

Étude phénologique de *Faidherbia albida*

Effet de l'émondage, du site
et de la dimension de l'arbre
sur les phénophases de l'espèce
au Burkina Faso

Denis DEPOMMIER,
Ecologue et agroforestier

■ Introduction

Le caractère distinctif le plus remarquable de *Faidherbia albida* est sa phénologie inverse. Feuillée en saison sèche, défeuillée en saison des pluies, l'espèce au « rythme phénologique aberrant », pour reprendre l'expression de Trochain (1969), a fait l'objet de nombreuses hypothèses dont aucune n'est totalement satisfaisante : interprétations paléoclimatiques (Aubreville, 1937; Trochain, 1969), écologiques (Portères, 1957; Lebrun, 1968) ou génétiques (Nongonierma, 1979).

La simple observation d'arbres feuillés, en fleurs ou fructifiant révèle une forte variabilité au sein d'un même peuplement. De plus, comme cela a été relevé au Zimbabwe (Dunham, 1991), l'occurrence d'une sécheresse au cours de la saison des pluies peut déclencher une refeuillaison, voire une reffloraison, alors suivie d'une seconde fructification.

En zone sahélo-soudanienne, où l'espèce est fortement émondée, le cycle phénologique est perturbé. Ce facteur ne peut être ignoré dans

un suivi phénologique et l'interprétation de celui-ci peut être délicate à faire, car l'émondage varie en fréquence et en intensité d'un arbre à l'autre.

Il existe peu de travaux de référence sur la phénologie des espèces ligneuses en milieu tropical (Grouzis et Sicot, 1980). Pour *Faidherbia albida*, en zone sahélo-soudanienne, des suivis phénologiques ont été réalisés au Burkina Faso, sur le parc de Kokologho (Sina, 1991), et par Billand et Diallo (1991) sur des essais de provenances, à Gonsé. Cependant, les objectifs ou la nature de ces suivis ne permettent pas de déterminer les variations liées aux facteurs site, âge ou dimension de l'arbre et surtout émondage.

Ces effets ont été évalués à travers le suivi phénologique des faidherbias de Dossi et Watinoma, au Burkina Faso, afin de caractériser les phénophases de l'espèce d'un terroir à l'autre et, à terme, le fonctionnement des parcs étudiés (Depommier, 1996a).

Matériels et méthodes

Sites et parcs étudiés

Dossi (3° 23' W- 11° 26' N) est un terroir peuplé d'agriculteurs de l'ethnie bwa. Il reçoit plus de 900 mm de pluie par an. Sur les « champs de brousse », le coton est la principale culture. Sur le parc à faidherbia, qui couvre en une couronne péri-villageoise près de 350 hectares de sols naturellement fertiles et bien fumés, dominent le sorgho et le maïs aux rendements élevés. Mais les jachères y sont de plus en plus fréquentes, témoignant du dessèchement de ce parc vieillissant. Enfin, les arbres y sont peu ou pas émondés du fait de l'abondance des ressources fourragères de ce terroir de plus de 250 km².

La situation inverse prévaut à Watinoma (1° 38' W- 13° 09' N), petit terroir sub-sahélien de 11 km², surpeuplé, aux sols ingrats et recevant annuellement près de 600 mm de pluie. Les cultures y sont quasi continues et essentiellement vivrières (mils et sorghos), réali-

sées en parcs agroforestiers et notamment sous *Faidherbia albida*. Le parc à faidherbia, en cours de redensification, est jeune et composite, couvrant inégalement les hauts et bas de versant. Les arbres y sont fortement émondés par les Moosés et, sur le site aval où ils résident, par les Peuls.

Nature et fréquence des observations

Le suivi phénologique des faidherbias a été réalisé en adaptant la méthode de Grouzis et Sicot (1980). Les critères de caractérisation des stades phénologiques des phases de feuillaison, floraison et fructification ont été légèrement modifiés (tabl. 1). Afin de préciser l'état de développement des organes, chaque stade a été assorti d'une cotation correspondant aux fréquences suivantes (Billand et Diallo, 1991) :

1 = 0 % ; 2 = 1 à 19 % ; 3 = 20 à 39 % ; 4 = 40 à 59 % ; 5 = 60 à 79 % ; 6 = 80 à 100 %.

Phénophases	Stades	Caractéristiques
Feuillaison	A	rameaux nus, sans feuilles
	B	bourgeons foliaires déboussant et premières feuilles épanouies
	C	feuilles épanouies sur rameaux en pleine croissance
	D	jaunissement et chute des premières feuilles
Floraison	A	aucune fleur sur l'arbre
	B	bourgeons floraux et apparition des premières fleurs
	C	plein épanouissement des fleurs
	D	fleurs fanant avec chute des pièces florales
Fructification	A	aucun fruit sur l'arbre
	B	nouaison et jeunes fruits verts et aqueux
	C	maturité des fruits, jaune-orangés et secs
	D	chute des fruits

Tableau 1
Phénophases, stades et caractéristiques correspondantes reconnues pour le suivi phénologique de *Faidherbia albida* sur les parcs de Dossi et Watinoma.

Tout individu peut porter plusieurs stades dont les fréquences cumulées valent 100 %.

