

# Régénération naturelle de *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex. A. Rich.) Milne-Redh. dans une savane soumise au feu et au pâturage

## Résumé

Au Sénégal, les formations forestières sont sujettes à une dégradation relativement importante, marquée par une diminution des superficies boisées, une réduction de la densité des espèces et un changement de leur structure. Les possibilités de régénération naturelle de plusieurs espèces sont compromises. Cet état de dégradation n'a pas épargné les aires protégées comme celle de la forêt classée de Fathala où la plupart des espèces ligneuses sont confrontées à un problème de régénération naturelle. Les facteurs mis en cause sont à la fois naturels et anthropiques. L'inventaire de la régénération naturelle et la mise en place d'un dispositif de suivi en rapport avec le déficit hydrique, le feu et le bétail, sur trois années ont permis respectivement d'évaluer l'abondance de la régénération naturelle de *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex. A. Rich.) Milne-Redh. et d'étudier l'impact de ces facteurs sur la survie de cette régénération. Les résultats montrent une forte densité de régénération issue de semis naturels dominée par des germinations de l'année en cours. Cependant, la survie de ces nombreuses germinations est compromise par ces différents facteurs. Le feu précoce, le feu tardif et le bétail accentuent fortement la mortalité de la régénération naturelle de l'espèce. Les résultats révèlent qu'en plus de la régénération naturelle par voie de semis, *Cordyla pinnata* présente la capacité de rejeter ; ce qui contribue à favoriser la survie de l'espèce.

**Mots clés :** besoins en eau, espèce forestière, feu, pâturage, régénération, Sénégal.

## Abstract

### **Natural regeneration of *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex. A. Rich.) Milne-Redh. in savanna subjected to fire and browsing**

Forests in Senegal are characterized by a relatively intense degradation, resulting in a marked decrease in forest area, reduction of species densities and changes in structural characteristics. In addition, the natural regeneration of several species poses problems. This degradation also takes place in protected areas like the Fathala Forest, where most woody species face a problem of natural regeneration. The factors involved are both natural and anthropogenic. An inventory of natural regeneration, established with monitoring of drought, fire and cattle browsing over three years, has provided information on the abundance of natural regeneration of *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex. A. Rich.) Milne-Redh. and the impact of these factors on the survival of its regeneration. The results show a high density of natural regeneration dominated by

Pour citer cet article : Niang Diop F, Lykke AM, Sambou B, 2011. Régénération naturelle de *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex. A. Rich.) Milne-Redh. dans une savane soumise au feu et au pâturage. *Sécheresse* 22 : 186-91. doi : 10.1684/sec.2011.0315

Fatimata Niang Diop<sup>1</sup>  
Anne Mette Lykke<sup>2</sup>  
Bienvenu Sambou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Cheikh Anta Diop de Dakar  
Faculté des sciences et techniques  
Institut des sciences de l'environnement  
BP 5005  
Dakar Fann  
Sénégal  
<faniangdiop@live.fr>  
<bienvenu.sambou@ucad.edu.sn>  
<sup>2</sup> Aarhus University  
Department of Bioscience  
Vejløvej 25  
8600 Silkeborg  
Denmark  
<aml@dmu.dk>

Tirés à part : F. Niang Diop

seed germination from the current year. However, the survival of this germination is often limited by those factors. Early fire, late fire, and livestock strongly increase the mortality rate of natural regeneration. Finally, in addition to regeneration through seedlings, *Cordyla pinnata* has potential resprouting, which helps to increase the number of individuals which survive after fires.

