



9 Conflits et perspectives de la conservation de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Conflicts and perspectives of biodiversity conservation in West Africa

La conservation de la biodiversité est indispensable pour maintenir la fonctionnalité des écosystèmes et pour empêcher l'extinction des espèces. Mais la biodiversité et les services procurés par les écosystèmes qui y sont liés sont également une pré-condition importante pour faciliter le développement humain. En conséquence, le maintien de la durabilité de l'environnement pour assurer une réduction de la pauvreté a été l'un des dix objectifs de développement défini par les Nations Unies pour le Millénaire. L'Afrique occidentale a une biodiversité exceptionnelle constituée de différents types de végétation et d'espèces de faune depuis le désert du Sahara jusqu'aux forêts tropicales humides. Au cours des dernières décennies, la croissance démographique et en conséquence la demande croissante en nourriture et en infrastructures ont conduit à un conflit important entre les activités humaines et la conservation de la biodiversité. La végétation naturelle, largement modifiée et fragmentée est aujourd'hui essentiellement limitée aux zones protégées, ce qui demande des actions de protection appropriée pour empêcher le déclin de nombreuses populations de plantes et d'espèces animales. Le changement climatique est un autre obstacle à la diversité biologique et au développement humain en Afrique occidentale, en particulier dans les zones de faible pluviométrie. Toute modification des conditions climatiques peut donc avoir des conséquences drastiques qui constituent un défi majeur pour la conservation de la biodiversité et les demandes accrues des humains.

The conservation of biodiversity is indispensable to maintain ecosystem functionality and to prevent species extinctions. But biodiversity and the therewith related ecosystem services are also an important pre-condition to facilitate human development. Accordingly, maintaining environmental sustainability to ensure poverty alleviation has been appointed as one of the ten United Nations Millennium Development Goals. West Africa has an exceptional biodiversity that consists of a variety of different vegetation types and faunal components along the steep climatic gradient between the Saharan desert and the moist coastal rain forests. During the last decades, the increasing human population density and the respective demand for food and infrastructure have lead to substantial trade-offs between human landuse activities and the conservation of biodiversity. The natural vegetation has largely been converted or fragmented and is nowadays mostly restricted to protected areas, calling for appropriate conservation actions to prevent the further decline of many plant and animal populations. Climate change is a further impediment for biological diversity and human development in West Africa, especially in those areas with limited supply of precipitation. Any change in the climate conditions may have drastic consequences that constitute a major challenge to the conservation of biodiversity and the perpetuation of human demands.

Fig. 9.0: Elevage du bétail. | Livestock farming. MBO



9.1

Développement de la biodiversité en réponse aux changements climatiques

Jan Henning SOMMER
Sylvestre DA
Jaime GARCIA MARQUEZ
Katharina SABELLEK
Wilhelm BARTHLOTT

VEGETATION ET CLIMAT

La végétation dépend fortement du climat. La température et les précipitations sont les facteurs les plus importants dans la formation de certains types de végétations, telles que les forêts **ombrophiles**[?] ou les savanes. Au cours des dernières décennies, le climat mondial a connu de nombreuses vagues de réchauffement qui risquent de perdurer au cours du prochain siècle. Celles-ci ont eu des conséquences sur la situation de nombreuses régions climatiques d'Afrique de l'Ouest et ont aussi influencé la répartition des espèces et les caractéristiques de la diversité (Carte 9.1).

LE CLIMAT DETERMINE LA REPARTITION DES ESPECES

Le climat est le facteur déterminant le plus important dans la distribution des espèces. Malgré le caractère déterminant de certains

Biodiversity development in response to climate change

VEGETATION AND CLIMATE

Vegetation strongly depends on climate. Temperature and the amount of precipitation are the most important factors for the formation of certain vegetation types, as rain forest or savannas. During the last decades, global climate has been constantly warming, and the warming may continue at even higher rates during the next century. This has consequences for the location of climate zones in West Africa and thereby influences the distribution of species and diversity patterns (Map 9.1).

CLIMATE DETERMINES SPECIES DISTRIBUTIONS

Climate is the most important determinant of species ranges. Despite many other factors that are decisive for the occurrence of species, e.g. competition with other species, the overarching climate conditions shape the geographic frame of possible

facteurs tels que la compétition inter et intra spécifique dans l'apparition des espèces, les conditions climatiques déterminent la répartition **phytogéographique**[?] des espèces. Ainsi, la répartition phytogéographique de la plupart des espèces est déterminée par des températures et des précipitations à l'intérieur des limites de tolérance. En Afrique de l'Ouest, la répartition spatio-temporelle des précipitations est le principal facteur qui détermine la distribution des espèces végétales. Par exemple, la végétation des forêts ombrophiles se développe sous des précipitations de plus de 1 200 mm/an avec une courte durée de saison sèche. Cependant, les formations savaniques sont principalement déterminées par la quantité d'eau annuelle tombée.

Chaque espèce répond différemment selon son environnement. Les facteurs climatiques déterminants pour l'apparition d'une espèce varient d'une espèce à une autre. L'analyse des conditions climatiques spécifiques des **biotopes**[?] permet d'extrapoler à l'aide de logiciels l'aire de distribution potentielle de chaque espèce.

QU'EST CE QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Le système climatique **terrestre**[?] est permanemment balayé par les rayons solaires sous la forme de lumière visibles. La majeure partie

species occurrences. Hence, the margins of most species ranges are determined by a critical level of temperature and water availability. In West Africa, the by far most important factor restricting the distribution of plant species is water availability, which means the amount and the inter-annual distribution of precipitation. As one example, rain forest vegetation requires more than 1 200 mm of rain per year and absence of a longer drought period, and different types of savannas are mainly determined by of the amount of received precipitation. Every species responds differently to its environment, and the climate factors delimiting the occurrence of species differ significantly amongst different plant species in West Africa. By analysing the specific climate conditions at the localities where certain species grow, it is possible to characterize and model the location of suitable **habitats**[?] for these species with the help of computer programs.

WHAT IS CLIMATE CHANGE?

The climate system on earth is mainly driven by the constant supply with solar radiation, mainly as visible light. A fraction of this energy is absorbed by the Earth's surface. However, another

de cette énergie est absorbée par la surface terrestre. Toutefois, une partie de cette énergie est renvoyée dans l'espace sous forme de rayons infrarouges. C'est alors que les gaz à effet de serre se manifestent. Ils absorbent une partie de cette énergie et agissent ensuite comme une couche isolée qui protège la terre contre le froid excessif (Fig. 9.1). L'effet de ces gaz à effets de serre constitue une importante condition préalable à la vie sur terre. Au cours de ces dernières décennies, d'énormes quantités de dioxyde de carbone ont été déversées dans l'atmosphère du simple fait de brûler la matière organique. Étant un important gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone amplifie l'effet tampon de l'atmosphère, entraînant ainsi une augmentation des températures mondiales. Depuis 1850, la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique a augmenté de plus de 30 %. L'augmentation la plus remarquable a été enregistrée au cours des 50 dernières années. A la même période, les températures mondiales augmentaient de près de 1 °C. La quantité et la répartition des précipitations étant indirectement contrôlées par la température, plus la température s'élève, plus les eaux retenues dans l'atmosphère sont importantes. Ainsi l'eau disponible pour la croissance des plantes diminue au fur et à mesure que la température augmente, ceci parce que l'humidité relative de l'air diminue.

fraction of this energy is reflected back into space as infrared radiation. Here, atmospheric greenhouse gases come into play: they adsorb parts of this energy and thereby act as an isolating buffer that prevents the Earth from excessive cooling (Fig. 9.1). This natural greenhouse effect is an important precondition for life on earth. In the last decades, however, large amounts of carbon-dioxide have been released into the atmosphere by burning of organic material. As an important greenhouse-gas, the carbon dioxide amplifies the buffering effect of the atmosphere and therefore leads to an increase of global temperatures. Since 1850, the atmospheric carbon dioxide concentration increased by more than 30 %. The strongest increase occurred in the last 50 years. During the same period of time, global temperatures rose by about 1 °C. The amount and distribution of precipitation is indirectly also controlled by temperature: The higher the temperature, the more water evaporates and can be stored in the atmosphere. Therefore, the amount of available water for plant growth may decrease, because the relative air humidity decreases.

During the last decades, average temperatures have risen significantly, and the amount and distribution of precipitation has

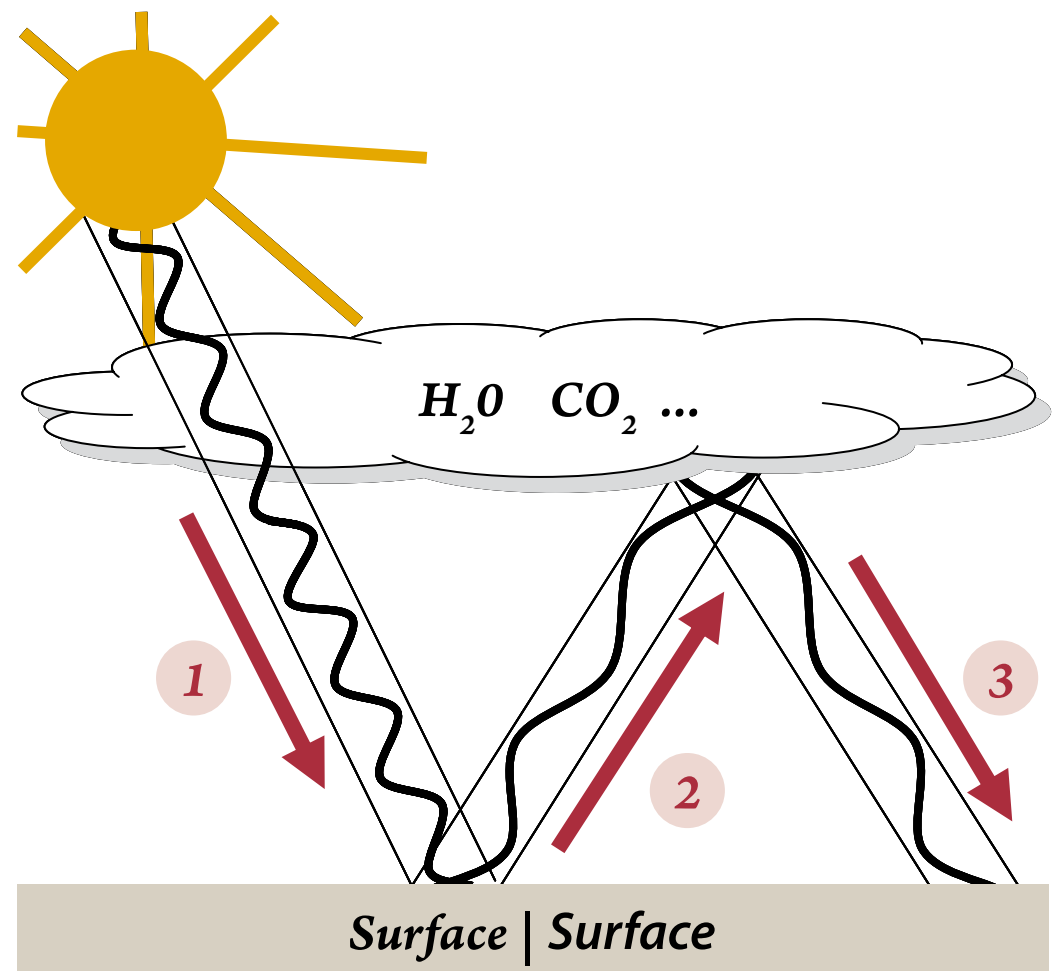


Fig. 9.1: Effet de serre. Les rayons solaires qui balayent la terre sont absorbés par la surface terrestre (1). Une fraction de la radiation est reflétée sous forme de rayons infrarouges (2). Les gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone, reflètent ces rayons infrarouges dans l'atmosphère et les renvoient vers la surface de la terre (3). Conséquence, ils agissent comme une couche qui isole la surface de la terre. Sans l'effet naturel des gaz à effet de serre, la surface de la terre aurait une température moyenne de seulement -18 °C comparé aux +15 °C actuels. L'augmentation par l'homme de la concentration en dioxyde de carbone favorise le réchauffement global de la planète. | **Greenhouse effect.** Solar radiation reaching the earth is partly absorbed by the earth surface (1). A fraction of the radiation is reflected as infrared radiation (2). Greenhouse gases as water, carbon dioxide, and others reflect this infrared radiation in the atmosphere and send it back to the earth surface (3). Consequently, they act like an isolating buffer keeping the earth surface warm. Without the natural greenhouse effect, earth surface would have an average temperature of only -18 °C as compared to +15 °C. The human-induced increase in carbon dioxide concentration triggers global warming.

Carte 9.1: Richesse spécifique potentielle contemporaine en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10'). La carte affiche la superposition des aires de distribution potentielle de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, basés sur les données existantes sur la distribution des plantes et les variables environnementales. La couleur bleu indique que le nombre d'espèces est élevé tandis que, la couleur jaune indique que le nombre d'espèces est faible. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

Map 9.1: Potential contemporary plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10'). The map displays the superimposed ranges of 3399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables. Blue colour indicates high species numbers, yellow indicates low species numbers. Based on results of Da 2010 [4].

Carte 9.3: Richesse spécifique potentielle future des espèces végétales en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10') à l'horizon 2100, sur la base d'un scénario modéré du changement climatique (augmentation de la température moyenne globale de ~4 °C à l'horizon 2100, scénario A1F1 du GIEC). La carte affiche la superposition des aires de distribution potentielle de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, basés sur les données existantes sur la distribution des plantes et les variables environnementales. La couleur bleu indique que le nombre d'espèces est élevé tandis que, la couleur jaune indique que le nombre d'espèces est faible. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

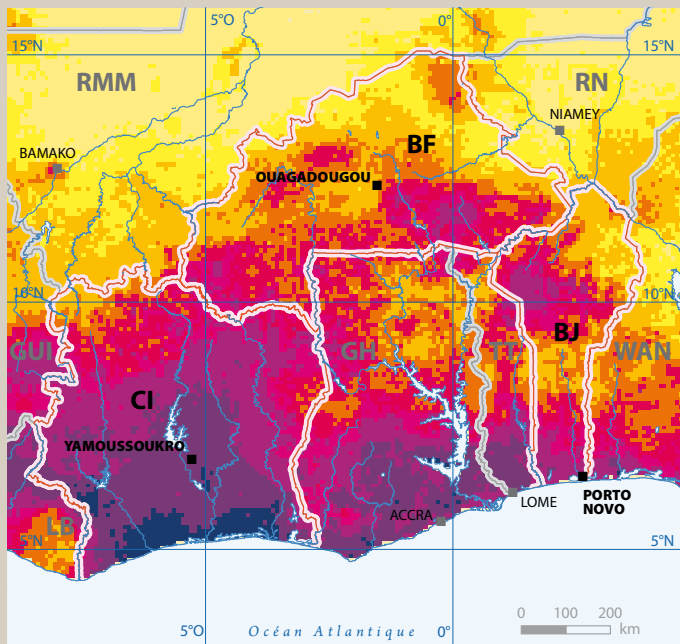
Map 9.3: Potential future plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10') for 2100 based on a more realistic climate change scenario (global average temperature rise ~4 °C by 2100, IPCC A1F1 scenario). The map displays the superimposed ranges of 3 399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables. Blue colour indicates high species numbers, yellow indicates low species numbers. Based on [4].

Carte 9.2: Richesse spécifique potentielle futures des espèces végétales en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10') à l'horizon 2100, sur la base d'un scénario modéré du changement climatique (augmentation de la température moyenne globale de ~2 °C à l'aube 2100, scénario B1 du GIEC). La carte affiche des zones superposées de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, fondés sur les données de la répartition végétale et les variables environnementales, en combinaison avec les résultats d'un possible effet du changement climatique sur la richesse des espèces dérivées d'une base de données de 50 x 50 km de résolution. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

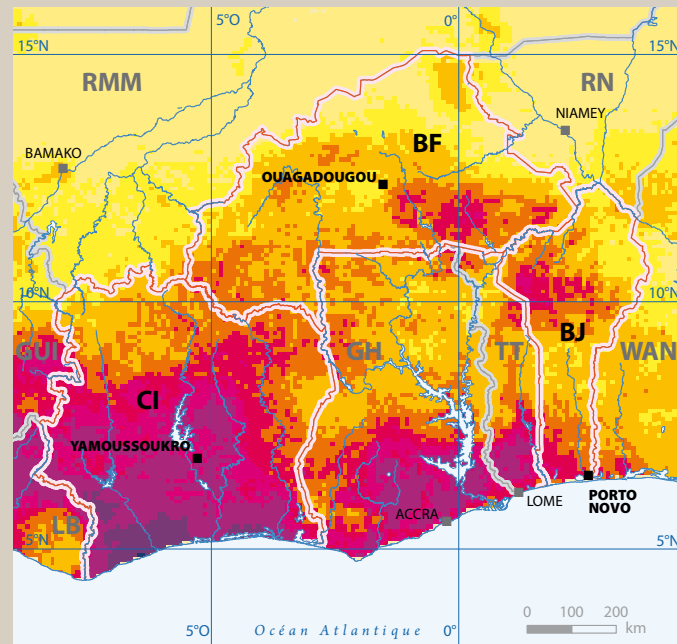
Map 9.2: Potential future plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10') for 2100 based on a moderate climate change scenario (global average temperature rise ~2 °C by 2100, IPCC B1 scenario). The map displays the superimposed ranges of 3 399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables in combination with results on the possible impact of climate change on species richness derived from a database with 50 x 50 km resolution. Based on Da 2010 [4].

Carte 9.4: Changement climatique futur et richesse des espèces végétales: Possible pourcentage de perte de la richesse spécifique estimé par maille de grille allant de 10-20 % (vert) à plus de 60 % (rouge foncé). Pourcentage de perte possible estimé à l'horizon 2100 comparé à la richesse spécifique actuelle. Référence à un scénario de changement climatique de plus 4 °C à l'horizon 2100 (GIEC A1F1, résolution spatiale, 50 x 50 km [0.5°]).

Map 9.4: Future climate change and plant species richness: Possible percentage loss of species richness per grid cell ranging from 10-20 % (green) to more than 60 % (dark red) possible percentage species loss by 2100 as compared to contemporary species richness. Referring to a + 4 °C climate change scenario until 2100 (IPCC A1F1, spatial resolution 50 x 50 km [0.5°]).

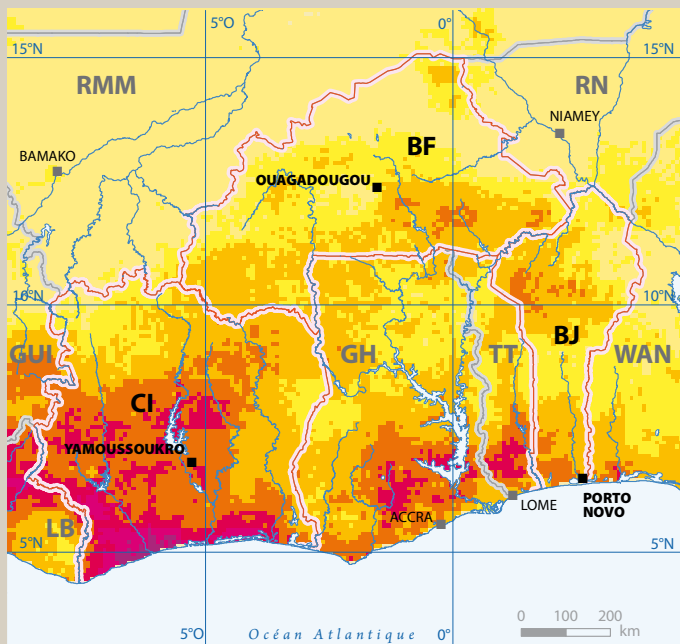
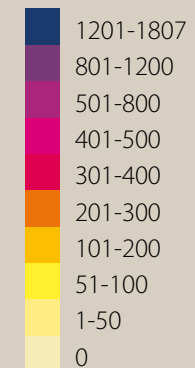


Carte 9.1: Richesse spécifique potentielle contemporaine.
Map 9.1: Potential contemporary plant species richness.

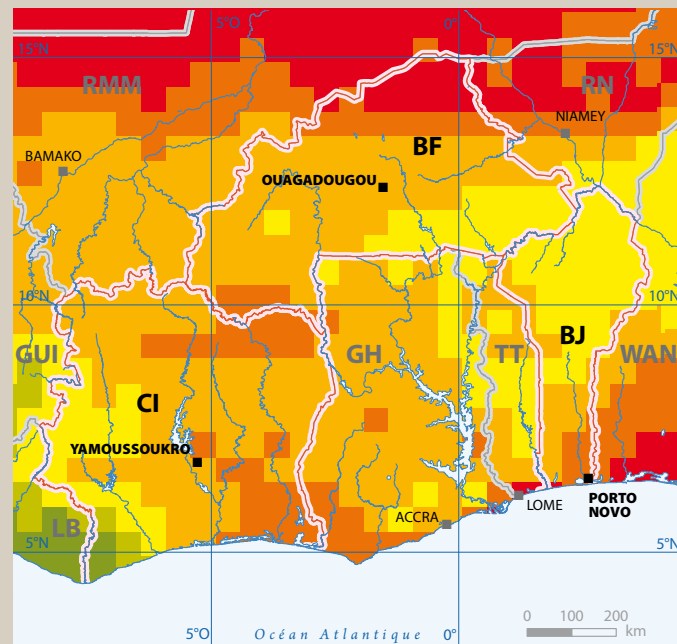


Carte 9.2: Richesse spécifique potentielle des espèces végétales, scénario + 2 °C à l'aube 2100.
Map 9.2: Potential plant species richness, scenario +2 °C by 2100.

Legend Cartes 9.1 - 9.3
 Legend Maps 9.1 - 9.3

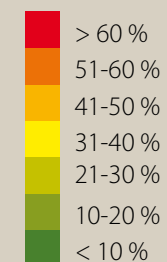


Carte 9.3: Richesse spécifique potentielle des espèces végétales, scénario + 4 °C à l'aube 2100.
Map 9.3: Potential plant species richness, scenario + 4 °C by 2100.



Carte 9.4: Possible pourcentage de perte de la richesse spécifique.
Map 9.4: Possible percentage loss of species richness.

Legend Carte 9.4
 Legend Map 9.4



Scénarii d'émission du Rapport Spécial du GIEC

A1. La position A1 et la famille de scénarii décrivent un monde à venir caractérisé par une croissance économique rapide, une population mondiale croissante au milieu du siècle et décroissante peu après, et l'introduction rapide des technologies innovantes et encore plus efficaces. Les thèmes majeurs sous-jacents sont la convergence entre les régions, le renforcement des capacités et l'accentuation des interactions sociales et culturelles, avec une réduction substantielle des différences régionales du revenu par tête. La famille du scénario A1 comporte trois groupes qui décrivent les directions alternatives du changement technologique dans le système énergétique. Les trois groupes de A1 se distinguent par leur accent technologique: Les sources d'énergies fossiles intensives (A1F1), non fossiles (A1T) ou un équilibre entre toutes les sources (A1B) (où l'équilibre est défini comme ne s'appuyant pas totalement sur une source d'énergie particulière, si on suppose que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à tous les approvisionnements en énergie et aux technologies de pointe).

A2. La position A2 et la famille du scénario décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est le développement auto concentré et la préservation des identités locales. Les méthodes de **fertilisation**⁷ dans les régions convergentes très lentement, d'où il résulte une population de plus en plus croissante. Le développement économique est principalement orienté vers les régions et la croissance économique par tête et l'innovation technologique sont plus fragmentés et moins rapides que les autres scénarii.

B1. La position B1 et la famille de scénarios décrivent un monde convergeant avec la même population mondiale, qui augmente au milieu du siècle et diminue peu après, comme dans le scénario A1, mais avec un changement rapide des structures économiques vers une économie des services et de l'information, avec des réductions de l'intensité matérielle et l'introduction des technologies propres et économes. L'accent est mis sur des solutions globales pour une **durabilité**⁷ économique, sociale et environnementale, y compris sur l'amélioration des règles d'équité et sans initiatives climatiques supplémentaires.

B2. La position B2 et la famille de scénarios décrivent un monde dans lequel l'accent est mis sur les solutions locales pour une durabilité économique, sociale et environnementale. C'est un monde caractérisé respectivement par une population de plus en plus croissante, à un rythme inférieur à celui de la position A2, de niveaux intermédiaires de développement économique, et une innovation technologique moins rapide et plus diversifiée que celle des positions B2 et A1. Alors que le scénario est également orienté vers une protection environnementale et une équité sociale, il se focalise sur les niveaux local et régional.

