

## Aspects Fondamentaux

### *Biologie de la conservation*

La biologie de la conservation est une discipline scientifique de synthèse d'apparition relativement récente. Elle s'attache à étudier les causes de la perte de diversité biologique à tous les niveaux (génétique, des populations, des écosystèmes, etc.) et à trouver comment minimiser cette perte (Soulé 1985; Groom, Meffe, & Carroll 2006; Hunter & Gibbs 2006). Les objectifs de la biologie de la conservation sont : 1) d'étudier et de décrire la diversité du monde vivant ; 2) de comprendre les conséquences de l'activité humaine sur le fonctionnement des espèces, communautés et écosystèmes ; et 3) de développer des approches interdisciplinaires appliquées, de protection et de restauration de la diversité biologique (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Ses objectifs varient selon le niveau hiérarchique de biodiversité envisagé, par exemple les écosystèmes ou les espèces animales et végétales menacés, ou la conservation des ressources génétiques des organismes domestiques (Hunter & Gibbs 2006).

#### *3.1.1. Pour quoi conserver la diversité?*

La diversité est définie comme la variété de la vie dans toutes ses formes (les plantes, les animaux, les champignons, les bactéries, etc.) et dans tous ses niveaux d'organisation (des gènes, à l'espèce ou l'écosystème) (Hunter & Gibbs 2006). La biodiversité inclut des composantes structurelles ainsi que fonctionnelles, des processus écologiques et évolutifs au travers desquels les gènes, les espèces et les écosystèmes interagissent entre eux et leur environnement. La diversité est souvent mesurée à travers des indices quantitatifs de diversité basés sur la richesse et leur abondance relative (Meffe & Carroll 1997). Pourtant, ces indices quantitatifs de diversité ne sont pas forcément les critères les plus adaptés pour

assurer le maintien de la diversité. Dans certains cas, avoir une valeur élevée de diversité est moins importante en comparaison à d'autres critères tels que le risque d'extinction des espèces.

Aujourd'hui la perte et/ou la transformation des habitats sont les menaces principales qui causent la diminution de la diversité biologique (Primack & Ralls 1995; Lawler *et al.* 2006). Cela est également une des causes principales de la modification des processus écologiques et de la modification des cycles biogéochimiques. L'intérêt de conserver la biodiversité provient du fait qu'elle est fortement menacée par les activités humaines (Corvalan, Hales, & McMichael 2005; Nellemann & Corcoran 2010). Les taux actuels d'extinction des espèces montrent des fréquences plus élevées que ceux rapportés pour les extinctions passées (Frankham, Ballou, & Briscoe 2002; Millennium Ecosystem Assessment 2005; Butchart *et al.* 2010). L'augmentation des taux d'extinction est due soit à la dégradation, la transformation ou la destruction de l'habitat soit à l'extermination ou à la collecte d'espèces particulières, ces deux actions étant les causes directes d'extinction des espèces (Lawler *et al.* 2006); la fragmentation de l'habitat et l'introduction d'espèces invasives causent de manière indirecte l'extinction des espèces fragiles (Soulé 1991; Meffe & Carroll 1997).

La biodiversité a une valeur mesurable pour l'homme, une valeur économique, puisqu'il exploite et utilise les ressources naturelles (Sanderson *et al.* 2002; Hails, Loh, & Humphrey 2008). Pourtant la diversité a aussi une valeur esthétique (Ehrlich & Ehrlich 1992), non mesurable économiquement, mais basée sur une justification éthique (Meffe & Carroll 1997). La réduction de la destruction des écosystèmes, de la perte d'espèces et la conservation des services écosystémiques sont des aspects cruciaux dans la conservation de la diversité (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Le bon fonctionnement des écosystèmes est indispensable à la survie de l'homme qui bénéficie des services écosystémiques (production d'O<sub>2</sub>, contrôle du climat, etc.). Ainsi, la biologie de la conservation porte son attention sur le maintien de la biodiversité structurelle parce que si la diversité génétique, en espèces et en écosystèmes, est maintenue, la diversité écologique et évolutive sera probablement maintenue également (Hunter & Gibbs 2006).

### 3.1.2. Principes de la biologie de la conservation

Cette discipline, si elle intègre d'abord les contributions de diverses disciplines comme l'écologie, la génétique, la biogéographie, la biologie du comportement, l'écologie du paysage, la taxonomie, elle intègre aussi les concepts et principes d'autres disciplines dans le domaine des sciences humaines telles que les sciences politiques, la sociologie ou l'anthropologie (Groom *et al.* 2006) (Figure 0-6). La coopération entre ces disciplines est essentielle, puisqu'elles sont complémentaires : certaines apportent les éléments, les outils et les connaissances théoriques, les autres transposent les connaissances acquises à la pratique, de façon à ce que ces méthodes et techniques soient appliquées dans la réalité, au bénéfice de la société et de la nature.