Les observations ont été réalisées tous les 10 jours durant trois ans à Dossi et à Watinoma, avec toutefois une interruption de 5 mois, à Watinoma, pendant la saison sèche 1992.

Échantillonnage et analyses

L'échantillonnage a été constitué en tenant compte de la structure des peuplements, des facteurs émondage, dimension de l'arbre et site (tabl. 2).

A Dossi, l'émondage total a été appliqué expérimentalement trois années successives en fin de saison sèche, alors qu'à Watinoma, durant une même période, l'échantillonnage a été fait sur l'ensemble des faidherbias émondés par les villageois au cours de la saison sèche.

Pour l'étude de chaque facteur, trois types d'analyses ont été réalisés :

- une analyse de variance appliquée à l'ensemble des valeurs cumulées sur des périodes données au sein de chaque phénophase. On a ainsi comparé les cumuls décennaires des différentes modalités sur

Facteurs	Modalités	Dossi : N	Watinoma : N
Émondage	nul : 0 %	60	
	faible : 1-25 %		40
	modéré : 25-50 %		40
	fort : 50-100 %		42
	total : 100 %	10	
Circonférence	CIR1 : 50-100 cm	21	49
	CIR2 : 100-200 cm	21	49
	CIR3 : 200-300 cm	18	24
Site	HV : haut de versant	30	53
	MV : versant moyen		69
	BV : bas de versant	30	

■ Tableau 2
Nombre de *Faidherbia albida* pris en considération sur les parcs de Dossi et Watinoma en fonction des trois facteurs étudiés et de leurs modalités.

des périodes déterminées par la succession des phénophases, ce qui revient à comparer des situations moyennes d'une période à l'autre ;

- un test de χ^2 appliqué à l'ensemble des valeurs maximales de chaque phénophase sur des périodes données. On a donc, pour chaque cas, mesuré l'indépendance des traitements ou modalités constitutifs des sous-échantillons ;
- une analyse de variance appliquée sur le nombre de décades comptant des arbres en feuilles, fleurs ou fruits selon les modalités fixées et sur des périodes déterminées, comparant donc l'étendue des phénophases, indépendamment de l'intensité des phénomènes observés.

Résultats

Feuillaison, défeuillaison et refeuillaison

Périodisme et variation des cycles de feuillaison /défeuillaison

Pour les arbres non émondés de Dossi, l'examen de la figure 1, tous stades de feuillaison confondus, fait ressortir :

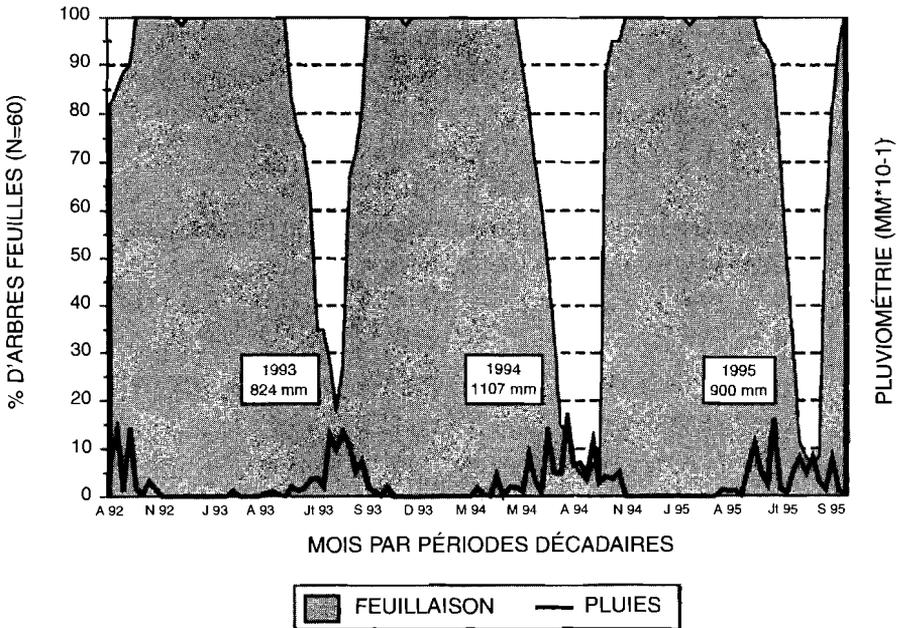
- la régularité des cycles de feuillaison/défeuillaison, cycles marqués par la synchronie inverse au rythme des saisons qui caractérise *Faidherbia albida*. L'étendue et l'amplitude des courbes témoignent de la durée et de la fréquence des feuillaisons ;
- une refeuillaison rapide, totale ou presque, un mois avant les dernières pluies ;
- une défeuillaison bien corrélée au cumul des pluies ($R^2 \geq 0,8$ pour les 3 saisons). En 1993, saison aux pluies tardives et déficitaires, 20 % des arbres restent feuillés contre 5 à 10 % en 1994 et 1995 où les pluies sont tombées tôt, avec abondance. La durée de la feuillaison paraît également varier avec l'abondance et la répartition des pluies.