Emission Scenarios of the IPCC Special Report

A1. The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. Major underlying themes are convergence among regions, capacity building and increased cultural and social interactions, with a substantial reduction in regional differences in per capita income. The A1 scenario family develops into three groups that describe alternative directions of technological change in the energy system. The three A1 groups are distinguished by their technological emphasis: fossil-intensive (A1F1), non-fossil energy sources (A1T) or a balance across all sources (A1B) (where balanced is defined as not relying too heavily on one particular energy source, on the assumption that similar improvement rates apply to all energy supply and end use technologies).

A2. The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self-reliance and preservation of local identities. **Fertility**⁷ patterns across regions converge very slowly, which results in continuously increasing population. Economic development is primarily regionally oriented and per capita economic growth and technological change more fragmented and slower than other storylines.

B1. The B1 storyline and scenario family describes a convergent world with the same global population, that peaks in mid-century and declines thereafter, as in the A1 storyline, but with rapid change in economic structures toward a service and information economy, with reductions in material intensity and the introduction of clean and resource-efficient technologies. The emphasis is on global solutions to economic, social and environmental **sustainability**⁷, including improved equity, but without additional climate initiatives.

B2. The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social and environmental sustainability. It is a world with continuously increasing global population, at a rate lower than A2, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented towards environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

Tiré du 4^{ème} rapport spécial des scénarii d'émission de 2000. | Taken from IPCC Special report on Emission Scenarios 2000. IPCC TAR, Third Assessment Report,[1].

Au cours des dernières décennies, les températures moyennes ont considérablement augmenté et la quantité et la répartition des précipitations ont également changé. Ce phénomène a été prouvé à l'échelle mondiale. Dans les années à venir, le taux de réchauffement global pourrait même être encore plus élevé qu'aujourd'hui.

Le Groupe d'experts Intergouvernementaux sur l'Évolution du Climat (GIEC), en tant qu'institution intergouvernementale créée par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) étudient les futurs changements possibles du climat mondial. Le GIEC élabore différents scénarii possibles d'un développement économique et social pour les siècles à venir. Ces scénarii constituent une base de calcul des modèles climatiques qui simulent les probables changements futurs. En 2100, la température en Afrique aura augmenté de 5,9 °C de la marge continentale selon les simulations climatiques extrêmes.

Ici, nous comparons l'effet possible du **changement climatique** sur la diversité végétale de l'Afrique de l'Ouest sur la base de deux scénarii différents: dans le scénario modéré B1- les températures globales pourraient augmenter de 2 °C au cours du prochain siècle. Le scénario extrême A1FI- prévoit à une augmentation attendue de

changed accordingly. This phenomenon has been proven true also at a global scale. In the future, the rate of global warming may be even higher than today.

As a scientific intergovernmental institution set up by the World Meteorological Organization (WMO) and by the United Nations Environment Programme (UNEP), the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) investigates possible future changes of the global climate. The IPCC built up different scenarios of possible economic and societal development for the next century. These scenarios form the baseline for the calculation of climate models that make simulations of likely changes of climate in future. The temperature rise across Africa by 2100 may be as high as 5.9 °C in continental average according to the extreme climate simulations.

Here, we compare the possible impact of **climate change** on plant diversity in West Africa based on two different scenarios: under the moderate B1-scenario global temperatures may rise by roughly 2 °C during the next century. The more extreme A1FI-scenario leads to an expected temperature rise of 4 °C until 2100 [3].

For West Africa, future scenarios predict a pronounced increase

la température de l'ordre de 4 °C jusqu'en 2100 [2].

Pour l'Afrique de l'Ouest, les futurs scénarii prédisent une augmentation prononcée de la température et un changement modéré des précipitations. Ainsi, la disponibilité en eau pourrait diminuer dans la plupart des zones, situation très peu favorable aux biotopes de la plupart des espèces. Du fait de l'élévation drastique des températures, l'augmentation modérée des précipitations pourrait ne pas compenser l'**évapotranspiration** élevée de façon à maintenir la richesse de la **biodiversité** actuelle d'une grande partie de l'Afrique.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET REPARTITION DES ESPECES

Les futurs scénarii de changement climatique peuvent être utilisés pour analyser les changements possibles dans la répartition des espèces végétales de l'Afrique de l'Ouest. Premièrement, les conditions spécifiques du climat dans lesquelles les espèces peuvent évoluer sont déterminées. En connaissant les conditions favorables et non favorables à la pérennité des espèces, il est possible d'analyser pour chaque espèce, les conséquences possibles du changement climatique sur celles-ci. Ainsi, la connaissance des préférences climatiques des espèces est combinée aux différents scénarios climatiques

in temperature and only moderate changes in precipitation. Hence, water availability may decrease in most areas, and habitats become generally less suitable for most of the species. Due to the drastic temperature rise, the moderate increase in precipitation may not compensate for the higher **evapotranspiration** in order to maintain its present species richness for most of Africa.

CLIMATE CHANGE AND SPECIES DISTRIBUTIONS

The future climate change scenarios can be used to analyse possible changes in the distribution of West African plant species. First, the specific climate conditions at which species are able to grow are determined. By knowing which conditions are still suitable and which conditions may not be longer suitable for the persistence of a species, the possible consequences of climate change can be analysed for individual species. For this purpose, the knowledge of the climatic preferences of species is combined with different future climate scenarios. For every area of West Africa, it is therefore possible to estimate whether a species may occur there today, and whether it may still occur there in the future.

à venir. Pour chaque région d'Afrique, il est désormais possible de prédire si une espèce peut apparaître aujourd'hui, ou si elle apparaîtra à l'avenir.

Le changement climatique présente plusieurs conséquences sur la répartition des espèces.

- Les conditions climatiques peuvent devenir en général plus appropriées à l'avenir. Dans ce cas, les espèces maintiennent leur zone actuelle et peuvent même coloniser de nouvelles régions.
- Le climat peut devenir en général moins favorable. L'aire de répartition des espèces peut ainsi se réduire à une fraction de sa taille d'origine et les espèces peuvent localement disparaître dans une partie de leur **habitat**⁷ naturel.
- La région qui possède des conditions climatiques appropriées à l'apparition des espèces change de situation géographique et seule une partie reste inféodée à la zone d'origine. C'est le cas le plus susceptible d'arriver. Les espèces peuvent disparaître localement dans certaines parties de leurs habitats d'origine qui ne sont plus climatiquement appropriées, mais d'un autre côté, peuvent élargir le biotope vers de nouvelles régions plus appropriées hors du biotope.

Climate change may have different consequences for the distribution of species:

- Climate conditions may become generally more suitable in future. In this case, the species maintains its current range and may even expand its range into new areas.
- Climate may become generally more unsuitable. The distribution range of a species may therefore shrink to a fraction of its original range, and the species may become locally extinct in parts of its contemporary range.
- The area that has suitable climate conditions for the occurrence of a species shifts in location and only partly overlaps with the original range. This is the most likely case to occur. The species may become locally extinct in those parts of its original range not longer climatically suitable, but on the other hand may expand its range into new suitable areas outside its contemporary range.

Altogether, it is very difficult to predict whether a certain change in climate conditions in the end really affects the current distribution of a species. Individuals may persist even under unsuitable climate conditions for a long time, and new

De manière globale, il est difficile de prédire si un certain changement des conditions climatiques affectera véritablement la répartition actuelle des espèces. Les individus peuvent vivre longtemps même dans des conditions climatiques non appropriées et les nouvelles régions peuvent ne pas être atteintes et colonisées immédiatement par les espèces. Ainsi, les cartes insérées dans ce chapitre montrent les tendances générales des déterminants du changement climatique et leurs influences sur les habitats naturels des espèces et ne doivent pas être interprétées comme des prédictions fiables.

COMMENT SERA LE PROBABLE FUTUR DE LA DIVERSITE VEGETALE EN AFRIQUE DE L'OUEST ?

L'Afrique est peut-être le continent le plus vulnérable au changement climatique dans le monde [1]. La plupart des pays fortement peuplés sont confrontés à des élévations particulières de températures. Conséquence, l'accès à la nourriture, à l'eau, aux médicaments et aux revenus pourrait devenir plus difficile dans le futur. L'agriculture pluviale qui est de loin le système agricole le plus utilisé en Afrique, est très vulnérable même pendant les faibles changements de la disponibilité en eau. Les possibles changements de température et de précipitations dans certaines régions semi-arides peuvent

suitable areas may not be reached and colonised by species immediately. Hence, the presented maps of this chapter show general tendencies of climate-change-driven pressure on habitat suitability of species and should not be interpreted as reliable predictions.

WHAT IS THE POSSIBLE FUTURE OF PLANT DIVERSITY IN WEST AFRICA?

Africa is the continent possibly most vulnerable to climate change worldwide [1]. Many of the densely populated areas are confronted with a particularly high increase in temperature. As a consequence, access to food, water, medical treatment and income may become more difficult in future. Rainfed agriculture, the by far most common agricultural system in Africa, is very vulnerable to even slight shifts in water availability. The possible changes in temperature and precipitation may in many semi-arid areas shift the level of productivity in a way that certain forms of agricultural production may not longer be profitable. The IPCC calculates that by 2020 half of the productivity of African rainfed agriculture may get lost, and more than 250 million people may be affected by water deficiency.

baisser, le niveau de productivité de telle sorte que certaines productions agricoles ne soient plus rentables. Le GIEC estime que d'ici 2020, la moitié de la productivité de l'agriculture pluviale africaine pourrait disparaître et que plus de 250 millions de personnes pourraient être affectées par le manque d'eau.

Les conséquences possibles du changement climatique sur la répartition des espèces dépendent fortement du scénario du changement climatique sous-jacent. En général, le changement vers des conditions climatiques plus chaudes mais non plus humides dans le futur se reflète par un changement futur de la taille prédite par espèce (démontré ici par le modèle climatique HadCM3). Pour la plupart des espèces, la taille de leurs futures aires de répartition diminuera de façon significative comparée à celle d'aujourd'hui [3]. Ce phénomène est indépendant du scénario de changement climatique choisi. Toutefois, l'amplitude de la taille du biotope dépend fortement de l'amplitude du changement climatique supposé. Pour l'Afrique Continentale, on remarque un grand déclin des espèces potentielles dans les régions sèches, les plus petits changements interviendraient dans les régions à faible altitude et dans les régions montagneuses. En Afrique de l'Ouest, respectivement, la richesse spécifique actuelle suit les gradients climatiques prononcés des

zones côtières chaudes humides vers des climats plus secs du nord (Sahel). Ces espèces seront affectées différemment par les changements climatiques. Selon les modèles, le pourcentage de perte de la richesse spécifique potentielle en 2100 pour le scénario +4 °C atteindra la barre de plus de 50 % dans la région Nord Sahélienne, mais également dans les zones frontalières entre le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, et dans les parties de la zone côtière. (Carte. 9.4). La plus petite perte en espèces paraît intervenir dans les marges Sud-Ouest de la zone d'étude aux frontières entre la Côte d'Ivoire et le Libéria, une zone caractérisée à ce jour par des conditions climatiques extrêmement humides.

En général, le possible changement absolu du nombre d'espèces donne une image plutôt dramatique des scénarios de plus de 2°C et des scénarii de plus de 4 °C (Carte. 9.2, Carte. 9.3). Pour la plupart des régions, le nombre d'espèces potentielles diminue de plusieurs centaines, indiquant un changement d'ensemble vers le Sud des zones de végétation et de la richesse en espèces (Carte 9.4).

The possible consequences of climate change on species distributions depend strongly on the underlying climate change scenario. Generally, the shift towards warmer but not consistently wetter climate conditions in future is reflected by a change of predicted future range size per species (shown here for the HadCM3 climate model). For most of the species, the size of their future distribution ranges shrinks significantly as compared to today [3]. This phenomenon is independent of the selected climate change scenario. However, the magnitude of range size change depends strongly on the magnitude of climate change assumed.

For the continental Africa, the strongest decline in potential species appears in dryland areas, the least changes appear in tropical lowland areas and afro-montane areas. In West Africa, respectively, contemporary species richness follows the pronounced climatic gradients from the moist and warm coastal area to much dryer climates in the north (Sahel). This species richness will be affected differently by climate change. According to the models, the percentage loss of potential species richness in 2100 for the +4 °C scenario reaches more than 50 % in the northern Sahelian area, but also at the border between

Burkina Faso and Côte d'Ivoire, as well in parts of the coastal area (Map 9.4). The lowest relative loss in species appears to occur in the south-western margin of the study area at the border between Côte d'Ivoire and Liberia, an area that is characterized by extremely moist climate conditions today.

Altogether, the absolute possible change in species richness numbers indicates quite a dramatic picture for the plus 2 °C scenarios as well as for the plus 4 °C scenario (Map. 9.2, Map 9.3). For most areas, the potential species numbers decrease by several hundreds, indicating an overall southward shift of vegetation zones and species richness (Map 9.4).

MITIGATION AND ADAPTATION: COMBATING THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE

The findings presented here indicate that West Africa's **biodiversity**⁷ is under severe threat by climate change [3]. As a consequence, the functionality of **ecosystems**⁷ may change, which can lead to a shift and breakdown of specific ecosystem services (compare chapter 9.2: *Conflicts of land use change and biodiversity*). Therefore, it is very important to develop and implement appropriate strategies for climate change mitigation and

MIGRATION ET ADAPTATION: COMBATTRE L'EFFET NEGATIF DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats présentés ici indiquent que la biodiversité Ouest Africaine est sévèrement menacée par les changements climatiques [3]. Comme conséquence, la fonction des **écosystèmes** pourrait changer, ce qui mènerait à un changement et à un arrêt des services spécifiques à l'écosystème. (Comparer au Chapitre 9.2 : *Conflits entre l'utilisation des terres et de la biodiversité*). Ainsi, il est très important de développer et de mettre en oeuvre des stratégies appropriées pour l'adaptation et la réduction des effets du changement climatique. Les efforts consentis pour réduire la vitesse actuelle des changements climatiques sont très importants pour la réduction des effets de la plupart des amplitudes drastiques du changement climatique. Ceux-ci pourraient se traduire plus efficacement par la réduction du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère c'est-à-dire en brûlant moins de combustibles fossiles, particulièrement les savanes; et par la mise sur pied des systèmes de réduction effectifs de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère. La croissance des plantes est un facteur très important dans ce contexte, étant donné que les plantes utilisent le dioxyde de carbone atmosphérique pour produire la biomasse. Ainsi, le développement des stratégies d'utilisation des

adaptation. Very important for the mitigation of the most drastic magnitudes of climate change are efforts to decelerate the speed of the further progress of climate change. This might be done most effectively by reducing the release of carbon dioxide into the atmosphere by fossil fuel burning as well as burning of savannas, and to build up systems to effectively reduce the carbon dioxide content of the atmosphere. Plant growth is a very important factor in this context, as plants use the atmospheric carbon dioxide to build up biomass. Therefore the development of land use strategies that maximize the standing biomass and carbon storage in the soil are most favourable. However, the mitigation efforts – in the short run – will not be able to stop climate change, and it is more than likely that the climate may further change in the next decades. Hence, appropriate strategies to deal with its consequences are needed. This includes, amongst others, the adaptation of agricultural production, for example by use of more drought tolerant crop varieties, or by a spatial shift of cultivated land into climatically more stable and more suitable areas. All these actions – however – should not lead to a further destruction of natural habitats and protected areas, as these areas have a very important

terres qui maximisent la biomasse actuelle et le stockage de carbone dans le sol est plus favorable.

Toutefois, les efforts de limitation - dans un proche avenir ne suffiront plus pour arrêter le changement climatique. Désormais, il est plus que nécessaire de trouver des stratégies appropriées de gestion de ses conséquences. Celles-ci incluent entre autres l'adaptation de la production agricole, par exemple en utilisant davantage de variétés de cultures tolérantes à la sécheresse, ou en changeant de terres cultivables vers les régions climatiquement plus stables et appropriées. Cependant toutes ces actions ne doivent pas conduire à une destruction supplémentaire des habitats naturels et des aires protégées, puisque ces zones ont une fonction régulatrice très importante. Il est très important de sensibiliser le public à ce sujet à travers une éducation et un renforcement des capacités comme conditions préalables d'un développement humain durable aujourd'hui et demain.

regulatory function. Altogether, it is very important to raise public awareness on this topic by education and capacity building as a precondition for sustainable human development today and in the future.

9.2

Conflicts entre l'utilisation des terres et de la biodiversité des prochaines décennies

Katharina SABELLEK
Jan Henning SOMMER
Sylvestre DA
Jaime GARCIA MARQUEZ
Rüdiger SCHALDACH
Wilhelm BARTHLOTT

L'Agriculture a été identifiée comme l'un des facteurs les plus importants de perte de la **biodiversité**⁷ mondiale. En Afrique de l'Ouest, le développement humain est de plus en plus freiné par la mauvaise utilisation des terres et les effets du **changement climatique**⁷. Du fait de la croissance démographique galopante (Fig. 9.2) et de la forte demande en nourriture, la pression sur la biodiversité va de façon croissante et se traduit par la **dégradation**⁷ des **habitats**⁷, la **fragmentation et la conversion des habitats**⁷ naturels.

La biodiversité est constituée d'une grande variété d'animaux, de plantes et de micro-organismes au niveau génétique, spécifique et écosystémique. Les humains tirent profit de la biodiversité à travers son rôle essentiel dans le fonctionnement de l'**écosystème**⁷. La biodiversité assure l'approvisionnement continu en nourriture et en produits comestibles. Plusieurs espèces végétales sont utilisées par

Conflicts of land use and biodiversity of upcoming decades

Agricultural production builds the major foundation for food production and for ensuring food security. However, agriculture has also been identified as one of the largest contributors to the loss of **biodiversity**⁷ worldwide. In West Africa, human well-being and development is increasingly at risk by unsustainable land use and **climate change**⁷. Because of a growing population (Fig. 9.2) and the subsequent growing demand for food, the pressure on biodiversity due to **habitat**⁷ **degradation**⁷, fragmentation, and conversion of natural **habitats**⁷ is increasing.

Biodiversity comprises the variety of animals, plants and micro-organisms at the genetic, species and **ecosystem**⁷ level. Humans benefit from the maintenance of biodiversity as an essential precondition for ecosystem functionality. In agriculture

les hommes, leur fournissant les nutriments nécessaires et utiles dans la fabrication de milliers d'autres produits. La production agricole dépend énormément de la biodiversité. Cette dernière offrant des fonctions écologiques importantes telles que la **pollinisation**⁷ (deux tiers des espèces végétales sont pollinisées par les animaux) et le contrôle biologique de diverses nuisances. Ces services dépendent de la grande diversité des différentes espèces. Plus de 100 000 espèces d'animaux telles que les abeilles, les papillons, les **coléoptères**⁷ et les chauves-souris sont responsables de la pollinisation des cultures par les animaux [5]. De plus, plusieurs espèces de **prédateurs**⁷ contribuent au contrôle des nuisances et des maladies. Plus de 90 % des insectes potentiellement nuisibles aux cultures sont contrôlés par des ennemis naturels vivant dans des zones proches des champs [5].

Une biodiversité intacte favorise également les systèmes agricoles étant donné qu'elle favorise la fertilité du sol, la fourniture en nutriments, la qualité de l'eau et le cycle. De plus, elle lutte contre les dangers environnementaux tels que l'érosion du sol, les inondations et la sécheresse.

biodiversity ensures the continued supply of food and goods. Many plant species are used by humans, providing an optimal supply of nutrients and offering many thousands of additional products. Agricultural production relies strongly on biodiversity, provisioning important ecosystem services such as **pollination**⁷ (two thirds of all crop species are animal pollinated) and biological pest control. These services depend on a wide diversity of different species: more than 100 000 animal species such as bees, butterflies, beetles (**coleoptera**⁷), birds, flies, and bats are responsible for the pollination of animal pollinated crops [5]. Moreover, many species of beneficial **predators**⁷ contribute to control pests and diseases. More than 90 % of potential crop-insect-pests are controlled by natural enemies living in areas adjacent to farmlands [5].

An intact biodiversity also contributes to agriculture systems as it supports soil fertility, nutrient supply, water quality and cycle. Apart from this it prevents environmental hazards such as soil erosion, flood, and drought. The historical human development relied on this environmental background. A specialized knowledge has been assembled

Le développement historique de l'homme dépend de cet arrière-plan environnemental. Un groupe spécial a été constitué ayant pour rôle de protéger les populations contre les déficits de récolte, les pertes d'animaux, l'infertilité du sol, les variations du climat et autres facteurs menaçants. Une équipe médicale a également été mise sur pied. Aujourd'hui autour de 60 000 espèces végétales sont utilisées dans le monde entier pour la médecine traditionnelle et moderne [5].

L'entretien de la biodiversité est une condition primaire et indispensable au fonctionnement des écosystèmes et à l'approvisionnement des populations en éco services essentiels. Ainsi, le développement durable de l'homme est étroitement lié aux stratégies d'utilisation des terres qui maintiennent un maximum de biodiversité.

UTILISATION ACTUELLE DES TERRES

La strate **herbacée**[?] des espaces ouverts de la savane septentrionale de l'Afrique de l'Ouest est communément utilisée pour le pâturage. L'élevage du bétail est moins abondant vers le sud où les forêts **ombrophiles**[?], se substituent à la végétation des savanes. Les forêts dans la partie Orientale de l'Afrique de l'Ouest sont utilisées pour l'exploitation du bois, les plantations et la culture des plantes.

that protect people against crop failure, animal loss, soil infertility, climate shifts, and other threatening factors. Also medicinal knowledge was collected. Today around 60 000 plant species are used for traditional and modern medicine worldwide [5]. The maintenance of biodiversity is an indispensable precondition for the functionality of ecosystems and the provision of humans with important ecosystem services. Therefore, the sustainable human development is closely linked to land use strategies that maintain a maximum of biodiversity.

CURRENT LAND USE

The **herbaceous**[?] and grassy layer of the open landscapes of the northern savanna of West Africa is commonly used for livestock grazing. Livestock farming is less abundant towards the South, corresponding to the shift in natural vegetation from savanna to rain forests. Forests in the southern parts of West Africa are used for wood extraction, plantations and crop cultivations. The use of arable land for either cultivation of crops or livestock farming largely depends on the environmental preconditions of an area, such as climatic suitability, water availability, and soil quality.

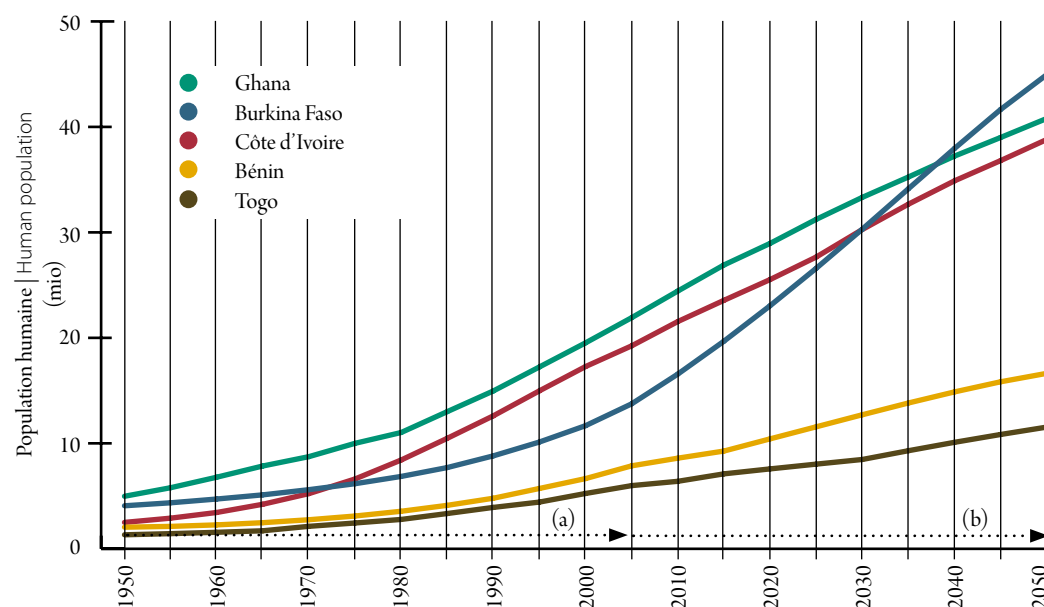


Fig. 9.2: Croissance démographique dans cinq pays d'Afrique de l'Ouest (a) 1950-2005 documentée par l'ONU, (b) 2005-2050 estimée sur la base du «markets first» scénario (UNEP 2008) | Human population growth in five countries of West Africa. (a) 1950-2005 documented by UN, (b) 2005-2050 estimated by the basis of the *markets first scenario* (UNEP 2008).