**Key words:** fire, forest species, grazing, regeneration, Senegal, water requirements.

**A**u Sénégal, la pression sur les ressources forestières a fortement augmenté ces dernières années. Les formations végétales sont négativement affectées par des sécheresses récurrentes, des feux de brousse intenses et font très souvent l'objet d'une exploitation anarchique. L'état actuel des forêts reste caractérisé par une diminution des superficies boisées, une réduction de la densité des espèces et un changement de la structure des formations végétales (MEPN, 2005). Les possibilités de régénération naturelle de plusieurs espèces sont ainsi compromises. Cet état de dégradation n'a pas épargné les aires protégées comme celle de Fathala, malgré son statut de forêt classée. Dans cette forêt de Fathala, la plupart des espèces ligneuses sont confrontées à un problème de régénération naturelle (UICN, 1999 ; Lykke and Sambou, 1998). Les facteurs généralement mis en cause sont d'ordre naturel et anthropique et concernent principalement le manque d'eau, le pâturage et les feux. Ces feux sont généralement utilisés par le service forestier comme outil d'aménagement et par les populations locales à diverses fins. Aussi, dans les écosystèmes soudanais et sahéliens, le pâturage (Tsegaye *et al.*, 2009) et la densité de la strate herbacée (Ouedraogo *et al.*, 2009) constituent des facteurs pouvant limiter l'établissement des jeunes plants. Dans la région d'étude, du fait de l'expansion des terres agricoles et du manque de réserves fourragères dans les zones de terroir (UICN, 1999), la forêt de Fathala constitue la principale aire de pâture, surtout pendant la saison des pluies. Ces différents facteurs agissent positivement ou négativement sur les possibilités de régénération naturelle des espèces ligneuses. Au Sénégal, *Cordyla pinnata* (A. Rich.) Milne-Redh. fait partie des espèces les plus importantes et qui sont confrontées à un problème de régénération naturelle (UICN, 1999). Toutes les parties de l'arbre sont exploitées malgré son statut protégé. L'arbre procure un bon bois d'artisanat et de service, utilisé aussi, depuis quelques années, pour la fabrication de tam-tam (*djembé*) qui fait l'objet d'une exportation. De même, sa grande valeur énergétique fait que ce bois est très utilisé

par les charbonniers. Son fruit est une baie contenant une pulpe très appréciée par les populations locales. Avant maturité, la pulpe entre dans la préparation de sauce, et à maturité, elle est consommée directement. Le fruit constitue un appoint alimentaire surtout en début de saison des pluies (Giffard, 1974). Les paysans considèrent l'espèce comme un « arbre grenier », du fait de la disponibilité de ses fruits en période de soudure (Bérhaut, 1975). Les feuilles servent dans le traitement des maux de ventre alors que les racines et les écorces sont utilisées contre d'autres maladies (Giffard, 1974). La sève présente des propriétés laxatives. Malgré cette importance socio-économique, la régénération naturelle de l'espèce est particulièrement affectée, au point que les jeunes sujets sont absents dans certaines zones (UICN, 1999 ; Lykke and Sambou, 1998). L'objectif de ce travail est d'évaluer l'abondance de la régénération naturelle de l'espèce et d'étudier l'impact des facteurs mis en cause dans la survie de sa régénération naturelle.

## Matériel et méthode

### Zone d'étude

Cette étude a été menée dans la forêt de Fathala qui couvre une superficie de 76 km<sup>2</sup>. Cette forêt est située à 13° 36'-13° 42' N et 16° 26'-16° 30' O et appartient au Parc national du Delta du Saloum (*figure 1*). Elle est caractérisée par un climat de type soudanien avec deux grandes saisons : une saison sèche qui dure 7 mois (novembre à mai) et une saison humide d'environ 5 mois (de juin à octobre) avec une pluviométrie moyenne de 700-800 mm (ANAMS, 2009).

Les prospections botaniques effectuées dans la zone (UICN, 1999 ; Lykke and Sambou, 1998 ; Sanokho, 1977) révèlent que la forêt de Fathala présente trois types de végétation (savanes, forêts claires et formations de vallées). La savane est le type de végétation le plus représenté avec des espèces dominantes telles que *Bombax costatum*, *Combretum spp*, *Cordyla pinnata*, *Daniellia oliveri*, *Khaya senegalensis*, *Lannea acida*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana*,

*Pterocarpus erinaceus*. *Cordyla pinnata* est particulièrement bien représentée dans la partie nord de la forêt où l'inventaire de sa régénération naturelle a été mené. Les formations de vallées constituent des reliques de forêts-galeries très dégradées, suite aux sécheresses des dernières décennies. La strate herbacée très dense en fin de saison des pluies, est essentiellement dominée par *Andropogon gayanus* qui peut atteindre 3 mètres de haut.