L'analyse plus fine de la feuillaison de ces arbres, à travers la succession des 4 phases phénologiques observées, rompt avec la régu-

larité du phénogramme. En effet, les courbes correspondant aux premières feuilles, feuilles épanouies et vieilles feuilles sont d'inégale amplitude et se chevauchent partiellement. Une forte variabilité interannuelle apparaît en début de feuillaison et à la chute des vieilles feuilles, stades les plus fugaces, à la différence du stade intermédiaire des feuilles épanouies, qui couvre 6 à 7 mois.

En 1993-94, la prolongation du stade des premières feuilles, représentée par des pics secondaires jusqu'au milieu de la saison des pluies, correspond à des événements chronologiques distincts :

- pour la plupart des individus, une refeuilaison faisant suite à une période de défoliation par des chenilles. Un tel cas a été enregistré au Zimbabwe par Dunham (1993) ;
- des repousses d'individus qui, blessés par le feu lors du nettoyage des champs en fin de saison sèche, se refeuilent entre le début et le milieu de la saison des pluies.



■ Figure 1

Feuillaison et défeuillaison de *Faidherbia albida* à Dossi au cours des saisons sèches et pluvieuses 1992 à 1995. La feuillaison est exprimée en % d'arbres feuillés, tous stades confondus, arbres émondés exclus.

Le démarrage du stade des vieilles feuilles varie d'une année à l'autre. Son amplitude et sa durée sont variables alors qu'il s'achève toujours au milieu de la saison des pluies.

Défeuillaison et refeuillaison sont très fluctuantes à Watinoma (fig. 2) :

- la défeuillaison du *faidherbia* au cours des années 1991, 1993 et 1994 n'est totale et simultanée que pour 20 à 50 % de l'effectif. Elle s'étend sur une période très variable, tardive et brève en 1991, hâtive et plus ample les autres années ;
- entre la fin de la saison sèche et le milieu de la saison des pluies, apparaissent des pics secondaires de refeuillaison, correspondant aux effets induits par l'émondage, et dont l'intensité et la fréquence varient d'une saison à l'autre. On observe successivement des défeuillaisons comptant les arbres totalement émondés et ceux

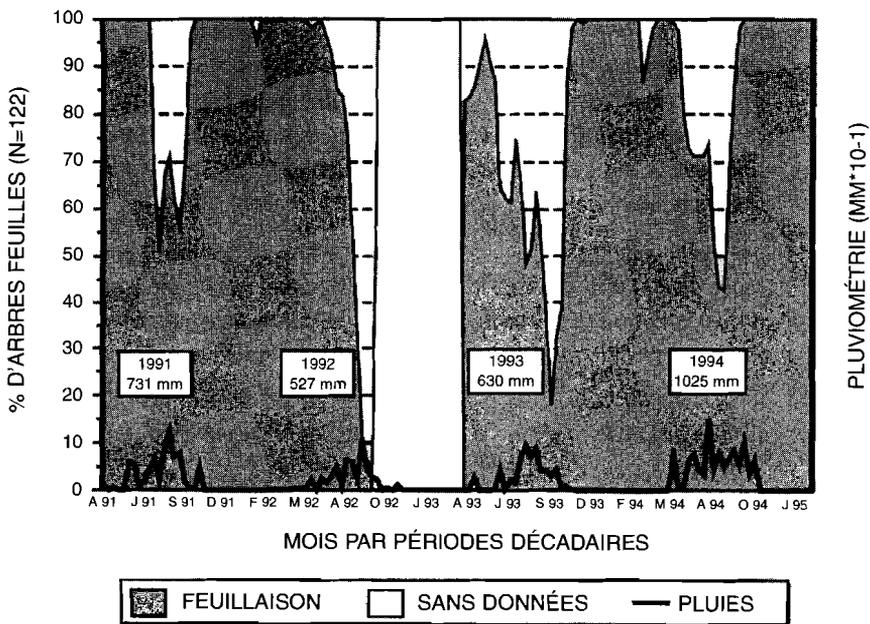


Figure 2

Feuillaison et défeuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma au cours des saisons sèches et pluvieuses 1991 à 1995 (à l'exclusion de la saison sèche 1992-93). La feuillaison est exprimée en % d'arbres feuillus, tous stades confondus, la majorité des individus étant faiblement à fortement émondés.

défeuillés, puis des refeuillaisons qui se chevauchent dans le temps, affectent la plus grande part de l'effectif et perturbent la durée et l'intensité de la défeuillaison totale ;

- enfin, quelle que soit l'année, la feuillaison apparaît comme un phénomène synchrone, circonscrit à la fin de la saison des pluies, aussi rapide que le retrait de ces dernières.

