combined with sustained demand for oleaginous products in the African markets, explains the renewed interest in plantations. It is not just land-owning farmers who

SYSTEMES AGROFORESTIERS A BASE DES PLANTATIONS DE LIGNEUX

Les plantations pérennes sont systématiquement installées dans des champs cultivés par les producteurs agricoles, qui ainsi entretiennent les jeunes plants tout en récoltant des cultures saisonnières.

Anacardiens

Le genre *Anacardium* est originaire d'Amérique latine. L'anacarde *Anacardium occidentale* a été introduit au Bénin comme espèce de reboisement par une société d'Etat dans les années soixante (10 000 ha en 1973) puis dans les forêts classées avec implication des paysans dans un système taungya. Aujourd'hui, l'anacarde est installé par des exploitants agricoles sur leurs exploitations en association avec des cultures, en particulier avec l'igname. Selon la densité choisie pour la plantation, il peut être envisagé d'associer des annuelles durant les 10 premières années (le plus souvent 5-7 ans), après quoi la plantation couvre le sol et atteint aussi sa productivité maximale. Dès lors, le système agroforestier devient plantation. Ce mode d'installation permet de réduire considérablement les coûts d'installation puisque le jeune plant bénéficie des sarclages des cultures annuelles associées.

devote themselves to this, but also non-farmers seeing oil palm plantation as investment for their retirement. These oil palm plantations belong to the agroforestry systems which will be presented below.

AGROFORESTRY SYSTEMS COMPOSED OF WOODY PLANTATIONS

Perennial plantations are systematically set up in the fields cultivated by agricultural producers, who thus maintain their young plants whilst harvesting seasonal crops.

Cashew trees

The *Anacardium* genus originates from Latin America. The cashew tree *Anacardium occidentale* was introduced to Benin as a reforestation species by a State company in the 1960s (10 000 ha in 1973), then into the Forest Reserves involving the farmers in a taungya system. Today, the cashew tree is planted by agricultural operators on their farms combined with crops, in particular with yams. Depending on the density chosen for the plantation, they may decide to combine annual crops for the first 10 years (more often 5-7 years), after which the planting

En 2002, les superficies cultivées étaient estimées à entre 30 000 et 70 000 ha selon les sources, soit 1,5 % des superficies cultivables de la zone favorable à cette culture (Donga, Borgou, Collines, Plateau). Mais, ces estimations semblent sous évaluer l'importance que prend ce système agroforestier dans les zones écologiques qui lui conviennent. Dans une enquête sur 8 villages représentant les divers systèmes de culture de l'Atacora Donga, 25 % des chefs d'exploitation enquêtés sont des planteurs d'anacarde, la superficie moyenne cultivée des exploitations est de 4,0 ha et celle des plantations de 2,2 ha. Les plus gros producteurs sont ceux qui plantent le plus. Les plantations sont surtout développées dans les 2KP et Bassila. A Kouandé par exemple, 38 % des superficies cultivées sont sous anacarderaies alors qu'en moyenne sur l'Atacora-Donga, ce taux tombe à 17 %.

Une enquête menée auprès de planteurs de plus de 0,5 ha dans les trois grandes zones de plantation (Collines, Donga, Borgou) montre également que ceux-ci consacrent des parts importantes de leurs exploitations à ces plantations (31 % des planteurs allouent à l'anacarde plus de 75 % de leur exploitation ; 25 % de 50 à 75 % de leur exploitation). Il s'agit de personnes déjà âgées (49 ans en

covers the ground and also reaches its maximum productivity. From then on, the agroforestry system becomes the plantation. This mode of planting reduces considerably establishment costs since young plants benefit from the clearing of the annual crops they are combined with.

In 2002, the cultivated areas were estimated at between 30 000 and 70 000 ha, depending on the source, being 1.5 % of the cultivable areas in the zone which favours this type of cultivation (Donga, Borgou, Collines, Plateau). However, these estimates seem to undervalue the importance of this agroforestry system for the ecological zones which suit it. In a survey in 8 villages representing the various cultivation systems of Atacora Donga, 25 % of farm managers surveyed are planters of cashew trees, the average cultivated area of the farms is 4.0 ha and that of the plantations 2.2 ha. The largest producers are those who plant most. The plantations are developed in 2KP and Bassila in particular. At Kouandé for example, 38 % of cultivated areas are under cashew trees, whereas on average across Atacora-Donga this rate falls to 17 %.

moyenne), autochtones le plus souvent, ayant hérité et préparant leur retraite, et qui plantent 2,0 ha en moyenne dans les Collines et la Donga et 4,2 ha dans le Borgou.

Quelques rares études de sols sous plantations au Nigeria permettent de formuler l'hypothèse que les plantations d'anacarde permettent de maintenir le niveau de fertilité des sols à un niveau comparable avec celui de la végétation initiale. Les plantations d'anacarde protègent de l'érosion et constituent aussi une puissante incitation à contrôler les feux de végétation. Les espèces naturelles associées sont par contre peu nombreuses du fait du couvert. De plus, la faible diversité inter et intra spécifique rend les systèmes de culture assez sensibles au parasitisme et à tous les aléas écologiques et économiques. L'amélioration du potentiel génétique des plantations en est à ses débuts au Bénin avec l'installation de vergers semenciers et le greffage.

Il faut se demander si le développement de l'anacarde ne permet pas déjà de contrebalancer la déforestation en termes de couverture forestière, comme c'est le cas au Nord de la Côte d'Ivoire.

A survey carried out amongst planters of more than 0.5 ha in the three major plantation zones (Collines, Donga, Borgou) also showed that they devote large parts of their farms to these plantations. (31 % of planters allocate more than 75 % of their farm to the cashew tree; 25 % with 50 to 75 % of their farm). This involves people who are already old (49 years on average), most often natives who have inherited and are preparing for their retirement, and who plant 2.0 ha on average in Collines and Donga and 4.2 ha in Borgou.

Some rare studies of soil below plantations in Nigeria allow us to formulate a hypothesis that cashew tree plantations allow the fertility level of soils to be maintained at a level comparable to that of the initial vegetation. The cashew tree plantations protect against erosion and also constitute a powerful aid in controlling vegetation fires. By contrast, the associated natural species are less numerous due to the cover. In addition, the poor interspecific and intraspecific diversity makes cultivation systems susceptible to parasitism and to all the ecological and economic vagaries. An improvement in the genetic po-

Teckeraies et plantations d'*Acacia auriculiformis*

Le teck (*Tectonia grandis*, Verbenaceae), originaire d'Asie du Sud-Est, a été introduit au Bénin il y a environ 60 ans par installation de vastes plantations domaniales (environ 16 000 ha, dont 7 000 ha dans la dépression de la Lama) dans le but d'approvisionner le pays puis les marchés extérieurs en bois d'œuvre. Mais en parallèle, les producteurs se sont appropriés cette espèce et pour produire des perches, la conduisent en taillis en rotation d'environ 5 ans. Le teck est installé en association dans des cultures saisonnières et bénéficie de l'entretien de ces dernières pendant les deux premières années. Les paysans installent de petites parcelles de tecks pour les besoins locaux et les néo-ruraux implantent des plantations à la fois comme source de revenu et marquage de la propriété foncière. Les feuilles sont exploitées comme matériel d'emballage des produits agroalimentaires.

Acacia auriculiformis (Mimosaceae) originaire d'Australie, a été introduit dans les années 80. De 1986 à 1998, le Projet Bois de Feu a promu des plantations domaniales et villageoises souvent à base d'*Acacia auriculiformis* (respectivement 5 300 et 4 400 ha). Mais de plus, un mouvement d'adoption est observé à proximité des grands

tential of the plantations is in its early stages in Benin with the establishment of seed orchards and grafting.

We should question whether the development of the cashew tree is already permitting deforestation to be counterbalanced in terms of forest cover, as is the case in the north of Côte d'Ivoire.

***Tectonia grandis* and *Acacia auriculiformis* plantations**

Teak (*Tectonia grandis*, Verbenaceae), originally from South-East Asia, was introduced to Benin around 60 years ago by establishing vast state-owned plantations (around 16 000 ha, of which 7 000 ha are in the Lama depression) with the aim of supplying the country and then external markets with timber. However, at the same time, producers appropriated this species and coppiced it in rotations of approximately 5 years to make poles. Teak is planted in combination with seasonal crops and benefits from the maintenance of the latter during its first two years. The farmers' plant small parcels of teak for local requirements and the non-farmers plant them also both as a source of rev-



5.11



5.12



5.13



5.14



5.15

Fig. 5.11: Système agroforestier: Plantation de *Borassus egyptium* cultivée de maïs. | Agroforestry system: Plantation of *Borassus egyptium* cultivated with maize. BSI

Fig. 5.12: Système agroforestier à base de *Vitellaria paradoxa* et *Pseudocedrela kotschyii* cultivé de maïs. Agroforestry system with *Vitellaria paradoxa* and *Pseudocedrela kotschyii*, cultivated with maize. BSI

Fig. 5.13: *Terminalia macroptera* avec | with *Andropogon gayanus*. BSI

Fig. 5.14: *Acacia auriculiformis* avec maïs | with maize. BSI

Fig. 5.15: Système agroforestier à base de *Vitellaria paradoxa* et maïs. | Agroforestry system with *Vitellaria paradoxa*, cultivated with maize. MSC

marchés de consommation urbains de bois énergie et de perches. Comme pour le teck, il concerne d'abord les néo-ruraux mais aussi les producteurs à petite échelle. L'espèce produit un important paillis qui se décompose lentement et après une coupe, les rendements en cultures annuelles sont élevés. Ainsi, l'espèce est donc aussi utilisée dans l'agroforesterie fertilitaire.

AGROFORESTERIE DE SERVICES

Paradoxalement, elle reste assez peu développée. Les services sont la mobilisation et le recyclage des éléments nutritifs, combinés souvent avec la fixation d'azote, le tuteurage des plantes lianescentes comme l'igname, la clôture des champs et des cours de maison. Beaucoup d'espoirs ont été placés dans les années 1980 dans le développement de systèmes agroforestiers à but de fertilisation organique. Les plantes de service étaient supposées aller puiser en profondeur les éléments lessivés et les restituer par émondage ou recépage aux cultures annuelles. Disposées en haies parallèles, des légumineuses arbustives telles que *Leucaena leucocephala* et *Gliricidia sepium* accompagnaient des « cultures en couloirs ». Mais la concurrence exercée par ces haies s'est souvent révélée plus élevée qu'initialement excomptée. L'adoption de telles associations est

encore rare. Le système intéresse les producteurs d'igname dont les variétés répondent au tuteurage.

enue and for marking property boundaries. The leaves are used as packing material for agrofood products.

Acacia auriculiformis (Mimosaceae) originally from Australia, was introduced in the 1980s. From 1986 to 1998, the Firewood Project promoted state-owned and village plantations, often composed of *Acacia auriculiformis* (respectively 5 300 and 4 400 ha). But in addition a movement was observed near the large markets towards the adoption of urban consumption of wood for energy and poles. As with teak, this initially concerned the non-farmers and also the small-scale producers. The species produces important mulch, which decomposes slowly, and after one cut the annual crop yields increase. Consequently, this species is also used in agroforestry fertility.

AGROFORESTRY OF SERVICES

Paradoxically, this remains little developed. The services are mobilisation and recycling of nutritional elements, often combined with nitrogen fixing, the staking of lianescent plants such as yams, enclosure of fields and house courtyards.

In the 1980s, much hope was placed on the development of agroforestry systems with the aim of organic fertilisation. The service plants were supposed to draw up the elements washed out from deep down and restore them to the annual crops by pruning or cutting back. Arranged in parallel hedges, leguminous shrubs such as *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* are companion plants to "corridors of crops". But the competition created by these hedges often proved to be higher than initially anticipated. The adoption of such combinations is still rare. The system is of interest to yam producers whose varieties respond to staking.

5.5

Diversité des espèces en agroforesterie

Achille E. ASSOGBADJO
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Les systèmes **agroforestiers**⁷ constituent un système d'utilisation des terres rurales qui permet aux paysans de produire des cultures annuelles en combinaison avec des arbres utilitaires. Ainsi, en plus des céréales, ils obtiennent des parcs agroforestiers des produits d'arbres tels que les légumes, les fruits, les huiles végétales, le bois de feu et les médicaments. Cependant, la fonction multiple générée par l'établissement des systèmes agroforestiers ne peut être remplie que si la diversité des espèces est gérée adéquatement.

DIFFERENTES PRATIQUES AGROFORESTIERES

Trois catégories de pratiques agroforestières sont à distinguer au Bénin.