CURRENT CONFLICTS OF LAND USE AND BIODIVERSITY HOTSPOTS

Since the advent of agriculture roughly ten thousand years ago, a growing human population has required an increasing production of food. This demand was countered by the expansion of agricultural land and the development of more effective technologies and crops with higher yields. However, the intensification of land use in many cases depletes natural resources in an unsustainable way. If the resources removed from an ecosystem exceed the amount that can be regenerated for a longer period of time, it is used unsustainably and the system may lose its functionality and may finally break down completely. It is used unsustainably. There is clear evidence that unsustainable use of land is to a large extent responsible for an increased threat for biodiversity. The most relevant impact of land use on biodiversity is habitat degradation, fragmentation, and conversion of natural habitats to agriculturally used areas. Any exploitation of an ecosystem may degrade the quality of a habitat and thereby impair the living conditions of a particular species; for example, the quality of soil and water within an ecosystem may be affected negatively. The increasing demand of space

L'utilisation d'une terre arable pour l'agriculture ou l'élevage du bétail dépend largement des conditions primaires environnementales d'une région, telles que un climat approprié, la disponibilité en eau et la qualité du sol.

CONFLITS ACTUELS D'UTILISATION DES TERRES ET LES ZONES SENSIBLES DE LA BIODIVERSITE

Depuis l'avènement de l'agriculture il y a près de dix mille ans, les populations du monde en demandent davantage en termes de production alimentaire. Ces demandes ont provoqué l'expansion des terres agricoles et le développement des technologies et des cultures de plus en plus efficaces avec de meilleurs rendements. Toutefois, l'intensification de l'usage des terres dans plusieurs cas diminue les ressources naturelles de façon non durable. Si les ressources extraites d'un écosystème excèdent le taux pouvant être généré sur une longue période, le système entier peut perdre ses fonctionnalités et finir par se dégrader complètement. Il est clair que l'usage non écologique du sol est en grande partie responsable de la menace qui pèse sur la biodiversité. L'impact le plus pertinent de l'usage du sol sur la biodiversité est la dégradation des habitats, la fragmentation et la conversion des habitats naturels en zones cultivables. Toute

for land use often causes fragmentation: the break-up of larger habitats into smaller fractions, which may lose parts of their ecological functions. For example, migration of species, reproduction and interactions of populations may be disrupted. Finally, the conversion of natural habitats into land use area may completely destroy the living conditions of particular species and may thereby change species composition and may even cause local species extinctions.

Biodiversity patterns correspond to the climatic gradient from North to South, with high diversity in the South and lower in the North. At a local scale, other factors are more important, like the variance in topography, water availability and soil conditions. Trade-offs between land use and diversity rich centres arise especially in the south of West Africa where approximately 50 % of natural area is already converted into rangelands for livestock farming. 30 % of the plant diversity centres in Burkina Faso are affected by the expansion of arable land. Based on estimates for the year 2050 in the target countries, the area of conflict is predicted to increase by 15 % (Map 9.5).

exploitation d'un écosystème pourrait dégrader la qualité de l'habitat et par conséquent diminuer les conditions de vie des espèces particulières. Par exemple, la qualité des sols et de l'eau dans un écosystème pourrait être affectée négativement. La demande grandissante des zones cultivables cause souvent la dégradation des habitats les plus larges en petits fragments pouvant perdre certaines de leurs fonctions écologiques. Par exemple, la migration des espèces, la reproduction et les interactions entre les populations peuvent être perturbées. Enfin, la conversion des habitats naturels en zones cultivables peut complètement détruire les conditions de vie des espèces particulières et par conséquent changer la composition spécifique et même causer l'extinction des espèces endémiques. Les caractéristiques de la biodiversité correspondent au gradient climatique Nord-Sud, avec une grande diversité dans le Sud et moins dans le Nord. A l'échelle locale, d'autres facteurs, tels que la topographie, la disponibilité en eau et les conditions édaphiques, sont plus importants. Les conflits entre l'usage des terres et les centres de diversification surviennent particulièrement au Sud de l'Afrique de l'Ouest, où approximativement 50 % des espaces naturels sont déjà couverts de fermes d'élevage. 30 % des centres de diversification des plantes du Burkina Faso sont affectés du fait de

WHAT ARE THE CONFLICTS BETWEEN CERTAIN TYPES OF LAND USE CHANGE AND BIODIVERSITY CONSERVATION ISSUES?

The type and the intensity of land use has different impacts on biodiversity:

Arable cropland

Arable cropland has a direct impact on biodiversity due to fragmentation and conversion of natural habitats. The introduction of amplified technology into land use practices, like the use of machines, fire clearing, drainages and irrigation, lead to an intensification of land use and to larger and homogenized cultivated areas, such as plantations and other croplands (Fig. 9.3). Traditional and sustainable forms of land use cannot compete anymore economically

Fertilizer and **pesticides** are utilized to increase crop yields. Beside the desired effect by the use of chemicals, they often have negative effects, also. The use of pesticides may affect beneficial organisms and thereby may severely alter the species composition of the adjacent ecosystems and hence the

l'expansion des terres arables. Sur la base des prévisions, à l'aube de 2050 dans les pays cibles, on estime que la zone de conflit augmentera de 15 % (Carte 9.5).

QUELS SONT LES CONFLITS ENGENDRES PAR LE CHANGEMENT DE CERTAINS TYPES D'UTILISATION DES TERRES ET LES QUESTIONS SUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE?

Le type et l'intensité des méthodes d'utilisation des sols affectent différemment la biodiversité.

Terres cultivables

La mise en culture de nouvelles terres a un effet direct sur la biodiversité du fait de la fragmentation et de la conversion des habitats naturels. L'introduction des technologies de pointe en agriculture, telles que l'utilisation des machines, des techniques de détection des feux de brousse, du drainage agricole et l'irrigation, ont conduit à une intensification de l'utilisation des sols et des espaces cultivables de plus en plus vastes et homogènes tels que les plantations et autres sols cultivables (Fig. 9.3). Les formes traditionnelles et

provision of important ecosystem services (see chapter 9.3: *Impact of cotton cultivation*).

Livestock Farming

Livestock farming in West Africa is characterized by grazing animals such as goats, cattle and sheep (Fig. 9.4). These herbivores, eating grass, herbs, and leaves from shrubs and trees, or even woody twigs across large areas. Plant community structure can be changed: the selective consumption of grasses and herbs by grazing alter the competitive effects of a woodland system. Annual plants are able to recover more easily, but **perennial** plants lose competitive power. Also soil conditions are affected by grazing animals. Their hooves compact the soil, and the destruction of a protective plant cover may accelerate soil erosion. As a result of grazing animals the areas, mostly savannas, have undergone a significant change in species composition. (See in this chapter: *Changing grazing regimes*).

Forestry

Deforestation is one of the most influencing intrusions into an ecosystem. The destruction of habitats directly leads to



Utilisation actuelle des terres |
Current land use

Fig. 9.3: Terres cultivables. |
Cropland. MBO

Fig. 9.4: Elevage du bétail. |
Livestock farming. MBO

Fig. 9.5: L'exploitation forestière en zone de forêts denses humides. |
Timber logging in the Rain forest zone. JMU



écologiques d'utilisation des terres ne peuvent plus être satisfaisantes économiquement.

Les **engrais**⁷ et les **pesticides**⁷ sont utilisés pour augmenter la productivité. En plus des effets escomptés, l'utilisation des engrais chimiques produit également des effets négatifs. L'utilisation des pesticides peut également affecter les organismes bénéfiques et ainsi altérer la composition des espèces des écosystèmes adjacents et par là, la fourniture d'importants éco services. (Voir chapitre 9.3 : *L'impact environnemental de la culture de coton*).

Elevage du bétail

En Afrique de l'Ouest, l'élevage est constitué pour la plupart de caprins, de bovins, et d'ovins (Fig. 9.4). Ces herbivores consomment les graminées et les feuilles d'arbres, d'arbrisseaux ou même les brindilles sur de longues distances. La structure de la communauté des plantes peut être modifiée : la consommation sélective des graminées et des plantes par le pâturage réduit la compétition interspécifique dans le système forestier.

Les plantes annuelles sont capables de se régénérer très facilement mais les plantes **pérennes**⁷ perdent leur capacité compétitive. De même, les conditions du sol sont influencées par l'activité des

troupeaux de bétail. Leurs sabots rendent le sol compact suite au piétinement. La destruction de la couverture végétale (protectrice du sol) accélère le phénomène de l'érosion. Du fait de l'activité des troupeaux de bétail sur les surfaces cultivables, les savanes en particulier ont connu un changement significatif de leur composition spécifique. (voir encadre dans ce chapitre : *Le changement des régimes de pâturage*).

La Forêt

La déforestation est l'un des phénomènes influençant le plus l'écosystème. La destruction des habitats mène directement à une disparition de la biodiversité dans ces zones (voir encadre dans ce chapitre : *Les grenouilles comme indicateurs de la dégradation de la forêt tropicale*). Les forêts tropicales sont parmi les écosystèmes les plus diversifiés de la terre, abritant près de 80 % des espèces les plus connues au monde.

Dans la région australe de l'Afrique de l'Ouest, la végétation naturelle est composée de forêts denses abritant une large gamme d'espèces différentes. Ces forêts sont pour la plupart du temps exploitées et brûlées pour y récolter du bois de chauffe pour la commercialisation et pour gagner des terres arables nécessaires au pâturage, à

biodiversity loss within these areas (see box in this chapter: *Frogs as rain forest degradation indicators*). Tropical forests are among the most diverse ecosystems on earth, holding about 80 % of the world's known species.

In the southern region of West Africa, natural vegetation consists of dense forests that harbour a large number of different species. These forests are to an increasing extent exploited and burned down to sell timber, and to gain arable land for pasture, cultivation of crops, plantations of commodities, human settlements and infrastructure developments (Fig. 9.5). In West Africa only about 20 % of the natural moist forests still remain today, most of these are degraded, nevertheless [6]. Africa suffers from one of the highest rates of deforestation worldwide.

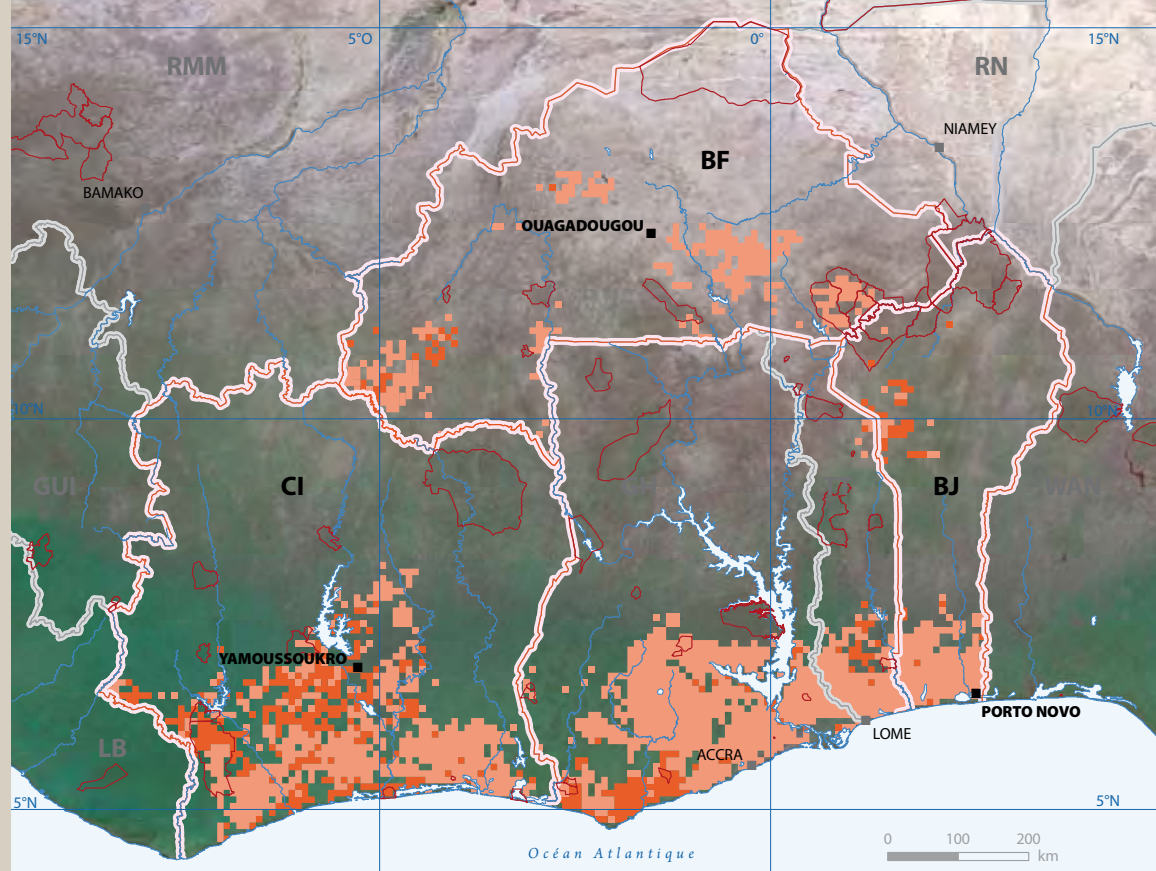
In the northern savanna regions of West Africa the use of wood is constrained to cutting down trees mainly for firewood and building material. 90 % of the human population depends on firewood as the main source of heating and cooking.

HOW WILL LAND USE CHANGE IN WEST AFRICA IN THE UPCOMING DECADES?

There is strong evidence that the current trend of human population growth and the demand for food and natural resources will further increase further in future. As it is impossible to predict what particular changes may happen, different scenarios have been set up that assume possible economic and societal developments for the next century. The here shown example refers to the "Markets First" scenario [7], which suggests that most of the world adopts the values and expectations of market-driven developments prevailing in today's industrialized countries. The scenario assumes a population growth in Africa from about 800 million people in 2000 to more than 1.9 billion in 2050 (for target countries see Fig. 9.2). This leads to a growing demand for food and hence a large increase of crop and livestock production.

Higher productivity by land use intensification can only partly compensate for this demand: There will be a strong pressure on additional areas formerly not in use being converted into cropland and rangeland. Map. 9.6 and figure 9.6 show the two main trends in the **BIOTA**⁷ West target countries:

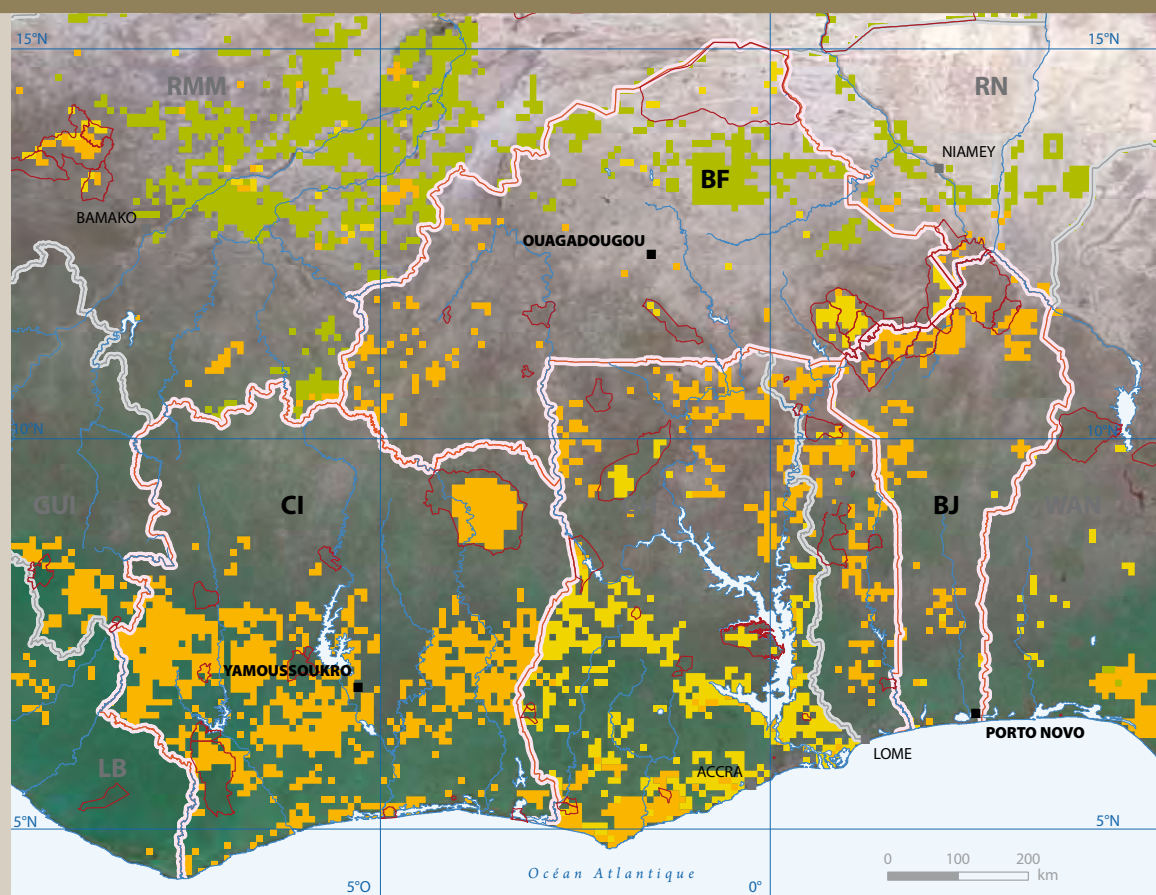
Conflit entre la biodiversité et la gestion de terroir	Conflict between high biodiversity and land use
en le an 2000	in the year 2000
en plus en 2050	additionally in 2050
Aires protégées	Protected Areas



Carte 9.5: Zones de conflits entre la grande biodiversité et l'utilisation des terres.

Map 9.5: Areas of conflict between high biodiversity and land use.

Changement de la gestion de terroir de 2000 à 2050	Land-use change from 2000 to 2050
terres boisées → zones agricoles	woodland → cropland
terres boisées → zones de pâturage	woodland → rangeland
zones agricoles → zones de pâturage	cropland → rangeland
Aires protégées	Protected Areas



Carte 9.6: Zones de changement potentiel de l'utilisation des terres causé par la croissance de la population (2000 – 2050).

Map 9.6: Areas of potential land use change due to population growth (2000 – 2050).

l'agriculture, aux plantations des produits de base, à la construction des maisons et au développement des infrastructures. (Fig. 9.5) En Afrique de l'Ouest seulement près de 20 % des forêts humides ont résisté jusqu'à ce jour, bien que la plupart d'entre elles se dégradent progressivement [5]. L'Afrique souffre de l'un des plus grands taux de déforestation du monde.

Dans les savanes du Nord de l'Afrique de l'Ouest, l'utilisation du bois passe par la coupe des arbres principalement utilisés comme bois de chauffe et matériel de construction. 90 % de la population mondiale utilise le bois de chauffe comme la principale source d'énergie pour la cuisson.

COMMENT L'USAGE DE LA TERRE PEUT-IL CHANGER EN AFRIQUE DE L'OUEST DANS LES DECENNIES A VENIR ?

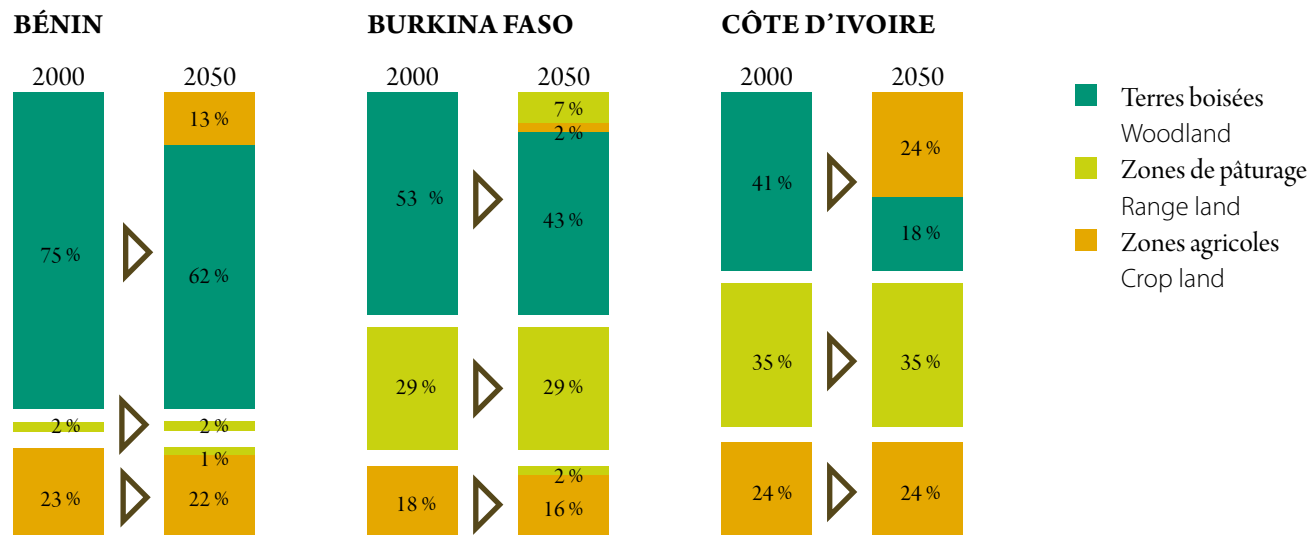
Il est évident que la tendance actuelle de croissance de la population humaine et la demande en nourriture et en ressources naturelles augmenteront encore dans le futur. Du fait de l'incertitude des prédictions, plusieurs scénarii ont été développés pour prédire les développements économiques et sociétaux probables au cours du siècle prochain. Puisqu'il est impossible de prédire les changements

qui surviendront de manière particulière, différents scénarii ont été développés en supposant de possibles développements économiques et sociétaux à venir dans le siècle prochain. Les exemples pris ici font référence au scénario des «Marchés préférentiels» [7], selon lesquels le monde entier devrait adopter les valeurs et attentes du développement axé sur le marché qui prédomine actuellement dans les pays industrialisés. Ce même scénario prévoit que la croissance de la population Africaine qui était de 800 millions de personnes en 2000 va croître à plus de 1.9 milliards en 2050 (pour les pays concernés voir la figure 9.2). Ceci va entraîner une demande croissante en nourriture et par là même, une augmentation des productions agricoles et animales.

Le taux de productivité élevé généré par l'intensification de l'utilisation des sols ne peut que partiellement compenser cette demande. Il y aura une grande demande de zones supplémentaires précédemment non utilisées, elles seront converties en terres cultivables et parcours naturels. La carte 9.6 et la figure 9.6 montre deux principales tendances dans les biotes Ouest des pays cibles.

En Côte d'Ivoire, on prévoit une forte conversion des forêts tropicales en terres cultivables dans le Centre Régional Guinéo-Congolais

Fig. 9.6: Changement potentiel dans l'utilisation des terres entre 2000 et 2050 en raison de la croissance démographique (en %); les zones urbaines < 1% et les changements de l'utilisation des terres < 1% ne sont pas représentés. | Potential land use change from 2000 to 2050 due to population growth (in %), urban area < 1 % and land use changes < 1 % not shown.



d'**endémisme**⁷ [8] ; ce qui constitue une menace particulière pour de nombreuses espèces.

- Au Burkina Faso, dans la région Soudanienne d'**endémisme**⁷ [8], on s'attend à une conversion des savanes arborées et arbustives en fermes d'élevage. Le surpâturage dans ces zones arides constitue une menace qui pourrait entraîner une baisse significative de la diversité végétale.
- Du fait d'une prévision limitée de la croissance démographique, l'intensification des systèmes d'utilisation des terres n'a pas été abordée à grande échelle pour le cas du Bénin par ce présent modèle.
- Ceci est alarmant, cependant dans les trois pays ciblés d'importantes aires protégées telles le Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire), ou le complexe WAP (Burkina Faso et Bénin) sont prévues pour évaluer le système d'utilisation des terres causé par la demande croissante en alimentation et des biens, couplés aux changements des habitats et la perte des espèces.