Effet de l'émondage

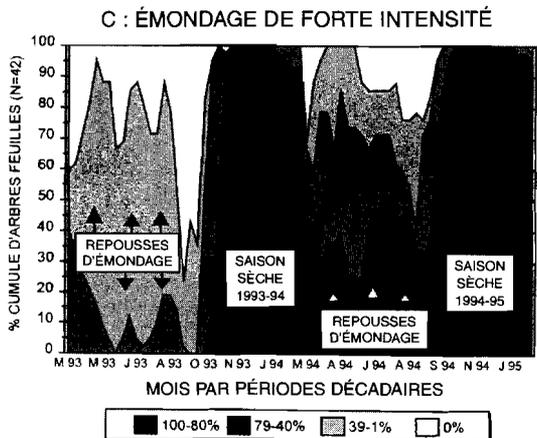
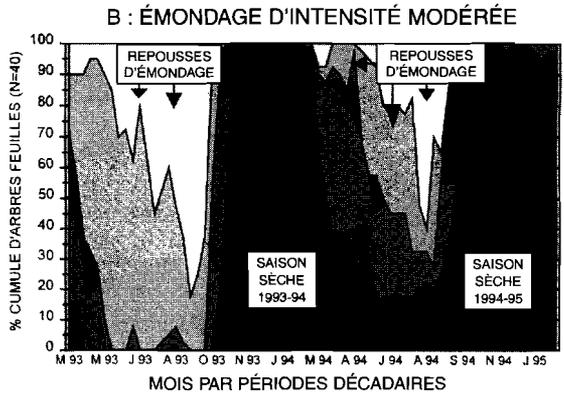
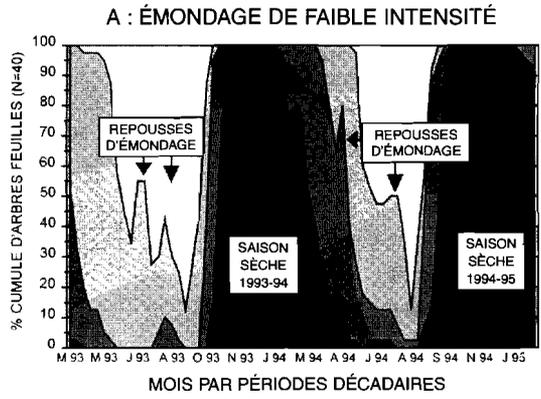
La fréquence et l'intensité de la feuillaison et des refeuillaisons induites par l'émondage à Watinoma, sont représentées par la figure 3 pour la période 1993-1995. En régime de faible intensité d'émondage, la feuillaison est prolongée jusqu'au milieu de la saison des pluies, les refeuillaisons étant révélées par des pics secondaires. Avec l'émondage d'intensité moyenne, la refeuillaison gagne surtout en intensité. La feuillaison est maximale pour 15 à 20 % de l'effectif, durant toute la saison des pluies 1994 et les arbres feuillés sont alors plus nombreux que ceux défeuillés. Enfin, avec l'émondage le plus intense, les refeuillaisons sont maximales mais très variables d'une saison à l'autre. En 1994, la plage des défeuillaisons est brève, ne concernant au plus que 40 % de l'effectif. En 1993, elle est beaucoup plus étendue, touchant moins d'arbres.

L'analyse comparative du régime d'émondage par périodes successives montre des différences significatives au cours de la refeuillaison (tabl. 3). A l'intensité maximale d'émondage, correspond une refeuillaison plus intense et surtout plus étendue.

A Dossi, la comparaison des feuillaisons et défeuillaisons saisonnières successives montre des différences très hautement significatives entre arbres totalement émondés et non émondés (tabl. 3). Les coupes totales, réalisées à un an d'intervalle en fin de saison sèche, engendrent une refeuillaison rapide et totale qui s'étend à l'ensemble de la saison des pluies. La défeuillaison des arbres émondés est alors différée de 3 à 4 mois par rapport aux arbres non émondés et apparaît très écourtée. Elle est suivie en début de saison sèche d'une nouvelle feuillaison qui est relativement synchrone à celle des arbres non émondés.

L'émondage a donc pour effet de prolonger et d'intensifier la feuillaison, quasi continue en saison des pluies, et d'inverser le rythme phé-

Figure 3
 Effet de l'émondage sur la feuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma, au cours des saisons sèches et pluvieuses 1993 à 1995. Intensité faible (A) : 1-25 % du houppier prélevé, modérée (B) : 25-50 %, forte (C) : 50-100 %.



nologique de l'espèce. La croissance des arbres apparaît corrélativement prolongée par cette refeuillaison.

Périodes analysées	Feuillaison Moyenne (%)			Feuillaison Maximale (%)			Étendue de la Feuillaison (%)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
A Watinoma									
FSS à FSP 93 (RF)	16	20	19	44	50	46	68**	79**	78**
FSP 93 à FSS 94	66	66	66	90	90	90	83	84	85
FSS à FSP 94 (RF)	34***	49***	58***	81*	84*	87*	69***	83***	89***
FSP 94 à FSS 95	90	90	90	90	90	90	100	100	100
A Dossi									
FSS à FSP 93 (RF)	36***	70***	72*	90*	90*	70**	91**		
FSP 93 à FSS 94	74	79	89	90	90	98	100		
FSS à FSP 94 (RF)	29***	65***	81	90	90	45***	80***		
FSP 94 à FSS 95	80	86	90	90	90	94	98		
FSS à FSP 95 (RF)	45***	59***	90	90	90	65***	83***		

I Tableau 3

Effet de l'émondage sur la feuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma et Dossi : moyennes, maxima et étendue de la phénophase au cours des années 1993 à 1995.

Moyennes sur les valeurs cumulées décennales (ANOVA).