1. La première catégorie regroupe dans un même espace des cultures vivrières et/ou de rente avec des espèces sélectionnées et protégées par les paysans dans les champs et jardins de case. Dans le domaine Soudanien du Bénin (Nord Bénin), le coton (culture de rente), les tubercules (ignames) et les céréales (sorgho, mil) accompagnées à des degrés divers de légumineuse (haricot) sont associées à des espèces de plantes dont les plus importantes sont *Adansonia digitata*, *Bombax costatum*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Hyphaene thebaica*, *Ceiba pentandra*, *Blighia sapida*, et *Vitellaria paradoxa*. Outre les avantages alimentaires qu'elles offrent, ces essences fournissent une gamme de produits et services qui justifient leur protection. A ce type de système agroforestier, sont le plus souvent associées des espèces animales telles que les ovins et les bovins.

Dans la zone Guinéenne (Sud Bénin), ce sont surtout les céréales notamment le maïs et les racines (manioc) qui sont le plus souvent associées avec les espèces agroforestières telles que *Irvingia gabonensis*, *Chrysophyllum albidum*, *Blighia sapida*, *Moringa oleifera*, *Pterocarpus santalinoides*, *Spondias monbin* et *Cola acuminata*.

Enfin dans la zone de transition Soudano-Guinéenne (Centre Bénin), ce sont les racines et tubercules (igname et manioc), les

protected by the farmers in the fields and home gardens in the Sudanian domain of Benin (North Benin), cotton (cash crop), tubers (yams) and cereals (sorghum, millet) grown with varying levels of legumes (haricot) which are combined with species of plants, foremost *Adansonia digitata*, *Bombax costatum*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Hyphaene thebaica*, *Ceiba pentandra*, *Blighia sapida* and *Vitellaria paradoxa*. Beyond the nutritional advantages that they provide, these tree species supply a range of products and services which justify their protection. Animals such as sheep and cattle are most often associated with this type of agroforestry system.

In the Guinean zone (South Benin), it is mostly cereals, in particular maize and roots (cassava) which are most often combined with agroforestry species such as *Irvingia gabonensis*, *Chrysophyllum albidum*, *Blighia sapida*, *Moringa oleifera*, *Pterocarpus santalinoides*, *Spondias monbin*, *Cola acuminata*.

Finally, in the Sudano-Guinean transition zone (Centre of Benin), it is roots and tubers (yam and manioc), cereals (maize and secondarily millet and sorghum) and oleaginous plants (groundnut) which are combined in the agroforestry system with agroforestry species such as *Parkia biglobosa*, *Blighia sapida* and *Vitellaria paradoxa*.

Species diversity in agroforestry

INTRODUCTION

Agroforestry⁷ systems constitute a system of rural land use permitting farmers to produce annual crops in combination with useful trees. In this way, as well as cereals they obtain tree products from the agroforestry parks such as vegetables, fruit, vegetable oils, firewood and medicines. However, the multiple function aspect generated by establishing agroforestry systems can only be fulfilled if the diversity of species is adequately managed.

DIFFERENT AGROFORESTRY PRACTICES

Three major agroforestry practices can be distinguished in Benin.

1. The first category groups together food-producing crops and/or crops for profit in the same space as selected species

céréales (maïs et accessoirement le mil et le sorgho) et les oléagineuses (arachide) qui sont associées dans le système agroforestier avec les espèces agroforestières telle que *Parkia biglobosa*, *Blighia sapida* et *Vitellaria paradoxa*.

2. La deuxième catégorie combine avec les cultures vivrières et/ou de rente des espèces agroforestières non sélectionnées ni spécialement protégées mais qui persistent dans les systèmes agroforestiers. Il s'agit essentiellement d'espèces capables de s'auto régénérer à partir de leur système racinaire même après le sarclage des champs de culture. Entre autres, on peut citer *Combretum glutinosum*, *Piliostigma thonningii* et *Diospyros mespiliformis*. A cause des pressions **anthropiques**⁷, ces espèces sont souvent de courtes tailles malgré leur capacité à croître pour devenir de grands arbres. Dans la zone Guinéenne, il est observée dans cette catégorie, des espèces de jachères, bénéficiant des conditions de protections moindres, telles que *Pentaclethra macrophylla*, *Dialium guineense*, *Raphia* spp., *Myrianthus arboreus* et *Canarium schweinfurthii*. Ces espèces ont une importance alimentaire moindre et jouent cependant un rôle dans la fourniture de bois et de matériaux pour l'agriculture tels que tuteurs, paillis et la régénération des sols.

2. The second category combines food-producing crops and/or cash crops with agroforestry species which are neither selected nor specially protected but which thrive in agroforestry systems. Essentially these are species capable of auto-regeneration from their root system even after the crop fields have been ploughed. Amongst other things, we can cite *Combretum glutinosum*, *Piliostigma thonningii* and *Diospyros mespiliformis*. Because of the **anthropogenic**⁷ pressure these species are often short in size despite their capacity to grow into large trees. In the Guinean zone within the same category, fallow species have been observed having a lower level of protection conditions such as *Pentaclethra macrophylla*, *Dialium guineense*, *Raphia* spp., *Myrianthus arboreus*, *Canarium schweinfurthii*. These species are of less nutritional importance, but however are playing a role in the supply of wood and materials for agriculture such as stakes, mulch and soil regeneration.

In the Sudanian zone of Benin it is essentially species such as *Borassus aethiopum* (fan palm), *Azelia africana* (African oak), *Vitellaria paradoxa* (Shea tree), *Parkia biglobosa* (African locust bean tree), *Detarium microcarpum* (tallow), *Vitex doniana* (black plum), *Sarcocephalus latifolia*, *Ficus* spp. which are most



Fig. 5.16: Système agroforestier à base de *Parkia biglobosa* et *Ctenium newtonii*. | Agroforestry system with *Parkia biglobosa* and *Ctenium newtonii*. MSC

Dans la zone Soudanienne du Bénin, ce sont essentiellement les espèces telles que *Borassus aethiopum* (rônier), *Azalia africana* (Lingoué), *Vitellaria paradoxa* (Karité), *Parkia biglobosa* (Néré), *Detarium microcarpum* (Dank), *Vitex doniana* (prunier noir), *Sarcocephalus latifolia*, *Ficus* spp. qui sont le plus souvent rencontrées dans cette catégorie. Contrairement à la zone Guinéenne, ces espèces sont dans le domaine Soudanien d'une importance alimentaire et socio-économique très remarquable. En effet, elles fournissent divers types d'aliments incluant des aliments de base (pulpe de *P. biglobosa*), des condiments (*Detarium microcarpum*), des légumes feuilles (*V. doniana*), des fruits comestibles (*B. aethiopum*) mais aussi des huiles (*V. paradoxa*). Certaines espèces fournissent du bois d'œuvre. C'est le cas de *Azalia africana* et de *Borassus aethiopum*.

3. La troisième catégorie concerne la combinaison des champs de cultures avec des espèces agroforestières exotiques plantées (*Eucalyptus camaldulensis*, *Mangifera indica* et *Azadirachta indica*) par les paysans à cause de leur importance socio-économique.

frequently found in this category. In contrast to the Guinean zone these species are of extremely remarkable nutritional and socioeconomic importance in the Sudanian zone. In fact they supply various types of food including staple foods (pulp of *P. biglobosa*), condiments (*Detarium microcarpum*), leafy vegetables (*V. doniana*), edible fruits (*B. aethiopum*) and also oils (*V. paradoxa*). Certain species supply timber. This is the case with *Azalia africana* and *Borassus aethiopum*.

3. The third category involves combining crop fields with **exotic** agroforestry species (*Eucalyptus camaldulensis*, *Mangifera indica* and *Azadirachta indica*) planted by farmers because of their socioeconomic importance.

These different categories which combine trees and cash or food crops are nothing more than a reflection of the food habits and socioeconomic needs of the local populations of the zones carrying out such types of practices.

Ces différentes catégories combinant arbres et cultures de rente ou vivrière ne sont rien d'autre que le reflet des habitudes alimentaires et des besoins socio-économiques des populations locales des zones concernées par de tels types de pratique.

DE L'AGROFORESTERIE TRADITIONNELLE A L'AGROFORESTERIE MODERNE

A l'origine, l'agroforesterie traditionnelle est justifiée entre autres par l'importance sur les plans alimentaires, culturels et médicaux, des arbres indigènes pour les populations locales. Les essences ainsi épargnées et entretenues s'intègrent dans un système agro-sylvicole qui traduit plus l'histoire et la culture des sociétés en place. Ce sont donc les besoins alimentaires, socioculturels et médicaux qui ont justifié essentiellement l'agroforesterie traditionnelle.

L'agroforesterie moderne est née de la nécessité pour l'homme d'améliorer les rendements agricoles par la restauration de la fertilité des sols dans un intervalle de temps court. Les raisons qui sous-tendent l'agroforesterie moderne sont plutôt d'ordres écologique et socio-économique. En effet, il est devenu pratiquement impossible (à cause des pressions humaines de plus en plus fortes) de continuer les pratiques traditionnelles de culture itinérante sur brûlis sur

FROM TRADITIONAL AGROFORESTRY TO MODERN AGROFORESTRY

Traditional agroforestry was originally justified by the importance of indigenous trees on food, cultural and medicinal habits of the local populations. Tree species maintained in this way are integrated into an agroforestry system reflecting the history and culture of the societies in each site. It is therefore food, socio-cultural and medicinal requirements which have essentially justified traditional agroforestry.

Modern agroforestry was born from man's need to improve agricultural yields by restoring soil fertility within a short space of time. The reasons underlying modern agroforestry are more ecological and socioeconomic in nature. In fact it has become practically impossible (because of increasingly strong human pressure) to continue with the traditional practices of slash-and-burn agriculture on already poor tropical soils, with an increasingly short length of fallows. New systems of land valorisation based on traditional practices were created in order to ensure integrated soil protection and improved yields. And so, numerous agroforestry systems were experimented with in Benin involving many specialists.

des sols tropicaux déjà fragilisés, les jachères, devenant de plus en plus courtes en âge. De nouveaux systèmes de mise en valeur des terres, basés sur les systèmes traditionnels ont vu le jour afin d'assurer la protection intégrée des sols et améliorer les rendements. Ainsi, de nombreux systèmes agroforestiers sont expérimentés au Bénin avec l'implication de nombreux spécialistes.

VERS LA DOMESTICATION DES ESPECES FORESTIERES FRUITIERES AU BENIN

La diversité des essences forestières utilisées en agroforesterie traditionnelle est énorme. Il est possible d'assurer une meilleure intégration de ces ressources forestières dans les systèmes agro-sylvicoles en vue de leur utilisation rationnelle, **durable**⁷ et rentable. Les espèces arborescentes pour être convenables pour l'agroforesterie, doivent procurer une production économique dans un délai relativement court, tolérer un ombrage partiel lorsqu'elles sont plantées en mélange, être faciles à conduire, supporter des conditions défavorables de climat et d'exploitation, et enfin fournir des produits utiles localement et commercialisables. Au Bénin, des recherches sont présentement en cours pour la domestication de certaines espèces agroforestières d'importance économique telles que *Adansonia*

TOWARDS THE DOMESTICATION OF FOREST FRUIT TREE SPECIES IN BENIN

The diversity of fruit tree species used in agroforestry is enormous. It is possible to ensure better integration of these forest resources in agroforestry systems having in mind a rational, **sustainable**⁷ and profitable use. To be suitable for agroforestry, the tree species must reach economic production in a relatively short time, tolerate partial shade where they are planted in mixed groups, be easy to manage, withstand unfavourable climate and farming conditions, and eventually supply products which are useful locally and also commercially viable. In Benin, research is currently in progress for the domestication of certain agroforestry species of economic importance such as *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Blighia sapida*, *Irvingia gabonensis*, *Vitellaria paradoxa*, and *Parkia biglobosa*. Taking into account the importance of these species for the rural populations,

Fig. 5.17: Système agroforestier à base de *Parkia biglobosa* et du mil. Agroforestry system with *Parkia biglobosa* and millet. MSC



digitata, *Tamarindus indica*, *Blighia sapida*, *Irvingia gabonensis*, *Vitellaria paradoxa*, et *Parkia biglobosa*. Compte tenu de l'importance de ces espèces pour les populations rurales, il urge de mettre à la disposition de la recherche scientifique des moyens nécessaires pouvant permettre de développer des stratégies de domestication de ces espèces d'intérêt socio-économiques dans les systèmes agroforestiers traditionnels.

PERSPECTIVES EN AGROFORESTERIE AU BENIN

Il s'agit en fait des tentatives d'intégration et de combinaison des systèmes agricoles, forestiers et pastoraux pour une meilleure gestion des exploitations en vue d'une production toujours accrue, sans grands risques de déboisement, et d'un rendement substantiel des terres marginales. Ces expériences se concrétisent par

- Les structures mises en place pour l'encadrement de la production en milieu rural et
- L'élaboration d'un programme de recherche agroforestière.

La scission entre l'agriculture, la foresterie et l'élevage n'existe pas au Bénin. C'est le même paysan qui sème le maïs, plante l'arbre et élève les animaux dans la même ferme. Aussi, les structures de

scientific research urgently needs to be provided with the means necessary for developing domestication strategies.