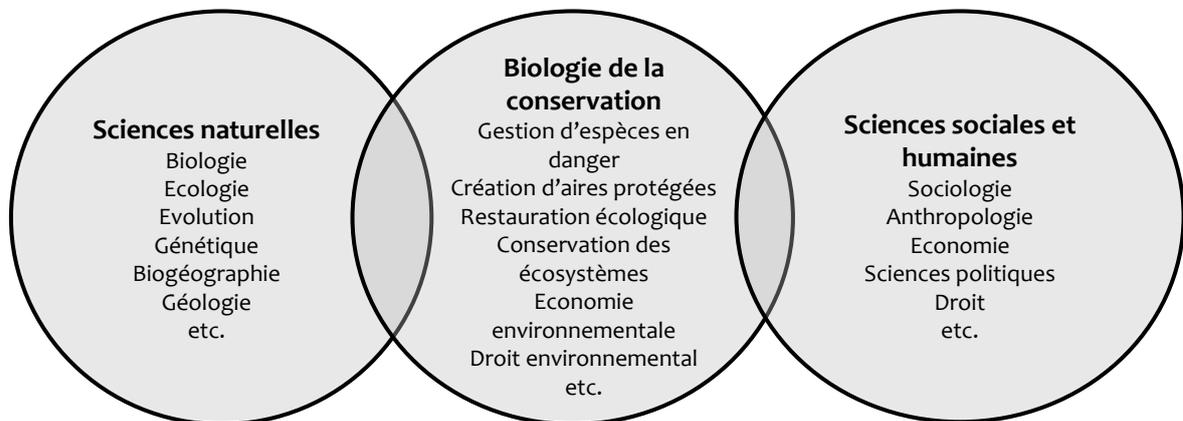


Figure 0-6: Disciplines qui intègrent les principes et fondements de la biologie de la conservation (Traduit d'après Groom *et al.* 2006)

Trois principes sont fondamentaux en biologie de la conservation (Meffe & Carroll 1997):

- i. L'évolution est l'axiome basique qui unit toute la biologie.
- ii. Le monde écologique est dynamique et rarement à l'équilibre.
- iii. La présence humaine doit être incluse dans la planification de la conservation.

Plusieurs d'espèces qui constituent les communautés naturelles sont le produit de processus co-évolutifs. Et plusieurs des processus écologiques, démographiques et génétiques ont des seuils, au-delà desquels elles changent dans leurs comportements (Soulé 1985). L'évolution est le mécanisme qui explique le patron de diversité présent actuellement.

Les problèmes de conservation doivent ainsi prendre en compte ce concept. Contrairement au paradigme sur le point d'équilibre maximal des écosystèmes (ou climax), les théories plus récentes introduisent des définitions plus dynamiques où les communautés peuvent avoir de multiples états alternatifs en réponse aux processus externes qui les affectent. L'exclusion de la présence humaine dans les projets de conservation conduit à un développement non durable.

### **3.2. Dynamique de végétation**

#### *3.2.1. Les communautés végétales*

La succession écologique est un processus important à la base de la régénération, naturelle ou induite, des écosystèmes (McCook 1994). Ce processus est le résultat d'une perturbation, naturelle ou anthropique qui altère les conditions originales d'un écosystème et dont la conséquence principale est la génération d'espaces disponibles pour la colonisation des espèces (Pickett, Collins, & Armesto 1987; Pickett & Kolasa 1989; Glenn-Lewin, Peet, & Veblen 1992). L'existence d'un espace disponible combinée à la disponibilité de propagules et à la performance différentielle de ces propagules est à l'origine de la succession écologique dont le résultat est la communauté végétale. Une communauté végétale est le résultat de l'interaction des facteurs biotiques et abiotiques. Cependant, la connaissance des événements historiques qui ont influencé les communautés (feu, pâturage, inondations, etc.), est fondamentale pour la compréhension de leur organisation dans l'écosystème.

Une communauté est une association de populations de diverses espèces qui interagissent les unes avec les autres et avec les caractéristiques physiques de leur habitat. Toutes les espèces d'une communauté interagissent donc entre elles directement ou indirectement et sont contrôlées par les mêmes contraintes environnementales. La façon dont se forment et évoluent les communautés végétales a été décrite par plusieurs auteurs suivant différentes théories sur les processus écologiques et les facteurs qui les influencent. Clements (1916) donne une des premières définitions du terme communauté, qui définit la communauté comme une entité propre, un « super-organisme ». Il a considéré que la dominance séquentielle des espèces résulte de la modification de l'environnement par les espèces dominantes, qui produisent des conditions moins favorables pour elles-mêmes et plus