Maxima sur les valeurs maximales décennales (test de χ^2).

Étendue : analyse des fréquences d'arbres feuillés (ANOVA).

Périodes analysées déterminées par les refeuillaisons (RF)

induites par l'émondage, entre la fin de la saison sèche (FSS)

et la fin de la saison des pluies (FSP). E0, E1, E2, E3, Et :

émondage nul, faible, modéré, fort, total. Différences observées

entre traitements pour P = 95 % : *significatives, **hautement

significatives, ***très hautement significatives.

Effet de la dimension de l'arbre

Le tableau 4 donne les analyses faites sur les arbres émondés à Watinoma et non émondés à Dossi. On relève une feuillaison plus intense et plus étendue des arbres les plus grands de Watinoma, principalement en périodes de refeuillaison. A Dossi, la feuillaison est quasi équivalente entre classes de circonférence – et donc d'âge – quelle que soit la période.

Les différences observées à Watinoma peuvent être attribuées à l'émondage. En effet, beaucoup de petits arbres sont épargnés par

l'émondage. Ils se défeuillent en saison des pluies, à la différence des plus grands qui, ayant été émondés pour la plupart, se refeuillett alors.

Périodes analysées	Feuillaison Moyenne (%)			Feuillaison Maximale (%)			Étendue de la Feuillaison (%)		
	CIR1	CIR2	CIR3	CIR1	CIR2	CIR3	CIR1	CIR2	CIR3
A Watinoma									
FSS à FSP 93 (RF)	15***	19***	24***	40***	48***	59***	67***	77***	82***
FSP 93 à FSS 94	65**	66**	68**	90	90	90	82**	85**	86**
FSS à FSP 94 (RF)	35***	56***	53***	79***	86***	90***	69***	88***	88***
FSP 94 à FSS 95	90	90	90	90	90	90	100	100	100
A Dossi									
FSP 92 à FSP 93	54	57	57	81	83	87	89	89	89
FSP 93 à FSP 94	53*	57*	59*	89	90	90	76	73	78
FSP 94 à FSP 95	63	64	64	89	90	90	78	79	79

Tableau 4

Effet de la dimension de l'arbre sur la feuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma et Dossi : moyennes, maxima et étendue de la phénophase au cours des années 1992 à 1995. Moyennes sur les valeurs cumulées décadaires (ANOVA). Maxima sur les valeurs maximales décadaires (test de χ^2). Étendue : analyse des fréquences d'arbres feuillés (ANOVA). Périodes analysées à Watinoma déterminées par les refeuillaisons (RF) induites par l'émondage, entre la fin de la saison sèche (FSS) et la fin de la saison des pluies (FSP) et par les cycles de feuillaison/défeuillaison à Dossi. CIR1, CIR2 et CIR3 : 50-100, 100-200 et 200-300 cm de circonférence. Différences observées entre traitements pour P = 95 % : *significatives, **hautement significatives, ***très hautement significatives.

Effet du site

La comparaison des valeurs caractérisant la feuillaison en fonction du site à Watinoma (tabl. 5) montre une différence significative à l'avantage du site aval, le mieux alimenté en eau. La feuillaison est initiée en fin de saison des pluies, totale en 2 à 3 décades et sans décalage notable entre haut et bas de versant. Mais la défeuillaison est un peu plus tardive en aval correspondant à des refeuillaisons plus étendues et plus intenses sur ce site qui compte les arbres les plus émondés. Les différences observées peuvent donc résulter de l'émondage.

Périodes analysées	Moyenne de la Feuillaison (%)		Moyenne des Maxima (%)		Étendue de la Feuillaison (%)	
	HV	BV	HV	BV	HV	BV
A Watinoma						
FSS à FSP 93 (RF)	16**	20**	44	51	81	82
FSP 93 à FSS 94	64*	67*	90	90	82**	85**
FSS à FSP 94 (RF)	43***	50***	79**	87**	81**	88**
FSP 94 à FSS 95	90	90	90	90	100	100
A Dossi						
FSP 92 à FSP 93	MV	BV	MV	BV	MV	BV
FSP 92 à FSP 93	57	55	85	81	89	89
FSP 93 à FSP 94	56	57	89	90	75	75
FSP 94 à FSP 95	63	64	90	90	78	80

Tableau 5

Effet du site sur la feuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma et Dossi: moyennes, maxima et étendue de la phénophase au cours des années 1992 à 1995. Moyennes sur les valeurs cumulées décadaires (ANOVA). Maxima sur les valeurs maximales décadaires (test de χ^2). Étendue : analyse des fréquences d'arbres feuillés (ANOVA). Périodes analysées à Watinoma déterminées par les refeuillaisons (RF) induites par l'émondage, entre la fin de la saison sèche (FSS) et la fin de la saison des pluies (FSP) et par les cycles de feuillaison/défeuillaison à Dossi. HV, MV et BV : haut, moyen et bas de versant. Différences observées entre traitements pour P = 95 % : *significatives, **hautement significatives, ***très hautement significatives.