PERSPECTIVES IN AGROFORESTRY IN BENIN

In fact, this involves integration and combination attempts for agricultural, forest and pastoral systems, for better management of farms with a view to continually increasing production without major deforestation risks, and with a substantial yield from marginal land. This experience can be put into practice by

- Structures put in place for supervising production in a rural environment and
- Development of an agroforestry research programme.

There is no clear distinction between agriculture, forestry and livestock rearing in Benin. It is the same farmer who sows the maize, plants the tree and raises animals, on the same farm. Are rural development agencies created by the Beninese State taking into account the integration of different production systems?

Integration of rural populations for the forests development has provided results in Benin. The Taungya method of plantation

développement rural créées et mises en place par l'État béninois prennent-elles en compte ce souci d'intégration des systèmes de production.

L'intégration des populations rurales pour le développement des forêts a fait ses preuves au Bénin. La méthode de plantation Taungya est l'un des systèmes agroforestiers de production qui associe les paysans à l'établissement des plantations domaniales. Elle a permis l'établissement d'environ 6 000 hectares de teck dans le Sud du pays. Cette pratique a connu beaucoup de variantes. Dans le Sud, c'est la culture du maïs qui est combinée à l'établissement des plantations de teck. Dans le Zou-Nord, le maïs ou l'arachide sont cultivés dans les plantations d'anacardier. L'association la moins favorable est celle du cotonnier et de l'anacardier, car elle présente beaucoup de risques d'attaques parasitaires, notamment *Heliothis*, parasite⁷ du cotonnier qui cause beaucoup de dégâts sur les arbustes. Au Nord du Bénin, l'association mil-anacardier a été admise, celle d'igname-anacardier tolérée à la seule condition d'éviter que les tiges volubiles de l'igname ne s'enroulent autour des jeunes arbustes et n'empêchent leur développement. D'une façon générale, on peut déduire de ces quelques observations que la méthode taungya est la base de l'expérience acquise par les populations rurales au Bénin en matière d'agroforesterie.

is one agroforestry production system which links the farmers with the establishment of national plantations. It has allowed the planting of around 6 000 hectares of teak in the south of the country. This practice has had many variants. In the south it is the cultivation of maize that is combined with the establishment of teak plantation. In the northern part of the department of Zou, maize or groundnuts are grown under cashew tree plantations. The least favourable combination is that of the cotton plant and the cashew tree because of the high risk of parasite⁷ attacks, in particular *Heliothis*, a parasite of the cotton plant which causes a lot of damage to the shrubs. In the north of Benin, the millet-cashew tree combination has been successful, that of yam-cashew is tolerated on the sole condition that the vigorous yam stems are prevented from wrapping around the young shrubs and hampering their development. Generally speaking, we can deduce from these few observations that the Taungya method is the basis of the experience acquired by the rural populations in Benin in matters of agroforestry.

5.6

Pratique des feux de végétation comme outil de gestion des terres de parcours

Oscar TEKA
Laurent HOUESSOU
Valentin KINDOMIHOU
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Outre les grandes épizooties qui peuvent engendrer à un moment donné des pertes énormes dans le cheptel, le producteur est confronté au quotidien à l'alimentation et à l'abreuvement de son bétail. Au Bénin, l'élevage bovin est essentiellement basé sur l'exploitation extensive des pâturages naturels. A ce titre, la gestion rationnelle des ressources pastorales, base de l'alimentation du bétail s'avère nécessaire. Cette gestion rationnelle des ressources pastorales passe avant tout par la maîtrise de leur fonctionnement et des actions susceptibles de freiner leur **dégradation**⁷ ou d'améliorer leur productivité et leur valeur pastorale.

L'aménagement pastoral doit viser dès lors non seulement la mise à la disposition du bétail du fourrage en quantité et en qualité tout au long de l'année mais aussi la préservation des ressources fourragères pour les générations futures. L'utilisation judicieuse des feux de

végétation se révèle comme une technique permettant d'améliorer la productivité des terres de parcours et de mettre à la disposition du bétail du fourrage sur pied en saison sèche. Au Bénin des études ont été conduites par le Laboratoire d'Ecologie Appliquée sur l'importance des feux de végétation en tant qu'outil d'aménagement pastoral. Trois types de feux d'aménagement sont testés dans les dispositifs expérimentaux mise en place : il s'agit des feux tardifs, des feux précoces allumés et des feux de contre saison.

APERÇU SUR LES DIFFERENTS TYPES DE FEUX

Le feu précoce est un feu qui est appliqué à moment où le degré d'humidité au sol est encore important pour entraîner des repousses graminéennes pour l'alimentation du bétail. Ces repousses sont très appréciées du bétail et couvrent leur besoin fourrager pendant une bonne partie de la saison sèche. Il peut assurer le nettoyage de la paille restée au sol en fin de saison sèche. La date d'allumage de ce type de feu coïncide avec la fin de la saison des pluies et donc le début de la saison sèche (mi novembre à fin décembre selon les cas).

Le feu tardif est un feu qui est appliqué à un moment où le degré dessiccation est à son maximum dans toutes les formations végétales. Il brûle très violemment et compromet de fait la régénération

Use of vegetation fires as tool in pastoral land management

INTRODUCTION

Aside from the large epizootics which can engender enormous losses in the herd at any moment, the farmer is confronted daily with the feeding and watering of his livestock. In Benin, cattle breeding are mostly based on the extensive exploitation of natural pastures. In this sense, the rational management of pasture resources, basis for livestock feeding is necessary. This rational management of pasture resources mostly occurs by mastering their functioning and actions able to halt their **dégradation**⁷ or improve their productivity and their grazing value.

Nowadays, pasture planning should aim not only at making livestock fodder available in quantity and quality year round, but also at preserving fodder resources for future generations. The judicious use of vegetation fires proves to be a technique enabling improving grazing land productivity and making

fodder available to the livestock during the dry season. In Benin, studies were undertaken by the Applied Ecology Laboratory on the importance of vegetation fires as a pasture-planning tool. Three types of planning fires were tested in the experimental design implemented: these are early fires , late fires and off-season fires.

OVERVIEW OF THE DIFFERENT TYPES OF FIRES

Early fire is a fire applied when the degree of soil humidity is still significant enough to lead to grass shoots feeding the livestock. These shoots are very appreciated by the livestock and cover their foraging needs during a good part of the dry season. The fire can clean the straw that remains on the ground at the end of the dry season. The date for lighting this type of fire coincides with the end of the rainy season and thus the beginning of the dry season (mid-November to end of December according to the cases).

Late fire is related to fire that is applied when the degree of drying is at its maximum in all the plant communities. It burns very violently and risks the regeneration of young forests and **chamaephyte**⁷ species that are often ignored by animals.

des recrûts forestiers et des espèces **chaméphytes**⁷ souvent dédaignés par les animaux.

Le feu de contre saison est allumé en pleine saison humide (saison des pluies) et requiert contrairement aux autres types de feu un savoir-faire technique plus pointu. La réussite de ce feu dépend :

- De l'effort de conservation de la paille sur pied (mis en défens) pour servir de combustible pour l'allumage du feu et
- Du rapport de la quantité de « matière verte / paille » sur la parcelle.

Ce rapport doit être inférieur ou égal à 1. Lorsque la tendance vient à se renverser l'application du feu de contre saison doit être déclenché.

METHODE D'ETUDE ET PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS SUR LES EFFETS DES FEUX DANS LES PATURAGES NATURELS

Les travaux ont été menés sur trois fermes d'Etat d'élevage au Bénin (Fig. 5.6). Il s'agit de la Ferme d'élevage de l'Okpara (FEO), de la Ferme d'Élevage de Bétécoucou (FEB) et la Ferme d'Élevage de Samiondji (FES).

The **off-season fire** is lit in the middle of the humid season (rainy season) and, contrary to the other types of fire, requires a more refined technical know-how. The success of this fire depends:

- On the efforts to conserve standing straw (deferred) to serve as fuel for lighting fires and
- The ratio of the quantity of "green matter/straw" in the lot. This ratio must be less than or equal to 1. When the tendency starts to reverse, the off-season fire application must be triggered.

METHODS AND MAIN RESULTS OBTAINED ON THE EFFECTS OF FIRE IN NATIVE PASTURE

Studies were undertaken on three Government animal husbandry farms in Benin (Map 5.6): the Okpara Animal Husbandry Farm (Ferme d'élevage de l'Okpara (FEO)), the Bétécoucou Animal Husbandry Farm (Ferme d'Élevage de Bétécoucou (FEB)) and the Samiondji Animal Husbandry Farm (Ferme d'Élevage de Samiondji (FES)). The main results presented here were obtained on these farms within the framework of the ecological monitoring of pastoral **ecosystems**⁷ in Benin.

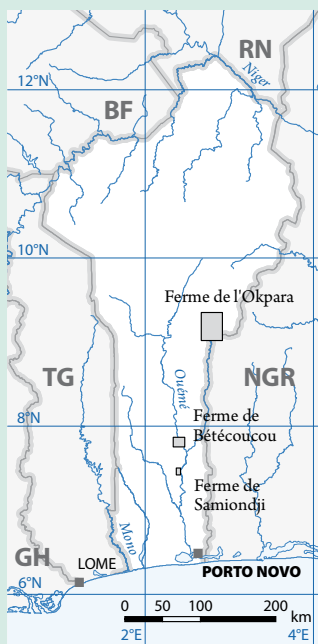


Fig. 5.18: Feu précoce sur un pâturage à *Andropogon chinensis* et *Andropogon schirensis* à l'Okpara.

Early fire in a pasture with *Andropogon chinensis* and *Andropogon schirensis* in Okpara. OTE

Fig. 5.19: Feu tardif sur un pâturage à *Andropogon gayanus* à Bétécoucou. | Late fire in a pasture with *Andropogon gayanus* in Bétécoucou. OTE

Fig. 5.20: Feu de contre-saison sur un pâturage à *Andropogon chinensis* et *Andropogon schirensis* à Samiondji. | Off-season fire in a pasture with *Andropogon chinensis* and *Andropogon schirensis* in Samiondji. OTE



Carte 5.6: Bénin avec la localisation des trois sites d'expérimentation.

Map 5.6: Benin with the location of the three experiment sites.

Différents paramètres ont été calculés pour apprécier l'effet des feux sur la productivité, la fréquence linéaire des **hémicryptophytes**⁷, la valeur pastorale et le taux d'embroussaillage des groupements pastoraux.

Effet des feux sur la productivité des pâturages

L'effet des feux d'aménagement sur la productivité potentielle des parcours a été apprécié à travers l'indice d'impact des types de feu sur la productivité. Ces indices moyens (calculés sur les années 2001, 2002, 2003 et 2004) sont présentés par la figure 5.21.

De la figure 5.21, il apparaît que les feux précoces ont eu des effets positifs sur les pâturages au niveau de toutes les fermes. Les coefficients d'amélioration de la productivité sont respectivement de $18,2 \pm 8,7 \%$, $24,4 \pm 10,2 \%$ et $24,0 \pm 26,9 \%$ pour la FEO, la FEB et la FES avec une moyenne générale de $22,2 \pm 2,9 \%$ pour l'ensemble des fermes. Le feu tardif et le feu de contre saison ont eu des influences négatives sur la productivité des parcours naturels sur l'ensemble des fermes. Les coefficients de réduction de la productivité vont de $-20,1 \pm 7,5 \%$ à $-10,0 \pm 5,6 \%$ pour le feu tardif et de $-50,3 \pm 20,8 \%$ à $-26,2 \pm 10,4 \%$ pour le feu de contre saison lorsqu'on passe de la

Different parameters were calculated to evaluate the effect of fire on productivity, linear frequency of **hemicryptophytes**⁷, pastoral value and rate at which pastoral groups turn into scrub.

Effect of fires on the productivity of pastures

The effect of the planned fires on the potential productivity of the grazing lands can be understood through the impact index of these types of fires on productivity. These average indexes (calculated for the years 2001, 2002, 2003 and 2004) are presented in figure 5.21.

In figure 5.21, we can see that the early fires had positive effects on the pastures for all the farms. The productivity improvement coefficients are respectively $18.2 \pm 8.7 \%$, $24.4 \pm 10.2 \%$ and $24.0 \pm 26.9 \%$ for the FEO, FEB and FES with a general average of $22.2 \pm 2.9 \%$ for all farms.