favorables pour de nouvelles espèces, et ainsi, ces nouvelles espèces peuvent à leur tour dominer par compétition avec les espèces précédentes. Gleason (1926) a proposé une théorie individualiste, opposée à celle de Clements, où la communauté est considérée comme un ensemble aléatoire d'individus. Il a envisagé que la nature des changements d'un site dépend entièrement de sa composition en espèces, assemblées par des événements complexes et stochastiques. Grime (1977, 1979) ajoute à la théorie des communautés végétales, la description de stratégies suivies par les plantes pendant la succession et basées sur les niveaux particuliers d'adaptation aux perturbations et au stress. Connell et Slatyer (1977) suggèrent trois modèles alternatifs de succession basés sur trois mécanismes qui contrôlent les interactions entre les espèces qui composent une communauté : la facilitation, la tolérance et l'inhibition. Lortie et al. (2004) ont proposé une définition plus récente dans laquelle la structure et la composition des communautés végétales sont déterminées par l'interaction entre les différents processus ou filtres, stochastiques (événements biogéographiques, limités à la dispersion), abiotiques (tolérance physiologique des espèces aux conditions environnementales) et biotiques (interactions plante/plante ou avec d'autres organismes).

### 3.2.2. *Les perturbations*

Les perturbations, naturelles ou anthropiques, représentent des mécanismes importants pour créer une hétérogénéité spatiale dans les communautés (Collins 1989; Chaneton & Facelli 1991). Une perturbation est un phénomène discret dans le temps, aléatoire, qui modifie, plus ou moins profondément la structure des écosystèmes, des communautés et des populations (White & Pickett 1985). Elle fait varier les ressources disponibles et l'habitat physique. La perturbation a donc une action hiérarchisée, de l'individu au paysage. La notion de « perturbation » est la conjonction d'une cause, le dérangement physique de l'habitat, et de la réponse des biocénoses à ce dérangement. Cette définition englobe beaucoup d'événements qui arrivent naturellement et fréquemment sans avoir nécessairement un effet mesurable sur la diversité ou sur la densité d'espèces (Svensson 2010). Ainsi, Pickett et al. (1989) ont modifié cette définition considérant la perturbation comme un changement de la structure causée par un facteur externe, ceci pouvant avoir lieu à différentes échelles (espèce, population, écosystème). Des perturbations continues faisant partie des conditions dans lesquelles un écosystème se développe, sont considérées comme des stress (White &

Jentsch 2001). La différence entre la perturbation et le stress, bien que pouvant être causés par le même agent, est que la perturbation arrive seulement quand la tolérance des organismes est dépassée, aboutissant à leur mort ou à une perte suffisante de biomasse pour que le recrutement ou la survie d'autres individus soient affectés (Sousa 2001). Le même mécanisme pourra être classé comme perturbation ou stress selon l'échelle d'observation (Pickett *et al.* 1989)

Un agent de perturbation est l'instrument qui cause les dégâts, comme par exemple les animaux, les vagues ou le feu. Les constituants de la perturbation sont les propriétés décrivant la force destructrice de l'agent de perturbation (e.g. la chaleur du feu ou la force des vagues) (Svensson 2010). Les agents de perturbation peuvent être divisés en physiques ou biologiques, basés sur leurs caractéristiques fonctionnelles ou mécaniques (Sousa 1984). Menge et Sutherland (1987) proposent une division des agents de perturbation en quatre groupes: physique, physiologique, biologique et prédation.

**Perturbation physique** : est produite par des forces mécaniques (e.g. le mouvement de l'air, de l'eau ou le feu)

**Perturbation physiologique** : causée par les effets produits par des réactions biochimiques (sous l'influence, par exemple, de la température, la lumière ou la salinité).

**Perturbation biologique** : causée par les effets des activités d'animaux mobiles (e.g. piétinement)

**Prédation et pâturage** : sont définis (comme la mortalité) par les effets résultant de la consommation par des animaux.

L'effet d'une perturbation dépend de sa taille, de sa fréquence, de sa durée et de son intensité (Sousa 1984; Turner *et al.* 1998). Le temps d'intervalle entre les perturbations (régime de perturbation) détermine différents aspects de la diversité des espèces : à court terme, le régime a un impact sur la diversité d'espèces et à long terme, l'impact agit sur la coexistence stable de ces espèces dans la communauté (Shea, Roxburgh, & Rauschert 2004). La résilience et la résistance mesurent les impacts de la perturbation sur un écosystème, ainsi que sa réponse. La résistance est définie comme la capacité d'un écosystème à supporter ou