PERSPECTIVES

Le développement durable de l'Afrique de l'Ouest fait face à des défis substantiels à cause de la croissance de la population humaine,

- In Côte d'Ivoire a high pressure of conversion of tropical forest into cropland in the Guineo-Congolian regional centre of **endemism**⁷ [8] is predicted, threatening especially species rich habitats.
- In Burkina Faso in the Sudanian region of endemism [8] a conversion of savanna woodlands into range land is expected. An increased grazing pressure in these draught threatened areas is thought to lead to a significant decline in plant diversity.
- Due to a more moderate predicted growth of human population, land use change in the sense of intensification is not found for Benin on a large scale by the presented model.

Alarming however is the fact, that in all three countries, important protected areas such as the Comoé National park (Côte d'Ivoire) or the WAP-complex (Burkina Faso and Benin) are predicted to undergo land use change, caused by a growing demand for food and goods, which is associated with habitat change and species loss.

de l'intensification de l'utilisation des terres et du changement climatique. Les objectifs de conservation de grande valeur ont besoin d'être identifiés et mis en application en vue de diminuer le conflit de conservation pour freiner la menace durable qui pèse sur la biodiversité. Ce défi ne peut être relevé que par la création d'une conscience publique à travers une éducation appropriée et un renforcement des capacités, en plus du développement et de la mise en application des décisions politiques aux niveaux communal, national et international.

OUTLOOK

West Africa's sustainable development is facing substantial challenges due to human population growth, land use intensification and climate change. High priority conservation targets need to be identified and implemented in order to alleviate conservation conflicts to constrain the growing threat on biodiversity. This challenge can only be addressed by creating public awareness via appropriate education and capacity building, as well as implementation and dissemination of political decisions on communal, national and international level.

Les grenouilles comme indicateurs de dégradation des forêts tropicales

Annika HILLERS, Patrick Joël ADEBA, Mark-Oliver RÖDEL

La **biodiversité**⁷ des amphibiens de forêt change et diminue suite à la **fragmentation des forêts**⁷ (ex : changement de taille et de **connectivité**⁷ de la forêt) et la **dégradation**⁷ de l'**habitat**⁷ (ex : changement de la structure de la végétation). Les grenouilles de litière semblent ainsi plus sensibles à la qualité de l'habitat qu'à la taille et le niveau de fragmentation des forêts. Quelques petites forêts demeurent des habitats appropriés pour les grenouilles forestières pour le temps que ces forêts restent en état primaire avec des habitats aquatiques qui sont nécessaires pour la reproduction des grenouilles. Les grenouilles de forêt peuvent être des indicateurs du statut de dégradation et ainsi la qualité des forêts en zone tropicale.

Ceci a été démontré dans une étude menée dans la région de Taï au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire [9]. Le nombre d'espèces et la diversité des amphibiens des fragments de forêt étaient faibles en comparaison avec celles des forêts primaires continues. La structure et la composition des communautés de grenouilles étaient altérées dans les fragments de forêt. Le nombre d'espèces ou le changement dans la composition des communautés n'étaient pas



liées à la taille du fragment ou à la distance qui le sépare de la forêt continue voisine. Les changements semblaient être plutôt provoqués par la dégradation de l'habitat. La disponibilité des sites aquatiques pour la reproduction, la structure de la végétation (y compris les variables indiquant la dégradation, ex : la réduction de la **canopée**⁷ et une strate de végétation inférieure plus dense) et la couverture des feuilles mortes ont une grande influence sur la présence ou l'absence des espèces particulières. Certaines espèces liées aux forêts (ex : *Phrynobatrachus annulatus*, *Cardioglossa occidentalis*, et *Kassina lamottei*) ont disparu dans les fragments de forêt alors que les espèces de savane et de forêt secondaire (ex: *Phrynobatrachus latifrons* et *Astylosternus occidentalis*) étaient présentes.

Dans la forêt primaire (Parc National de Taï), des sites d'observation proches avaient des communautés d'espèces d'amphibiens similaires. Cependant, cette observation n'était pas liée à la similarité de l'habitat observé. Ceci pourrait s'expliquer par l'existence d'un pool d'espèces de forêt duquel les membres de communautés d'amphibiens se recrutent par hasard. Pour les fragments de forêt, la similarité des assemblages de grenouilles est positivement corrélée à la proximité géographique et à la similarité de l'habitat. L'absence de certaines espèces de forêt dans les habitats forestiers fragmentés pourrait être interprétée comme un effet négatif de la fragmentation de l'habitat à long terme.

Comparée avec le niveau de fragmentation l'importance prédominante de la qualité de l'habitat pour la biodiversité des amphibiens pourrait s'expliquer par la situation géographique des fragments de forêt. Ils sont situés entre les deux principales régions forestières de l'Afrique de l'Ouest, le Parc National de Taï et la forêt à l'ouest de la Rivière de Cavally au Libéria. Ces blocs de forêt peuvent probablement stabiliser le climat des forêts **ombrophiles**⁷ au niveau régional et pourraient diminuer les effets de la fragmentation, ex : des conditions climatiques arides liées à la fragmentation de la forêt tropicale. De plus, les couches de litière de feuilles sèches qui étaient plus épaisses dans les fragments de forêts pourraient avoir affaibli les changements microclimatiques suivant la fragmentation.

En conclusion, vu l'ensemble des effets négatifs de la fragmentation des forêts, concernant le nombre d'espèces et la diversité des amphibiens, il est évident qu'un accroissement de la fragmentation et de la dégradation de l'habitat forestier doit être évité dans la zone de Taï en faveur de maintenir la grande diversité de la sous région forestière de la Haute Guinée. Le fait que les grenouilles de litière soient plus sensibles à la qualité de la forêt qu'à leur taille et au niveau de fragmentation, indique qu'aussi des petites forêts peuvent servir comme habitat pour les espèces forestières et contribuent à maintenir la biodiversité pour le temps qu'elles ne sont pas dégradées.

Les effets de la fragmentation de la forêt en Afrique de l'Ouest doivent également d'être testés dans des zones moins boisées, comme dans la région de Lamto [10]. Ces investigations pourraient clarifier si les grands blocs de forêt ont des effets stabilisateurs sur le climat des forêts tropicales et donc sur le niveau de biodiversité.

Points de collecte de grenouilles • Collecting points of frogs
Forêt classée  Classified forest
Réserve de l'UICN  IUCN protected area



Carte 9.7: Points de collecte dans le Parc National de Taï
Map 9.7: Location of collecting points in the Taï National Park.

Frogs as rain forest degradation indicators

Biodiversity⁷ of forest amphibians changes and decreases in the wake of forest fragmentation (defined as changes in size and **connectivity**⁷ of the forest **habitat**⁷) and habitat **degradation**⁷ (defined as changes in vegetation structure). Leaf-litter frogs thereby seem to be more sensitive to habitat quality than to sheer size and fragmentation level of forest habitats. Smaller forests may still remain suitable habitats for forest frogs, as long as these forests are not degraded. Forest frogs show an outstanding suitability as indicators for the degradation status and thus the habitat health of tropical rain forests.

This could be shown in a study in the Taï region in south-western Côte d'Ivoire [9]. In comparison to continuous primary forests, amphibian species richness and diversity were lower and frog assemblage composition was altered in forest fragments. But species richness or the change in species composition was not significantly related to forest fragment size or the distance to the next continuous forest. Instead, changes seemed to be mainly caused by habitat degradation.

Availability of aquatic sites for breeding, vegetation structure (including those variables indicating degradation, e.g. reduced **canopy**⁷ cover and thicker vegetation in lower strata), and leaf-litter cover had the most influence on the presence or absence of single species. Some true forest species (e.g. *Phrynobatrachus annulatus*, *Cardioglossa occidentalis*, and *Kassina lamottei*) were missing in fragments, while savanna species and secondary forest species (e.g. *Phrynobatrachus latifrons* and *Astylosternus occidentalis*) could be found.

The closer two observation sites in the primary forest (Taï National Park) were located to each other, the higher was the similarity in their amphibian species community. Surprisingly, this was independent of the similarity of the habitat observed. This might be explained by the existence of a forest wide species pool from which local assemblages recruit their members by chance. Between forest fragments the similarity of frog assemblages was positively correlated to both, spatial proximity and habitat similarity. The observed lack of forest species in fragmented habitats may be interpreted as a negative long-term effect of **habitat fragmentation**⁷.

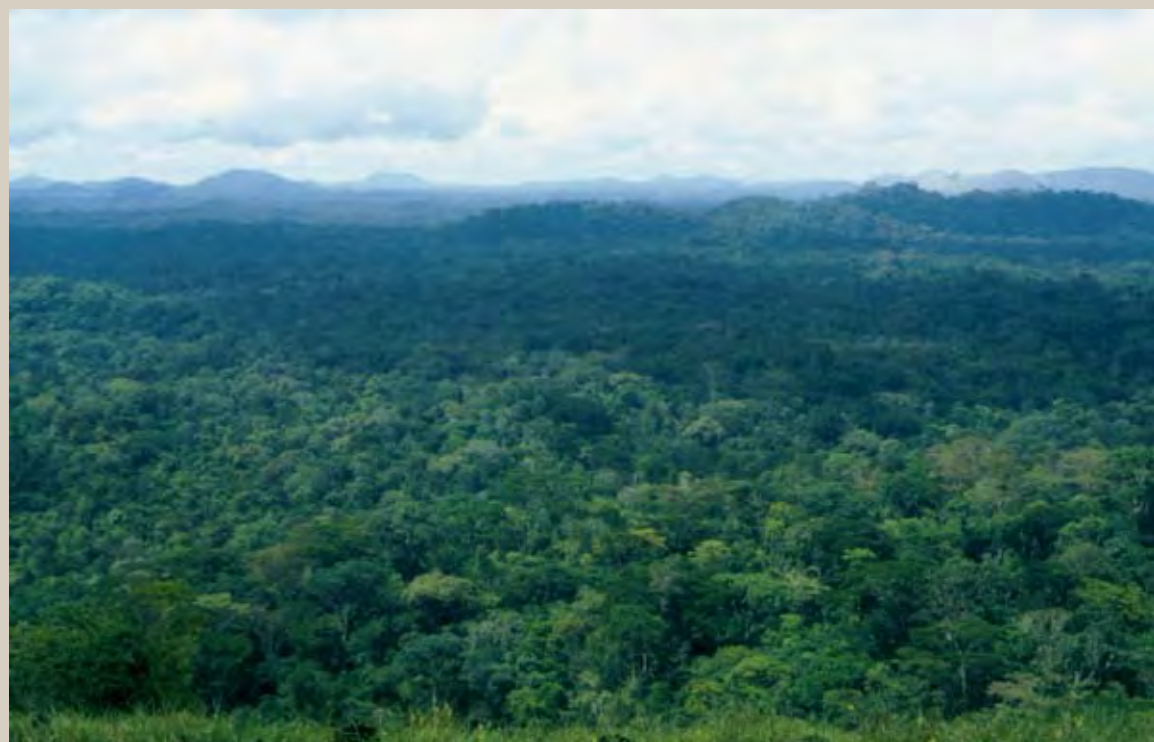
The predominant importance of habitat quality over the level of fragmentation for amphibian biodiversity may be explained by the geographic location of the forest fragments. They were situated between the two major extant West African forest regions, the Taï National Park and the Liberian forest block west of the Cavally River. These forest blocks possibly stabilize the regional rain forest climate and thus may mitigate effects like e.g. drier climatic conditions related to habitat fragmentation of rain forest. In addition, thicker leaf-litter layers found in the observed forest fragments may have buffered

microclimatic changes following fragmentation.

Nevertheless, in the light of the observed overall negative effect of forest fragmentation on amphibian species richness and diversity, it is evident that further forest fragmentation and habitat degradation in the Taï area should be avoided in order to maintain the high amphibian diversity of this Upper Guinea forest subregion. The fact that leaf-litter frogs are more sensitive to forest quality than to sheer size and fragmentation level indicated that smaller forests may remain suitable habitats for forest frogs as long as these forests are not degraded.

The effects of forest fragmentation in West Africa need to be tested also in less forested areas, as in the Lamto region [10]. This could clarify if larger forest blocks actually have a stabilizing effect on the regional rain forest climate and thus on levels of biodiversity.

Fig. 9.7: La forêt tropicale du Parc National de Taï. | Tropical rain forest of Taï National Park. MRO



Changer les régimes de pâture au centre du Bénin

Bettina ORTHMANN, Jules WOTTO, Brice SINSIN, Stefan POREMBSKI

Les Foulani en Afrique de l'Ouest sont traditionnellement des gardiens de bétail, établis, partiellement trans-humains ou complètement nomades. Mais du fait des grandes vagues migratoires causées par les sécheresses périodiques dans la région du Sahel, l'expansion de la culture du coton et la gestion stricte des parcs nationaux au nord du Bénin, le régime de pâturage a considérablement changé au cours des 10 dernières années dans la haute vallée de l'Ouémé [11], [12], [13]. La conséquence de ce changement est une pression considérable sur les zones de pâturage existantes dans la région de Doguè. Par le passé, la haute vallée de l'Ouémé ne servait que de zone de pâturage pendant la saison sèche (transhumance de longue distance) aux Foulani venus du Nord du Nigeria et du Nord du Bénin [14]. Aujourd'hui, elle est utilisée tout le long de l'année.

Régime de pâturage annuel

Saison sèche (Novembre à Mai): Les troupeaux de bétail des Foulani de Doguè parcourent de longues distances de transhumance à destination soit du Togo ou des forêts des autres pays voisins (Forêt classée) dans la haute vallée de l'Ouémé (Carte 9.8). Pendant ce temps, le pâturage sur le territoire du village de Doguè est exploité par des troupeaux en provenance du Nord du Bénin ou du Nigeria. Pendant cette période de l'année, les savanes ouvertes sont les zones de pâturage préférées du fait de leurs herbes remontantes. Les feuilles d'*Azelia africana*, *Khaya senegalensis* and *Pterocarpus erinaceus* servent également de pâtures.

Début de la saison des pluies: Retour des troupeaux locaux à Doguè. Les terres nouvellement labourées et les pâturages naturels situés au bord des camps sont couverts d'herbes. Les zones boisées sont également des pâturages de prédilection.

Saison des pluies: Il devient de plus en plus difficile de passer par la ceinture de terres en friches entourant les villages sans avoir à piétiner les cultures plantées. Ainsi, une transhumance de courte durée est effectuée: Le bétail est déplacé vers d'autres parcours hors de la ceinture de terres en friches où il passe la nuit. Pendant la saison avancée des pluies, également, les savanes denses sont utilisées jusqu'en début de saison sèche, lorsque les nappes phréatiques en dépression tombent aussi loin que cela se peut afin de permettre l'exploitation de la dépression.

Cette caractéristique générale du régime de pâturage des bergers Foulani de la région de Doguè est appliquée dans toutes les régions d'Afrique de l'Ouest (ex du Bénin: [15], [16]).

Perspectives à venir de formation des troupeaux

Wotto [12] a découvert que les tout premiers habitants Foulani arrivèrent en 1996 et qu'en 2003, les pâtures des zones considérées étaient déjà excessivement reboisées avec trois fois plus de bétails. Ils peuvent contenir autour des 4 000 UTB (Unité Bovine Tropicale), le nombre actuel de têtes tourne autour des 11 000 UTB. De plus, on peut également supposer que la migration actuelle des planteurs vers la région étudiée a déjà commencé, continuera et conduira à la conversion de vastes aires en parcelles cultivables. En conséquence, les savanes-zones boisées seront de moins en moins disponibles comme zones de pâturage ([17], [13]). On s'attend à l'avenir à ce qu'on interdise l'utilisation des zones du Parc National dans le Nord du Bénin et des Forêts classées entourant Doguè par les Foulani. Tous ces acteurs conduiront à une augmentation substantielle de la pression des pâturages restants dans la région de Doguè dans le futur [12].

Changing grazing regimes in Central Benin

The Fulani tribe in West Africa are traditionally herdsmen, settled, partly transhumant or completely nomadic. But due to large scale migration processes caused by periodic droughts in the Sahel regions, expansion of cotton cultivation, and stricter management of national parks in northern Benin, the grazing regime has changed considerably in the last 10 years in the Upper Ouémé Valley [11], [12], [13]. The consequence is considerable pressure on existing pasture areas in the Doguè region. Traditionally, the Upper Ouémé Valley was only used as grazing area during the dry season (long-distance transhumance) by Fulani from northern Nigeria as well as from northern Benin [14]. Nowadays it is used all the year round.

Annual grazing regime

Dry season (November to May): Cattle herds of the Fulani settling in Doguè are subjected to long-distance transhumance either to Togo or into the adjacent state forests (Forêt classé) in the Upper Ouémé Valley (Map 9.8). Meanwhile, the pasture on the territory of the village Doguè is exploited by herds coming from northern Benin or Nigeria. During this time of the year, the open savannas are the preferred pasture land due to already resprouting grasses. Additionally, the sprouted leaves of *Azelia africana*, *Khaya senegalensis* and *Pterocarpus erinaceus* are cut as fodder.

Beginning of rainy season: Local herds return to Doguè. Fallows and natural pasture near the camps are exploited for resprouting grass. Woodlands are also preferred pasture.

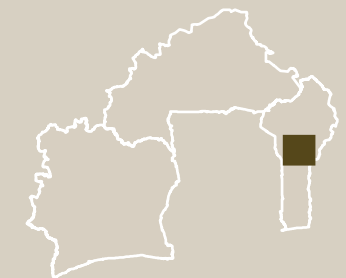
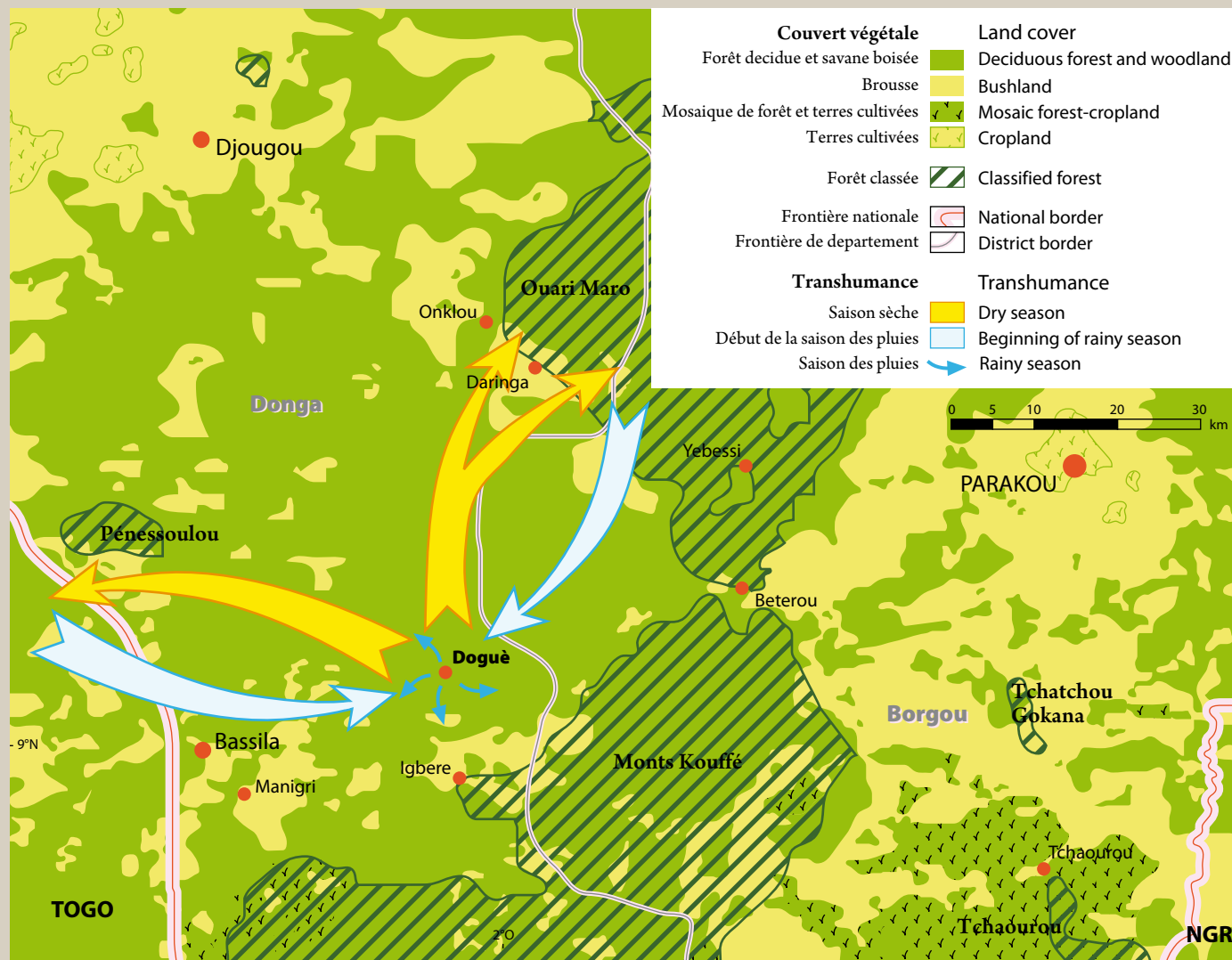
Rainy season: It becomes more and more difficult to pass through the field-fallow belt surrounding the villages without damaging the growing crops. Therefore, a short-distance transhumance is performed: The herds are driven to sites outside the field-fallow belt and stay there also during the night. In the progressed rainy season also dense savannas are used, until the beginning of the dry season, when the water table in the depression has fallen far enough to allow exploitation also of the depression.

This general pattern of the grazing regime of the Fulani herdsmen in the Doguè region is applied over wide regions in West Africa (e.g. for Benin: [15], [16]).

Future prospects for herding

Wotto [12] found that the first Fulani settlers arrived in 1996 and that by

2003 the pastures of the considered area were already overstocked with three times to many cattle: the carrying capacity lies around 4 000 UTB (Unité Bovine Tropical), the actual stocking rate was over 11 000 UTB. Additionally it can also be assumed that the migration of farmers into the study region, already taking place today, will continue and will lead to a conversion of large areas into farmland. Consequently, the availability of woodland savanna sites as pasture will decline continuously [13], [17]. Further restrictions for Fulani to use areas in the National Parks in northern Benin as pasture as well as areas of the Forêt classée surrounding Doguè are also to be expected. All these factors will lead to a substantial increase in pressure on the remaining pastures of the Doguè region in the future [12].



Carte 9.8: Transhumance de longue et de courte distance avec les troupeaux bovins dans la périphérie de Doguè.
Map 9.8: Long and short distance transhumance of cattle herds in the vicinity of Doguè.

9.3

Impact environnemental de la culture du coton

Le coton est de loin la fibre naturelle la plus importante en ces débuts du 21^{ème} siècle. En ce début des années 2000, il représente encore plus de 38 % du marché de la fibre et la production du coton connaît de multiples problèmes dont l'instabilité des prix mondiaux et chroniquement déprimés rendant précaires les conditions de vie des agriculteurs.

Mais le coton n'est pas seulement affecté par des problèmes de « politiques agricoles » menés et dirigés par les pays les plus nantis. Sa culture extensive dans certaines régions, l'utilisation massive d'intrants chimiques, ou le développement très récent du coton transgénique, affecte très fréquemment la **durabilité**⁷ environnementale, économique et sociale du secteur du coton. L'ensemble des problèmes qui d'une part affectent aujourd'hui gravement les filières cotonnières et la vie des petits agriculteurs, et qui d'autre part requièrent une régulation forte et bien adaptée aux réalités locales

Environmental impact of growing cotton

Cotton is by far the most important natural fibre at the beginning of the 21st century. In the first years of the century, it still represented more than 38 % of the fibre market, but cotton production experiences many problems like the instability of world prices, which were chronically depressed, rendering farmers' living conditions precarious.

But cotton isn't only affected by problems resulting from the "agricultural policies" adopted and directed by the most affluent countries. Its extensive cultivation in certain regions, massive use of chemical inputs, or the very recent development of transgenic cotton very frequently affects the environmental, economic and social **sustainability**⁷ of the cotton sector. All the problems, which on the one hand seriously affect cotton sectors and the lives of small farmers, and on the other hand require regulations that are strong and well-adapted to local

et aux marchés agricoles sont résumés dans les paragraphes qui suivent.