The late fire and the off-season fires have negative influence on the productivity of the natural grazing lands in all farms. The productivity reduction coefficients are from $-20.1 \pm 7.5 \%$ to $-10.0 \pm 5.6 \%$ for the late fire, and $-50.3 \pm 20.8 \%$ to $-26.2 \pm 10.4 \%$ for the off-season fire when we go from FEO to FES with

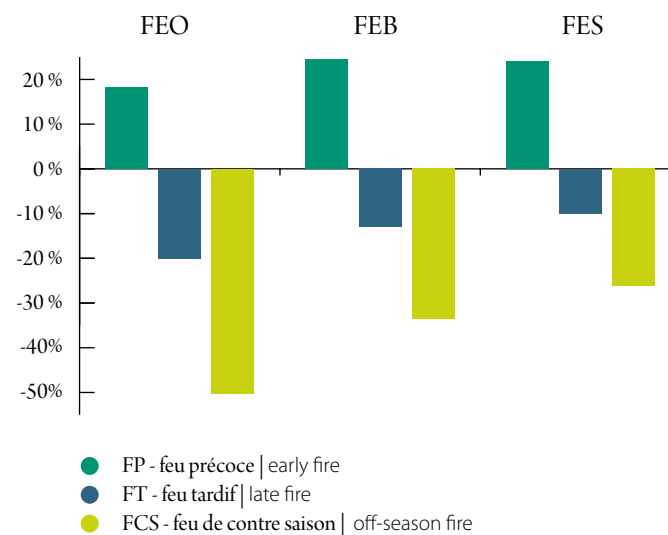


Fig. 5.21: Indices d'impact (I_p) des feux sur la productivité potentielle des parcours naturels. | Impact indexes (I_p) of the fires on the potential productivity of the natural grazing lands.

FEO - Ferme d'élevage de l'Okpara, FEB - de la Ferme d'Elevage de Bétécoucou, FES - Ferme d'Elevage de Samiondji

general averages of $-15.3 \pm 4.1 \%$ and $-36.7 \pm 10.0 \%$ respectively for the late fire and off-season fire.

Moreover, the pastures do not react in the same way to the different types of fire ($p=0.00$). This variability is significant in all farms ($p=0.04$).

Early fire with its gentle character permits good regrowth of the grassy carpet and better soil cover; due to this, pasture productivity is improved. The late fire, however, accelerates the appearance of bare areas and pasture productivity is diminished. This justifies the negative values obtained for the impact indexes of this type of fire on the productivity of the grazing land. As for the off-season fire, it enables obtaining tender straw, appetizing for a good time during the dry season. However, it does not ensure good soil cover. Also, grass species in the biomass peak (3 months after the application of this fire) are still small. Biovolume is low and leads to a decrease in pasture productivity. Early fire improves the productivity of the pastures contrary to late fire and off-season fires, which reduce it.

FEO à la FES avec des moyennes générales de $-15,3 \pm 4,1$ % et $-36,7 \pm 10,0$ % respectivement pour le feu tardif et le feu de contre saison. Par ailleurs, les pâturages ne réagissent pas de la même manière aux différents types de feu ($p=0,00$). Cette variabilité est significative sur toutes les fermes ($p=0,04$). Le feu précoce par son caractère doux permet une bonne reprise du tapis graminéen et une meilleure couverture du sol; la productivité des pâturages de ce fait est améliorée. Le feu tardif en revanche accélère l'apparition de plages nues et la productivité des pâturages est diminuée. Ceci justifie les valeurs négatives obtenues pour les indices d'impact de ce type de feu sur la productivité des parcours. Quant au feu de contre saison, il permet d'obtenir de la paille tendre, appétible pendant une bonne période de la saison sèche.

Cependant, il n'assure pas une bonne couverture du sol. De même, les espèces graminéennes au pic de biomasse (3 mois après l'application de ce feu) sont encore de petite taille. Le biovolume est faible et entraîne une diminution de la productivité des pâturages. Le feu précoce améliore la productivité des pâturages contrairement au feu tardif et au feu de contre saison qui en fait la réduisent.

Effects of controlled fires on the linear frequency of hemicryptophytes

The impact of different types of fires on the linear frequency of hemicryptophytes was studied by analyzing the impact indexes of fires on the specific contributions of hemicryptophyte contact. These indexes are also summarized in figure 5.22.

Noteworthy is that early fire acts favourably on the abundance of hemicryptophytes in the three farms. The coefficients for hemicryptophyte shoot stimulation on average are 8.6 ± 7.6 %; 9.3 ± 1.9 % and 5.4 ± 3.4 % respectively for FEO, FEB and FES with an overall average of 7.8 ± 3.0 % for all farms. This fire was lit a month after the end of the rainy season; the water content in the soil was still high lessening the fire's violence and stimulating hemicryptophyte regrowth.

On the other hand, late fire had negative effects on the linear frequency of hemicryptophytes in pastures. The average coefficients for species regrowth inhibition for this life form are respectively -13.2 ± 1.0 %, -9.2 ± 8.0 % and -2.9 ± 1.5 % for FEO, FEB and FES. The overall average is -8.5 ± 3.5 % for all farms.

Effets des feux d'aménagement sur la fréquence linéaire des hémicryptophytes

L'impact des différents types de feux sur la fréquence linéaire des hémicryptophytes a été étudié à travers l'analyse des indices d'impact des feux sur les contributions spécifiques de contact des hémicryptophytes. Ces indices sont aussi résumés par la figure 5.22. FP, FT et FCS désignent respectivement le feu précoce, le feu tardif et le feu de contre saison

Il ressort que le feu précoce agit favorablement sur l'abondance des hémicryptophytes. Les autres types de feu surtout le feu tardif influe plutôt négativement sur cette fréquence. Le feu précoce a eu un effet positif sur l'abondance des hémicryptophytes et ci sur les trois fermes. Les coefficients de stimulation de repousses des hémicryptophytes sont en moyenne $8,6 \pm 7,6$ %; $9,3 \pm 1,9$ % et $5,4 \pm 3,4$ % respectivement pour la FEO, la FEB et la FES avec une moyenne générale de $7,8 \pm 3,0$ % sur l'ensemble des fermes. Ce feu a été allumé un mois après la dernière pluie de la saison pluvieuse; la teneur en eau du sol était encore élevée ce qui rend moins violent le feu qui stimule la repousse des hémicryptophytes.

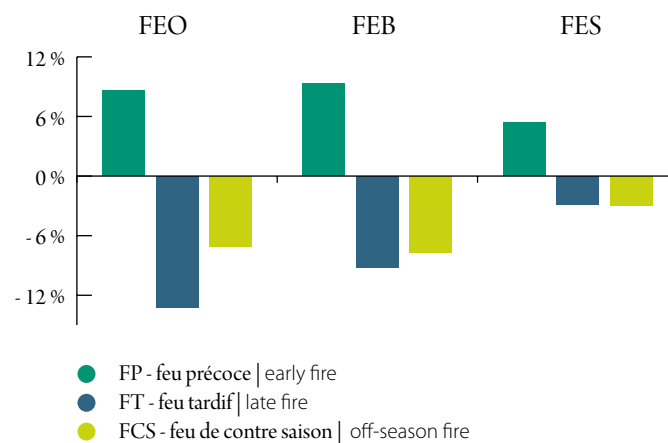


Fig. 5.22: Indices moyens d'impacts des feux sur les fréquences linéaires des parcours naturels. | Average indexes of the impact of these fires on the linear frequencies of the natural grazing lands. FEO - Ferme d'élevage de l'Okpara, FEB - de la Ferme d'Élevage de Bétécoucou, FES - Ferme d'Élevage de Samiondji

Le feu tardif a eu en revanche des effets négatifs sur la fréquence linéaire des hémicryptophytes des pâturages. Les coefficients moyens d'inhibition de repousses des espèces de ce type **biologique**⁷ sont respectivement de $-13,2 \pm 1,0 \%$; $-9,2 \pm 8,0 \%$ et $-2,9 \pm 1,5 \%$ pour la FEO, la FEB et la FES. La moyenne générale est $-8,5 \pm 3,5 \%$ pour l'ensemble des fermes. Le feu tardif compromet la repousse des hémicryptophytes d'où les valeurs moyennes négatives de $-11,9 \%$ et $-5,0 \%$ obtenues pour les coefficients d'inhibition de repousse au cours des deux années après application de ce feu sur la fréquence linéaire des hémicryptophytes.

Quant au feu de contre saison, son influence sur la repousse des hémicryptophytes n'est pas tranchée. Les indices d'impacts moyens sont faibles sur les deux années et sont respectivement $-3,0 \pm 7,1 \%$ et $+1,4 \pm 6,5 \%$. Le feu de contre saison a été allumé en pleine saison des pluies entre juillet et août suivant les fermes. Contrairement au feu précoce, ce type de feu intervient avant la montaison des graminées et brûle de façon douce. Il permet une remise à zéro de la végétation en pleine saison pluvieuse.

Le feu précoce a stimulé la repousse des hémicryptophytes tandis que le feu tardif en l'a inhibée sur l'ensemble des trois fermes. Le

Late fire compromises the regrowth of hemicryptophytes resulting in the negative average values of -11.9% and -5.0% obtained for regrowth inhibition coefficients during the two years after the application of this fire on a linear frequency of hemicryptophytes.

As for off-season fires, its influence on the regrowth of hemicryptophytes is not decided. The average impact indexes are low over two years and are respectively $-3.0 \pm 7.1 \%$ and $+1.4 \pm 6.5 \%$. The off-season fire was lit in the midst of the rainy season in July and August according to the farms. Contrary to early fire, this type of fire comes before the stem elongation of the grasses and burns in a gentle manner. It enables a *tabula rasa* of the vegetation right in the middle of the rainy season.

Early fire stimulated the regrowth of hemicryptophytes while late fire inhibited it in all three farms. The off-season fire did not have any significant effect on the regrowth of hemicryptophytes in the farm plant communities.

feu de contre saison n'a pas eu d'effet significatif sur la repousse des hémicryptophytes des groupements végétaux des fermes.

Effets des feux d'aménagement sur le taux d'embroussaillage et la valeur pastorale des parcours naturels des fermes

Les figures 5.23 et 5.24 donnent respectivement les taux d'embroussaillage moyens et les valeurs pastorales moyennes obtenues sur les années 2001 et 2002 après l'application des différents feux d'aménagement sur les groupements végétaux des fermes de l'Okpara, de Bétécoucou et de Samiondji.

De la figure 5.23 il ressort que le degré d'embroussaillage moyen des groupements sous protection totale ($Te=0,13$) est le plus élevé. Le feu tardif a engendré le plus faible taux d'embroussaillage moyen ($Te=0,06$).

Il existe une différence significative ($p=0,00$) entre les valeurs des taux d'embroussaillage moyens induits par les différents types de feu et celles des parcelles sans feu. Par contre, les effets induits par les différents types de feu sur l'embroussaillage des pâturages ne diffèrent pas significativement ($p=0,15$) d'une ferme à une autre.

Effects of controlled fires on the scrub rate and the pastoral value of the natural grazing lands of farms

Figures 5.23 and 5.24 respectively show average scrub rates and average pastoral values obtained for the years 2001 and 2002 after applying different controlled fires in the pastures of the Okpara, Bétécoucou and Samiondji farms.

In figure 5.23, we can see that the average scrub rate of the plant communities under complete protection ($Te = 0.13$) is the highest. Late fire was followed by the lowest scrub rate ($Te=0.06$).

A significant difference ($p=0.00$) exists between the average scrub rates induced by different types of fire and those of the lots without fire. However, the effects induced by the different types of fire on the pastures scrub rate do not differ significantly ($p=0.15$) from one farm to another.

We can obviously see that late fire is the best compared to the other types of fire when we want to reduce scrub rate of the pastures. Due to its violent character, this fire compromised the

Il ressort de toute évidence que le feu tardif est meilleur par rapport aux autres types de feu lorsqu'on veut réduire l'embroussaillage des groupements végétaux. Ce feu a compromis par son caractère violent la régénération des recrûs forestiers et des chaméphytes souvent dédaignés par les animaux. Les feux contrôlés peuvent bien lutter contre l'embroussaillage des parcours naturels.

Les feux précoces et les feux tardifs ont contribué à améliorer les valeurs pastorales moyennes des pâturages au niveau de toutes les fermes (Fig. 5.24). Les valeurs moyennes sont respectivement de 51,2% et 50,7% pour les feux précoces et tardifs. Les feux de contre saison ont par contre diminué cette valeur qui passe de 46,2 % pour le sans feu à 42,0 %.

La variabilité entre valeur pastorale du traitement sans feu et celui du feu de contre saison n'est pas significative au seuil de 5 %. Cependant, une différence significative ($p=0,03$) est révélée entre valeurs pastorales des groupements après l'application des différents types de feu. Les indices d'impact des types de feu sur la valeur pastorale sont 51,2 %, 50,7 %, 46,2 % et 42,1 % respectivement pour le feu précoce, le feu tardif, le traitement sans feu et le feu de contre saison.

regeneration of young forests and chamaephytes often ignored by animals. Controlled fires can fight against natural grazing lands becoming scrub.

Early fires and late fires contributed to improving average pastoral values in pastures for all farms (Fig. 5.24). The average values are respectively 51.2 % and 50.7 % for early fires and late fires. On the other hand, off-season fires diminished this value which went from 46.2 % in parcels under complete protection to 42.0 % in parcels where off season fires were applied .