résister à une perturbation (Mitchell *et al.* 2000); et la résilience comme le processus au travers duquel l'écosystème retourne vers la trajectoire de référence après une perturbation (Westman 1986; Hirst *et al.* 2003). Connell (1983), propose une théorie (la théorie des perturbations intermédiaires) selon laquelle la diversité la plus grande se situe dans les communautés en « non-équilibre » avec des niveaux moyens de perturbations, par comparaison aux communautés en équilibre. Cette théorie est en partie controversée par plusieurs auteurs qui affirment qu'elle n'est pas généralisable car elle ne peut pas être appliquée à tous les cas (Mackey & Currie 2001; Fox 2012). Dans des conditions de faibles fréquences de perturbations, les espèces dominantes peuvent éliminer d'autres espèces et diminuer la diversité qui s'exprime alors dans des situations d'équilibre. En revanche, sous un régime d'importantes fréquences de perturbations, la plupart des espèces ne pouvant pas supporter ces perturbations répétées à faibles intervalles, peuvent disparaître localement, causant ainsi une diminution de la diversité. Selon l'impact de la perturbation, 4 types de réponse sont attendus : A) résilience élevée ; B) résistance élevée ; C) faible résistance, résilience élevée ; et D) faible résistance, faible résilience (Figure 0-7)

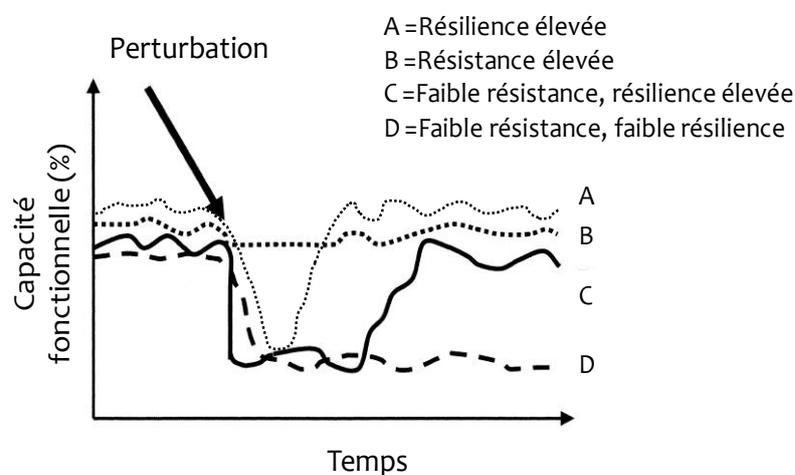


Figure 0-7: Réponses après une perturbation (traduit et adapté d'après (Tugel *et al.* 2005)

### 3.3. Ecologie du feu

Le feu est considéré comme une perturbation, d'origine naturelle ou anthropique, au même titre que la sécheresse, les inondations, les ouragans et d'autres troubles physiques qui affectent directement les écosystèmes et les organismes (Whelan 1995). Le comportement et les effets du feu dépendent des conditions particulières au moment du passage du feu et des

conditions historiques de l'endroit où il s'est passé. Ainsi, le feu ne devrait pas être toujours vu comme un évènement catastrophique et comprendre ses effets nécessite de considérer le régime de feu (voir section 3.3.1.).

Les effets écologiques du feu peuvent être extrêmement complexes. Le feu est une perturbation qui augmente la productivité et la diversité de certains écosystèmes (Collins & Barber 1985; Martin & Sapsis 1992). Pourtant, suivant sa fréquence, le feu peut diminuer la diversité et favoriser la croissance des espèces adaptées au feu. Ces espèces sont favorisées par une réduction de la compétition des espèces sensibles, une augmentation de la production des graines, une augmentation de la viabilité des graines et de la reproduction végétative (Beckage & Stout 2000). Le résultat peut être une communauté dominée par des espèces adaptées au feu. L'effet du feu dépend aussi d'autres paramètres. Par exemple, la saison est un paramètre important puisqu'elle caractérise le régime de feu et son impact sur l'environnement (Martin & Sapsis 1992). Egalement, les perturbations précoces dans la saison de croissance ont un impact différent sur la communauté par rapport aux perturbations dans la saison tardive ou pendant les périodes de dormance (Collins & Glenn 1997).

### 3.3.1. *Le régime du feu*

Le régime du feu est l'ensemble des paramètres qui caractérisent le feu. Ce terme incorpore le concept selon lequel les écosystèmes sont caractérisés par des feux avec des patrons cohérents de comportement, de temporalité et d'intervalles (Bond & Keeley 2005). Les régimes varient selon l'écosystème parce que chaque écosystème a une composition différente et une structure déterminée par des conditions climatiques spécifiques et des types de végétation et des sources d'ignition particuliers. Ils sont définis par le type d'incendie, la fréquence, l'intensité, la sévérité, la saison et la taille du feu (Whelan 1995; Cochrane & Ryan 2009).

**Type:** s'il s'agit d'un feu souterrain, superficiel ou aérien, en fonction de la strate (ou des strates) qui a (ont) été affectée(s) (la couche de sol organique ou la végétation et la litière). Le type de feu permet de mesurer les effets du feu sur les organismes vivants et la profondeur à laquelle le feu pénètre dans la couche organique du sol.

**Fréquence** = le nombre de fois qu'un incendie se reproduit dans un lieu déterminé par unité de temps. Ce facteur dépend du temps nécessaire pour accumuler le combustible suffisant depuis le dernier évènement de feu.