### Inventaire de la régénération naturelle

Dans cette étude, nous considérons comme appartenant à la régénération naturelle tous les individus dont le diamètre à la base est inférieur à 5 cm et dont la hauteur ne dépasse pas 1,30 m. L'inventaire de la régénération naturelle de *Cordyla pinnata* a été fait à la fin de la saison des pluies (mois d'octobre) dans la partie septentrionale de la forêt où les pieds mères de l'espèce dont la taille moyenne est de 12 m sont abondamment présents. Au total, 52 pieds mères de *Cordyla pinnata* ont été choisis de proche en proche, en dehors du premier pied qui a été sélectionné au hasard. Le comptage de la régénération naturelle a été effectué dans 104 parcelles de 5 m × 5 m installées sous les houppiers de ces pieds mères comme l'indique la *figure 2*. Un marquage est fait sur les pieds déjà choisis afin d'éviter la répétition. Durant le comptage, deux catégories d'individus appartenant à la régénération naturelle ont été distinguées : la catégorie 1 qui regroupe les individus de l'année issus de germination et la catégorie 2 qui regroupe tous les autres individus de la régénération naturelle. Enfin, la reconnaissance des jeunes plants a été faite sur la base des images de jeunes plants obtenus après semis au laboratoire, et l'identification sur le terrain de la catégorie 1 est souvent facilitée par la présence de cotylédons.

### Étude expérimentale de l'impact du déficit hydrique, des feux et du pâturage

L'étude de l'impact du déficit hydrique, du feu et du pâturage sur la survie de la

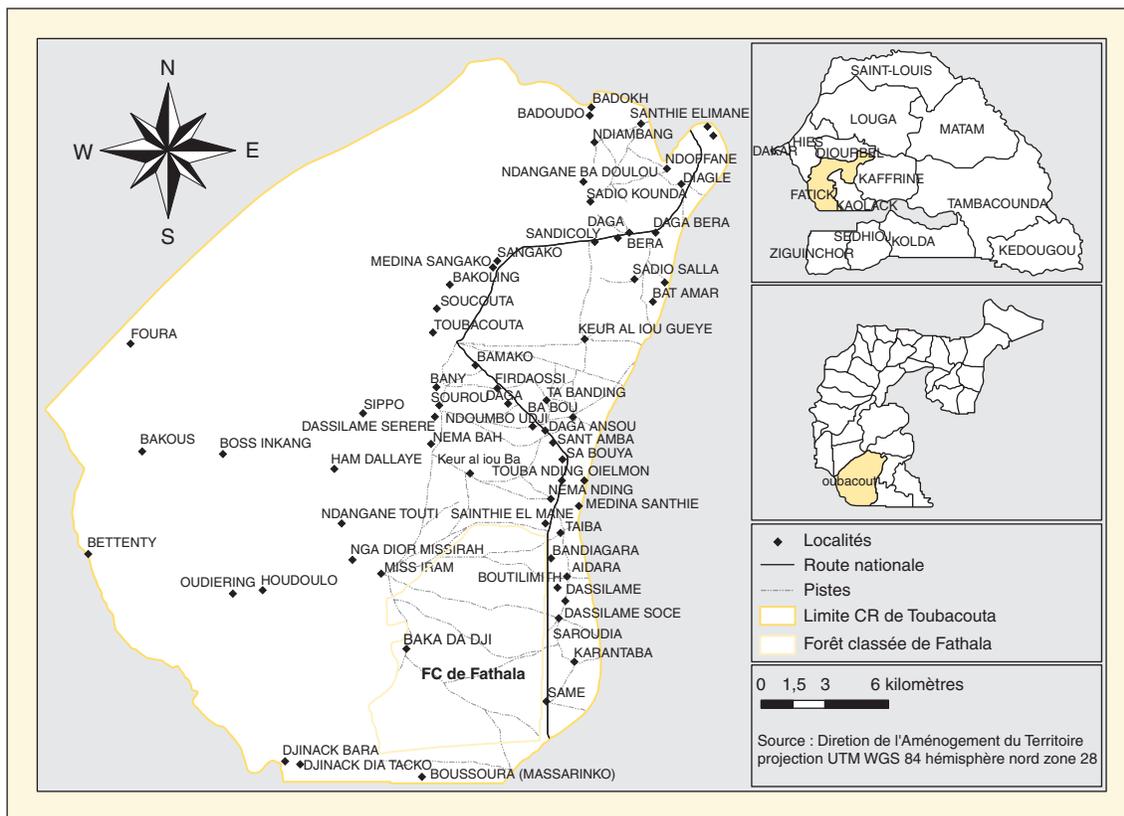


Figure 1. Carte de localisation de la forêt de Fathala.