The variability between pastoral value for treatment without fire and that with off-season fire is not significant at the threshold of 5 %. However, a significant difference ($p = 0.03$) is revealed between the pastoral values of pastures after the application of different types of fire. The impact indexes of fire types on pastoral value are 51.2 %, 50.7 %, 46.2 % and 42.1 % respectively for early fire, late fire and without fire treatment and off-season fire. In summary, early fire and late fire had positive effects on the pastoral values while off-season fire did not significantly influence the pastoral values of the farm pastures.

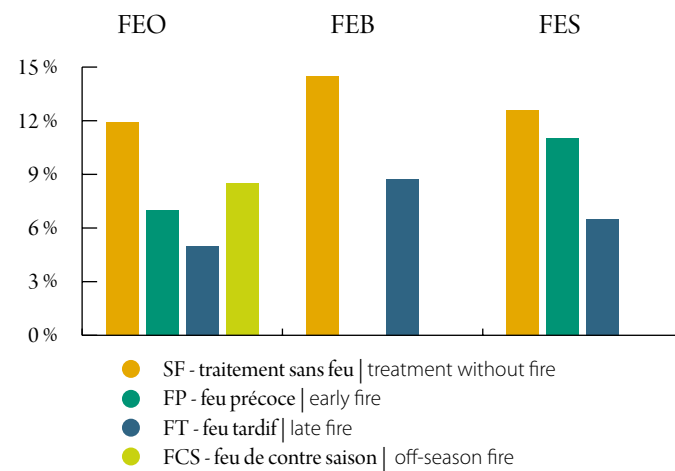


Fig. 5.23: Taux d'embroussaillage (T_e) moyens par ferme. | Becoming scrub average rates (T_e) per farm.

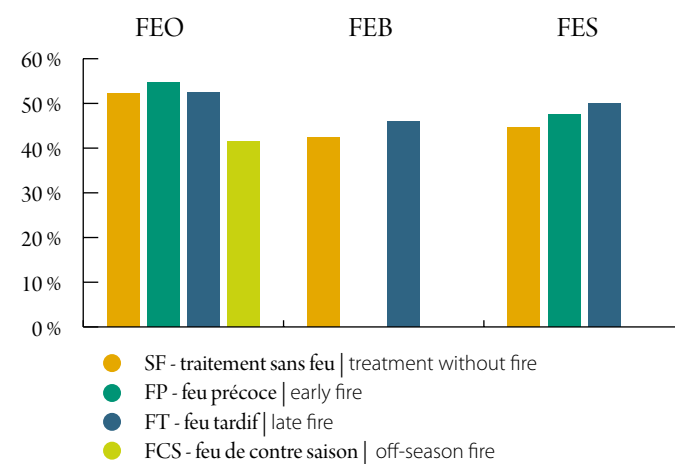


Fig. 5.24: Valeurs pastorales (V_p) moyennes par ferme. | Average pastoral rates (V_p) per farm.

En résumé, le feu précoce et le feu tardif ont eu des influences positives sur les valeurs pastorales tandis que le feu de contre saison n'a pas influencé significativement les valeurs pastorales des groupes végétaux des fermes.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de recherche entrepris sur l'utilisation des feux de végétation au Bénin ont permis de montrer que :

- Le feu précoce stimule la repousse des hémicryptophytes, améliore la production primaire en biomasse des **écosystèmes**[?] pastoraux et permet une meilleure couverture du sol ; il est à recommander. Néanmoins, le feu précoce n'est pas adéquat pour tous les types de pâturage. En effet, si les espèces dominantes de pâturage sont à tige succulente comme l'*Andropogon gayanus* et *Andropogon tectorum*, il y a de forte chance que le passage du feu ne nettoie pas bien la paille et laisse des chaumes coriaces d'où surgissent de nouvelles repousses qui deviennent en ce moment difficile d'accès au bétail à cause des risques de blessures que ces chaumes occasionnent sur leur langue lors de la préhension des repousses.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Research done on the use of plant fires in Benin has enabled us to show that:

- Early fire stimulates the regrowth of hemicryptophytes, improves primary production in biomass of pastoral ecosystems and better soil cover; it is to be recommended.
- Nonetheless, early fire is not adequate for all types of pastures. Indeed, if the species dominant in the pasture are species with succulent stems like *Andropogon gayanus* and *Andropogon tectorum*, there is a great chance that the passage of fire does not clean the straw well and leaves tough stalks from which new shoots emerge and then it becomes hard for the livestock to enter due to the risks of harming themselves when they try to take shoots since the stalks make sores on their tongues.
- Late fire, lit in the midst of the dry season, renders grass regrowth difficult, eliminates young forests and diminishes scrub. It should preferably be used in young forests and diminishes the transformation into scrub. Preferably, it will be used in pastures where the degree of scrub is high, that is,

- Le feu tardif, allumé en pleine saison sèche, rend difficile la repousse des graminées, élimine les recrûs forestiers et diminue l'embroussaillage. Il sera de préférence utilisé dans des pâturages où le degré d'embroussaillage est élevé c'est-à-dire les pâturages dominés par des recrûs ligneux et chamépyhtes. Il permet de réduire la densité des ligneux sur une parcelle donnée et de favoriser sa colonisation par des espèces graminéennes souvent avides du rayonnement solaire. Il accélère, néanmoins, l'apparition de plages nues diminuant de ce fait la charge animale supportable par les pâturages. Il est à appliquer pour réduire l'embroussaillage des pâturages. Sur le plan écologique l'application répétée du feu tardif à long terme sur une même parcelle s'est révélée néfaste pour le couvert végétal : réduction de la densité de régénération des arbres. En tout état de cause dès que l'objectif visé en appliquant ce type de feu est observé, l'aménagiste devra justifier si son application est encore opportune ou non.
- Le feu de contre saison en revanche est recommandé sur des parcelles où la contribution spécifique des hémicryptophytes est élevée c'est à dire dans des **faciès**[?] dominés par des plantes vivaces. Il permet ainsi de mettre à la disposition du bétail

the pastures dominated by young ligneous and chamaephyte plants. It enables reducing the density of the ligneous plants on a given parcel and favours its colonization by grass species, which are often avid for sunshine. Nonetheless, it accelerates the appearance of bare areas, and, due to this, diminishes the carrying capacity of the pastures. It is to be applied to reduce the rate at which pastures are turning into scrub. In an ecological sense, repeated application of late fire in long term on the same parcel could negatively impact on the vegetation by reducing the tree regeneration density. As soon as the goal sought with this type of fire is reached, the planner should reflect whether its application is still opportune or not.

- On the other hand, the off-season fire is recommended on parcels where the hemicryptophytes species contribution is high. However this type of fire enables to provide to the livestock tender and tasty fodder for a long time during the dry season. On the ecological level, this fire does not have a major impact on the evolution of ecosystems but its application in the grazed pasture located on the sides of the slopes could engender disastrous ecological consequenc-

du fourrage tendre et appétible pendant encore une longue période de la saison sèche au moment où le fourrage vient à se raréfier dans les formations végétales. Sur le plan écologique, ce feu n'a pas d'impact majeur sur l'évolution des écosystèmes mais son application dans les formations pâturées situées sur les versants de pente peut engendrer des conséquences écologiques désastreuses à long terme. En effet, la mise à nu du sol en pleine saison des pluies sur un versant entraîne une forte érosion préjudiciable pour la dynamique des écosystèmes pastoraux. Il est en conséquence préféré sur des plateaux. C'est un outil d'aménagement pastoral par excellence mais très délicat d'application.

En tant qu'outil de gestion une combinaison optimale des différents feux de végétation est indiquée pour non seulement répondre au besoin présent de l'élevage mais aussi garantir les ressources pastorales pour les générations à venir.

es in the long term. Indeed, baring the soil on a slope right in the middle of the rainy season leads to strong erosion which negatively impacts ecosystem dynamics. In consequence, it is preferred on the plateaus. It is an excellent pastoral planning tool but very delicate to apply.

An optimal combination of different vegetation fires is indicated as a management tool, not only to respond to the current need for animal husbandry but also to guarantee the pastoral resources for future generations.

5.7

Diversité, capacité de charge et valeur pastorale des terres de parcours naturels

Oscar TEKA
Valentin KINDOMIHOU
Laurent HOUËSSOU
Brice SINSIN

INTRODUCTION

L'élevage des ruminants en particulier celui des bovins et ovins repose au Bénin sur l'utilisation extensive des parcours/pâturages naturels par des pratiques traditionnelles. Les terres de parcours naturels sont estimées à plus de 7 millions d'hectares et localisés en majorité dans les départements du Nord. Ces parcours naturels constituent l'essentiel de l'alimentation des gros ruminants et jouent de fait un rôle important dans l'économie nationale.

L'importance des terres de parcours dans la production secondaire et l'assurance de la sécurité alimentaire en protéines animales de la population est capitale. Dès lors, les parcours naturels ont fait l'objet d'investigations approfondies. Ces différents travaux ont fait la typologie des groupements pastoraux, déterminé la diversité floristique de même que la valeur pastorale de ces groupements, quantifié et prédit leur productivité et la capacité de charge animale des

différents types de pâturages dans les diverses zones agro-écologiques du Bénin.

Sur le terrain, le suivi à long terme des groupements pastoraux et des troupeaux suivant les différentes saisons de l'année ont permis de valider les résultats quant aux valeurs et indices d'appétibilité des espèces dominantes et/ou caractéristiques des parcours.

De même, les potentiels fourragers régionaux et leur mode d'exploitation dans les différents systèmes de production ont été caractérisés.

Les productivités en biomasse, les capacités de charge, le mode d'exploitation des parcours (taux de charge instantané), les conditions écologiques (climatiques, édaphiques, type de formation végétale) ont permis de caractériser la diversité des principaux groupements pastoraux suivant les zones agro-écologiques du Bénin.

Enfin la synthèse des résultats des différentes recherches effectuées sur les pâturages naturels ont permis d'identifier les zones où les terres de parcours sont dégradées et de planifier à l'échelle régionale une meilleure gestion et exploitation de ces ressources dans les différentes zones du Bénin.

Le présent document fait le bilan de la diversité des principaux types de pâturage du Bénin, leur valeur pastorale, leur capacité

Diversity, carrying capacity and pastoral value of natural grazing lands

INTRODUCTION

The animal husbandry of ruminants, especially cattle and bovine, relies on the extensive use of natural grazing/pasture lands by traditional practices. The natural grazing lands are estimated at more than 7 million hectares and most are located in the North. These natural grazing lands make up the food basis for large ruminants and, due to this fact, play an important role in the national economy. The importance of grazing lands in secondary production and in guaranteeing the food safety of animal proteins for the population is crucial.

Now, the natural grazing lands are the subject of in-depth studies. These different studies established the typology of pasture, determined floristic diversity as well as the pastoral value of these groups, quantified and predicted their productivity and

animal carrying capacity for these different types of pastures in the different agroecological zones of Benin.

In the terrain, the long-term monitoring of pastures and herds according to the different seasons of the year enables validating the results as for the values and indexes of tastiness of dominant species and/or grazing land characteristics. Also, the regional foraging potential and their mode of exploitation in the different production systems have been characterized.

The biomass productivities, carrying capacities, mode of exploitation of the grazing lands, the ecological conditions (climatic, **edaphic**, plant formation type) enabled characterizing the diversity of the main pastures following the agroecological zones of Benin. Finally, the synthesis of results of the different research undertaken on natural grazing lands enabled identifying zones where the grazing lands are degraded and planning the best management and exploitation of these resources in the different zones of Benin on a regional scale.

This document assesses the diversity of the main types of pastures of Benin, their pastoral value, carrying capacity, spatial distribution and the main threats to their viability. Finally,

de charge, leur distribution spatiale et les menaces qui pèsent sur leur viabilité. Enfin des propositions ont été formulées pour une meilleure gestion et utilisation des terres de parcours au Bénin.

DIVERSITE DES PRINCIPAUX TYPES DE PATURAGES, VALEUR PASTORALE ET CAPACITE DE CHARGE

En raison de sa position géographique dans le **Dahomey Gap**⁷, le Sud Bénin qui devrait comme le Nigéria et le Ghana être couvert de formations végétales bien fermées, est dépourvu de forêts denses. Cette situation combinée à la pression démographique entraîne une forte **dégradation**⁷ des habitats⁷ naturels dans le sud du Bénin. On observe ainsi du sud au nord des formations végétales (groupements post-culturels, savanes et forêts dégradées) dont le tapis graminéen fourni est consommé par les animaux. Il s'agit des

tapis graminéens des forêts galeries, des savanes arborées/arbustives, les savanes **saxicoles**⁷, les savanes boisées/les forêts claires, des dépressions herbeuses et les formations post-culturelles et culturelles. Les graminées représentant l'essentiel des plantes fourragères, environ 200 espèces autochtones ont été décrites dans la Flore du Bénin. Les travaux scientifiques, notamment ceux en agrostologie ont décrit environ 40 espèces de graminées et plusieurs autres espèces à valeur fourragère. Ces espèces, selon leur dominance, leur association avec d'autres espèces et les conditions pédologiques et climatiques forment des groupements pastoraux dont 70 types ont été identifiés et décrits par les travaux spécialisés au Bénin. De ces 70 types de groupements pastoraux, 14 constituent les principaux dominants et sont présentés dans le tableau 5.6.