**Intensité** = correspond à l'énergie en kilowatts libérée par mètre de front de flammes (kW/m). Elle est en lien directe avec la hauteur de la flamme (m).

**Sévérité** = est fonction de l'intensité (taux d'énergie libérée) et de la durée du feu.

**Type de saison** = période de l'année pendant laquelle les feux sont plus courants, souvent en relation avec les évènements météorologiques.

**Taille** = représente la surface moyenne brûlée dans un écosystème dans une période de temps.

Les impacts du feu varient selon la combinaison des caractéristiques précédentes. Les effets de l'intensité d'un feu varient selon la saison dans laquelle le feu a lieu. Un feu qui arrive quand le développement végétatif des espèces est dormant peut avoir des effets moins sévères qu'un feu dans une période reproductive ou de croissance. La distribution des feux, résultat de la taille, détermine l'hétérogénéité spatiale. Ainsi, une zone qui a été brûlée récemment est moins susceptible d'être brûlée dans le prochain évènement de feu car la quantité de combustible et sa distribution ont été réduites ; cette caractéristique détermine également la fréquence.

Les activités humaines ont changé beaucoup d'aspects dans les régimes de feux naturels au fil du temps. Les hommes ont utilisé le feu largement dans leurs pratiques de gestion de la terre (e.g. l'agriculture, le pâturage, etc.) (Mistry & Bizerril 2011). Ses influences sont innombrables, et en conséquence, la compréhension et la mesure dans laquelle les hommes ont changé les régimes naturels de feu reste un sujet complexe et souvent controversé. Un régime de feu peut être altéré par les activités humaines par extinction et prévention, par une augmentation excessive et inadéquate, ou par la fragmentation des écosystèmes qui affecte leur intégrité écologique. Ainsi, comme l'un des buts de la conservation et de la gestion est le maintien de la biodiversité, il faut comprendre les effets de divers régimes du feu.

### 3.3.2. Comportement du feu

De nombreux facteurs, biotiques et abiotiques, influencent le comportement du feu comme l'intensité et la propagation (Whelan 1995; Cochrane & Ryan 2009). Six facteurs principaux influent sur l'intensité d'un feu : la quantité de la matière combustible, l'humidité et la température de l'environnement, la composition chimique de la matière combustible (e.g. des huiles, des résines, etc.), le vent et la topographie. Concernant le premier facteur, la matière combustible est quantifiée par la taille et la disposition de la matière végétale, comme la compaction par exemple. Une quantité élevée de combustible végétal cause des feux plus intenses; le combustible froid et humide brûle plus lentement que le combustible chaud et sec. La composition du combustible peut produire un feu plus ou moins intense. La présence des huiles et des résines augmente la température de la combustion et provoque des feux plus intenses en comparaison aux feux générés à partir des combustibles avec des fortes concentrations de minéraux, lesquels peuvent au contraire réduire l'inflammabilité. Le vent augmente l'apport d'oxygène et en conséquence augmente le taux de combustion ; il augmente également la convection des gaz chauffés et peut produire de nouveaux points de départ du feu à partir de fragments brûlés que se dispersent par le vent. Finalement, l'effet de la topographie sur l'intensité est similaire à l'effet du vent. Un incendie qui démarre sur le sommet d'une pente est susceptible de se propager lentement, car il brûle en descente, alors qu'un feu qui démarre au bas d'une pente est propagé plus rapidement et prend plus d'ampleur, car il brûle en remontant parce que l'air chaud s'élève et préchauffe les combustibles qui se trouvent en amont sur la pente. Le deuxième élément qui décrit le comportement du feu, la vitesse de propagation, est influencé par les mêmes facteurs qui affectent leur intensité. Dans des conditions sèches, venteuses et avec une quantité abondante de combustible, le feu se propage rapidement. La topographie et la distribution continue du carburant jouent également un rôle dans la vitesse de propagation. Les caractéristiques topographiques comme les ruisseaux et les affleurements rocheux peuvent créer des coupe-feux, ce qui influence la distribution des zones brûlées à travers le paysage. Finalement, la composition des communautés végétales affecte aussi la vitesse de propagation, car certaines espèces sont plus inflammables que d'autres.