A Dossi, la comparaison entre les arbres du site aval, aux sols bruns eutrophes les plus profonds et humides et ceux du versant aux sols ferruginisés, plus secs et superficiels, ne montre aucune différence significative (tabl. 5). Ces résultats expriment le caractère d'homogénéité du parc mais aussi la plasticité de *Faidherbia albida*.

Floraison et fructification

L'analyse de la floraison et de la fructification de l'espèce, selon les facteurs site, émondage et dimension de l'arbre, est faite sur une saison à Watinoma et trois à Dossi.

Effet de l'émondage

A Dossi, l'effet de l'émondage sur la floraison et la fructification apparaît clairement sur les figures 4 et 5 qui comparent les phénogrammes des faidherbias non émondés et totalement émondés.

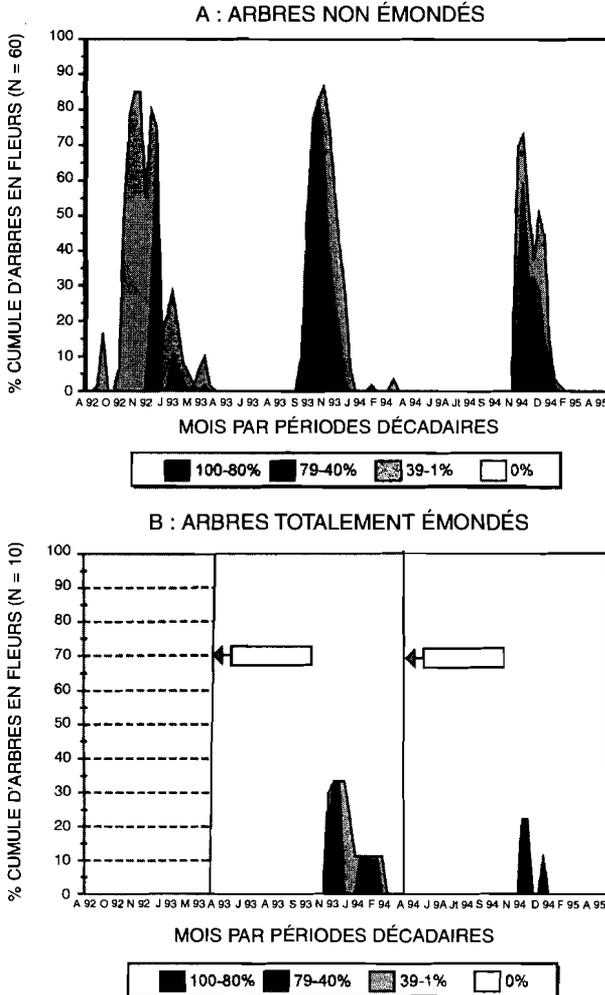


Figure 4
Effet de l'émondage sur la floraison de *Faidherbia albida* à Dossi, au cours des saisons sèches 1992 à 1995. A : arbres non émondés, B : arbres totalement émondés (100 % du houppier prélevé 3 fois, successivement, en fin de saison sèche).

La floraison des arbres non émondés démarre en début de saison sèche, généralement 2 à 3 décades après le début de la feuillaison, mais on observe une floraison précoce chez quelques individus, avant la fin de saison des pluies en 1992. Elle s'étend à l'ensemble

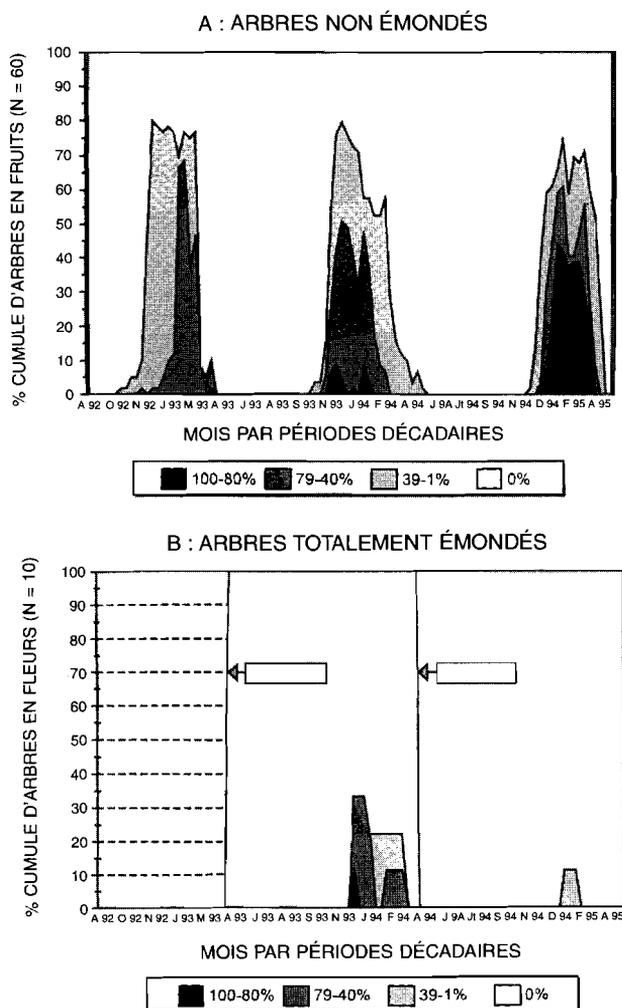


Figure 5
Effet de l'émondage sur la fructification de *Faidherbia albida* à Dossi au cours des saisons sèches 1993 à 1995. A : arbres non émondés, B : arbres totalement émondés (100 % du houppier prélevé 3 fois, successivement, en fin de saison sèche).

de l'effectif sur 3 à 4 mois, quelques arbres fleurissant une seconde fois entre le milieu et la fin de la saison sèche, et présente une variation interannuelle aussi forte en étendue qu'en intensité.