régénération naturelle de *Cordyla pinnata* a été menée grâce à un dispositif de six types de parcelles de 5 m × 5 m répété une fois et ayant subi les traitements indiqués au tableau 1. Tout autour des parcelles, des pare-feux de dix mètres de large ont été ouverts et annuellement entretenus pour assurer le contrôle des feux. La protection contre le

bétail a été réalisée à l'aide d'un grillage d'une hauteur de 1,50 m qui entoure toute la parcelle. L'impact du déficit hydrique pendant la saison sèche a été suivi dans des parcelles intégralement protégées contre les feux et le bétail. Pour l'étude de l'impact des feux, des parcelles ont été soumises au feu précoce et au feu tardif respectivement

au mois de novembre et d'avril de chaque année. Dans les différentes parcelles, un suivi des effectifs de la régénération naturelle de l'espèce a été effectué régulièrement aux mois d'octobre, novembre, décembre, avril et juin pendant 3 ans.

## Résultats

### Abondance de la régénération naturelle

Le traitement des données d'inventaire a permis de connaître la densité de régénération naturelle de *Cordyla pinnata* estimée à 1 004 individus par hectare. La distribution de cette régénération dans les deux catégories d'individus révèle une prédominance des germinations de l'année en cours (catégorie 1) qui représente 94 % contre 6 % pour la catégorie 2. L'abondance des individus de la catégorie 1 traduit un fort taux de germination de l'espèce pendant la saison des pluies. En revanche, la faible présence des individus de la catégorie 2 fait penser à l'existence de facteurs limitant la survie de ces nombreuses germinations.

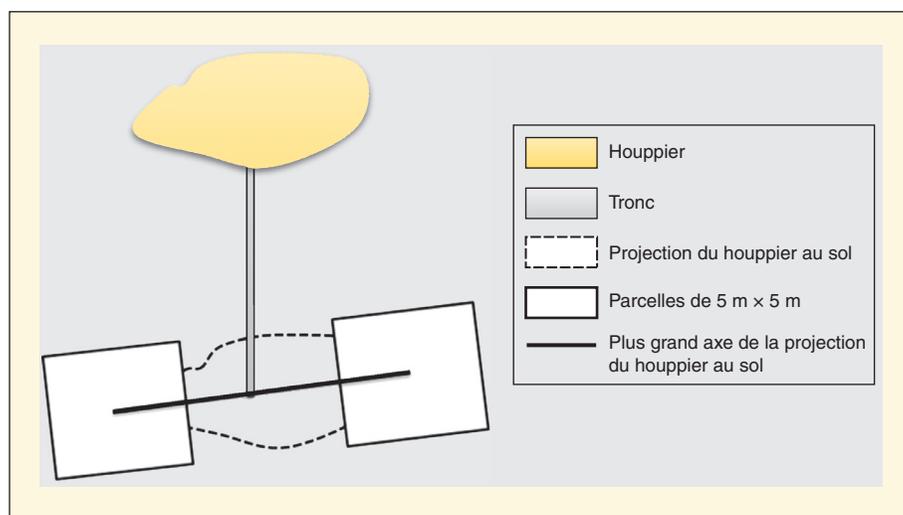


Figure 2. Disposition des parcelles sous les houppiers.

**Tableau 1.** Traitements effectués dans les différentes parcelles

Parcelles traitées	Facteurs agissants (+) absents (-)		
	Feu précoce	Feu tardif	Pâturage
A : parcelle protégée contre le feu et le pâturage	-	-	-
B : parcelle brûlée par le feu précoce et protégée contre le bétail	+	-	-
C : parcelle brûlée par le feu tardif et protégée contre le bétail	-	+	-
D : parcelle protégée contre le feu et ouverte au bétail	-	-	+
E : parcelle brûlée par le feu précoce et ouverte au bétail	+	-	+
F : parcelle brûlée par le feu tardif et ouverte au bétail	-	+	+

### Impact du déficit hydrique, des feux et du bétail sur la régénération naturelle

La collecte des données sur trois ans dans les parcelles soumises ou non au feu et au pâturage a permis d'analyser l'impact du déficit hydrique, du feu précoce, du feu tardif et du bétail sur la survie de la régénération naturelle. Pour cela, les taux de survie annuels de la régénération naturelle ont été calculés pour chaque type de traitement. Les résultats montrent que ces facteurs agissent négativement et le traitement statistique effectué à l'aide du modèle linéaire révèle aussi que l'action de ces facteurs n'est pas la même en fonction des catégories d'individus.