### 3.3.3. Dynamique du feu : l'équilibre Savane-Forêt

Les savanes sont des écosystèmes dépendants du feu au sein desquelles la coexistence de la végétation herbacée et ligneuse est liée à la combustion (Bond, Woodward, & Midgley 2005; Higgins *et al.* 2007). Ces écosystèmes sont le résultat d'un régime de perturbations naturelles ayant existé historiquement, et pas seulement le résultat de feux anthropiques plus récents (Whelan 1995). L'équilibre savane-forêt est déterminé par les interactions très complexes entre le climat, les herbivores, le sol, le feu et les traits biologiques des espèces (Van Langevelde *et al.* 2003; Bond *et al.* 2005; Hoffmann *et al.* 2012). Dans certaines mosaïques de savane-forêt en Afrique, les premières interprétations de la dynamique de la végétation ont considéré les savanes comme un état de sous-climax des forêts à feuilles persistantes ou semi-persistantes, maintenues dans un état d'équilibre principalement par l'action naturelle du feu, par le pâturage et par les perturbations anthropiques (Campbell 1996; Frost 1996; Chidumayo 2002). L'augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces perturbations a provoqué la dégradation de ces forêts lesquelles ont été transformées en formations boisées à canopée ouverte ou en prairies secondaires (Lawton 1978; Chidumayo 1989), ce processus étant réversible avec l'exclusion du feu et la réduction des autres perturbations (Lawton 1978; Staver *et al.* 2009).

Le feu de brousse est un des facteurs écologiques les plus structurants dans les écosystèmes de savane, et des changements dans la composition de la communauté sont une conséquence de cette perturbation (Guevara *et al.* 1999). Un grand nombre de savanes correspondent à des formations transformées dont la végétation paraît liée au passage régulier des feux sous l'action de l'homme et du pâturage. En absence du feu, l'augmentation de la densité des arbres est un processus graduel qui implique le recrutement de nouveaux arbres et la croissance des arbres existants (Hoffmann *et al.* 2012). Le feu interrompt ce processus en réduisant la taille des arbres existants à travers la perte de biomasse aérienne (Higgins *et al.* 2007). La savane et la forêt étaient donc fréquemment considérées représenter des états stables alternatifs maintenus par feedback positif entre le feu et la végétation. Sans le feu, des zones considérables de savanes pourraient se développer en bois fermés sous le climat actuel, et le nombre de feux au cours des derniers 8 million d'années a également déterminé l'évolution de la flore tolérante et dépendant du feu (Bond *et al.* 2005).

La haute fréquence des feux dans les savanes cause la perte régulière de toute la biomasse aérienne des plantules des espèces ligneuses ainsi leur persistance dans la savane dépend de leur capacité de générer des rejets de souche (Gignoux, Clobert, & Menaut 1997). Les plantules peuvent persister pendant des décennies dans un état réprimé dû à cette perte répétée, tandis que les plantules qui manquent de capacité à se générer à partir de rejets de souche sont éliminées par une haute fréquence du feu (Bond & Midgley 2001). Hoffmann et al. (2012) proposent deux seuils qui déterminent la réponse des savanes au feu : le seuil de résistance au feu et le seuil de suppression du feu. Dans un scénario de courts intervalles entre chaque feu, les plantules sont incapables d'atteindre une taille à laquelle elles sont résistantes au feu et elles sont maintenues dans un état réprimé causé par les épisodes répétés de perte de biomasse aérienne et de régénération par des rejets de souche (Figure 0-8). Le recrutement ayant lieu à l'état d'adulte n'est possible que si les plantules disposent d'un intervalle de temps suffisant sans feu pour leur permettre d'atteindre une taille critique à laquelle elles sont moins susceptibles à une perte totale de biomasse aérienne (Higgins, Bond, & Trollope 2000). Une fois qu'une tige a passé ce seuil, elle est moins affectée par les feux ultérieurs et, donc, elle continue à grandir et à contribuer considérablement à la couverture boisée.

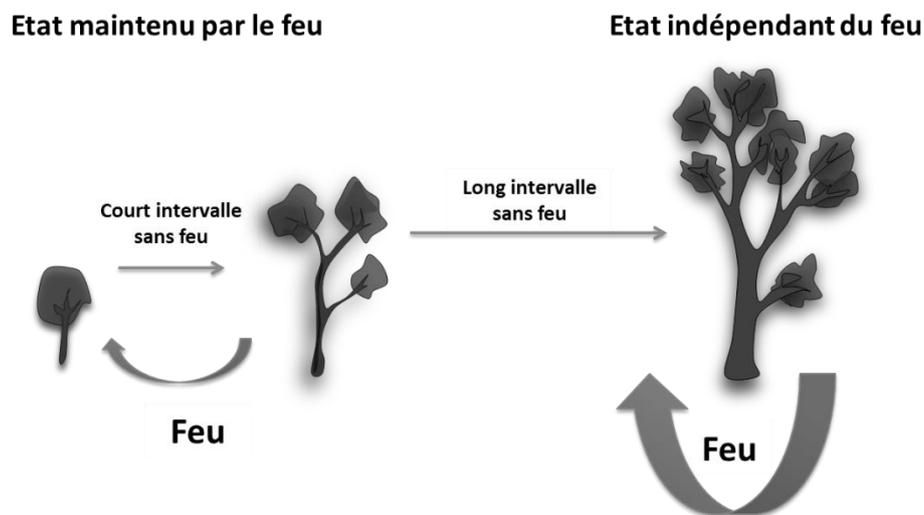


Figure 0-8: Seuil de résistance au feu (traduit d'après Hoffmann et al. 2012).