LE COTON CONVENTIONNEL

Le coton - intensification des cultures associées : Au Burkina Faso, les zones cotonnières sont les plus productrices de maïs grâce à l'utilisation des **engrais**⁷ et de paquets technologiques destinés au coton. Le coton a permis, avec l'assolement et le transfert des techniques d'intensification sur les autres cultures, l'accroissement des productions vivrières.

Le coton - modernisation de l'élevage et culture attelée : La zone cotonnière est par ailleurs devenue une région d'élevage avec un cheptel bovin important dont une partie est employée pour la culture attelée, et qui permet la production de fumier de parc. La fabrication et la distribution d'aliments pour le bétail à base de tourteaux de coton contribuent au développement d'une production laitière et de viande destinée à l'auto-consommation en zone rurale et à la satisfaction de plus en plus importante des besoins des villes.

realities and agricultural markets, are summarized in the paragraphs that follow.

CONVENTIONAL COTTON

Cotton - intensifying associated crops: In Burkina Faso, cotton zones produce most corn due to the use of **fertilizers**⁷ and technological packages for cotton. With crop rotation and the transfer of intensification techniques to other crops, cotton has enabled increased food production.

Cotton - modernizing livestock farming and animal traction: Moreover, the cotton zone has become a region for animal husbandry with a significant stock of cattle, part of which is used for animal traction, and enables the production of manure. The manufacture and distribution of cottonseed cake-based food for livestock contributes to developing milk and meat production for the rural zone's own consumption and to satisfying the increasingly sizeable needs of cities.

Cotton - instrument for professionalizing the rural world: Cotton is also structuring and organizing producers into village

Le coton - instrument d'une professionnalisation du monde rural :

Le coton, c'est aussi la structuration et l'organisation des producteurs en associations villageoises regroupées au sein d'organisations professionnelles nationales dirigées par des paysans. Ces associations organisent la collecte du coton-graine, évaluent les besoins des producteurs en intrants et en assurent la distribution comme le remboursement. Elles contribuent à l'amélioration des conditions de vie grâce à la construction et au fonctionnement d'écoles, de maternités, de centres de santé, et mettent en place des structures de crédit mutuel.

Le coton – désenclavement et aménagement du milieu rural :

Pour permettre la mise en place des intrants et l'évacuation des produits, le coton a conduit à la réalisation puis à l'entretien de centaines de kilomètres de pistes rurales qui se traduisent par un désenclavement de régions entières et par une amélioration des conditions de circulation. Parallèlement, l'aménagement d'infrastructures rurales comme des forages pour l'eau potable a été entrepris. Toutes ces actions qui contribuent à accroître le bien être des populations contribuent à freiner l'exode rural et l'émigration vers les pays développés.

associations regrouped within peasant-directed national professional organizations. These associations organize cottonseed collection, evaluate the needs of the producers for inputs and ensure distribution as reimbursement. They contribute to the improvement of life conditions by construction and functioning of schools, maternity, health centers and implement mutual credit structures.

Cotton – improving access and planning of the rural environment:

To enable the implementation of inputs and the transportation of products, cotton led to the creation and subsequently to the maintenance of hundreds of kilometers of

Fig. 9.8: Conversion des terres pour la culture du coton. | Land Conversion for cotton cultivation. KLI

Fig. 9.9: Culture cotonnière dans la zone tampon du Parc National de la Pendjari. | Cotton farming at the buffer zone of Pendjari National Park. MBO

Fig. 9.10: Coton récolté attente de transport. | Harvested cotton awaiting transport. MBO



Le coton – influence sur la fertilité des sols et sur l'érosion :

Grâce à la rotation coton-céréales, l'engrais pour le coton profite à l'ensemble de l'assolement. L'érosion est liée au mode de gestion du parcellaire même si on est loin des risques d'érosion inhérents aux grandes cultures mécanisées. Le système de culture pure, associé à la préparation des terres à la charrue, pourrait poser un problème d'érosion pluviale.

Le coton – utilisation de produits chimiques : L'incidence du **parasitisme**⁷ sur la culture cotonnière au Burkina Faso est telle que la lutte chimique reste aujourd'hui un passage obligé pour une production rentable et d'envergure. On constate de nos jours que la consommation d'insecticides a été quelque peu réduite grâce à des techniques de lutte qui ciblent spécifiquement les ravageurs économiquement nuisibles à un stade donné du développement de la plante. Ces techniques de lutte ciblée conduisent à une réduction des quantités de matières actives des **pesticides**⁷. Toutefois il demeure les risques d'apparition de résistance, de disparition de la **faune**⁷ auxiliaire et les risques de pollution des sols et des eaux souterraines.

rural roads which led to improved access to entire regions and improved roadway conditions. In parallel, rural infrastructure planning like drilling for drinking water was undertaken. All these actions contribute to increasing the well-being of populations and contribute to halting the rural exodus and emigration towards developed countries.

Cotton – influence on soil fertility and erosion: By cotton-cereal rotation, the fertilizers used for cotton benefit all crop rotations.

Erosion is connected to the parcel mode of management even if we are far from the risks of erosion inherent in large mechanized plantings. The pure crop system, associated with preparing lands with the plow, could pose a problem by pluvial denudation.

Cotton – use of chemical products: The incidence of **parasitism**⁷ in cotton plantings in Burkina Faso is such that chemical pest control today remains a required passage for profitable and widespread production. Today, we note that insecticide consumption is somewhat reduced because of control

LE COTON TRANSGENIQUE (COTON BT)**Impact de l'introduction des cotonniers transgéniques**

Bien que la culture de cotonniers transgéniques ne soit pas encore pratiquée en Afrique de l'Ouest et du Centre, nous pouvons évoquer ici les questions économiques et environnementales que suscite son introduction chez les petits producteurs.

Les interrogations du public concernant l'impact des plantes transgéniques sur la santé humaine sont pressantes. Le cotonnier est concerné par ce débat, puisqu'il est également une plante alimentaire par l'huile, la farine, et les protéines extraites de sa graine. Toutefois, la protéine des graines est en général utilisée pour l'alimentation animale et l'huile qui fort heureusement renferme très peu de protéines. L'effet des protéines insecticides produites par les cotonniers Bt a donc peu de chance de toucher l'être humain. Sur un autre plan, la réduction de l'usage des insecticides que permet le cotonnier Bt pourrait avoir un effet positif, même s'il restera probablement limité, sur la santé humaine.

Un autre sujet de préoccupation, concerne la **dissémination**⁷ hors des champs cultivés du pollen des variétés transgéniques. En Afrique de l'Ouest et du Centre, en l'absence d'espèces sauvages

techniques that specifically target economically harmful pests at a given stage in the plant's development. These targeted control techniques led to the reduction in the quantities of active matter in **pesticides**⁷. Nonetheless, the risks of the appearance of resistance, disappearance of auxiliary **fauna**⁷ and risks of polluting the soil and groundwater remain.

TRANSGENIC COTTON (BT COTTON)**Impact of transgenic cotton introduction**

Even though the cultivation of transgenic cotton plants is not yet practiced in West or Central Africa, here we evoke the economic and environmental questions that its introduction in small farms can lead to.

Public questions on the impact of transgenic plants on human health are pressing. The cotton plant is affected by this debate, since it is also a food plant for the oil, flour and proteins extracted from its seeds. Nonetheless, the protein of the seeds is used generally for animal feed and in the oil, which very fortunately possesses very few proteins. Thus, the effect of insecticide proteins produced by Bt cotton plants has little chance of affecting

susceptibles de donner une descendance avec le cotonnier, ce risque se restreint à la **pollinisation**⁷ croisée entre plants cultivés. Dans la pratique, il deviendra alors difficile de garantir une filière non OGM.

Le principal risque en ce qui concerne les cotonniers Bt réside dans le fait que leur culture pourrait provoquer la sélection des souches d'insectes résistantes. Pour préserver la capacité de résistance aux insectes des plantes porteuses d'un **gène**⁷ Bt, la stratégie dite «haute dose/refuge», adoptée aux Etats-Unis, et qui consiste à implanter des parcelles de cotonniers non transformés au voisinage des parcelles de plantes transgéniques, est difficile à mettre en place chez les petits producteurs. Les nouvelles générations de transgéniques basées sur l'association de deux gènes de résistance aux insectes agissant sur des cibles différentes réduiront probablement les probabilités d'apparition de ces résistances.

L'impact des cotonniers Bt pourrait théoriquement être bénéfique sur la **biodiversité**⁷ de l'entomofaune. Ils ne semblent pas présenter d'effets négatifs sur les insectes non cibles, et en permettant une réduction de l'utilisation d'insecticides chimiques à large spectre, la culture de variétés transgéniques est moins nocive pour l'environnement que la culture protégée par des insecticides. Ces cotonniers

human beings. On another level, reducing the use of insecticides would allow the Bt cotton plant to have a positive effect on human health, even if this probably will remain limited. Another topic of concern is the dissemination of transgenic varieties of pollen outside cultivated fields. In West and Central Africa, due to the absence of wild species able to create descendants with the cotton plant, this risk is restricted to cross-**pollination**⁷ between cultivated plants. In practice, it becomes more difficult to guarantee a non-GMO sector.

The main risk as concerns Bt cotton plants resides in the fact that their cultivation could provoke the selection of insect-resistant stocks. To preserve the resistance to insects of plants carrying a Bt **gene**⁷, in the United States the so-called "high dose/refuge" strategy was adopted and consists of implanting parcels of untransformed cotton plants alongside transgenic plant parcels, but this is difficult to implement for small farmers. The new generations of transgenics, based on the association of two genes with resistance to insects, act on different targets and will probably reduce the probability of such resistance appearing. The Bt cotton plant impact could be beneficial theoretically for the **biodiversity**⁷ of entomofauna. It does not seem to present

peuvent cependant présenter un risque sur la biodiversité, difficile à prédire, au travers des changements des équilibres entre populations d'insectes. Plus les complexes parasitaires actuels sont denses, plus le risque sera grand d'en faire une simplification.

Enfin l'introduction des cotonniers transgéniques peut présenter des risques socioéconomiques en raison de certaines questions comme celles-ci-après :

- Le coût des semences Bt sera-t-il suffisamment ajusté pour ne pas compromettre la rentabilité de la culture au niveau des petits producteurs ?
- Les variétés de coton Bt proposées par des sociétés multinationales, dont l'introduction sera négociée au niveau national avec des sociétés cotonnières, répondront-elles aux exigences des conditions écologiques africaines et des systèmes de culture pluviale ?
- Une monopolisation de fait de la fourniture de semences par un nombre limité de multinationales ne conduira-t-elle pas à un affaiblissement de l'offre variétale et à une réduction de l'effort de sélection des recherches nationales ?

negative effects in non-target insects and enables a reduction in the large-scale use of chemical insecticides. The cultivation of transgenic varieties is less harmful to the environment than using insecticides to protect crops. However, whether these cotton plants could present a risk to biodiversity is difficult to predict through the changes in the balance between insect populations. The denser the current parasite complexes are, the greater the risk of simplification.

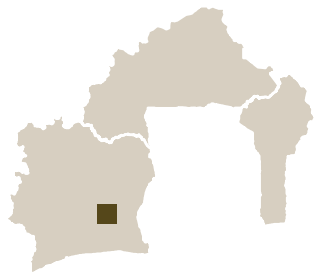
Finally, the introduction of transgenic cotton plants could present socioeconomic risks due to some questions as follow:

- Will the cost of Bt seeds be sufficiently adjusted so as not to compromise the profitability of the crop at the small producers' level?
- Will the varieties of Bt cotton offered by multinational companies, the introduction of which will be negotiated nationally with cotton companies, meet the requirements of African ecological conditions and rain-fed crop systems?
- Will the monopolization of the supply of seeds by a limited number of multinational companies lead to a weakening of the varieties offered and a reduction in the selection effort of national research?

9.4

Le cacao et la diversité végétale

Annick KOULIBALY
Dossahoura TRAORÉ
Dethardt GOETZE



Les régions tropicales sont les aires biologiques les plus diverses au monde [18]. En Afrique tropicale, les reliques des **habitats**⁷ forestiers représentent actuellement les seuls réservoirs de **biodiversité**⁷. Ils constituent les habitats uniques de plusieurs espèces et communautés de plantes dont les sites originels sont perturbés par les activités humaines. En Afrique de l'Ouest, ces habitats renferment des ressources végétales naturelles qui sont indispensables dans la vie quotidienne des communautés villageoises. Ces ressources végétales constituent les produits et biens de consommation qui sont utilisés dans l'alimentation, la médecine, l'artisanat, la construction et divers autres domaines. Cependant, de nos jours, on assiste à une réduction considérable de la diversité végétale et même à la disparition des reliques forestières. L'utilisation des terres est l'un des processus qui provoque une perte importante de la diversité et qui prend actuellement une large place dans les tropiques [19]. Parmi

les activités **anthropiques**⁷ qui détruisent la végétation, l'agriculture demeure l'une des plus spectaculaires, par la réduction intense de la couverture végétale naturelle qu'elle peut entraîner. L'augmentation de la production de cultures de rente est l'une des voies principales de l'accélération de la perte de la diversité [20]. En Côte d'Ivoire la cacaoculture est responsable de la disparition annuelle de milliers d'hectares de forêts dans le sud du pays (Carte 9.9 et 9.10). La surface des plantations de cacaoyers est passée de 500 000 hectares en 1975 à environ 2 millions d'hectares à présent et a contribué à près de 14 % de la déforestation dans le pays [21].

IMPORTANCE DE LA CULTURE DU CACAO

Le cacaoyer (*Theobroma cacao*) a été introduit en Afrique durant la période coloniale, au début du 20^{ème} siècle. Au départ, cette culture de rente était cultivée dans des aires limitées qui permettaient son développement. Depuis les années 1970, elle est devenue de plus en plus importante et occupe de grandes surfaces de culture. La surface totale de plantation de cacaoyer au monde se répartie en 23 % en Amérique latine, 9 % en Asie et 60 % en Afrique. La Côte d'Ivoire est devenue, dès 1978, le premier producteur mondial de cacao avec plus de 44 % de l'offre mondiale [22]. La cacaoculture

Cacao and plant diversity

Tropical regions are the biologically most diverse areas in the world [18]. In tropical Africa, the remnants of forest **habitats**⁷ currently represent the only reservoirs of **biodiversity**⁷. They constitute the sole habitats for several plant species and communities whose original sites have been disturbed by human activity. In West Africa, these habitats hold natural plant resources that are vital for daily life of village communities. These plant resources consist of consumption products and goods that are used in food, medicine, crafts, construction and various other areas. Nowadays, however, plant diversity is being reduced considerably, and even forest relics are disappearing. Land use is currently one of the most important processes provoking significant loss of diversity in the tropics [19]. Among the **anthropogenic**⁷ activities destroying vegetation, agriculture remains one of the most spectacular as it can lead to an

intense reduction of natural plant cover. Increase in cash crop production is a major way to accelerate diversity loss [20]. In Côte d'Ivoire, cultivation of cacao is responsible for the disappearance of thousands of hectares of forest in the South of the country every year (Map 9.9 & 9.10). The area of cacao plantations has increased from 500 000 hectares in 1975 to around 2 million hectares at present and contributed by almost 14 % to deforestation in the country [21].

IMPORTANCE OF CACAO CULTIVATION

The cacao tree (*Theobroma cacao*) was introduced to Africa during the colonial period at the beginning of the 20th century. Initially, this cash crop was cultivated in limited areas suited for its development. Since the 1970s, it has become increasingly important and has occupied large cultivated areas. The total area of cacao plantations in the world divides up into 23 % located in Latin America, 9 % in Asia and 60 % in Africa. Since 1978, Côte d'Ivoire has become the world's leading producer of cocoa providing over 44 % of the world supply [22]. Cacao cultivation procures around 30 % of worldwide income from exports and contributes to more than 9 % of Côte d'Ivoire's **Gross**

procure environ 30 % des recettes globales d'exportation et participe à plus de 9 % du **Produit Intérieur Brut**⁷ de la Côte d'Ivoire. Cette production occupe plus d'un million de planteurs, soit 15 % de la population rurale puisque le cacaoyer est planté à 80 % par de petits paysans [23]. Le développement de l'économie nationale, politique et économique et les options futures sur l'expansion du marché de l'exportation ont été les principales préoccupations du Gouvernement ivoirien. Aussi, l'intensification de l'agriculture comme adaptation innovatrice et la migration des groupes ethniques ont favorisé la conversion des terres avec des changements drastiques dans la couverture de la végétation et sur la biodiversité. L'abattage de la forêt et le brûlis ont permis au verger ivoirien de cacaoyers de connaître une progression historique et géographique de l'Est vers l'Ouest du pays [24].

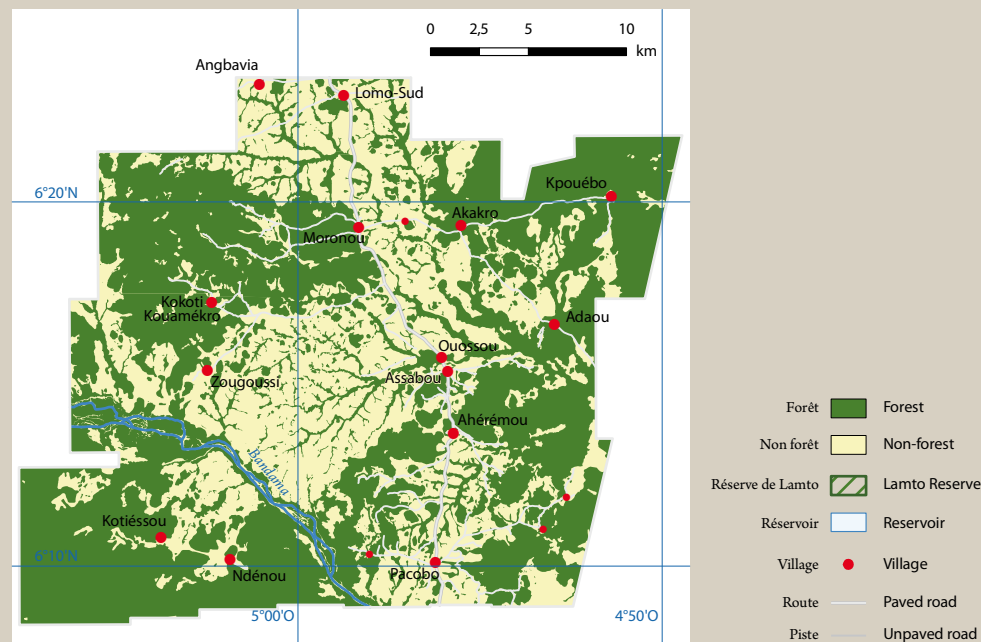
CHANGEMENT DE L'UTILISATION DES TERRES

L'association de cultures vivrières à des cultures de rente telles que le cacaoyer marque le passage de la pratique traditionnelle agricole peu intensive, de subsistance, à une agriculture récente, introduite et intensive. L'agriculture traditionnelle consiste principalement en la culture annuelle d'espèces d'igname (*Dioscorea* spp.). L'igname,

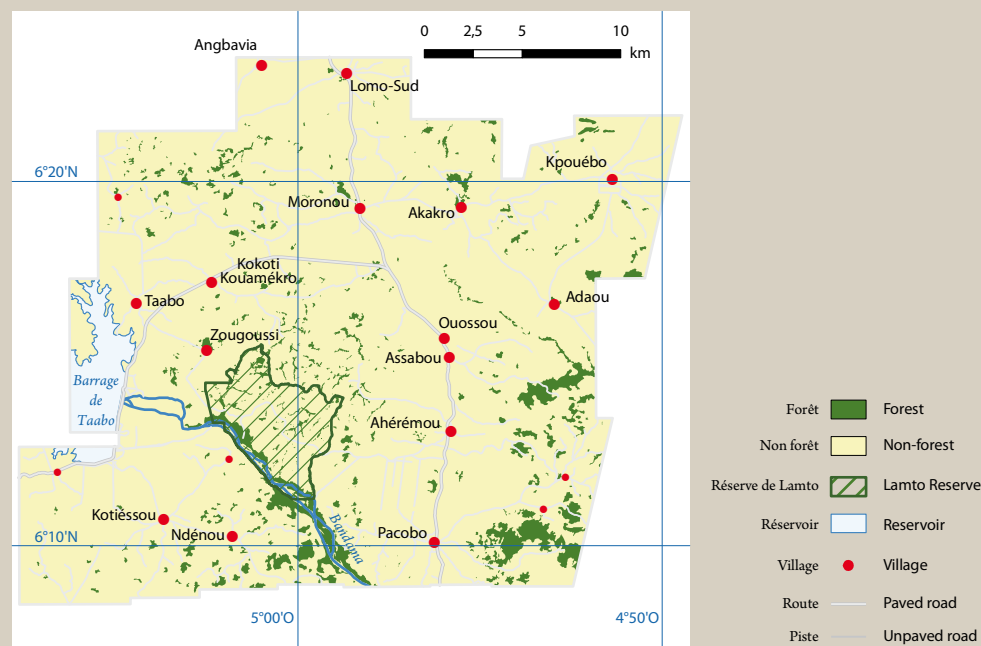
Domestic Product⁷. Cocoa production keeps over a million planters occupied, standing for 15 % of the rural population, because 80 % of cocoa are produced by smallholders [23]. The development of the national economy, politics and economics, and future options of expansion of the export market have been the main concerns of the Ivorian government. In addition, intensification of agriculture as an innovative adaptation, and migration of ethnic groups favoured land conversion with drastic changes in vegetation cover and biodiversity. As a result of cutting forests and burning, the Ivorian cacao orchard experienced a historic and geographic progression from the East to the West of the country [24].

CHANGE IN LAND USE

The association of food crops with cash crops such as cacao marks the transition from traditional low-intensity subsistence agriculture to recently introduced and intensive agriculture. Traditional agriculture mainly consists of annual cultivation of yam species (*Dioscorea* spp.). Yam can be cultivated in all tropical climates and provides 12 % of food energy in intertropical zones [25]. Today, cultivation of yam is associated with that of cacao in



Carte 9.9: Couverture forestière de la région de la Réserve de Lamto en 1956 par digitalisation des photos aériennes de l'IGN, Paris. | **Map 9.9:** Forest cover in the Lamto Reserve region in 1956 from digitization of aerial photographs (IGN Paris).



Carte 9.10: Couverture forestière dans la région de la Réserve de Lamto en 2004. Digitalisation d'une image panchromatique SPOT 5, avec une résolution spatiale de 5 m. | **Map 9.10:** Forest cover in the Lamto Reserve region in 2004. Digitization of a SPOT 5 panchromatic image with a spatial resolution of 5 m.

qui peut se cultiver sous tous les climats tropicaux, assure 12 % de l'alimentation énergétique dans les zones intertropicales [25]. De nos jours, la culture de l'igname est associée à celle du cacaoyer dans le sud de la Côte d'Ivoire. Bien que les corvées sur ces exploitations l'aient familiarisé avec les techniques « modernes », le paysan ivoirien a résolument décidé d'intégrer la culture de rente dans les complexes agraires. Chaque année, le paysan coupe et brûle une nouvelle portion de forêt et installe son champ qu'il transforme ensuite en plantation de culture de rente (Fig. 9.11). A partir de la carte de diminution de la superficie des massifs forestiers au profit des cultures, Yao et al. [26] ont même suggéré qu'il existe des liens clairs de cause à effet entre l'augmentation de l'activité agricole due aux cultures de rente et la diminution de la pluviométrie au cours des dernières décennies. Aussi, la continuelle augmentation de surfaces de plantations de culture de rente entraîne la diminution de terres cultivables. Cette situation conduit à la réduction des surfaces en jachère et même à la durée de jachère qui est indispensable à la régénération de la végétation. Les conséquences de la cacao-culture sur la diversité végétale sont peu connues.

the South of Côte d'Ivoire. Though the Ivorian peasant has become familiarized with "modern" techniques due to the chores on these exploitations, he has resolutely decided to integrate cash crops into the agrarian complexes. Every year, the peasant slashes and burns a new portion of forest and installs his field that he subsequently transforms into a cash crop plantation (Fig. 9.11). From a map of decrease in forest area giving way to crops, Yao et al. [26] even suggested that clear cause-and-effect relationships exist between the increase in cash crop agriculture and the decrease in precipitation during the last decades. In addition, the continual increase in the area of cash crop plantations has caused a decrease in cultivable land. This situation leads to a reduction of fallow area and even fallow duration, which is crucial for the regeneration of vegetation. The effects of cacao cultivation on plant diversity are hardly known.