#### • Impact du déficit hydrique

L'impact du déficit hydrique pendant la saison sèche a été apprécié grâce au suivi des parcelles intégralement protégées contre les feux et le bétail. La mortalité de la régénération naturelle augmente tout au long de la saison sèche (figure 3 A1). La perte la plus importante a été notée à partir du mois d'avril avec un taux de l'ordre de 80 %. Durant cette période, les conditions climatiques, marquées par des températures élevées et une forte évaporation, favorisent l'assèchement du sol et entraînent une baisse de la disponibilité en eau pour les plantes. L'analyse de l'évolution de la régénération naturelle, en fonction des individus (figure 3 A2), montre que la catégorie 1 est la plus affectée. Cette première catégorie qui représentait 85 % au début (octobre) ne faisait plus que 30 % de la régénération naturelle au mois de juin.

#### • Impact du feu précoce

La mise à feu précoce (mois de novembre) entraîne une disparition d'environ 75 % de la régénération naturelle (figure 3 B1).

Cette action négative est plus marquée sur la catégorie 1 qui avait perdu presque 70 % de ses effectifs à la date de mise à feu contre 30 % pour la catégorie 2 (figure 3 B2). Au bout du suivi, les 20 % qui restaient de la régénération naturelle sont essentiellement constitués d'individus de la catégorie 2. Cela est dû au rejet des souches obtenues après le traitement au feu.

#### • Impact du feu tardif

L'application du feu tardif provoque une baisse importante des effectifs de la régénération naturelle (figure 3 C1). Au mois d'avril (date de mise à feu), 80 % des individus avaient disparu. Parmi les survivants après le traitement au feu, il y avait plus d'individus de la catégorie 1 que ceux de la catégorie 2 (figure 3 C2). Cette situation exceptionnelle s'explique par le fait que dans cette parcelle, le nombre d'individus appartenant à la catégorie 1 était beaucoup plus important que ceux de la deuxième catégorie ; ce qui augmente leur probabilité de survie par rapport aux individus de la catégorie 2 dont l'effectif était très faible. A la fin, il subsistait un peu moins de 20 % de la régénération liée au rejet de souches.

#### • Impact du pâturage

Le pâturage provoque une perte progressive de régénération naturelle dont le taux de disparition peut atteindre environ 90 % (figure 3 D1). Les nouvelles pousses (catégorie 1) sont les plus sensibles à l'action du bétail avec une baisse de l'ordre de 60 % contre 40 % pour la catégorie 2 (figure 3 D2). A terme, il y avait environ 10 % de la régénération qui ont survécu. Cette forte disparition s'explique par l'action continue du bétail qui broute ou piétine une bonne partie des jeunes plants.