Le seuil de suppression est obtenu quand la couverture d'arbres atteint une densité suffisante pour réduire la combustion (Figure 0-9). La haute fréquence du feu dans les

savanes maintient la canopée dans un état ouvert fortement inflammable, dû à l'augmentation de la densité de la végétation herbacée. Une végétation de forêt, au contraire, est beaucoup moins inflammable et brûle généralement moins fréquemment et moins intensément, permettant de maintenir une canopée dense (Hoffmann *et al.* 2012). Le point qui marque la transition de la savane fortement inflammable à la forêt beaucoup moins inflammable sera le seuil de suppression de feu.

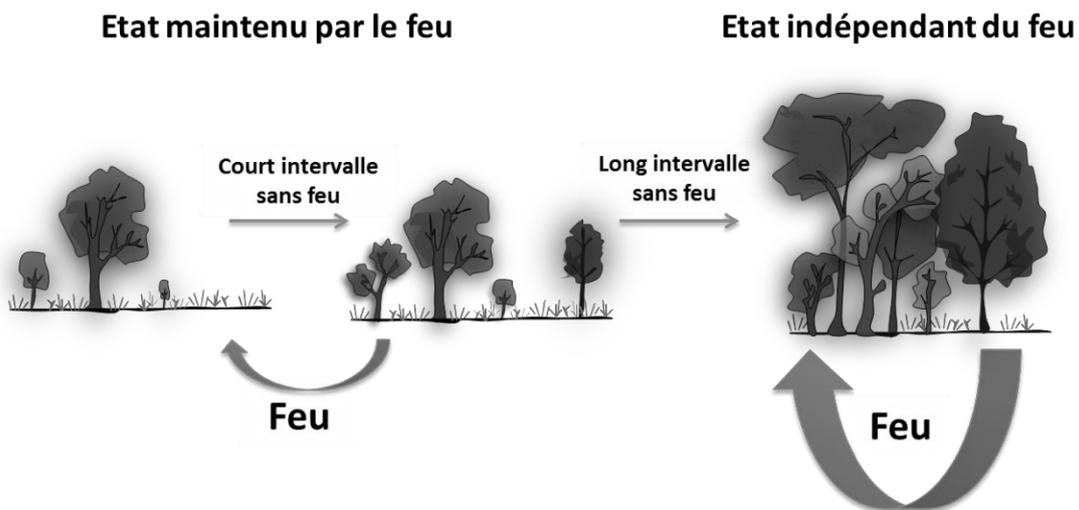


Figure 0-9: Seuil de suppression du feu (traduit d'après Hoffmann *et al.* 2012).

## 4. Le cas des forêts de tapia à Madagascar

### 4.1. Le feu à Madagascar

Un feu de brousse est essentiellement un feu courant qui parcourt une savane (Randrianarivelo 2003). A Madagascar, les causes et l'origine des feux sont très diversifiées, pourtant c'est une perturbation communément volontaire et mal maîtrisée, par la population locale. La pratique usuelle des feux de brousse est volontaire et liée au renouvellement des pâtures pour l'élevage des zébus. Il existe également des feux d'origine accidentelle, qui échappent au contrôle des agriculteurs et réussissent à atteindre la savane ou la forêt adjacente à la parcelle de culture. En effet, le feu est utilisé pour brûler les résidus de culture, en apiculture traditionnelle, pour nettoyer les pistes et/ou les canaux d'irrigation et pour la création de pare-feu autour des villages. Le feu peut également être d'origine naturelle (foudre), du a une négligence (cigarettes ou feux de cuisson mal éteint) ou allumé

volontairement par des voleurs de zébus. La pratique du feu est aussi réputée pour la protection des cultures à l'attaque des insectes et des rongeurs (*Rattus rattus*). Malgré les problèmes que le feu peut poser, il reste considéré comme positif par la population locale, ce qui rend sa gestion et son interdiction à travers des mesures législatives difficiles.

#### **4.2. Les forêts sclérophylles de moyenne altitude**

Le bois de Tapia fait partie des quelques forêts naturelles sur les Hautes Terres malgaches, une région dominée par de vastes formations herbeuses anthropiques, des rizières, des cultures et des reboisements d'espèces exotiques comme le pin (*Pinus kesiya* et *Pinus patula*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) (Kull 2002b; Kull et al. 2005). Cette formation végétale, en forme de forêt claire ou savane boisée, est dominée par le tapia (*Uapaca bojeri*, *Phyllanthaceae*). La forêt de Tapia est une formation végétale sclérophylle, endémique et de surface réduite. Elle se localise sur les pentes occidentales des Hautes Terres, où la saison sèche dure jusqu'à sept mois et occupe des zones entre 800 m à 1600 m d'altitude (Cornet & Guillaumet 1976). La région présente un climat subhumide avec des précipitations annuelles qui varient entre 1000 et 1500 mm/an et une température moyenne entre 17°C et 22°C (Kull 2002a; Kull et al. 2005). Le bois de tapia est limité dans sa distribution à des zones de sol pauvre en nutriments ou des sols rocheux, et localisé dans des endroits d'éboulis granitique, gneissique, ou quartzitique (Koechlin et al. 1974).