Le pâturage naturel est donc rencontré sur la majeure partie du territoire national et dans toutes les zones phytoécologiques. Se basant

Tab. 5.6: Diversité des 14 dominants types de pâturages, valeurs pastorales et capacités de charge. | Diversity of the 14 dominant types of pastures, pastoral values and carrying capacities.

Zone Zone	Principaux types de pâturages naturels Main types of natural pastures	Valeur pastorale (%) Pastoral value (%)	Capacité de charge *(ha/UBT) Carrying capacity * (ha/TLU)
Soudano-sahélienne (Ss) Sudanian-Sahelian (Ss)	<i>Vetiveria nigriflora</i> & <i>Oryza longistaminata</i>	41,4	0,43
	<i>Loudetia simplex</i> & <i>Elymandra androphila</i>	51,4	0,66
	<i>Loxodera ledermannii</i>	51,5	0,37
Nord-ouest soudanienne (Sno) North-West Sudanian (Sno)	<i>Hyparrhenia rufa</i> & <i>Schizachyrium brevifolium</i>	49,2	0,53
	<i>Panicum pansum</i> & <i>Brachiaria distyphophylla</i>	44,1	0,31
	<i>Hyparrhenia subplumosa</i> & <i>Loudetiopsis ambiens</i>	62,5	0,47
Nord-soudanienne (Sn) North-Sudanian (Sn)	<i>Andropogon gayanus</i>	46,5	0,49
	<i>Andropogon gayanus</i> & <i>Schizachyrium sanguineum</i>	52,5	0,54
	<i>Loxodera ledermannii</i>	47,3	0,44
Sud-soudanienne (Ss) South-Sudanian (Ss)	<i>Andropogon gayanus</i>	46,5	0,51
	<i>Aspilia paludosa</i> & <i>Anadelphia afzeliana</i>	51,5	0,38
	<i>Pennisetum unisetum</i>	46,3	0,35
Soudano-guinéenne (Sg) Sudanian-Guinea (Sg)	<i>Andropogon chinensis</i> & <i>Andropogon schirensis</i>	65,8	0,71
	<i>Andropogon gayanus</i> & <i>Hyparrhenia involucrata</i>	74,3	0,41
	<i>Brachiaria falcifera</i>	63,2	0,44
	<i>Hyparrhenia smithiana</i> & <i>Hyparrhenia rufa</i>	46,9	0,40
	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	56,0	0,64
Guineo-soudanienne (Gs) Guineo-Sudanian (Gs)	<i>Schizachyrium sanguineum</i> & <i>Sorghastrum bipennatum</i>	50,0	0,67
	<i>Andropogon schirensis</i> & <i>Andropogon chinensis</i>	53,0	0,43
	<i>Andropogon gayanus</i>	45,7	0,30
Guinéenne (G) Guinean (G)	<i>Cynodon dactylon</i>	64,4	0,53
	<i>Panicum maximum</i>	50,2	0,52
	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	44,2	0,60

sur la diversité et la distribution spatiale des principaux types de pâturages, sept zones peuvent être distinguées au Bénin. Il s'agit de la zone soudano-sahélienne, de la zone Nord-Ouest soudanienne, de la zone soudanienne, de la zone Sud-soudanienne, de la zone soudano-guinéenne, de la guinéo-soudanienne et de la zone guinéenne.

Ces différentes zones présentent, suivant les conditions écologiques et le type d'élevage en vigueur, des formations végétales constituées d'espèces pâturées assez diversifiées. Des résultats des travaux suscités, il en ressort que les productions en phytomasse de ces pâturages varient d'une manière générale de 0,25 t MS/ha à 15,76 t MS/ha, avec des taux de graminées se situant entre 40 % et 96 %.

L'examen du tableau montre que 13 sur 23 groupements présentent une valeur pastorale bonne (supérieure à 50 %). La zone soudano-guinéenne (Sg) présente les groupements à fortes valeurs pastorales (56,0 % ; 63,2 % ; 65,8 % et 74,3 %). Par ailleurs les valeurs pastorales d'un même groupement varient en fonction des zones. Alors que le groupement à *Andropogon schirensis* et *Andropogon chinensis* montre une valeur pastorale de l'ordre de 65,8% en zone soudano-guinéenne, contre 53,0 % en zone guinéo-soudanienne.

propositions were formulated for a better management and use of the grazing lands in Benin.

DIVERSITY OF THE MAIN TYPES OF PASTURES, PASTORAL VALUE AND CARRYING CAPACITY

Southern Benin, which should be covered with very closed plant formations like in Nigeria and in Ghana, is devoid of dense forests due to its geographic position in the **Dahomey Gap**⁷. This situation combined with demographic pressure, leads to a strong **degradation**⁷ of natural **habitats**⁷ in the South of Benin. Thus, from the South to the North different types of vegetation can be observed (post-crop groups, savannas and degraded forests) where the grass stratum is grazed by the animals. It consists of grass cover in gallery forests, tree/shrub savannas, **saxicolous**⁷ savannas, woodland savannas/open forests, grassy depressions and post-crop and crop formations. Grasses represent the majority of plant fodder of around 200 native species, which were described in the Flora of Benin. Scientific studies, notably those in Agrostology, described around 40 species and many other grasses suitable for animal feeding. According to their dominance, these species, their associations with

Les capacités de charge des groupements pastoraux varient suivant les saisons (saison sèche et saison pluvieuse) de l'année. Les capacités de charge présentées dans le tableau 5.6 sont celles de la période humide. Elles varient en fonction des types de pâturages et de la zone.

Les pâturages à *Andropogon chinensis* et *Andropogon schirensis* (en zone soudano-guinéenne); à *Schizachyrium sanguineum* et *Sorghastrum bipennatum* (en zone guinéo-soudanienne); à *Loudetia simplex* et *Elymandra androphila* (en zone soudano-sahélienne) et ceux à *Paspalum scrobiculatum* (en zone guinéenne) avec des capacités de charge respectivement de l'ordre 0,71 ha/UBT; 0,67 ha/UBT; 0,66 ha/UBT et 0,60 ha/UBT constituent les groupements les moins productifs et exigent des superficies élevées par UBT dans leur zone respective.

Les pâturages les plus productifs sont constitués des groupements à *Panicum pansum* et *Brachiaria distyphophylla*; à *Pennisetum unisetum* et à *Loxodera ledermannii* où les capacités de charge sont respectivement de 0,31 ha/UBT ; 0,35 ha/UBT et 0,37 ha/UBT.

other species and the pedological and climatic conditions form types of pasture of which 70 were identified and described by specialized studies in Benin. Of these 70 types, 14 are the most dominant and presented in table 5.6.

The natural pasture is thus found in the large part of the national territory and in all phytocological zones. Based on the diversity and spatial distribution of the main types of pastures, seven zones can be distinguished in Benin. These are the Sudanian-Sahelian zone, the North-West Sudanian zone, the Sudanian zone, South-Sudanian zone, the Sudanian-Guinean zone, the Guineo-Sudanian zone and the Guinean zone.

According to the ecological conditions and the type of animal husbandry used, these different zones present diversified grassland. The research results highlight that the phytomass productions of these pastures vary in general from 0.25 t MS/ha to 15.76 t MS/ha, with grass rates between 40 % and 96 %. Examination of the table shows that 13 of 23 groups present a good pastoral value (more than 50 %). The Sudanian-Guinean zone (Sg) presents groups with high pastoral values (56.0 %; 63.2 %; 65.8 % and 74.3 %). Moreover, the pastoral values of a same group vary according to the zones. While the group with

REPARTITION SPATIALE DES TYPES DE PATURAGES

La carte 5.7 donne la répartition spatiale des principaux groupements pastoraux du Bénin. Du point de vue géographique, les différents types de pâturage sont globalement bien représentés d'une région à l'autre. Toutefois si certains types de pâturages semblent être bien plus représentés sur toute l'étendue du territoire (pâturage à *Andropogon gayanus* et *Hyparrhenia involucrata*, pâturage à *Schizachyrium sanguineum* et *Sorghastrum bipennatum*), d'autres au contraire sont confinés à des zones géographiques précises. Les pâturages à *Cynodon dactylon*, le pâturage à *Paspalum scrobiculatum* présentent une distribution plus restreinte à la zone côtière tandis que les pâturages à *Vetiveria nigrinata* et *Oryza longistaminata*, les pâturages à *Loxodera ledermannii*, les pâturages à *Loudetia simplex* et *Elymandra androphila* présentent une distribution septentrionale.

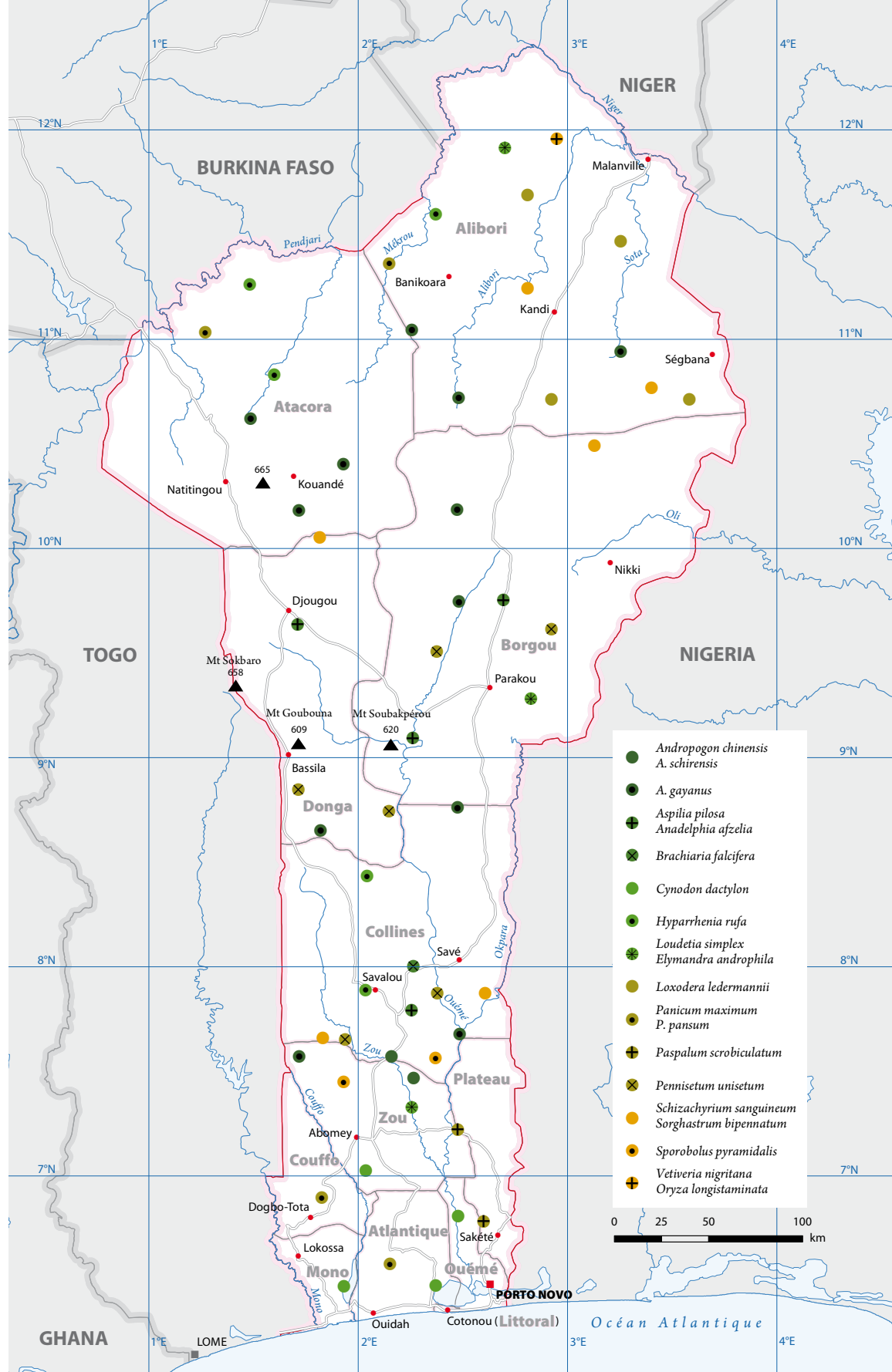
Ces différents types de pâturages subissent dans leurs milieux divers types de pression qui menacent leur viabilité et la **durabilité**⁷ de leur exploitation.

Andropogon schirensis and *Andropogon chinensis* shows a pastoral value of around 65.8 % in the Sudanian-Guinean zone, the value is 53.0 % in the Guineo-Sudanian zone.