#### • Impact du feu précoce combiné au pâturage

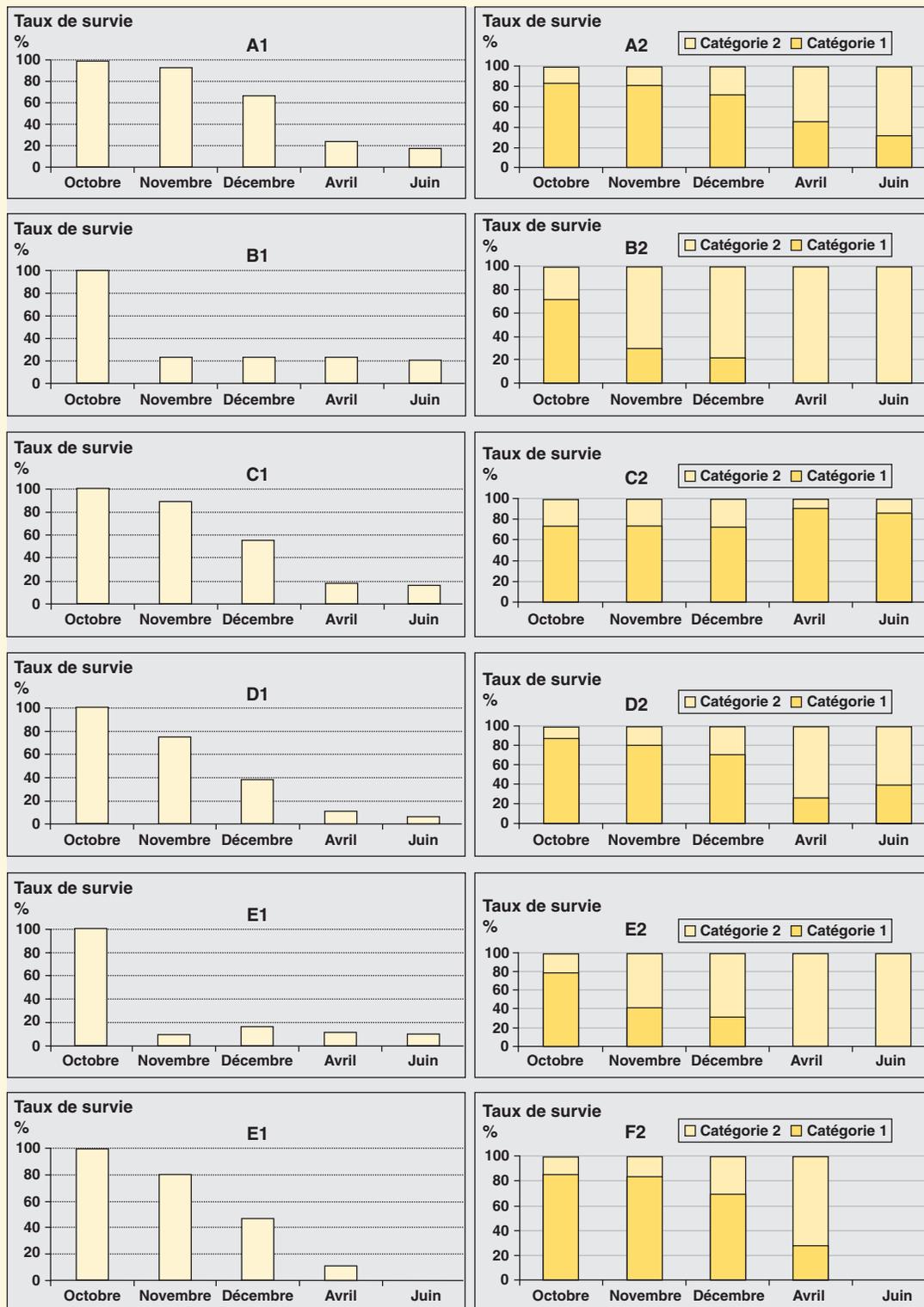
L'action combinée du feu précoce et du pâturage sur la régénération naturelle se traduit par une disparition de presque 90 % des individus dès la mise à feu au mois de novembre (figure 3 E1). Cet effet négatif est plus marqué chez la catégorie 1 qui représentait 60 % des individus perdus (figure 3 E2). Le taux de disparition de 90 % (après la mise à feu) se maintient jusqu'au mois de juin. Les survivants (10 %) étaient constitués seulement d'individus de la catégorie 2. Avec ce traitement, il a été difficile d'apprécier l'impact du pâturage du fait de la disparition précoce d'une bonne partie de la régénération naturelle après l'application du feu.

#### • Impact du feu tardif combiné au pâturage

L'impact du bétail associé au traitement par le feu tardif provoque une baisse régulière et continue des effectifs de la régénération naturelle de novembre à juin (figure 3 F1). Au mois de décembre, presque la moitié des individus avait disparu (55 %). Ce taux atteint 90 % en avril (date de mise à feu). Durant les premiers mois du suivi, les individus de la première catégorie étaient plus touchés mais à la fin (juin), toutes les deux catégories d'individus avaient disparu (figure 3 F2).

## Discussion

Dans la forêt de Fathala, *Cordyla pinnata* présente une densité de régénération naturelle relativement élevée liée à une bonne capacité de germination de ses graines pendant la saison des pluies. Cependant, la survie de ces jeunes pousses est négativement affectée par le déficit hydrique, les feux et le bétail. Pendant la saison sèche, en l'absence de feu et du bétail, la régénération naturelle de l'espèce disparaît progressivement et le taux de survie est d'environ 20 %. La même observation avait été faite chez *Boswellia papyrifera* dont le nombre de survivants représentait 19 % des semis, à la fin de la saison sèche (Negussie et al., 2008). Une valeur proche de ce taux a été obtenue chez les jeunes plants d'*Azalia quanzensis* en Afrique du Sud (Gerhardt and Todd, 2009). La baisse continue de l'humidité du sol durant cette période affecte sensiblement la survie des jeunes plants de la plupart des espèces ligneuses (Francisco et al., 2009) notamment *Acacia nilotica*, *Acacia seyal*



**Figure 3.** Évolution du taux de survie de la régénération naturelle totale (figures de gauche) et de celle des catégories d'individus (figures de droite) dans les différentes parcelles.