La floraison des arbres totalement émondés présente des fréquences et intensités très faibles, montrant que l'émondage hypothèque largement la floraison. Pour toutes les valeurs comparées, les différences sont très hautement significatives. On relève en outre que la floraison des arbres émondés accuse un différé de 2 décades à 2 mois, corrélativement à celui observé sur la feuillaison.

La fructification des individus non émondés, et plus précisément la nouaison, démarre 2 à 4 décades après les premières fleurs. La pleine maturation s'étend jusqu'au milieu de la saison sèche. S'ils n'ont pas encore été gaulés, les fruits mûrs et secs tombent pour la plupart sous l'effet du vent. Tous les individus qui fleurissent fructifient plus ou moins, hormis quelques-uns dont les fleurs tombent ou avortent sous l'effet du vent ou du feu.

La fructification des *faidherbias* totalement émondés est plus affectée que leur floraison. Après la seconde coupe, un seul arbre sur dix a fructifié, et de façon médiocre. En conclusion, à Dossi, non seulement l'émondage total compromet la fructification, mais sa répétition la réduit presque à néant.

A Watinoma, l'interprétation est plus délicate à faire, tous les arbres ayant été émondés. Bien que l'analyse révèle que les arbres les plus émondés fleurissent avec moins d'intensité que ceux faiblement émondés, les écarts sont faibles. Dans les deux cas, la floraison est hâtive : 20 à 30 % des individus émondés tôt en saison sèche fleurissent dès le milieu de la saison des pluies. Aux émondages successifs, plus ou moins forts et répétés, correspondent des pics de floraison plus ou moins marqués. Bien qu'il soit délicat d'interpréter les effets saisonniers en régime d'émondage, on peut cependant noter que cette floraison, forte en intensité et en fréquence, correspond à une saison des pluies 1991 très tardive et déficitaire. L'inverse a été observé les années suivantes.

La fructification des arbres les plus émondés s'achève plus tard que celle des autres, faite de pics successifs, à l'image de la floraison. Mais l'intensité de la fructification varie peu d'un traitement à l'autre. Quant aux arbres ayant fleuri au cours de la saison des pluies 1991, ils n'ont pas produit de fruits.

Effet du site

A Watinoma, l'effet du site sur la floraison et la fructification de *Faidherbia albida* est assez peu marqué malgré le fort contraste pédologique et hydrique existant entre hauts et bas de versant (tabl. 6). La floraison, qui présente sur les deux sites un profil en dents de scie caractéristique d'une population d'arbres soumis à émondage, est significativement plus intense sur hauts de versant pour la période étudiée. La fructification, quant à elle, n'apparaît pas différenciée entre les sites.

Périodes analysées	Phénophases Moyennes (%)		Phénophases Maximales (%)		Étendue des Phénophases (%)	
	HV	BV	HV	BV	HV	BV
A Watinoma						
Floraison :						
MSP 91 à FSS 92	30**	26**	90	90	45	44
Fructification :						
FSP 91 à FSS 92	22	24	89	90	45	44
A Dossi						
Floraison :						
FSP 92 à FSS 93	9	9	45	43	30	28
FSP 93 à FSS 94	17	16	74	72	39	40
DSS 94 à MSS 95	20	22	73	66	39	39
Fructification :						
FSP 92 à FSS 93	15	16	50	45	44	44
FSP 93 à FSS 94	12	17	47	54	59	52
DSS 94 à FSS 95	29	29	79	63	35	39

Tableau 6

Effet du site sur la floraison et la fructification de *Faidherbia albida* à Watinoma et Dossi : moyennes, maxima et étendue des phénophases au cours des années 1991 à 1995. Moyennes sur les valeurs cumulées décadaires (ANOVA). Maxima sur les valeurs maximales décadaires (test de χ^2). Étendue : analyse des fréquences d'arbres feuillés (ANOVA). Périodes analysées déterminées par la durée des phénophases, entre le milieu, la fin de la saison des pluies ou le début de la saison sèche (MSP, FSP, DSS) et le milieu ou la fin de la saison sèche (MSS, FSS). HV, MV et BV : haut, moyen et bas de versant. Différences observées entre traitements pour P = 95 % : *significatives, **hautement significatives, ***très hautement significatives.

A Dossi, où sont comparés les individus non émondés des versants est et ouest à ceux du centre du parc, les différences ne sont pas significatives, à l'instar de l'analyse faite de la feuillaison (tab. 6). Floraisons et fructifications démarrent et s'achèvent dans le même temps à une décade près, les premières précédant les secondes de 2 à 3 décades, quel que soit le site.