The carrying capacities for pastoral groups vary according to the season (dry season and rainy season). The carrying capacities presented in table 5.6 are those of the humid period. They vary according to the type of pastures and the zone.

Pastures with *Andropogon chinensis* and *Andropogon schirensis* (in the Sudanian-Guinean zone); those with *Schizachyrium sanguineum* and *Sorghastrum bipennatum* (in the Guineo-Sudanian); with *Loudetia simplex* and *Elymandra androphila* (in the Sudanian-Sahelian zone) and with *Paspalum scrobiculatum* (in the Guinean zone) are the least productive. Their carrying capacities are respectively 0.71 ha/TLU; 0.67 ha/TLU; 0.66 ha/TLU and 0.60 ha/TLU and demand higher surface area per TLU in their respective zone.

The most productive pastures are made of *Panicum pansum* and *Brachiaria distychophylla*; with *Pennisetum unisetum* and with *Loxodera ledermannii* where the carrying capacities are 0.31 ha/TLU; 0.35 ha/TLU and 0.37 ha/TLU.



Carte 5.7: Carte phytogéographique du Bénin montrant la distribution des principaux types de pâturages. | **Map 5.7:** Phytogeographical map of Benin showing the distribution of the main types of pasture.

MENACES SUR LES PATURAGES NATURELS AU BENIN

Les menaces qui pèsent sur les pâturages naturels varient selon les modes d'exploitation des ressources pastorales, les conditions écologiques des milieux et selon l'appétibilité des espèces fourragères dominantes.

Plusieurs facteurs participent à la dégradation des parcours naturels identifiés. Il s'agit de :

- **Dépassement des taux de charge :** Le dépassement des taux de charge est de loin le problème crucial auquel les parcours naturels sont confrontés au Bénin. Le non respect des taux de charge bovine écologiquement admissibles dans les différentes terres de parcours occasionne la surexploitation des pâturages inhibant de fait leur pouvoir régénératif, l'apparition des espèces refus et des plages nues;
- **Feux de végétation non contrôlés :** Les feux de végétation allumés de façon sauvage compromettent le pouvoir végétatif des graminées pérennes et détruisent le stock semencier des graminées annuelles, ce qui réduit à long terme la diversité des parcours naturels.

SPATIAL DISTRIBUTION OF PASTURE TYPES

Map 5.7 gives the spatial distribution of the main pastures in Benin. From a geographic point of view, the different types of pastures are overall well represented from one region to another. Nonetheless, while some types of pastures seem to be represented throughout the territory (pasture with *Andropogon gayanus* and *Hyparrhenia involucreata*, pasture with *Schizachyrium sanguineum* and *Sorghastrum bipennatum*), others on the contrary are confined to precise geographic zones. The pastures with *Cynodon dactylon* and those with *Paspalum scrobiculatum* have more restricted distribution in the coastal zone while those with *Vetiveria nigriflora* and *Oryza longistaminata*, those with *Loxodera ledermannii*, those with *Loudetia simplex* and *Elymandra androphila* have a northern distribution.

These different types of pastures are subjected to different types of pressures threatening their viability and the **sustainability** of their exploitation in their different environments.

THREATS TO NATURAL PASTURES IN BENIN

The main threats to the natural pastures vary according to the modes of exploitation, ecological conditions of the

- **Péjorations climatiques :** Elles sont à l'origine de la rareté des pluies élément indispensable pour la repousse graminéenne surtout après feux.

Quant au surpâturage, les recherches dans les milieux moins arrosés (région soudanienne) ont montré qu'il aboutit à la baisse de la productivité des terres de parcours. Dans les milieux bien arrosés (régions guinéenne ou soudano-guinéenne), il provoque très souvent la dominance des espèces dédaignées du bétail au détriment des espèces de valeur fourragère élevée. Le surpâturage a donc un effet négatif sur les groupements pastoraux.

D'autres investigations par exemple sur le pâturage à *Loxodera ledermannii* ont montré qu'une perturbation (comme la pratique de jachère en région soudanienne) peut provoquer la disparition de la graminée *Loxodera ledermannii* caractéristique du stade d'évolution avancé d'un parcours naturel. Mais cette pratique favorise l'apparition et la dominance des espèces rudérales telle qu'*Andropogon gayanus* plus recherchée par les bovins. Un autre facteur influençant la dynamique des terres de parcours est le piétinement régulier par les sabots des gros ruminants. Les investigations ont montré que le piétinement régulier des groupements à *Sporobolus*

environments and according to the tastiness of the dominant fodder species.

Several factors contribute to the natural pasture degradation. These consist of:

- **Overloading:** Exceeding the carrying capacity is the main threat to natural grazing lands in Benin. The non-respect of the ecologically admissible bovine carrying capacities in the different grazing lands leads to the overuse of pastures and contributes to their degradation. Plant species rejected by animals and bare areas appear;
- **Uncontrolled vegetation fires:** The vegetation fires lit lawlessly limit the vegetative ability of **perennial** grasses and destroy the annual grass seed stock, which reduces the diversity of the natural grazing lands in the long term;
- **Climatic deteriorations:** They are at the root of the rarefaction of rainfall, an indispensable element for the grass regrowth after fires.

Research in less-watered environments (Sudanian zone) has shown that overgrazing results in decreasing productivity of the grazing lands. In well-watered environments (Guinea or

pyramidalis en zone guinéo-soudanienne modifie de façon considérable la composition floristique du pâturage au profit des rudérales telles que *Spermacoce stachydea*, *Stylochaeton lancifolius* et d'autres cypéracées, comme par exemple *Mariscus alternifolius*, de faible indice d'appétibilité et de faible valeur fourragère. Il constitue une menace à la pérennité des groupements pastoraux. D'autres travaux ont souligné à cet effet que la transhumance tout en étant cruciale et plus endémique doit être contrôlée pour la sauvegarde de la flore⁷ et de la faune⁷ sauvage dans le parc W du Niger au Nord du Bénin.

D'une manière générale, c'est la disparition des espèces appétibles d'un pâturage qui est considérée comme menace et non la dynamique interne du groupement végétal par suite de changement de structure ou de composition floristique.

Par ailleurs un autre facteur écologique menaçant de façon sévère la durabilité des groupements pastoraux est la désertification. Elle contribue à la mise à nu des sols et est une menace sérieuse aux espèces fourragères par la réduction de la couverture végétale et par la baisse de la productivité des terres de parcours.

Sudanian-Guinea regions), very often it provokes the dominance of species ignored by livestock to the detriment of species with higher feeding value. Overgrazing thus has a negative effect on pastures.

Other research, for example that on pastures with *Loxodera ledermannii*, have shown that a disturbance (like the practice of fallowing in the Sudanian region) can provoke the disappearance of the grass *Loxodera ledermannii* which is characteristic of a natural grazing land's early stage of development. But this practice favours the appearance and dominance of ruderal species like *Andropogon gayanus* that is often sought by cattle. Another factor influencing the dynamic of grazing lands is regular trampling by the hooves of ruminants. Other research has shown that in the Guineo-Sudanian zone the regular trampling of pastures where *Sporobolus pyramidalis* grows considerably modifies the floristic composition of the pasture to the benefit ruderal species like *Spermacoce stachydea*, *Stylochaeton lancifolius* and other Cyperaceae like *Mariscus alternifolius*, for example, with a low tastiness and low feeding value. This constitutes an important threat to the durability of the pastures. In the same way, other research on pastures underlined that pastoralism

Eu égard à tout ce qui précède et en raison des menaces de plus en plus constantes sur les terres de parcours au Bénin, il urge de formuler des propositions concrètes pour la réduction de la vulnérabilité des groupements pastoraux. Celles-ci ont été formulées dans les divers travaux et ont rapport avec les problèmes spécifiques des différentes zones d'étude.

PROPOSITIONS POUR LA CONSERVATION DE LA DIVERSITE DES PARCOURS NATURELS AU BENIN

En ce qui concerne, les facteurs anthropiques⁷ de dégradation des parcours tels que la surexploitation et les feux sauvages de végétation, des propositions ont été formulées. Mieux une loi sur la vaine pâture au Bénin a été votée en 1987. Cette loi régit l'élevage mobile (vaine pâture, garde des animaux et transhumance). De manière pratique, il a été proposé qu'un certain le taux de charge soit appliqué selon les grandes zones de pâturage. Ce taux doit permettre selon au groupement en place de se régénérer mais aussi de conserver et voire améliorer la qualité du fourrage produit. De même dans le but de dissuader les éleveurs qui concentrent un grand nombre de têtes d'animaux – responsable du dépassement fréquent des taux de charge – une taxation différentielle de

based on transhumance is an endemic and crucial phenomenon for pasture sustainability. It must be controlled to safeguard the wild flora⁷ and fauna⁷ in the W Park of Niger in the North of Benin.

In general, it is the disappearance of appetizing species from a pasture that is considered a threat, not the internal dynamics of the plant group following structural or floristic composition change.

Moreover, another ecological factor severely threatening the sustainability of pastoral groups is desertification. It contributes to the denudation of soils and is a serious threat to fodder species by reducing the plant cover and lowering the grazing lands' productivity.

Given the previous points and due to the increasingly constant threats to the grazing lands of Benin, it is urgent to formulate concrete propositions to reduce the vulnerability of pastoral groups in Benin. These were formulated in different studies and are related to the specific problems of the different zones of study.



L'exploitation des ressources pastorales est proposée. Force est de remarquer que ces différentes mesures demeurent théoriques et leur application est confrontée sur le terrain à d'énormes difficultés. Quant à la gestion des pâturages par les feux, il a été proposé l'usage des feux précoces, des feux de contre-saison et des feux tardifs en fonction des objectifs d'aménagements, des types de pâturages et selon les zones. Ces feux d'aménagement proposés limitent la prévalence des feux accidentels ou agricoles considérés comme moyen de lutte contre les parasites⁷ au Bénin et se sont révélés comme un moyen économiquement rentable et socialement acceptable par les populations locales. Ces feux d'aménagement aboutissent soit à une amélioration non seulement de la productivité en biomasse des groupements pastoraux mais aussi à une amélioration de la qualité des fourrages.

D'autres recommandations ont été formulées et ont pour but une meilleure conservation des espèces fourragères et des pâturages naturels. Il s'agit de :

- La mise en place d'une banque de semences pour les espèces fourragères ;



RECOMMENDATIONS FOR THE CONSERVATION OF GRAZING LAND DIVERSITY IN BENIN

Recommendations were formulated to overcome the pasture degradation resulting from overgrazing and unsustainable use of vegetation fire. For instance, a law dealing with extensive pasture management was passed in Benin in 1987. This law regulates extensive animal husbandry (extensive use of pasture, keeping animals and transhumance). This law proposed that the animal carrying charge must be applied according to the carrying capacity of each grazing land. Differential taxation for pastoral resource use is also applied to discourage livestock breeders to assemble a large number of animals, responsible for frequent overgrazing. The final aim of this law is to ensure the auto-regeneration of the grazing land and even to improve the quality of grass species on that grazing land. We must note that these different measures remain theoretical and their application is confronted with enormous difficulties in the field.

As for the management of the pastures with fires, the use of early fires, off-season fires and late fires was proposed applied according to the planned objectives, types of pasture and the area. These controlled fires limit the dominance of accidental

Fig. 5.25: Mise à feu précoce d'un pâturage à *Andropogon gayanus* en zone guinéo-soudanienne au Bénin. | Setting an early fire in a pasture with *Andropogon gayanus* in the Guineo-Sudanian in Benin. OTE

Fig. 5.26: Troupeau bovin sur un pâturage dégradé à *Hyparrhenia smithiana* en zone soudano-guinéenne au Bénin. | Herd of cattle in a degraded pasture with *Hyparrhenia smithiana* in the Sudanian-Guinean zone in Benin. OTE

- La mise en oeuvre d'un programme de culture et de vulgarisation des espèces fourragères autochtones dans les fermes d'élevage privées ;
- La conservation *in situ* des pâturages rares (à *Loxodera ledermannii*) ou des pâturages des zones vulnérables telles que les flancs de montagne ou les milieux soudano-sahéliens ;
- La valorisation des résidus de récolte surtout dans la partie septentrionale du pays en saison sèche.

CONCLUSION

Les terres de parcours au Bénin présentent une diversité de pâturage fort appréciable. Cette diversité en pâturage varie d'une région à l'autre suivant les conditions écologiques et les formes d'exploitation de ces pâturages. Le taux de charge que supportent ces parcours, reste élevé pendant la saison humide. Il varie pendant cette période de 0,30 à 0,71 UBT/ha. Quant aux valeurs pastorales, elles oscillent entre 41,4 % et 74,3 %. Cependant pendant la saison sèche, on assiste à une baisse drastique des taux de charge ce qui engendre la surcharge des terres de parcours exacerbée par l'arrivée massive des troupeaux transhumants en provenance des pays limitrophes pendant cette même période. De plus, ces parcours naturels

or agricultural fires, which are locally considered as a good way to combat **parasites**⁷. They have proven to be an economically profitable and a socially acceptable tool for local populations. The controlled fires do not only improve the primary productivity of the pasture but also the quality of the fodder.