A) parcelle protégée contre le feu et le pâturage ; B) parcelle brûlée par le feu précoce et protégée contre le bétail ; C) parcelle brûlée par le feu tardif et protégée contre le bétail ; D) parcelle protégée contre le feu et ouverte au bétail ; E) parcelle brûlée par le feu précoce et ouverte au bétail ; F) parcelle brûlée par le feu tardif et ouverte au bétail.

(Tybirk, 1991) et *Azelia africana* (Bationo and Ouedraogo, 2001) dont les nouvelles pousses n'avaient survécu que quelques semaines après la dernière pluie. Ce comportement n'est pas typique des espèces de savanes d'Afrique. Ailleurs, en Amérique, *Brosimum alicastrum*, *Shorea curtisii* et *Shorea multiflora* se comportent pratiquement de la même manière (Peters, 1997). Cependant, la sensibilité de la régénération naturelle à la sécheresse dépend des catégories d'individus ; les nouveaux individus issus de germination de l'année sont les plus affectés. A ce stade, la plante est fragile et sensible aux différents facteurs abiotiques ou biotiques (Tybirk, 1991). De plus, pendant la saison sèche, l'impact de l'absence des pluies est accentué par des taux d'évaporation très élevés et une humidité relative assez faible qui limitent la disponibilité en eau pour la plante et favorisent sa dessiccation (McDowell et al., 2008). Dans les écosystèmes soudanais et sahéliens, les plantes adultes s'adaptent à ce stress hydrique par une réduction de leur système foliaire ou par la perte totale de leurs feuilles, les jeunes pousses, par contre, supportent difficilement ce stress. A ces contraintes climatiques peuvent s'ajouter les phénomènes de compétition, surtout entre les jeunes ligneux et la strate herbacée (Renes, 1991). La forte densité de la strate herbacée gêne la croissance et le développement des jeunes pousses pouvant ainsi limiter leur installation (Hagenah et al., 2009). Chez *Cordyla pinnata*, malgré l'action de ces facteurs naturels, il existe des possibilités de survie de sa régénération naturelle en l'absence de feu et du bétail. Ces deux facteurs agissent négativement et affectent particulièrement les nouvelles pousses. Le bétail agit par broutage et piétinement des jeunes plants. Le feu (précoce ou tardif), dont l'intensité est influencée par la densité et l'état de dessiccation de la strate herbacée pendant la saison sèche, entraîne une disparition importante et continue de la régénération naturelle de *Cordyla pinnata*. Cette action négative peut être immédiate ou décalée suivant l'âge de la plante. Le feu élimine la partie aérienne de ces jeunes plants et les souches obtenues ont généralement la capacité de rejeter, ce qui favorise leur survie. Cette capacité de rejet de souches est connue chez de nombreuses espèces de savanes (Bationo and Ouedraogo, 2001 ; Goto et al., 1996 ; Castillo and Hall, 1999 ; William, 2001). C'est la partie aérienne qui est endommagée alors que, la partie souterraine reste intacte (Bouxin, 1975) et permet la repousse. Ce mode ou stratégie de régénération natu-

relle ou de survie (Bognounou et al., 2010 ; Bellefontaine, 2005), influencé par les facteurs biotiques ou abiotiques (Ky-Dembele et al., 2007), favorise la pérennité des espèces (Bellefontaine, 2005) surtout dans les écosystèmes de savane annuellement parcourus par des feux. Cependant, l'action répétée du feu, qu'il soit précoce ou tardif, finit par tuer la plante et n'épargne aucune catégorie d'individus.

## Conclusion

Dans la forêt de Fathala, *Cordyla pinnata* présente un fort potentiel de régénération naturelle lié à une bonne capacité de germination de ses graines pendant la saison des pluies. Cependant, ces nombreuses germinations sont confrontées à un problème de survie du fait de l'action négative des feux et du bétail. Pendant la saison sèche, malgré, l'effet de la contrainte hydrique, il existe une bonne probabilité de survie de la régénération. En termes d'aménagement, la protection des semis naturels contre les feux (précoce et tardif) et le bétail au moins pendant deux ans permettrait d'assurer une meilleure survie de la régénération naturelle de *Cordyla pinnata* favorisée par sa capacité de rejeter. ■

## Références

ANAMS, 2009. *Données brutes*. Dakar : Agence nationale de la Météorologie nationale du Sénégal.