Le bois le Tapia est dominé par des individus adultes d'*Uapaca bojeri*. Les espèces ligneuses ont une forme similaire, avec des fûts très irréguliers et tortueux, avec des branches basses et des feuilles sclérophylles. Généralement la hauteur des individus adultes varie entre 8 jusque 12 mètres. Le sous-bois est composé par des individus jeunes de tapia, des arbustes, des herbes et des graminées, mais aussi une grande variété des espèces d'épiphytes, des aloès, des lichens, des orchidées et des champignons. Egalement, la quantité et la qualité des produits forestiers du bois de tapia, comprenant la soie sauvage, les fruits comestibles, les champignons et le bois de chauffage, jouent un rôle important dans l'économie locale et dans la conservation de la forêt (Kull 2002 ; Kull et al. 2005).

#### 4.2.1. Classification

Historiquement, le bois de Tapia a été classé dans des catégories différentes selon des systèmes de classification de la végétation malgache (Tableau 0-1) et plusieurs noms alternatifs ont été utilisés. Il a été décrit par plusieurs auteurs comme l'actuel rémanent des anciennes forêts plus diverses et plus étalées sur les hautes terres, donc leur structure actuelle est le résultat du passage fréquent du feu (Perrier de la Bâthie 1921; Humbert 1956; Koechlin *et al.* 1974; Gade 1996). Koechlin *et al.* (1974) l'ont considéré comme une forêt de transition entre la forêt humide de l'est et la forêt sèche de l'ouest. Pourtant, les recherches récentes en palynologie montrent que certaines zones des Hautes Terres n'ont jamais été couvertes par la forêt pendant l'Holocène (Burney 1997). Avant l'arrivée des hommes, les Hautes Terres malgaches étaient déjà couvertes d'une mosaïque de forêts rupicoles et de savanes, maintenue par un régime naturel de feu et par la mégafaune (Dewar 1984; Burney 1987a, 1997; Dewar & Burney 1994). La colonisation humaine, l'utilisation du feu pour l'élevage, l'agriculture et la chasse, ont réduit la couverture forestière en faveur des espèces herbacées et aussi exotiques (Burney *et al.* 2004), et ont transformé ces forêts sclérophylles en un type de forêt à canopée ouverte (Kull *et al.* 2005).

Tableau 0-1: Classification du bois de tapia selon les différents systèmes de classification de la végétation à Madagascar.

Classification	Auteurs
Bois des pentes occidentales	(Perrier de la Bâthie 1921; Humbert 1956; Koechlin <i>et al.</i> 1974)
Forêts basses sclérophylles	(Humbert & Cours-Darne 1965)
Forêts claires	(Guillaumet & Koechlin 1971; Rajeriarison & Faramalala 1999)
Forêts denses sclérophylles de moyenne altitude	(Guillaumet & Koechlin 1971; Rajeriarison & Faramalala 1999)
Forêts sclérophylles claires	(DEF 1996)
Sempervirent, boisements sclérophylles ( <i>Uapaca</i> )	(Du Puy & Moat 1996, 1998)

#### 4.2.2. Le bois de tapia et le feu

Les éclairs et les orages de montagne ont été considérés comme la cause historique principale des feux de forêt (Schatz 2003), qui sont une partie naturelle de la dynamique de beaucoup d'écosystèmes malgaches (Dewar & Burney 1994; Burney 1997). Cependant, le régime de feu actuel pratiqué par l'homme et caractérisé par une plus haute fréquence, menacerait la biodiversité et est à l'origine de la réduction du développement des bois de tapia en fragmentant la canopée et en réduisant les arbustes dans le sous-bois ce qui a pour effet d'augmenter la densité de la strate herbacée. Actuellement le feu se propage fréquemment dans les bois de Tapia à fréquences annuelles ou biannuelles, en brûlant toute la strate herbacée et une partie de la strate ligneuse. Bien que les caractéristiques sclérophylles, comme l'importante épaisseur de l'écorce ou les réserves souterraines, d'*Uapaca bojeri* et des espèces ligneuses associées permettent aux arbres adultes de tolérer le feu (Kull 2002a; Kull et al. 2005), les jeunes plants y succombent si bien que les forêts de tapia ne sont plus représentées que par de vieux arbres. Si les individus adultes se régénèrent rapidement, les plantules se montrent moins tolérantes au feu. Ce qui pose à terme le problème du renouvellement d'*U. bojeri* et les espèces ligneuses associées.