IMPACT OF CACAO CULTIVATION ON PLANT DIVERSITY

In Côte d'Ivoire, relationships between cacao cultivation and plant diversity were studied in the Lamto Reserve region (Centre) and the Oumé region (western Centre) along an age

EFFET DE LA CACAO-CULTURE SUR LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les interrelations entre la culture du cacaoyer et la diversité végétale, en Côte d'Ivoire dans la région de la Réserve de Lamto (Centre) et dans la région d'Oumé (Centre-Ouest) ont été effectuées le long d'un gradient d'âge des aires cultivées, compris entre 1 et 40 ans, plantations abandonnées et fragments forestiers comme sites de référence. Les jeunes plantations de cacaoyers ont présenté une diversité végétale plus élevée d'espèces ligneuses naturelles lorsqu'on se rapproche des fragments forestiers. Cette situation était due aux individus adultes épargnés dans les champs et à la repousse forte des espèces forestières dans la phase initiale de plantation.

Les plantations de cacaoyers de la région de la Réserve de Lamto renferment une diversité végétale composée d'espèces caractéristiques des forêts semi **décidues**⁷ de la région telles que *Dialium guineense*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia sapida*, *Celtis philippensis*, *Cola millenii*, *Griffonia simplicifolia*, *Lecaniodiscus cupanioides* et *Motandra guineense* (cf. [27]) qui présentent de gros diamètres dans les plantations. Les jeunes individus de *Millettia zechiana*, de diamètre plus petit (1 à 5 cm d.b.h.) servent de tuteurs à l'igname. *Deinbollia*

gradient of plantations of 1 to 40 years, and on abandoned plantations and forest fragments as reference sites. Diversity of natural woody species was higher on young cacao plantations that were closer to forest fragments. This situation was due to adult individuals left on the fields, and to strong regrowth of forest species in the initial phase of plantation.

In the Lamto Reserve region, plant diversity on cacao plantations is composed of species characteristic of semi-**deciduous**⁷ forests such as *Dialium guineense*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia sapida*, *Celtis philippensis*, *Cola millenii*, *Griffonia simplicifolia*, *Lecaniodiscus cupanioides* and *Motandra guineense* (see [27]) which are present with large stem diameters on the plantations. The young individuals of *Millettia zechiana* with a smaller diameter (1 to 5 cm d.b.h.) serve as stakes for yam. *Deinbollia pinnata*, *Exolobus patens*, *Loeseneriella africana*, *Mondia whytei* and *Ficus exasperata* almost never reach diameters larger than 5 cm d.b.h. due to the regular cleaning of the plantations which reduces their competition with cacao. Banana plants, grown for their fruits that are destined for consumption or sale, serve as shelter against the heat of the sun and as humidity source for

pinnata, *Exolobus patens*, *Loeseneriella africana*, *Mondia whytei* et *Ficus exasperata* ne dépassent presque jamais le diamètre de 5 cm à cause du nettoyage régulier dans les plantations réduisant la compétition de ces dernières avec le cacaoyer. Le bananier, planté pour ses fruits qui sont destinés à la consommation ou à la vente, sert d'abri contre la chaleur du soleil et de source d'humidité aux jeunes cacaoyers (Fig. 9.12). La présence de nombreux rejets, à sa base, assure un maintien de sa dominance en nombre d'individus. Les années suivantes, le nombre d'individus de cacaoyer augmente (Fig. 9.13) et domine la plantation (Fig. 9.14). Cette progression se fait aux dépens des espèces naturelles. Le nombre d'individus de cacaoyers, le nombre d'individus de bananiers et le nombre total d'espèces sont fonction de l'âge de la plantation. En revanche, quel que soit l'âge de la plantation, les pourcentages de couverture de la litière des herbacées², de la litière totale (ensemble cacaoyer et bananier), de la végétation totale et du bois mort dans la plantation de cacaoyers restent semblables [28]. L'analyse de la distribution des espèces dans les classes de diamètre (Fig. 9.15) montre que dans les premières années de plantation, quelques jeunes individus d'espèces autres que la culture de rente (régénération par souches ou graines après le défrichage) s'ajoutent aux espèces alimentaires secondaires

young cacao trees (Fig. 9.12). The presence of numerous shoots at its base ensures its continued dominance in terms of number of individuals. In the following years, the number of cacao individuals increases (Fig. 9.13) and dominates the plantation (Fig. 9.14). This progression occurs to the detriment of natural species. The number of cacao individuals, the number of banana individuals and the total number of species are a function of plantation age. However, irrespective of plantation age, the cover percentages of grass litter, total litter (cacao and banana together), the entire vegetation, and dead wood in the cacao plantation remain similar [28]. The analysis of species distribution in diameter classes (Fig. 9.15) shows that during the first years of plantation, some young individuals of species other than cash crop (regeneration from stumps or seeds after clearing) add to cultivated secondary food species and to the spontaneous species spared [29]. These species recorded on the young plantations are predominantly forest species and indicate that regeneration on plantations in the Lamto Reserve region leads to reforestation.

The general situation of young plantations has proven to be similar in the Oumé region. However, the study of older



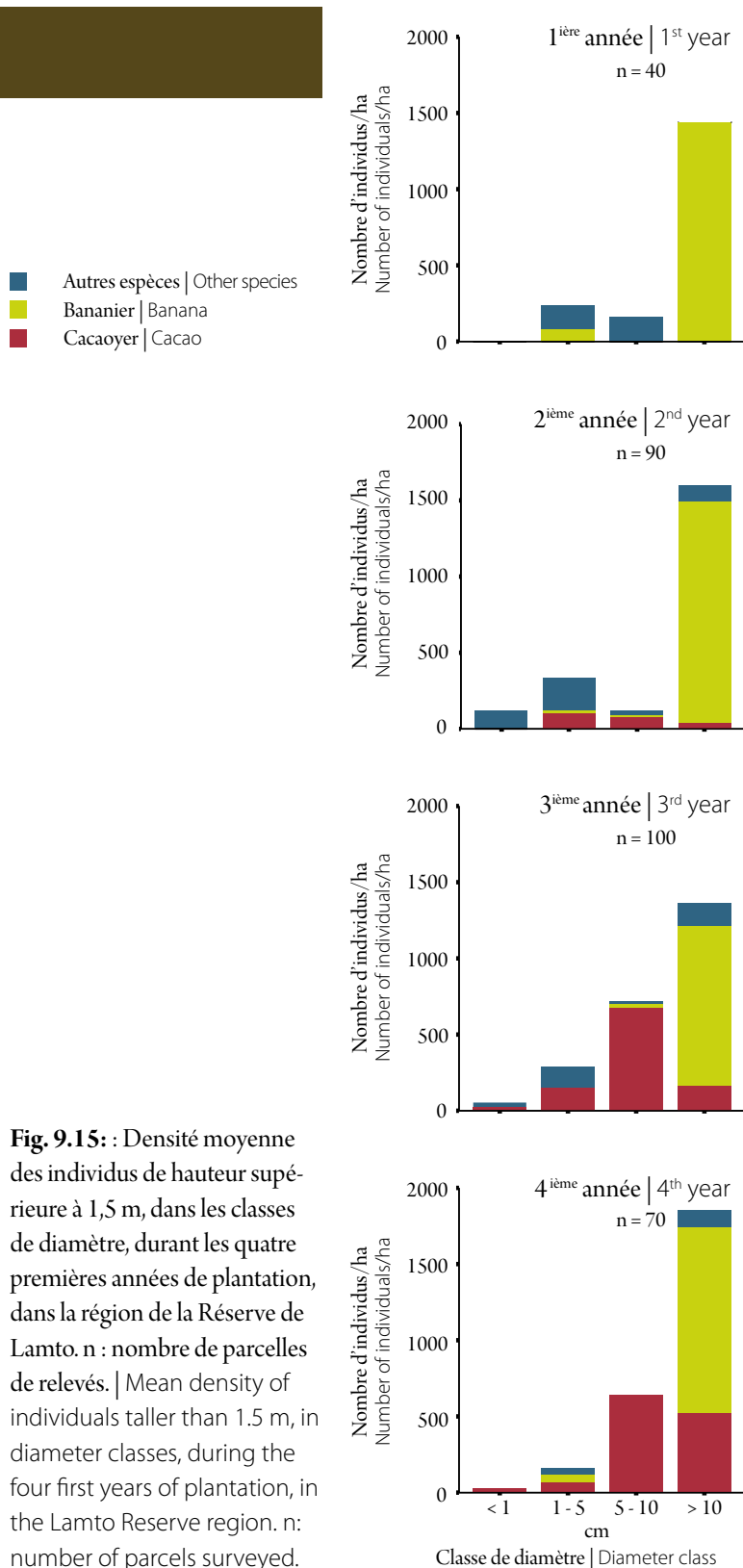
Fig. 9.11 : Arbres abattus après défrichage d'une portion de forêt dans la région de la Réserve de Lamto. | Felled trees after clearing of a portion of forest in the Lamto Reserve region. AKO

Développement des plantations de cacao proche de la Réserve de Lamto: | Development of cacao plantations close to the Lamto Reserve:

Fig. 9.12: La phase initiale dominée par des bananiers avec des plants de cacaoyer plantés à côté de leurs troncs. | Initial phase dominated by banana with cacao saplings planted close to their stems. DGO

Fig. 9.13: Pendant les premières années, les cacaoyers en développement rapide et les bananiers coexistent. | During the first years, the rapidly developing cacao plants and banana co-exist. AKO

Fig. 9.14: Après environ six ans les houppiers des cacaoyers donnent déjà de fort ombrage. After some six years the cacao canopy already provides strong shading. DGO



cultivées et aux espèces spontanées épargnées [29]. Ces espèces, recensées dans les plantations jeunes, sont en majorité des espèces forestières, indiquant que la régénération dans les plantations de la région de la Réserve de Lamto conduit vers une reforestation.

La situation générale des jeunes plantations s'est avérée être similaire dans la région d'Oumé. Cependant l'étude des plantations âgées a montré qu'il y a une diminution du nombre d'espèces sur plusieurs années qui s'explique par le nettoyage régulier de la plantation. L'élimination des repousses de plantes commence dès la 3^{ème} année et se répète 4 fois dans l'année conduisant à une diminution drastique de la diversité végétale. Les paysans épargnent uniquement des espèces naturelles utiles comme par exemple *Spondias mombin* et *Ricinodendron heudelotii* pour l'alimentation, et *Alstonia boonei* et *Rauvolfia vomitoria* qui ont des vertus médicinales. Les espèces qui y poussent restent liées aux formations originales humides de la région d'Oumé caractérisées par des espèces telles que *Antiaris toxicaria* var. *africana*, *Cola gigantea*, *Celtis mildbraedii* et *Albizia adianthifolia*. Du fait de l'ouverture de la **canopée** dans les plantations âgées, la diversité des espèces spontanées augmente à nouveau mais lentement. Pendant que plusieurs espèces disparaissent

plantations showed that the number of species decreased over several years due to regular cleaning of the plantation. The elimination of plant shoots starts as of the third year and is repeated four times a year, leading to a drastic decrease of plant diversity. The peasants only spare useful natural species such as *Spondias mombin* and *Ricinodendron heudelotii* for example for nourishment, and *Alstonia boonei* and *Rauvolfia vomitoria* having medicinal value. The species growing there remain linked to the original humid formations of the Oumé region characterized by species such as *Antiaris toxicaria* var. *africana*, *Cola gigantea*, *Celtis mildbraedii* and *Albizia adianthifolia*. Due to the opening of the **canopy** in older plantations, the diversity of spontaneous species slowly increases again. While several species disappear due to cultivation practices, a certain stock of species remains present and a little stock of species appears such as several fig species (*Ficus* sp.). Frequent forest species such as *Sterculia rhinopetala* and *Trichilia prieuriana* reappear on the abandoned plantations after their elimination under cacao cultivation.

du fait de la pratique culturelle, un certain stock d'espèces demeure présent et un petit stock d'espèces apparaît dont plusieurs espèces de figue (*Ficus* sp.). Des espèces forestières fréquentes comme *Sterculia rhinopetala* et *Trichilia prieuriana* re-apparaissent dans les plantations abandonnées après leur élimination sous la culture du cacaoyer.

L'AGROFORESTERIE PAYSANNE

L'agroforesterie⁷ paysanne se définit comme l'intégration d'arbres dans les cultures, pour diversifier et soutenir la production du ménage en vue d'augmenter les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux. La mise en place d'un système d'agroforesterie dans les plantations de cacaoyers est encouragée pour les bénéfices que peuvent en retirer les paysans. Le paysan épargne les espèces naturelles ligneuses à usages multiples. Il tire profit de leur utilisation directe mais également de la vente des amandes ou fruits issus surtout des espèces exotiques⁷ introduites. Le degré d'importance des espèces varie d'une région à l'autre et aussi d'une ethnie à l'autre. La diversité des espèces préservées et introduites est entièrement liée aux us et coutumes des ethnies locales comme c'est

PEASANT AGROFORESTRY

Peasant agroforestry⁷ is defined as integration of trees in cultivation to diversify and support household income in view of increasing social, economic and environmental benefits. The implementation of an agroforestry system in cacao plantations is encouraged by the benefits that the peasants can reap. The peasant spares natural woody species with multiple uses. He benefits from their direct use and also from the sale of seeds or fruits coming most of all from the introduced exotic species⁷. The degree of importance of the species varies from one region to another and also from one ethnic group to another. The diversity of preserved and introduced species is entirely linked to knowledge and customs of the local ethnic groups as is the case in the Lamto Reserve region and even more so in the Oumé region. The change in plant use due to the expansion of cacao plantations was studied in detail by comparing the three dominant ethnic groups of the Oumé region. These are the native Gagou, the Baoulé who immigrated from neighbouring areas, and the allogeneic Mossi from Burkina Faso. The species preserved on the plantations by these ethnic groups are overall similar and apparently related to the original forest formations.

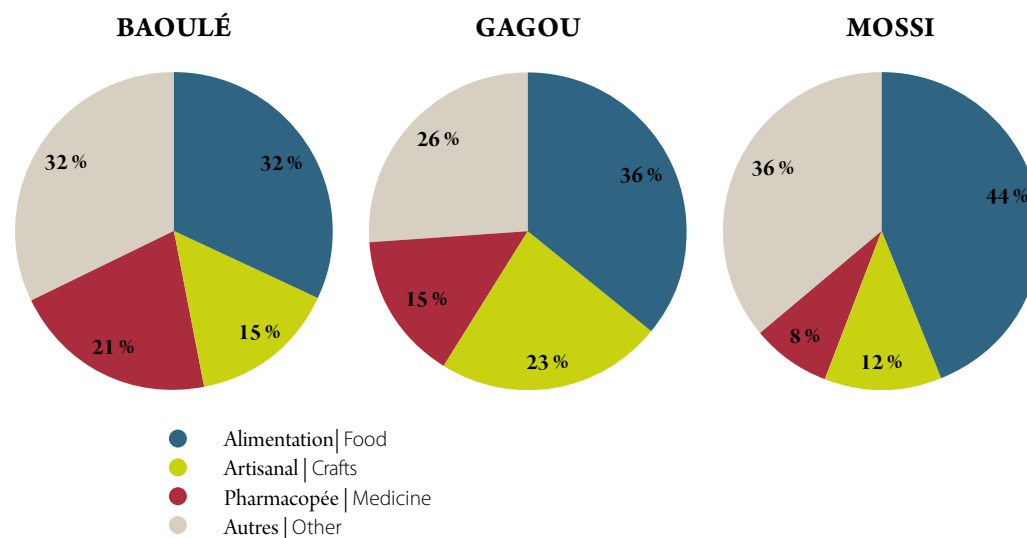


Fig. 9.16: Importance des principaux domaines d'utilisation des espèces naturelles spontanées pour les ethnies dominantes. | Importance of the main utilization purposes of spontaneous natural species by dominant ethnic groups.

Knowing the local flora⁷ well, the Gagou preserve a large number of species especially for crafts and construction (Fig. 9.16). The Baoulé preserve more species used in medicine, which is related to their good knowledge of phytotherapy. The Mossi, who know less about the local flora, mostly preserve species used for nutrition and introduce most species, originating especially from the Sudanian zone, to mitigate insufficient supply. These choices are thus guided purely by knowledge based on ancestral heritage of each ethnic group's social and cultural habits. In the cacao agroforests of the Oumé region, certain species that have become rare, such as *Bridelia grandis*, *Erythrina vogelii* and *Kigelia africana*, are also conserved. The social, economic, cultural and biological contribution of this agroforestry system is considerable and is part of the preservation of biodiversity.

THREATS TO LIFE OF POPULATIONS

In the context of the expansion of cacao cultivation, several native woody species used by local populations as building material, energy source or medicine are about to disappear, such as *Triplochiton scleroxylon*, *Irvingia gabonensis* and *Raphia hookeri*.

le cas dans la région de la Réserve de Lamto et encore plus dans la région d'Oumé. Le changement dans l'utilisation des plantes dû à l'expansion de la culture du cacao a été étudié en détail en comparant les trois ethnies dominantes de la région d'Oumé. Ce sont les autochtones Gagou, les Baoulé qui ont immigrés des aires voisines et les allogènes Mossi, venant du Burkina Faso. Les espèces préservées dans les plantations par ces ethnies sont globalement similaires et apparemment imposées par les formations forestières originelles. Les Gagou, connaissant bien la flore⁹ locale, préservent un grand nombre d'espèces surtout pour l'artisanat et la construction (Fig. 9.16). Les Baoulé préservent plus d'espèces utilisées en pharmacopée, ceci est lié à leur bonne connaissance de la phytothérapie. Les Mossi, connaissant moins la flore de la région, préservent en majorité des espèces utilisées dans l'alimentation et introduisent le plus d'espèces, surtout de la zone soudanienne, pour pallier les insuffisances. Ces choix sont donc purement guidés par des connaissances fondées sur un héritage ancestral des habitudes sociales et culturelles de chacune des ethnies. Notons aussi que c'est dans les agroforêts cacaoyères de la région d'Oumé que certaines espèces telles que *Bridelia grandis*, *Erythrina vogelii* et *Kigelia africana*, devenues rares, sont conservées. La contribution sociale, économique,

culturelle et biologique de ce système d'agroforesterie est considérable et participe à la préservation de la biodiversité.

MENACES SUR LA VIE DES POPULATIONS

Dans le contexte de l'expansion de la culture du cacao, plusieurs espèces ligneuses natives qui sont utilisées par les populations locales comme matériel de construction, source d'énergie ou médicament comme *Triplochiton scleroxylon*, *Irvingia gabonensis* et *Raphia hookeri* sont en train de disparaître. Rares dans les plantations, leur exploitation intensive entraîne leur disparition également dans les quelques reliques forestières. L'utilisation d'une grande diversité de plantes, par les populations, pour leurs besoins et surtout comme supplément médical à cause du coût exorbitant de la médecine dite moderne et de l'éloignement des centres de santé, fait de la diversité végétale un facteur incontournable, gardant une importance notable dans la vie quotidienne des villageois sans autres alternatives. C'est pourquoi la perte de la biodiversité naturelle conduirait à des changements notables. Ce sont des changements dans les futures stratégies d'utilisation des terres et une marginalisation encore plus grande des populations pauvres et en particulier des femmes, des périodes de famine durant la saison sèche, la perte des

As such species are already rare in the plantations, their intensive exploitation leads to their disappearance also from some forest relics. Populations use a large variety of plants for their needs and particularly as medical supplements due to the exorbitant cost of so-called modern medicine and the large distance to health centres. This makes plant diversity an essential factor keeping a great importance in the daily life of villagers who have no other alternative. This is why the loss of natural biodiversity leads to notable changes. These are changes in future strategies of land use and even greater marginalization of poor populations and especially women, periods of famine in the dry season, loss of traditional medical knowledge and lack of local natural materials for construction. The loss of native plants has substantial consequences for the continuity of growth of the rural community.

PERSPECTIVES OF BIODIVERSITY CONSERVATION

The local elimination of species and reduction of forest area due to change in land use (cacao cultivation) indicates a critical development of the situation of biodiversity. The studies

initiated and undertaken by the **BIOTA West Africa**⁹ project demonstrate that:

- There is great potential for forest species regeneration as of the first years of cacao cultivation with a greater floristic richness in plantations closer to original forests. Future management options should take this initial potential into account.
- After abandonment of a cacao plantation, the spontaneously developing vegetation leads to reforestation by secondary forest plants. The forests' natural spontaneous regeneration is omnipresent and can be used to actively preserve natural biodiversity.
- Despite the fact that they belong to different ethnic groups, the peasants apply the same mode of cultivation: agroforestry, which is a proper system for conserving biodiversity and is closely linked to the customs and traditions of local ethnic groups. This practice should be upheld and strengthened by protecting and integrating more forest species in cacao plantations.

connaissances traditionnelles médicales et un manque de matériel naturel local pour la construction. La perte des plantes natives a des conséquences substantielles sur la continuité de l'agrandissement de la communauté rurale.

PERSPECTIVES DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

L'élimination locale des espèces et la réduction de la surface forestière due à un changement dans l'utilisation des terres (la cacao-culture) dénotent d'un développement critique de la situation de la biodiversité. Les études initiées et réalisées par le projet **BIOTA West Africa**⁷ démontrent bien que:

- Il existe un fort potentiel de régénération des espèces forestières dès les premières années de plantations de cacaoyers, avec une plus grande richesse floristique dans les plantations qui sont plus proches des forêts originelles. Les options futures d'aménagement devront tenir compte de ce potentiel initial.
- Après l'abandon de la plantation de cacaoyer, la végétation spontanée qui s'y développe conduit à la reforestation par les plantes de forêts secondaires. La régénération naturelle

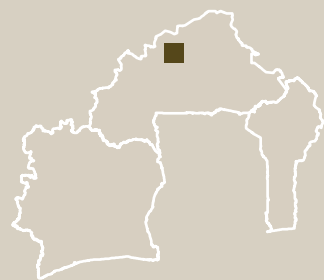
spontanée des forêts est omniprésente et peut activement être utilisée pour une préservation de la biodiversité naturelle.

- En dépit de leur appartenance à différentes ethnies, les paysans appliquent le même mode de culture, dont l'agroforesterie, qui est un véritable système de conservation de la biodiversité et qui est étroitement liée aux coutumes et traditions des ethnies locales. Cette pratique doit être soutenue et renforcée par la protection et l'intégration de plus d'espèces forestières dans les plantations de cacaoyers.
- L'utilité de la biodiversité pour la survie des populations dans les pays en voie de développement oblige à prendre en compte des activités économiques adaptées à l'aménagement durable des régions perturbées.

- The usefulness of biodiversity in the survival of populations in developing countries requires that economic activities adapted to sustainable management of the disturbed regions be taken into account.

ZAÏ – « Levez-vous tôt pour vous empresser de préparer votre terre »

Dorkas KAISER, Souleymane KONATÉ, K. Eduard LINSENMAIR, Michel LEPAGE



Un exemple de restauration traditionnelle des sols en Afrique semi-aride est donné par la pratique du Zaï [30], à l'aide duquel il est possible de restaurer des terres asséchées totalement dégradées dans les régions semi-arides : la présence de matière végétale sur des sols structurellement encroûtés peut déclencher une activité des termites et améliorer la disponibilité en eau du sol, le taux d'infiltration et les capacités de stockage dans une mesure suffisante pour pouvoir stimuler le rétablissement de la végétation [31]. En « moore », la langue des Mossis au Burkina Faso, Zaï est tiré de « zaïegre » qui veut dire « se lever tôt pour s'empresser de préparer sa terre » [30]. La technique est simple mais, comme l'indique déjà le nom, requiert un dur labeur. La terre doit être préparée tôt pendant chaque saison sèche. Il faut à peu près 60 jours de travail pour préparer 1 ha de terre avec la technique Zaï améliorée [32]. Cette technique combine les aspects des ressources en eau avec les pratiques de gestion des nutriments [33]. Il existe aujourd'hui deux formes successives de Zaï :

Le Zaï agricole : les fermiers creusent des puits (micro bassins versants) dans des rangées parallèles ou alternantes et y placent des semences avec des matériaux organiques. Des termites décomposant ce matériau sont attirées, en améliorant au passage la fertilité du sol. Leur activité de creusement accroît la porosité du sol en stimulant son aération et la capacité d'infiltration de l'eau.