Bationo BA, Ouedraogo SJ, 2001. Stratégies de régénération naturelle de *Detarium microcarpum* Guill. Et Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Fruits* 56 : 271-85.

Bellefontaine R, 2005. Régénération naturelle à faible coût dans le cadre de l'aménagement forestier en zones tropicales sèches en Afrique. *VertigO* 6 : 1-15.

Bérhaut J, 1975. *Flore illustrée du Sénégal*. Dakar : direction des Eaux et Forêts.

Bognounou F, Tigabu M, Savadogo P, Thiombiano A, Boussim IJ, Oden PC, et al., 2010. Regeneration of five Combretaceae species along a latitudinal gradient in Sahelo-Sudanian zone of Burkina Faso. *Annals of Forest Science* 67 : 306-10.

Bouxin G, 1975. Action des feux saisonniers sur la strate ligneuse dans le Parc National de l'Akagera (Rwanda, Afrique Centrale). *Vegetatio* 30 : 189-96.

Castillo PN, Hall RB, 1999. Sprouting capacity of 17 tropical tree species after overstory removal in Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management* 126 : 399-403.

Francisco MP, Juan DM, Maria J, Francisco IP, 2009. Variability in amount and frequency of

water supply affects roots but not growth of arid shrubs. *Plant Ecology* 204 : 261-70.

Gerhardt K, Todd C, 2009. Natural regeneration and population dynamics of the tree *Azelia quanzensis* in woodlands in Southern Africa. *African Journal of Ecology* 47 : 583-91.

Giffard PL, 1974. *L'arbre dans le paysage sénégalais - Sylviculture en zone tropicale sèche*. Dakar : Centre technique forestier tropical.

Goto Y, Yoshitake T, Okano M, Shimada K, 1996. Seedling regeneration and vegetative resprouting after fires in *Pinus densiflora* forest. *Vegetatio* 122 : 157-65.

Hagenah N, Munkert H, Gerhardt K, Olf H, 2009. Interacting effects of grass height and herbivores on the establishment of an encroaching savanna shrub. *Plant Ecology* 201 : 553-66.

Ky-Dembele C, Tigabu M, Bayala J, Ouedraogo SJ, Oden PC, 2007. The relative importance of different regeneration mechanisms in a selectively cut savanna-woodland in Burkina Faso, West Africa. *Forest Ecology and Management* 243 : 28-38.

Lykke AM, Sambou B, 1998. Structure, floristic composition, and vegetation forming factors of three vegetation types in Senegal. *Nordic Journal of Botany* 18 : 129-40.

McDowell N, Pockman WT, Allen CD, Breshears DD, Cobb N, Kolb T, et al., 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought. *New Phytologist* 178 : 719-39.

MEPN, 2005. *Politique forestière du Sénégal*. Résumé exécutif. Dakar : MEPN.

Negussie A, Aerts R, Gebrehiwot K, Muys B, 2008. Seedling mortality causes recruitment limitation of *Boswellia papyrifera* in northern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 72 : 378-83.

Ouedraogo O, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K, Guinko S, 2009. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse juvénile du Parc national d'Arly (Burkina Faso). *Candollea* 64 : 257-78.

Peters CM, 1997. *Exploitation soutenue de produits forestiers autres que le bois en forêt tropicale humide : Manuel d'initiation écologique*. Washington (DC) : Programme d'appui à la biodiversité.

Renes GJB, 1991. Regeneration capacity and productivity of natural forest in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management* 41 : 291-308.

Sanokho A, 1977. Six listes floristiques de la forêt de Fathala (Sénégal Méridional). *Annales de la Faculté des Sciences de Dakar* 30 : 149-58.

Tsegaye D, Moe SR, Haile M, 2009. Livestock Browsing, Not Water Limitations, Contributes to Recruitment Failure of *Dobera glabra* in Semiarid Ethiopia. *Rangeland Ecology & Management* 62 : 540-9.

Tybirk K, 1991. *Régénération des légumineuses ligneuses du Sahel*. Aarhus : Botanical Institute.

UICN, 1999. *Flore et végétation ligneuse de la Réserve de biosphère du Delta du Saloum – état actuel, tendances évolutives et facteurs structuraux*. Dakar : UICN.

William JB, Midgley J, 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Ecology & Evolution* 16 : 45-51.