Other recommendations were formulated for a sustainable use of the pastures and fodder species. These recommendations are as follows:

- Creation of a fodder species seed bank
- Implementation of a program based on native fodder species cultivation and their extension in private farms
- *In situ* conservation of rare pasture types (such as *Loxodera ledermannii*) or pastures located in vulnerable area such as mountain sides or Sudanian-Sahelian environments
- Valuing harvest residues in the northern part of the country during the dry season.

CONCLUSION

Grazing lands in Benin have highly appreciable pasture diversity. This pasture diversity varies from one region to another

font aujourd'hui face à une nette régression de leur superficie du fait de l'absence de politique d'aménagement appropriée mais également de la forte concurrence des terres agricoles qui ne cessent de grignoter d'année en année les terres exploitées pour l'élevage pastoral. Au regard de l'importance des terres de parcours, il importe aujourd'hui de les cartographier et de définir des mesures de gestion adéquates à chaque type de parcours.

according to the ecological conditions and the forms of exploitation of these pastures. The carrying capacity of these grazing lands remains high during the humid season. It varies during this period from 0.30 to 0.71 TLU/ha. The pastoral values oscillate between 41.4 % and 74.3 %.

However, the drastic drop in carrying capacity during the dry season resulted in the overuse of grazing lands. This situation is intensified by the massive arrival of transhumants' herds from the surrounding countries during the same period.

Moreover, these natural grazing lands today face a distinct regression in surface area due to the lack of an appropriate policy concerning these grazing lands, and also the great competition for the land between animal husbandry and agriculture. Due to the importance of grazing lands, today it is important to map them and to define sustainable management strategies suitable to each type of pasture..

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 5

REFERENCES CHAPTER 5

- Adjanohoun EJ, Adjakidjè V, Ahyi MRA, Aké Assi L, Akoègninou A, d'Almeida J, Apovo F, Boukef K, Chadare M, Cusset G, Dramane K, Eyme J, Gassita JN, Gbaguidi N, Goudote E, Guinko S, Houngnon P, Lo I, Keita A, Kiniffo HV, Kone-Bamba D, Musampa Nseyya A, Saadou M, Sodogandji T, De Souza S, Tchabi A, Zinsou Dossa C, Zohoun T. 1989: Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris, France.
- AETFAT. 1956: C.S.A. Specialist Meeting on Phytogeography/Réunion de spécialistes du C.S.A. en matière de phytogéographie. Scientific Council for Africa South of the Sahara, YANGAMBI, 28th July – 8th August 1956, Publication n°22, C.C.T.A.
- Agbahungba G & Depommier D. 1989: Aspects of the park of Shea Trees – Locust bean trees (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. *Parkia biglobosa* Jacq. Benth) in the south of Borgou (Benin). *Woods and forests of the tropics*, 222, 41-54.
- Agonyissa D & Sinsin B. 1998: Productivité et capacité de charge des pâturages naturels du Bénin : *Revue Elev. Med. Vet. pays trop*, 51: 239-246.
- Bako I. 1994: Productivité et exploitation des pâturages naturels du sous-domaine soudanien septentrional du Bénin : périmètre de Karimama; *Memoire. Ing. Agro, FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin*, 134 p.
- Boerhinger A. 1994: Simultaneous fallow-cropping systems in the sub-humid forest-savanna mosaic zone of West Africa. Ph.D. thesis, University of Hohenheim.
- Cakpo Y. 2005: Adoption of agroforestry techniques: status in 2005 of the systems introduced by the researchers between 1994 and 1999 in the department of Atlantique. DESS dissertation, option Development and Management of Natural Resources. Faculty of Agronomic Sciences, University of Abomey Calavi, Benin.
- CENATEL & PGRN. 1995: Carte de végétation du Bénin : Données de base et méthodologie. DFRN, Cotonou, Bénin.
- Djogo J & Sinsin B. 2006: Impact of the exotic tree species planted on the specific diversity of the phytocenoses of their undergrowth. *Syst. Geog. Pl.*, 76, 191-209.
- Djogo JG. 2006: Phytosociology of undergrowth vegetation and ecological impact of forest plantations on the floristic diversity in the south and centre of Benin. Doctoral thesis in Environmental Management, Multi-discipline Doctoral School "Spaces, Cultivation and Development", FLASH, University of Benin.
- Doppler W, Floquet A & Bierschenk T. 2000: Adoption of soil improvement and agroforestry innovations in family farms in southern Benin. In: University of Hohenheim, 1999. "Report of Results 1997-1999". Standortgemässe Landwirtschaft in Westafrika (SFB 308).
- Fanou AJ. 2007: Organising the producers and transfer of knowledge via the Farmer Field School. OBEPAB, AFAD, PSO, Solidaridad/GDF and UNDP/GEF, Benin.
- FAO. 2001: <http://web.icppgr.foa.org/oldsite/CR/CR/BENI/3.html>.
- Floquet A & Mongbo R. 2006: Agricultural production systems and patterns bringing about sustainable improvement in living conditions for rural households. Reference study on agricultural households in the communes involved in the ProCGRN in the departments of Atacora and Donga in Benin. Cotonou, Le Flamboyant.
- Floquet A, Maliki R & Cakpo Y. 2006: Seven Years after the SFB 308 – Adoption Patterns of Agroforestry Systems in Benin. Conference on International Agricultural Research for Development. Tropentag 2006 University of Bonn, October 11-13, 2006.
- Ganglo JC, Lejoly J & Pipar T. 1999: Teak (*Tectona grandis* L. f.) in Benin, management and perspectives. *Woods and forests of the tropics*, 261 (3), 17-27.
- Glin LC, Midingoyi SKG & Vodouhé DS. 2006: Better production of organic cotton: Techno-economic reference, National Institute of Agricultural Research of Benin (INRAB), Benin.
- Gutierrez ML & Juhé-Beaulaton D. 2002: History of the Locust bean tree park on the plateau of Abomey (Benin), Notes from overseas, 220 | October-December 2002, [online], put on line on the 13th February 2008. URL : <http://com.revues.org/index971.html>
- Holou RAY & Sinsin B. 2002: Embroussaillage des pâturages artificiels et naturels exploités par les bovins en zone guinéenne au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 3, 40-66.
- Houinato M. 2001: Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la Région des Monts Kouffé au Bénin. Thèse de Doctorat. ULB Belgique, 219 p + annexes
- Igue AM, Houndagba CJ, Gaiser TH & Stahr K. 2006: Land Use/Cover Map and its Accuracy in the Oueme Basin of Benin (West Africa). Tropentag 2006, University of Bonn.
- IMPETUS. 2005: Benin Atlas-Research results version 0.7. IMPETUS, Remote Sensing Research Group, University of Bonn, Bonn.
- Jensen JR. 1996: Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. Vol.2, 2ème édition, Prentice-Hall.
- Juhé-Beaulaton D. 1998: The palm grove of South Benin before colonisation : historic analysis attempt. In : M. Chastanet (Ed.), *Plants and landscapes of Africa, a history to explore* pp. 327-352. Paris, Karthala, CRA.

- Kassa B. 1998: Contribution à l'étude de la problématique de l'aménagement écologique pour la conservation des ressources fauniques dans le Parc National W du Niger : périmètre de Kérérou au Nord-Bénin; Ing. Agro./FSA/UNB ; Abomey-Calavi.
- Kindomihou V. 2000: Diversité des plantes fourragères et des pâturages naturels au Bénin. Rapport de mission. Projet Stratégie Nationale Biodiversité/MEHU, Cotonou, Bénin. 39p. In Sinsin, B. & Owolabi, L. (2000). Monographie nationale de la biodiversité. Cotonou, Bénin: FSA/UAC. Rapport d'étude. MEHU/PNUD, Cotonou Bénin.
- Kouévi TA & Vodouhè DS. 2006: Comparative analysis of organic cotton and conventional cotton, determination of the reinforcement and institutionalisation conditions for organic cotton and identification of new speculations to be promoted, Consultation report, OBEPAB-SOLIDARIDAD, Cotonou, Benin.
- Kouévi TA & Vodouhè DS. 2007: Organic agriculture in Benin: status, strengths, weaknesses, opportunities, threats and perspectives, OBEPAB – Pan-Uk, Benin.
- LABEE. 2004: Notice explicative de la carte écologique numérique du Bénin à 1/1.000.000 et 1/600.000, ABE, Cotonou.
- Lillesand TM & Kiefer RW. 2000: Remote sensing and image interpretation. Wiley, 4e édition.
- Natta AK. 1997: Contribution à l'étude de la productivité et de la gestion des pâturages naturels dans le Nord-ouest de l'Atacora : Région de Boukombé-Materi. Mem. Ing. Agron., Fac. Sci, Agron. Univ, Nat, Bénin ; 119p.
- Ogoubiyi V. 1994: Productivité et capacité de charge des herbages de la Zone Cynégétique de la Djona; mémoire. ing. agro., FSA/UNB; 76 p.
- PBF. 1999: Development plan for the sacred forests of Sèmè. PBF – DFS, Cotonou, Benin.
- Sabiiti EN & Wein RW. 1991: Effects of fire intensity and browsing by goats on the dynamics of Acacia encroachment in rangelands of Uganda. In: Toutain B & Carrière M. 1995 : Utilisation des terres de parcours par l'Élevage et Interactions avec l'Environnement. Outils d'évaluation et indicateurs (CIRA-EMVT), Maisons – Alfort Cedex – France.
- Schreckenberk K. 2004: The contribution of Shea butter (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertner) to local livelihoods in Benin. In: Sunderland & Ndoye (Eds.), Forest Products, Livelihoods and Conservation. Case studies of Non-Timber Product Forest Systems pp. 991-114. CIFOR.
- Sinsin B & Heymans J-C. 1988: Problèmes liés à la transhumance des animaux domestiques à travers les parcs nationaux ; Revue Internationale pour la conservation de la nature en Afrique : Nature et Faune 4, 27-31.
- Sinsin B & Owolabi L. 2001: Monographie nationale de la biodiversité. Cotonou, Bénin: FSA/UAC. Rapport de synthèse. MEHU/PNUD, Cotonou Bénin. 41p.
- Sinsin B & Saidou A. 1998: Impacts des feux contrôlés sur la productivité des pâturages naturels. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin. 1: 11-30.
- Sinsin B, Agonyissa D, Teka O & Mama A. 2002: Rapport annuel de suivi écologique sur les fermes d'élevage du projet de développement de l'élevage au Bénin, PDEIII/MAEP, Cotonou, Bénin. 38 p +annexes.
- Sinsin B, Houessou L, Houngue G & Mama A. 2004: Rapport annuel de suivi écologique sur les fermes d'élevage du projet de développement de l'élevage au Bénin, Cotonou, Bénin. PDEIII/MAEP, 52p +annexes.
- Sinsin B, Oumorou M, Agonyissa D & Mama A. 2001: Rapport annuel de suivi écologique sur les fermes d'élevage du projet de développement de l'élevage au Bénin, PDEIII/MAEP, Cotonou, Bénin. 32 p +annexes.
- Sinsin B, Teka O, Houngue G & Mama A. 2003: Gestion des Ecosystèmes et Suivi Ecologique. Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche /Direction de l'Élevage/ Projet de Développement de l'Élevage, Banque Africaine de Développement, Cotonou, Bénin. 34 p.+ annexes.
- Sinsin B. 1993: Phytosociologie, écologie, valeur pastotale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Université Libre de Bruxelles. 396p.
- Tandjiekpon AM. 2005: Characterisation of the agroforestry system composed of agroforestry cashew trees (*Anacardium occidentale* linnaeus) in the savanna zone of Benin. DEA dissertation on Management of the Environment, University of Abomey-Calavi, Benin.
- Tchiwanou M. 1994: Les Fulbé éleveurs face aux nouvelles stratégies de gestion participative des ressources forestières au Bénin.
- Teka O, Van Onacker J, Sinsin B & Lejoly J. 2005: Evaluation pastorale du ranch de Samiondji au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin Numéro 48, 33-47.
- Teka O, Vogt J, Kindomihou V, Houessou L, Sinsin B. 2007a: Socio-economic and Ecological Analysis of the Use of Controlled Fires in Pastoralism: Cases of two Agro-ecological Zones of Benin. In Proceedings of Tropentag 2007, Witzenhausen. ISBN: 3-86727-372-3. 978-3-86727-372-5.Sp. <http://www.tropentag.de/2007/abstracts/full/269.pdf>
- Teka O, Vogt J & Sinsin B. 2007b: Impacts de l'élevage sur les ligneux fourragers et contribution à la gestion intégrée de *Khaya senegalensis* et *Azelia africana*, deux espèces menacées d'extinction dans la région des Monts-Kouffé au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Vol. 55, 25-35.
- Vissin EW. 2001: Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du Fleuve Niger. Mémoire de DEA, Climatologie, Université de Bourgogne.