Le Zaï forestier : les champs agricoles sont laissés en jachère après 4-5 ans de culture Zaï continue. En l'espace de 10-20 ans, une végétation boisée et herbacée[↗] se développe, formant la matrice qui permettra l'introduction d'espèces supplémentaires, par exemple d'espèces économiquement rentables. Pour mieux comprendre le rôle des termites dans ce processus de restauration, on a établi des parcelles[↗] expérimentales près d'Ouahigouya (province de Yatenga, Burkina Faso). Ici, le sol rouge est typiquement du type lithosol ferrugineux[↗] avec une proportion élevée de gravier, souvent latéritique[↗] et avec une forte tendance à l'érosion par l'eau et le vent [34]. La végétation naturelle est de la steppe selon la classification de l'UNESCO [35], avec de larges zones dénudées. Les parcelles ont été disposées en suivant les quatre étapes successives du système traditionnel Zaï : sol nu encroûté, champ de millet (Zaï agricole), jeune forêt Zaï, vieille forêt Zaï (Zaï forestier). Chaque site avait une aire d'environ 1 ha et 9 blocs expérimentaux ont été établis avec quatre carrés, de 1 m² chacun (Fig. 9.17). Différents matériaux organiques disponibles localement ont été placés dans chaque carré : foin Aristida, blocs de bois Bombax, compost, et un test a été effectué sans matériau organique. Des termites favorisant la croissance de champignons[↗] appartenant au genre des odontotermes et des macrotermes se sont révélés être les principaux

« bioturbateurs du sol », le foin étant l'appât le plus attirant et efficace dans toutes les étapes successives. En déplaçant le sol depuis des strates plus basses vers la surface lorsqu'ils construisent leurs structures biogéniques, les termites ont changé la distribution de la taille des grains en amenant vers la surface le sous-sol plus fin, et ont abaissé la compaction du sol en augmentant la porosité. On a observé un énorme accroissement dans l'espace poreux de la surface provoqué par les trous de forage (macropores), la surface encroûtée dans la zone dégradée ayant été cassée. L'infiltration de l'eau et l'aération du sol ont été de ce fait remarquablement accrues.

En dépit de son efficacité élevée et de ses effets à long terme très positifs, le système Zaï continue à n'être appliqué que sur le plateau Mossi au Burkina Faso et sur le plateau Dogon au Mali. Une technique comparable, le « Tassa », est utilisée dans la vallée du Keita au Niger (p. ex. [30]). Mais on peut conclure de cette expérience que l'activité des termites est une composante décisive du processus de restauration du sol. L'introduction et la gestion de termites seront des outils prometteurs parmi les tentatives de restauration des sols, susceptibles de représenter une alternative aux apports très coûteux passant par le traitement mécanique ou des fertilisants[↗] dans les méthodes agricoles.

ZAÏ “Get up early and hurry to prepare your land”

An example for traditional soil restoration in semi-arid West Africa is the Zaï practice [30], with which fully degraded, barren lands in semi-arid regions can be restored: the presence of vegetal matter on structurally crusted soil can trigger termite activity and improve the soil water status, the infiltration rate and storing capacity sufficiently to enhance vegetation re-establishment [31]. In “Moore”, the language of the Mossis in Burkina Faso, Zaï is drawn from “zaïegre” which means “to get up early and hurry to prepare one's land” [30]. The technique is simple but, as the name already indicates, requires hard work. The land must be prepared early during the dry season. About 60 working days are needed to prepare 1 ha land with the improved Zaï technique [32]. The technique combines water harvesting aspects as well as nutrient management practices [33]. Two successive forms of Zaï exist today:

Agricultural Zaï: the farmers dig pits (micro watersheds) in parallel or alternate rows and put crop seeds together with organic material into these. Termites decomposing this material are attracted, thereby improving soil fertility. Their burrowing activity increases the soil's porosity, enhancing its aeration and water infiltration capacity.

Forestry Zaï: the crop fields lie fallow after 4-5 years of continuous Zaï cultivation. Within 10-20 years, rich woody and herbaceous[↗] vegetation develops, forming the matrix for the introduction of additional, e.g. economically valuable species.

To better understand the role of termites in this restoration process, experimental plots[↗] were established close to Ouahigouya (Province of

Yatenga, Burkina Faso). Here the red soil is typically of the type **ferruginous**⁷ lithosol with a high proportion of gravel, often **lateritic**⁷ and with strong tendency to water and wind erosion [34]. The natural vegetation is steppe according to UNESCO's classification [35], with large bare areas. The plots were placed in four succession stages of the traditional system Zai: Crusted bare soil, millet field (agricultural Zai), young Zai forest, old Zai forest (forestry Zai). Each site had an area of about 1 ha and 9 experimental blocks were established with four quadrates, each 1 m² (Fig. 9.17). In each quadrate different locally available organic material was placed: Aristida hay, Bombax wooden blocks, compost, and a control without any organic material. Fungus growing termites belonging to the genera *Odontotermes* and *Macrotermes* turned out to be the main "soil bioturbators", hay being the most attractive and effective bait in all succession stages. By moving soil from lower soil horizons to the surface when constructing their biogenic structures, the termites changed the grain size distribution by bringing up the finer sub-soil and lowered soil compaction by increasing the porosity. An enormous increase in soil surface pore space caused by the foraging holes (macropores) was found, the crusted surface in the degraded area was broken up. As a consequence, water infiltration and soil aeration was remarkably increased. Despite its high efficiency and its very positive long-term effects, the Zai system is still only applied on the Mossi Plateau in Burkina Faso and on the Dogon Plateau in Mali. A comparable technique, the "Tassa", is used in the Keita Valley in Niger, e.g. [30]. But from this experiment it can be concluded, that termite activity is a decisive component in the soil restoration process. Directing and inducing termite activity will be a promising tool in endeavors of soil restorations and may represent an alternative to high priced inputs via mechanical treatment or **fertilizers**⁷ in agricultural methods.



Fig. 9.17: Carrés expérimentaux dans une aire dégradée | Experimental quadrats in degraded area DKA

9.5

Problématique de la conservation des aires protégées en Afrique de l'Ouest

Brice SINSIN

INTRODUCTION

La problématique de l'utilisation des terres n'a jamais été aussi complexe qu'en Afrique Sub-Saharienne où la population humaine ne cesse d'augmenter pendant qu'en même temps près de 60 % des africains dépendent de l'utilisation des ressources naturelles pour vivre et se développer. Les pressions exercées par la population, en particulier l'expansion de l'agriculture ainsi que les autres utilisations/exploitations des terres, constituent des facteurs de risque d'extinction pour les organismes ou la création d'**habitats**⁷ fragmentés. Tous les **écosystèmes**⁷ ont été touchés par cette **dégradation**⁷ des habitats et de plus en plus d'espèces disparaissent en Afrique de l'Ouest, particulièrement dans les forêts de la Sierra Leone, au Libéria, en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Nigéria.

Pour de nombreuses espèces végétales et animales protégées, particulièrement dans un tel contexte, les aires protégées sont un refuge

vital face à la pression démographique toujours croissante qui vient puiser sur les ressources naturelles pour l'agriculture, les pâturages, les bois, etc. et leurs effets clairement destructeurs sur les habitats naturels.

L'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a défini les aires protégées de la manière suivante: "Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associées".

Ainsi les aires protégées jouent un rôle déterminant dans le maintien de la **biodiversité**⁷ par la gestion des menaces existantes, la réduction d'autres pressions mondiales et en proposant des mesures de gestion actives, ce qui combat les risques climatiques pouvant affecter la biodiversité. Pour toutes ces raisons, l'effort de conservation des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest est un facteur clé pour les autorités politico-administratives, les institutions de recherche et de formation, les ONG, les agences bénévoles, etc. Il faut noter toutefois, que les populations riveraines qui subissent les contraintes de la protection attendent des pouvoirs publics d'avantage d'actions concrètes pouvant leur permettre de mieux vivre les

Protected Areas conservation issues in West Africa

INTRODUCTION

Land use issues are no where so critical as in **Sub-Saharan**⁷ Africa where human population is still increasing. At the same time about 60 % of the Africans rely on natural resources to sustain livelihoods and for development. Population pressure, particularly the expansion of agriculture and other land use practices, act as extinction factors for many organisms or are creating increasingly fragmented **habitats**⁷. All **ecosystems**⁷ are affected by such a **degradation**⁷ of habitats and species loss in West Africa, but particularly the forest cover in Sierra Leone, Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, and Nigeria, which are experiencing a high rate of clearance.

For many threatened plants and animals particularly in such a context, protected areas are a vital refuge in the face of increasing demographic pressure on natural resources for agriculture,

pastoralism, fuel wood harvesting etc. and their effects as the evident declining natural habitats.

A protected area is defined by IUCN (International Union for Conservation of Nature) as a "clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the longterm conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values". Thus protected areas play a vital role in conserving an essential portion of **biodiversity**⁷ through the management of existing threats, thus reducing overall pressures, and also in providing active management measures to reduce climate hazards that threaten biodiversity. For all those reasons the conservation effort to support protected areas on the ground in West Africa is well stressed by decision makers, training and research institutions, NGOs, donors agencies even if local people are still expecting much more from income generation promised to them as a mitigation solution to the restriction imposed to them by the protection of part of the land of their ancestors.

restrictions d'accès aux terres de leurs ancêtres qu'impose la loi sur la protection de la nature.

CATEGORIES D'AIRES PROTEGEES EN AFRIQUE DE L'OUEST

La plupart des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest ont été établies pendant la période coloniale et seules quelques nouvelles aires protégées sont apparues après les années 1960. Il est également important de souligner qu'aucun critère n'a été suivi pour l'identification et la sélection des sites les plus menacés, ce qui explique que de nombreuses espèces végétales ou animales ont manqué de protection, ce que l'on appelle communément les « Gap species » ou littéralement « espèces lacunes ».

La plupart des aires protégées étatiques de l'Afrique de l'Ouest correspondent à des zones gérées ou conservées pour l'exploitation durable de leurs ressources ce qui correspond à la Catégorie VI de l'UICN, de même qu'à la Catégorie très largement connue, celle du « Parc National » (Catégorie II de l'UICN). Seules quelques-unes des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest sont classées comme réserves naturelles intégrales (Catégorie I de l'UICN; 16 aires protégées de 7 pays sur lesquelles 8 se trouvent au Nigéria).

CATEGORIES OF PROTECTED AREAS IN WEST AFRICA

Most of the protected areas in West Africa were established during the colonial period and only few new creations of protected areas were noticed in the years after the 1960s. It is also important to highlight that no criteria for identifying and selecting the most important sites were taken in order to achieve representation and address persistence of biodiversity as basic indicators for establishing protected area at that time, so that many species and their habitats lacked protection, the so-called gap species.

Public protected areas categories in West Africa belong mainly to area managed for (sustainable) resource use, which roughly corresponds to the IUCN category VI, and to the well known National Park (IUCN category II). Only few protected areas in West Africa are strict reserves (IUCN category I; 16 strict protected areas in 7 countries among which 8 were established in Nigeria). Marine protected areas are a new experience; About 14 marine protected areas were established in 6 countries of West Africa (Cap Vert, Mauritania, Senegal, Gambia, Bissau Guinea, and Guinea). Increased attention should be paid to aquatic

La protection de zones marines est une expérience toute nouvelle ; 14 aires marines protégées ont été établies dans 6 pays d'Afrique de l'Ouest (Cap Vert, Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau et Guinée). Les écosystèmes aquatiques doivent être particulièrement surveillés et ce dans toutes les régions, car les populations locales ont mis au point leurs propres stratégies pour en exploiter au maximum les ressources, ce qui pourrait provoquer la disparition des espèces les plus répandues.

Sur les listes nationales des aires protégées, on constate que de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest sont dotés de catégories d'aires protégées en situation d'attente (réserves forestières, forêts classées, sanctuaire de **faune**², etc.) sans plan d'aménagement objectif, ce qui explique que l'UICN ne les a pas recensées comme Catégories d'aires protégées. Les aires protégées communautaires, telles que les bois sacrés, se retrouvent partout en Afrique, même si leurs tailles sont trop petites pour garantir un fonctionnement viable des écosystèmes qu'elles abritent. En plus du programme de classification mis au point par l'UICN, l'Afrique de l'Ouest abrite des aires protégées reconnues par les Conventions internationales ou de programmes spéciaux d'organismes internationaux tels que l'UNESCO (18 Réserves de **Biosphère**², 10 sites naturels classés

ecosystems in all countries of the region in terms of sustainable management as local populations have developed their own strategy to harvest the maximum resource leading to a high risk of the tragedy of the commons.

In the national list of protected areas one can find that many countries in West Africa have a kind of standby state protected area categories (forest reserve, protected forest, **fauna**² refuge, etc.) with no active management objective that would allow them to be referred to as one of the IUCN categories of protected areas. Community conserved areas like sacred groves exist everywhere in Africa, even though their size is too small to really maintain ecosystem functioning processes.

In addition to the IUCN category system, West Africa houses some protected areas recognized by agreements and by several international organizations e.g. the UNESCO **Biosphere**² Reserves (18), the UNESCO World Heritage natural sites (10), Ramsar sites (51), lowland forest ecosystem hotspots (Guinea, Sierra Leone, Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo and Nigeria), etc. 15.8 % of West Africa area was protected in 2009 through the existing network of about 859 protected areas established in

au Patrimoine de l'Humanité, 51 sites Ramsar et différents "hots-pots" d'écosystèmes forestiers (Guinée, Sierra Leone, Libéria, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et Nigéria), etc.

15,8 % de l'Afrique de l'Ouest était protégé en 2009 et appartenait au réseau de 859 aires protégées de cette région (selon la Classification de l'UICN) ce qui correspond à 37,9 % des aires protégées en Afrique. Le nombre d'aires protégées répertoriées selon les Catégories internationales de l'UICN varie de pays en pays, certains pays n'ayant aucune de leurs aires protégées dans les Catégories de l'UICN à côté d'autres dont les aires protégées ont respecté ces mêmes Catégories. Si l'on prend en compte les aires protégées communautaires, cela permettrait d'augmenter de manière considérable le nombre total d'aires protégées au niveau mondial quoiqu'en raison de leur faible taille il y aurait peu à gagner en terme de superficie mondiale protégée.

LA BIODIVERSITE DANS LES ZONES PROTEGEES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

L'Afrique de l'Ouest héberge d'importants biomes (forêts, mangrove, zones humides, milieux marins, savane, steppe et désert) et leur biodiversité respective. En termes de **biogéographie**⁷, on

that region according to IUCN Management Categories. This number of protected areas in West Africa corresponds to 37.9 % of protected areas in Africa. The number of protected areas according to IUCN categories differs from one country to another with some countries having categorized none of their protected areas and others 100 % of their protected areas. If community conserved areas were to be considered, the total number would be many times higher even if the total area under protection would not increase in a significant proportion.

BIODIVERSITY IN WEST AFRICAN PROTECTED AREAS

West Africa houses some important biomes (forest, mangrove, wetlands, seascape, savanna, steppe, and desert) with their corresponding biodiversity. In terms of **biogeography**⁷ one can notice two regional centers of plant **endemism**⁷: the Guineo-Congolian and secondly the Sudanian. The Sahel and the Sahara are two typical transition zones with some species close to arid areas. Relief in West Africa is not so pronounced compared to East and Southern African regions but some montane ecosystems occur there. Particularly the Mont Nimba mountain in Guinea and Côte d'Ivoire houses a viviparian endemic frog,

peut constater d'une part deux centres régionaux d'**endémisme**⁷ floristique : les centres régionaux d'endémisme Guineo-Congolais et Soudanien, et d'autre part les zones de transition Guineo-Congolais-Soudanien ou Guineo-Soudanien, du Sahel et du Sahara ; toutes ces régions et zones de transition abritent plusieurs centaines voire plusieurs milliers d'autres organismes vivants. Le relief en Afrique de l'Ouest n'est pas tellement prononcé, en comparaison avec les régions Est et Sud de l'Afrique, mais on y retrouve certains écosystèmes de montagne. Le Mont Nimba et autres sommets que l'on retrouve en Guinée, Sierra Leone, Liberia et en Côte d'Ivoire hébergent des espèces endémiques dont une espèce de grenouille endémique vivipare ; bien d'autres espèces appartenant à des groupes **taxonomiques**⁷ supérieurs voire phyla y sont menacées.

L'Afrique de l'Ouest abrite près de 16,1 % des mangroves du golfe de Guinée, 22,3 % des forêts humides et 22,6 % des savanes qui sont protégées selon la classification des écorégions **terrestres**⁷ établies par le WWF. Ceci est quelque chose de positif, car la Convention sur la Diversité Biologique a fixé pour cible pour l'horizon 2010 qu'au moins 10 pour cent de chaque écorégion soit effectivement protégé (CBD Décision VII/30, 2004). Toutefois, certains

and other species belonging to higher **taxonomic**⁷ groups and phyla.

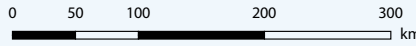
In the region, about 16.1 % of the Gulf of Guinea mangroves, 22.3 % of Guinean moist forests and 22.6 % of savannas are protected (corresponding to WWF **terrestrial**⁷ ecoregions). This is positive as the Convention on Biological Diversity defined 2010 targets which called for at least 10 percent of each of the world's ecological regions to be effectively conserved (CBD Decision VII/30, 2004). However some ecosystems failed to be conserved in some countries and it is important to stress that biodiversity conservation should be effective at local, national and international levels. The local and national conservation are important as many species ranges fall outside reserves and it is important to set up a more effective spatial planning for a protected area network.

Biodiversity extends in West Africa over a long climatic gradient and patterns from coastal to humid and arid zones, and hopefully all these biomes and major ecosystem types are to some extent represented as protected areas even if many of the protected areas in West Africa are under huge threats.

Plant endemism in West Africa is comparable with Central



Catégorie de l'UICN des Parcs nationaux	IUCN category of national parks
I	IV
II	V
III	VI



Carte 9.11: Réseau des Aires Protégées de l'Afrique de l'Ouest.
Map 9.11: Protected Area Network of West Africa.

écosystèmes n'ont pas pu être conservés dans certains pays et il est important d'insister sur le fait que la conservation de la biodiversité doit se faire aux niveaux local, national et international. La conservation aux niveaux local et national est importante car de nombreuses espèces ne se trouvent pas dans les aires protégées et il est primordial de définir de nouveaux réseaux efficaces d'aires protégées. La biodiversité en Afrique de l'Ouest est abritée sous différentes zones climatiques et biogéographiques allant des côtes plus humides aux déserts arides (zones humides et zones arides). Heureusement, les nombreux biomes et types d'écosystèmes présents dans cette région du monde sont en partie sous protection malgré le fait que plusieurs aires protégées sont très menacées en Afrique de l'Ouest. L'endémisme végétal en Afrique de l'Ouest est comparable à celui de l'Afrique centrale, même si l'on y recense une vie sauvage moins dense. La plupart des espèces de faune africaine terrestre sont bien représentées dans les réseaux d'aires protégées en Afrique de l'Ouest, avec de nombreuses espèces de grande importance au niveau écologique et pour les populations humaines. D'importants sites qui accueillent les espèces migratrices (Important Bird Area (IBA)) se trouvent fort heureusement dans des aires protégées. Dans le milieu marin, les baleines, requins, dauphins, tortues de

Africa even if wilderness there is less protected *per se*. Most of the African terrestrial fauna is well represented in the West African protected area network within which many species are of great importance both ecologically and for human populations. Sites for migratory species like Important Bird Area (IBA) exist in many protected areas.

In seascape, whales, sharks, dolphins, sea tortoises etc. are common but data are lacking to better characterize marine diversity. The West African hotspot encompasses all of the lowland forests of political West Africa and is characterized by the Guinea forest coastal countries which maintain remnant fragments of the forests. Human population density is a driving force: there is estimated to be 137 people/km². The hotspots original extents were over 620 314 km², but the hotspot vegetation remaining covers only 93 047 km² (17.4 %), housing 1 800 endemic plant species, 31 endemic threatened birds, 35 endemic threatened **mammals**⁷, and 49 endemic threatened amphibians. The area protected within the hotspot is 108 104 km² of which 18 880 km² belong to the IUCN Categories I-IV.

mer, etc. sont des espèces répandues mais les données font défaut pour rendre compte de l'importance de la biodiversité marine en Afrique de l'Ouest.

Le "hotspot" ou point chaud de l'Afrique de l'Ouest inclut toutes les forêts denses humides sur les territoires des pays côtiers qui conservent des fragments de ces écosystèmes forestiers. La densité de population humaine est estimée à 137 individus/km². Le hotspot s'étend en général sur 620 314 km², mais la végétation ne recouvre que 93 047 km² (17,4 %), et abrite 1 800 espèces endémiques végétales menacées, 31 espèces endémiques d'oiseaux menacées, 35 espèces endémiques de **mammifères**⁷ menacées et 49 espèces endémiques d'amphibiens menacées. Les aires protégées de cette région couvrent 108 104 km² dont 18 880 km² font partie des catégories I à IV de l'UICN.

MODELES D'AMENAGEMENT ET DE GESTION

Les aires protégées sont établies pour faciliter la conservation de la biodiversité et des programmes d'aménagement y sont définis en conséquence. La plupart des activités de protection consistent en l'allumage des feux d'aménagement annuels, entretien des routes et des sites panoramiques et en l'organisation de patrouilles anti-

MANAGEMENT PRACTICES

Protected areas are established for biological diversity conservation, then management actions are accordingly observed in protected areas activities. The most common management activities observed are annual bushfires, building and maintenance of roads and viewing points, anti-poaching patrols. This aims at protecting the integrity of the biodiversity sheltered by the reserves and favouring tourism.

In zones where hunting is practiced and under control, the off take quota should be based on scientific monitoring of wildlife species to be sustainable and not harmful to biodiversity. But few reserves base their off take quota on scientific wildlife monitoring work, so it is hard to know if game harvesting went beyond the Maximum Sustainable Yield threshold which could jeopardize game population viability. However most of the protected areas are field laboratories and the multiple research works conducted there have contributed to a better knowledge and consequently conservation of the biodiversity. Local populations are involved and more and more empowered at different levels of decision making and management activities in protected areas. The importance of participation is

braconnages. L'objectif est d'y protéger l'intégrité de la biodiversité hébergée dans les réserves et de promouvoir le tourisme.

Dans les zones où la chasse est pratiquée, le quota d'abattage devrait être basé sur le contrôle scientifique des espèces sauvages et ne doit pas compromettre la viabilité des populations fauniques. Toutefois, peu de zones de chasse fondent leur quota sur le suivi scientifique de la faune, ce qui ne permet pas de connaître les limites de prélèvement maximal durable en vue d'éviter de compromettre la viabilité des populations animales. Cependant, la plupart des zones de chasse sont des laboratoires de terrain et de nombreuses études y sont menées à propos de la conservation de la biodiversité ce qui a permis d'accumuler une importante somme de connaissances et sur leur gestion.

Les populations locales sont de plus en plus renforcées et associées à divers niveaux de prise de décision et de gestion des aires protégées. L'importance de la gestion participative des aires protégées n'est plus à démontrer aussi de nombreuses expériences du genre sont en cours dans la région. D'un autre côté, l'accroissement des effectifs des populations animales, dû à la bonne gestion des aires protégées, fait que les conflits entre la population humaine et la faune sauvage augmentent en périphérie des aires protégées. Sur

obvious and many of such management policy experiences are ongoing in the region. On the other hand, as fauna population increases, conflicts between wildlife and local populations also increase outside reserves where effective management actions, limited in the past, are improving. In many sites, local populations used to receive benefits from nature conservation, which lead them to be more tolerant to conflicts. So far one important issue is: How to get local population to be custodians of the whole system through their participation and through the incentives given to them for better biodiversity improvement in protected areas? Are incentives given to population perceived as payment to mitigate constraint of land access limitation due to the protection of a portion of their land?

Transboundary protected areas, known in some places as Peace Parks are important to conserve larger ecosystems and thus more sustainably resources. There is at least an effort to harmonize management practices between different countries involved even if this could be improved. The W protected areas network (in Benin, Burkina Faso and Niger) is the biggest and one of the best examples of transboundary Biosphere Reserve in the region. Other protected areas complexes in the region

de nombreux sites, les populations locales reçoivent les retombées et autres bénéfices de la bonne gestion des aires protégées, deviennent plus responsables et créent moins de conflits avec les gestionnaires de ces réserves. L'une des grandes problématiques est de savoir comment parvenir à amener les populations locales à s'approprier le système de gestion efficace à travers leur participation et au moyen de primes qui leur seraient accordées pour leur aide ? Les primes accordées aux populations sont-elles bien perçues comme un paiement visant à mitiger les contraintes liées à l'accès aux terres dû à la protection de leur terrain ?

Les aires protégées transfrontalières, appelées parfois Peace Parks (zones de paix) sont des zones importantes dans la protection durable de vastes écosystèmes disposant de nombreuses ressources. Un grand effort est fait pour harmoniser les pratiques entre les différents pays impliqués, même si cela pouvait encore être amélioré. Le réseau d'aires protégées des Parcs nationaux du W (au Bénin, au Burkina Faso et au Niger) est l'un des meilleurs exemples en matière de Réserves de Biosphère transfrontalières de la région. D'autres réseaux d'aires protégées transfrontalières sont le WAP (W-Arli-Pendjari) situé entre le Bénin et le Burkina Faso, Niokolo-Badiar entre le Sénégal et la Guinée. Les six pays frontaliers qui ont créé des

are WAP (W-Arli-Pendjari) between Benin and Burkina Faso, Niokolo-Badiar between Senegal and Guinea. The six countries that had established marine protected areas could be cited as transboundary network of marine protected areas. On the ground management practices in protected areas are mainly effective through time limited projects, and activities are usually financed by foreign donors. As fund is not homemade, protected areas suffer degradation when projects close and capacity built for conservation in the mean time moves away. On the other hand, protected areas in West Africa lack local experts and management is rarely based on sound scientific output in the frame of an adaptive management system. That situation of skill gap arises because local universities and research centers are rarely seen as a relevant stakeholder while dealing with conservation issues in protected areas, and consequently education and training are disconnected from the application institution at ground level.

THREATS

Several factors threaten biodiversity in protected and other areas in West Africa. Land degradation and fragmentation by

aires marines protégées contiguës peuvent être aussi cités comme promoteurs de bel exemple d'aires protégées transfrontalières. Sur le terrain, les activités d'aménagement des aires protégées sont effectives seulement sur financement extérieur, généralement sur de courtes durées de projet. Du fait que le budget pour l'aménagement ne vient pas des trésors publics locaux, les aires protégées encourent de graves dégradations à la fin des projets financés de l'extérieur, et les compétences formées durant la phase de projet s'enfuient pour d'autres emplois loin des aires protégées. Il s'en suit que les aires protégées manquent cruellement de compétences en Afrique de l'Ouest, et en outre les plans d'aménagement sont rarement le produit de résultats de recherche scientifique dans le cadre de système de gestion adaptative. Cette situation de manque de compétences pour la gestion des aires protégées résulte parfois du fait que les universités locales et les institutions nationales de recherche sont rarement perçues comme des partenaires utiles au système de gestion des aires protégées. Ce faisant, la formation est déconnectée de ce secteur d'emploi et en fin de compte les produits formés manquent de pratiques adéquates et s'adaptent difficilement aux exigences des structures utilisatrices au niveau des aires protégées.

human activities (mainly agriculture) are one of the main reasons of biodiversity loss in the region. Agriculture, though still extensive, continuously requires a lot of land to get an attractive yield in a situation with a low input of **fertilizers**⁷. The land clearing with tree cutting at the beginning of every rainy season leads to the reduction of the habitats of many species, and in most cases protected areas are seen as panacea by local people in search of land for agriculture so encroachment is a major issue of conservation and dealing with local population livelihoods. Pastoralism as traditional grazing system with high stock numbers instead of high productivity is the common livestock breeding system in West Africa, especially in the Sahel countries. Most protected areas are still experiencing stock settlement inside their area with competition for water and fodder between domestic stock and wildlife. All these threats are worsened by the rapid growth of human population (about 2% of annual increase rate) in the region.

In protected areas which shelter most of the diversity of the region, bad governance, poaching, and pressure for land by local populations are the main threats. Diseases from outside (stocks and dogs) sometimes weaken wildlife populations or reduce

MENACES

Plusieurs facteurs menacent la biodiversité des aires protégées d'Afrique de l'Ouest. La dégradation des terres et la fragmentation par les activités humaines (principalement agriculture) sont les principales raisons qui expliquent la perte de la biodiversité dans la région. Dans le contexte de l'agriculture extensive avec de faibles applications d'**engrais**⁷ aux sols appauvris, les productions agricoles sont obtenues à la taille de l'exploitation au détriment du rendement. Le déboisement des terres au début de chaque saison des pluies entraîne une réduction de l'habitat de plusieurs espèces, et dans la plupart des cas, les aires protégées sont considérées comme la panacée par les agriculteurs locaux à la recherche de terre pour l'agriculture. L'invasion des aires protégées est donc un problème majeur qui concerne à la fois la conservation de la biodiversité et la survie des habitants. Le pastoralisme caractérisé par le maintien d'une forte charge de cheptel au détriment d'une forte productivité du troupeau est la pratique courante de l'élevage de gros bétail notamment dans les pays sahéliens. Plusieurs aires protégées subissent l'impact de l'exploitation illégale de leurs pâturages par les troupeaux bovins nomades ou transhumants qui imposent à la faune sauvage une compétition pour l'eau d'abreuvement et le fourrage.

them dramatically.

The few data available on biodiversity components and the lack of continuous monitoring of at least important and threatened species also represent constraints for decision making. These last years, more attention has been paid to biodiversity and a lot of effort has been made to improve the knowledge and the monitoring of biodiversity and this shall be pursued. In the same sense, some ecosystems like aquatic ones are mainly conserved inside existing protected areas and outside, many are threatened by **anthropogenic**⁷ activities. Marine habitats in particular are threatened by the destruction and degradation of habitat, due to water pollution caused by anthropogenic activities; but even more by mining companies (as common in the coastal sea between Lomé in Togo and Grand Popo in Benin) using these habitats as a less expensive solution for their waste. This should be considered increasingly. Mining companies which exploit minerals inside protected areas (as it is ongoing in the Mont Nimba strict reserve in Guinea) cause major habitat destruction even if they finance mitigation activities for the benefit of the government or of local population. With the declining reserves of oil and gas in places like Arabia and the

Toutes ces menaces n'ont fait que décupler avec la croissance rapide de la population humaine (près de 2 % du taux de croissance annuel) dans la région.

Dans les aires protégées qui abritent la plupart des espèces de faune sauvage de la région, une mauvaise gestion, le braconnage et un mauvais usage des terres par les populations locales sont les principales menaces. Les maladies venues de l'extérieur (cheptel et chiens) peuvent parfois affaiblir les populations sauvages ou menacer de les faire disparaître.

La faible quantité d'informations disponibles à propos de la biodiversité et le manque de contrôle des espèces les plus en danger constituent également des contraintes à la prise de décision. Au cours de ces dernières années, on a attaché plus d'importance à la biodiversité et beaucoup d'efforts ont été faits pour améliorer sa connaissance, aussi ces efforts méritent-ils d'être poursuivis. Dans le même ordre d'idées, certains écosystèmes tels que les écosystèmes aquatiques, sont majoritairement contenus dans des aires protégées existantes et à l'extérieur, et ils sont menacés par les activités anthropiques⁷. Les milieux marins sont particulièrement menacés par la destruction et la dégradation de l'habitat, à cause de la pollution de l'eau provoquée par les activités anthropiques mais surtout

North Sea, considering the political instability, Africa's waters especially in the Gulf of Guinea are becoming places for oil and gas exploitation. This may affect marine biodiversity by chemical pollution but also acoustic pollution. The WCS Ocean Giants Programme is getting interested in identifying and mitigating impacts of these activities on marine biodiversity but an awareness of West African stakeholders is still necessary.

Fig. 9.18: La survie de plusieurs grands mammifères comme celle des éléphants dépend des aires protégées comme milieu-cadre et milieu-ressource. | Many animal species, especially large mammals, depend on protected areas for their habitat. BSI

Fig. 9.19: L'érosion hydrique due aux mauvaises pratiques d'utilisation des terres est une grave menace pour la biodiversité. | Erosion due to land use threatens biodiversity. BSI

Fig. 9.20: Le braconnage fait usage de pièges posés discrètement dans plusieurs aires protégées. | Illegal poaching with traps is found in some protected areas. BSI



par les entreprises minières (comme celle du phosphate située sur la zone côtière entre Lomé au Togo et Grand Popo au Bénin) qui à la recherche d'une solution peu coûteuse pour se débarrasser de leurs déchets déversent des polluants dans l'océan Atlantique. Ce problème doit donc être pris sérieusement en considération. Les compagnies d'exploitation minières qui exploitent les minerais au sein des aires protégées (comme c'est le cas de la réserve intégrale du Mont Nimba en Guinée) représentent une grande menace pour l'habitat même si leurs activités permettent de générer des revenus pour les populations locales ou le gouvernement. Avec le déclin des réserves en pétrole brut dans des zones telles que l'Arabie, la Mer du Nord et avec l'instabilité sociale, les eaux de l'Afrique, particulièrement dans le Golfe de Guinée, deviennent des sites d'exploitation privilégiés. Ceci peut influencer sur la biodiversité marine au travers de polluants chimiques et acoustiques. Le Programme WCS Ocean Giants tente d'identifier et d'analyser les conséquences de ces activités sur le milieu marin mais les acteurs locaux d'Afrique de l'Ouest doivent absolument prendre conscience de la situation. Quelques couloirs ont été établis et correctement gérés pour relier les aires protégées au niveau national et régional. La gestion de cet espace s'avère primordial car la population humaine ne cesse de

Few corridors have been established and are being managed adequately to connect protected areas at national and regional levels. But such a landscape integrative management is important as human population is growing and corridors will allow a mix between animal populations and reduce inbreeding. National policies don't favour biodiversity conservation either. Some protected areas exist on paper only, but in jurisdiction nothing is done to protect them effectively in the field. Governments don't invest in many protected areas. Protected areas are managed by projects funded by international donors and between two projects the areas are almost abandoned to farmers, herders and poachers because of the low (or lack of) investment by the government. Of the sixteen countries of West Africa, at least 6 (37.5 %) are currently or have recently been involved in conflicts and wars. These conflicts affect not only the countries directly involved but also neighbouring countries through mass migration of people fleeing the fighting. Guinea has been affected by the conflicts in Liberia. This situation is worse as many protected areas, especially the transboundary ones in West Africa are located at borders between countries. It is important to note that

croître et que les couloirs favorisent les échanges de gènes⁷ et réduisent ainsi les phénomènes de consanguinité.

Les politiques nationales ne favorisent pas toujours la conservation de la biodiversité. Certaines aires protégées n'existent officiellement que sur le papier, mais rien n'est fait pour les protéger efficacement sur le terrain. Les gouvernements n'investissent pas beaucoup dans la protection des aires protégées qui sont essentiellement financées à l'aide de projets de bailleurs étrangers. Ces aires protégées sous projet sont souvent abandonnées en fin de projet aux agriculteurs, bergers et braconniers à cause du peu d'aide (ou de l'absence d'aide) de la part des gouvernements.

Sur les seize pays d'Afrique de l'Ouest, au moins 6 (37,5 %) sont ou ont été impliqués dans une guerre ou un conflit. Ces conflits ont des conséquences non seulement sur les pays directement concernés mais également sur les pays voisins à cause des vagues de migration d'individus cherchant à fuir la guerre. La Guinée a été touchée par les conflits au Libéria. Cette situation est particulièrement catastrophique dans les aires protégées transfrontalières, particulièrement dans celles d'Afrique de l'Ouest situées aux frontières géographiques des pays. Il est important de souligner que les guerres peuvent avoir un double impact : un impact positif ou un impact

wars could have a double impact: a positive one or a negative one. In some areas of Côte d'Ivoire and Chad, because of the rebel's presence, people and poachers in particular couldn't go inside certain reserves, so wildlife was protected. But at the same time, these rebels/armed people could also transform themselves into poachers to kill indiscriminately wildlife to have revenues or for food. Refugees also need food, so when areas are not well protected, they could poach, install themselves in reserves where their activities impact negatively on wildlife, vegetation, water ponds, etc.

All these factors to some extent are the causes of the weakness noticed in the management of most of the protected areas in West Africa. Recent output of the evaluation of the 10 World Heritage natural sites in that region came to the conclusion that 5 of such exceptional sites were declared endangered in West Africa.

How to find a balance between increasing demand and decreasing supporting ecosystem function?

So far experiences show that benefit sharing of natural resource gathered in protected areas helps to mitigate overuses. Then

négalif. Dans certaines zones de la Côte d'Ivoire et du Tchad, à cause de la présence des rebelles, les individus et les braconniers en particulier n'ont pas accès à certaines réserves, ce qui contribue à la protection des espèces. Mais en parallèle, ces rebelles/Forces armées peuvent aussi devenir des braconniers menaçant la vie sauvage pour se nourrir ou gagner de quoi vivre. Les réfugiés eux aussi ont besoin de nourriture et, lorsque les zones ne sont pas protégées, ils s'installent dans les réserves et mettent en péril la végétation, les sources d'eau, les animaux, etc.

Tous ces facteurs sont responsables, à des degrés divers de la dégradation des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest. L'évaluation de 10 sites du Bien du Patrimoine naturel protégés de cette région a conduit à la conclusion que 5 de ces sites de haute valeur écologique exceptionnelle étaient menacés.

Comment trouver l'équilibre entre une demande croissance et un écosystème toujours plus exposé ?

Jusqu'ici les expériences démontrent que le partage des ressources naturelles comprises dans les zones protégées aide à mitiger la surexploitation.

Le Succès justifierait alors l'utilisation durable des ressources

success could justify sustainable utilisation of natural resources in protected areas since illegal overuses would kill benefits.

SOME SUGGESTIONS

Effective protected area management is a key objective to be assigned to any protected area management system in order to succeed in biodiversity conservation inside and around them. On the other hand protected area management is a long term activity so adequate funds should be saved to give sustainable financial support to biodiversity conservation inside and around protected areas. Political stability and good governance at societal level will surely contribute to a decreased biodiversity loss in the long term since effective management of protected areas at ground level is highly dependent on the overall socioeconomic trend at national and regional levels. Tourism hates war and social troubles.

Involvement of the local population in protected area management should be a component of the whole system of managing and protecting biodiversity inside protected areas. Local populations should be given responsibility and be empowered

naturelles dans des aires protégées et contribuerait à réduire la disparition des espèces protégées.

QUELQUES SUGGESTIONS

Une gestion efficace des aires protégées est un objectif clé qui doit être affecté à chaque zone naturelle, afin de conserver la biodiversité interne et externe à ces zones. D'un autre côté, la gestion efficace des aires protégées est une activité sur le long terme, ce qui implique que des fonds raisonnables soient levés afin de pouvoir supporter l'activité et lutter pour la protection de la biodiversité interne et externe à ces zones. La stabilité politique et une bonne gestion sociétale contribueront sans aucun doute à la protection de la biodiversité sur le long terme ; la gestion efficace des aires protégées dépend grandement du contexte mondial socio-économique. Le touriste a horreur de la guerre et des troubles sociaux.

L'implication de la population locale dans la lutte pour la protection des aires protégées doit être intégrée au système global de gestion et de protection. La population locale doit être responsabilisée et impliquée dans un effort de cogestion des aires protégées.

in a co-management system of protected areas.

Most of the universities in West Africa have protected area management curricula in their training agenda, so research questions in protected areas should be addressed using science to design sound management and natural resource monitoring in the field. Training institutions are stakeholders of protected area management systems and should benefit of adequate funds to deliver capacities for effective management of these vulnerable and ecological islands.

Attention should always be paid to combine conservation and development goals. It is not obvious as poverty seems to be always a constraint to conservation, but biodiversity conservation should always go together with human welfare.

Managing only the existing network of protected areas, which fail to protect some important organisms useful to ecosystem functioning, could lead to the extinction of gap species not covered by protected areas. An additional effort for creating new protected areas where key ecosystems are not protected

La plupart des universités d'Afrique de l'Ouest proposent des offres de formation liées à la gestion des aires protégées, ce qui devrait permettre de trouver des solutions aux questions de recherche sur les aires protégées afin d'y asseoir les programmes d'aménagement sur des résultats scientifiques. Les instituts de formation sont des aides précieuses pour l'aménagement et pour la gestion des aires protégées, aussi doivent-elles donc disposer de ressources financières suffisantes pour former les compétences nécessaires pour gérer convenablement ces îles écologiques fragiles.

Il faut veiller à allier les objectifs de conservation à ceux de développement. Cela n'est pas toujours évident car la pauvreté est souvent démontrée comme une contrainte majeure à la conservation de la biodiversité, alors que la conservation de la biodiversité doit **systématiquement** s'accompagner de la recherche du bien-être humain.

Seule la mauvaise gestion du réseau actuel d'aires protégées qui ne couvre pas certains organismes de l'écosystème peut entraîner un réel danger de disparition des espèces menacées. Un effort supplémentaire pour créer de nouveaux espaces protégés dans lesquels les

should be supported at large extent. Montane ecosystems are critically threatened in many sites in West Africa so there is no more time to decide to stop mining companies destroying the Mont Nimba site and other hotspot areas under high land clearing and harvesting activities.

Finally a network of natural resource monitoring activities based on science is needed from national to regional levels in order to meet common concerns of transboundary conservation issues in protected areas in West Africa.

écosystèmes jusque ici non protégés seraient largement surveillés est à soutenir vivement. Les écosystèmes de montagne sont exposés à de nombreuses menaces en Afrique de l'Ouest : il est donc temps de mettre fin à la destruction du Mont Nimba et d'autres hotspots, mais aussi aux activités de déboisement anarchiques.

Enfin, un réseau d'activités de gestion des ressources naturelles fondées sur la science doit être mis en place aux niveaux national et régional, pour intégrer les problèmes liés à la conservation transfrontalière dans les aires protégées d'Afrique de l'Ouest.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 9

REFERENCES CHAPTER 9

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2000: Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007: Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Fourth Assessment Synthesis Report. WMO, UNEP.
- [3] Sommer JH. 2008: Plant Diversity and Future Climate Change – Macroecological Analyses of African and Global Species Distributions. Doctoral Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- [4] Da SS. 2010: Spatial patterns of West-African plant diversity along a climatic gradient from coast to Sahel. Doctoral Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- [5] FAO. 2008: Agriculture for Biodiversity Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: 1-46.
- [6] FAO. 1998: The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [7] UNEP. 2007: Global Environment Outlook 4 (GEO-4).
- [8] White F. 1983: The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa, vol. 20. UNESCO, Paris, France.
- [9] Hillers A, Veith M & Rödel M-O. 2008 : Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf-litter frogs. *Conservation Biology* 22, 762-772.
- [10] Adeba PJ, Kouassi P & Rödel M-O. 2010: Anuran amphibians in a rapidly changing environment – revisiting Lamto, Côte d'Ivoire, 40 years after the first herpetofaunal investigations. – *African Journal of Herpetology*, 59: 1-16.
- [11] Sinsin B & Heymans JC. 1988: Problèmes liés à la transhumance des animaux domestiques à travers les parcs nationaux. *Nature et Faune* 4, 2, 27-31.
- [12] Wotto J. 2003: Pratique de l'élevage des bovins au Bénin: son intégration dans la gestion des écosystèmes du terroir de Doguè. Diplôme d'étude, Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou.
- [13] Doevenspeck M. 2004: Migration im ländlichen Benin: sozialgeographische Untersuchungen an einer afrikanischen Frontier. Dissertation, Universität Bayreuth.
- [14] Houinato M. 2001: Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin). Université Libres de Bruxelles. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. 219 pages + annexes.
- [15] Sturm HJ. 1993: Produktions- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden Savannenzzone Nordbenins. *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie* 2, 1-94.
- [16] Bierschenk T. 1997: Die Fulbe Nordbenins: Geschichte, soziale Organisation, Wirtschaftsweise. LIT Verlag, Hamburg.
- [17] IMPETUS 2003: An integrated approach to the efficient management of scarce water resources in West Africa: case studies for selected river catchments in different climatic zones. Final Report. IMPETUS, Köln.
- [18] Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GAB & Kent J. 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- [19] Fahrig L. 2003: Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology*.
- [20] Darkoh MBK. 2003: Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. *Journal of Arid Environments*, 54, 261-279.
- [21] Palix G & Comolet A. 1996: L'impact environnemental des pratiques macroéconomiques d'ajustement structurel en Côte d'Ivoire. Rapport pour la Banque Mondiale et le Ministre Français de la Coopération.
- [22] Kéli ZJ, Kébé M & Ballo K. 2003: Programme de 2e génération : Commission cultures d'exportation, CNRA.
- [23] Duguma B, Gockowski J & Bakala J. 2001: Smallholder cacao (*Theobroma cacao* Linn.) cultivation in agroforestry systems of West and Central Africa: challenges and opportunities. *Agroforestry Systems*, 51, 177-188.
- [24] Assyrie AA, Dehevels O, Kébé BI & Petithuguenin P. 2005: Proceedings: towards a sustainable cocoa economy - what strategies to this end? In: 14th International Cocoa Research Conference. Lagos, Cocoa Producers' Alliance, 2005, 1151-1156.
- [25] Coursey DG & Martin FW. 1972: The past and futur of yam as crops plants. Simonds NW. ed., Longma, London, 70-74.
- [26] Yao TB, Servat E & Paturel JE. 2000: Evolution du couvert forestier ivoirien sur la période 1950–1990, en relation avec la variabilité du climat et les activités anthropiques. In : *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers inter-tropicaux*, Servat M. & Servat-Vildary S. (eds). UNESCO Paris. pp. 57-62.
- [27] Koulibaly A, Kouamé FN, Traoré D & Porembski S. 2010: Structure et régénération de la végétation ligneuse le long de transects forêts–savanes dans la région de la Réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest* 6, 56-72.
- [28] Koulibaly A, Goetze D, Porembski S, Traoré D & Aké Assi L. 2010: Vegetation characteristics and changes under cash crop cultivation in forest-savanna mosaics in Côte d'Ivoire. in: Van der Burgt X, van der Maesen J & Onana J-M (eds): *Systematics and conservation of African Plants*. Proceedings of the 18th AETFAT Congress, 26 February–2 March 2007 at Yaoundé, Cameroon: 805-814.

- [29] Koulibaly A. 2008: Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. PhD thesis UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire).
- [30] Roose E, Kabore V & Guenat C. 1999: Zai practice: A west African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 13, 343-355.
- [31] Mando A & Brussaard L. 1999: Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. 29, 332-334.
- [32] Ouédraogo M. & Kaboré V. 1996: The "zai": a traditional technique for the rehabilitation of degraded land in the Yatengo, Burkina Faso. Pages 80-92 in Reij C, Scoones, I & Toulmin C (eds). *Sustaining the soil. Indigenous soil and water conservation in Africa*.
- [33] Dougbedji F, Denich M, Martius C, Giesen N & Vleck P. 2002: Organic amendment decomposition, nutrient release and nutrient uptake by millet in a traditional land rehabilitation technique in the Sahel. *Ecology and Development Series No. 1*, 2002 1,147.
- [34] BURNASOL. 1985: Etudes morpho-pédologiques. Rapport + cartes. Bureau National des Sols, Ouagadougou.
- [35] UNESCO. 1977: Carte de la repartition des régions arides (note technique du map, no.7). United Nations Education, Science and Cultural Organisation, Paris.

Lectures supplémentaires | Further reading

- Coad L, Burgess ND, Loucks C, Fish L, Scharlemann JPW, Duarte L & Besançon B. 2009: The ecological representativeness of the global protected areas estate in 2009: progress towards the CBD 2010 target. UNEP-WCMC, WWFUS and ECI, University of Oxford.
- Dudley N & Colton S. 2000: Management effectiveness of Protected Areas. An International Workshop. IUCN, WWF International & The World Bank.
- Kalpers J. 2001: Volcanoes under Siege: Impact of a Decade of Armed Conflict in the Virungas. Washington, D.C. Biodiversity Support Program.
- Lindenmayer DB, Clark TW, Lacy RC & Thomas VC. 1993: Population viability analysis as a tool in wildlife conservation policy: With reference to Australia. *Environmental Management*, 17, 745-758.