Effet de la dimension de l'arbre

A Watinoma, les phénogrammes sont assez similaires, tant pour la floraison que pour la fructification (tab. 7). Mais la durée de la

Périodes analysées	Phénophases Moyennes (%)			Phénophases Maximales (%)			Étendue des Phénophases (%)		
	CIR1	CIR2	CIR3	CIR1	CIR2	CIR3	CIR1	CIR2	CIR3
A Watinoma									
Floraison :									
MSP 91 à FSS 92	26	29	28	90	90	90	42***	47***	45***
Fructification :									
FSP 91 à FSS 92	27***	19***	24***	89	90	90	59***	63***	71***
A Dossi									
Floraison :									
FSP 92 à FSS 93	5***	9***	12***	30***	49***	52***	19***	31***	40***
FSP 93 à FSS 94	9***	18***	21***	47***	85***	85***	18***	32**	36***
DSS 94 à MSS 95	9***	24***	29***	40***	82***	83***	20***	41***	55***
Fructification :									
FSP 92 à FSS 93	7***	18***	21***	25***	54***	63***	21***	51***	58***
FSP 93 à FSS 94	4***	16***	22***	17***	59***	70***	13***	42***	53***
DSS 94 à FSS 95	10***	37***	43***	44***	78***	89***	27***	63***	75***

Tableau 7

Effet de la dimension de l'arbre sur la floraison et la fructification de *Faidherbia albida* à Watinoma et Dossi : moyennes, maxima et étendue des phénophases au cours des années 1991 à 1995. Moyennes sur les valeurs cumulées décadaires (ANOVA). Maxima sur les valeurs maximales décadaires (test de χ^2). Étendue : analyse des fréquences d'arbres feuillés (ANOVA). Périodes analysées déterminées par la durée des phénophases, entre milieu, fin de saison des pluies ou début de saison sèche (MSP, FSP, DSS) et milieu ou fin de saison sèche (MSS, FSS). CIR1, CIR2 et CIR3 : 50-100, 100-200 et 200-300 cm de circonférence. Différences observées entre traitements pour P = 95 % : *significatives, **hautement significatives, ***très hautement significatives.

floraison et, corrélativement, celle de la fructification des gros arbres, sont significativement supérieures à celles des petits arbres. Une large part des floraisons précoces induites par les émondages de ces arbres ne donne pas de fruits. A l'inverse, les plus petits arbres (les moins affectés par l'émondage) ont une floraison plus groupée qui engendre une fructification significativement plus importante.

La floraison et la fructification sont très significativement influencées par la dimension des arbres à Dossi (tabl. 7). Les plus petits arbres (les plus jeunes) fleurissent avec moins d'intensité et sur une période plus courte que les arbres les plus gros. Parmi les plus petits arbres, quelques-uns, sexuellement immatures, n'ont d'ailleurs jamais fleuri au cours des 3 ans de suivi.

La fructification apparaît, dans tous les cas, 2 à 3 décades après la floraison.

Discussion et conclusion

La phénologie du *faidherbia*, par l'ampleur des variations enregistrées entre Dossi et Watinoma, différencie fortement les populations des parcs étudiés. Mais les différences dépendent plus de l'émondage que de tout autre facteur, notamment environnementaux.

De fait, seul le parc de Dossi, qui compte des *faidherbias* non émondés, se prête à l'interprétation des effets site et dimension de l'arbre. Les effets de site y sont quasi inexistants, montrant une bonne plasticité de l'espèce, mais il est vrai que l'échantillonnage n'a pas été étendu aux sites les plus secs du parc. Quant à l'effet de la dimension, il est finalement assez peu marqué. Aussi, ces *faidherbias* présentent-ils des cycles de feuillaison/défeuillaison au périodisme régulier et synchrone avec le rythme des saisons. La précocité, l'abondance et la durée des pluies paraissent déterminer l'étendue et l'amplitude de ce périodisme plus que les autres facteurs. A une échelle plus fine, l'analyse montre d'importantes fluc-

tuations individuelles des stades de feuillaison, d'origine sanitaire (chenilles défoliatrices) ou liées à l'aménagement des sols (feu) et, vraisemblablement, d'origine génétique.

L'émondage, à Dossi comme à Watinoma, perturbe fondamentalement les phénophases. A Dossi, l'émondage total, appliqué en fin de saison sèche, illustre de façon nette le décalage induit sur la feuillaison qui s'étend alors à la saison des pluies. A Watinoma, en régime d'émondage traditionnel, la refeuillaison est très irrégulière, constituée de pics successifs d'amplitude et d'intensité très variable. Le caractère imprévu des coupes, en intensité, temps et fréquence, ne permet pas de bien différencier les effets de site et de dimension des arbres.

Mais, dans tous les cas, sur les deux parcs étudiés, l'émondage a pour effet de remettre « à l'endroit » le rythme phénologique inverse de l'espèce, au point pour certains arbres d'être feuillés en quasi-continuité d'une saison à l'autre. Deux conséquences en résultent. La première concerne l'arbre dont la croissance se poursuit en saison des pluies. Malgré la réduction du houppier, et donc de sa surface de photosynthèse, le bilan paraît positif, au regard des mesures faites à Watinoma. En effet, les arbres émondés ont un assez fort accroissement moyen sur le rayon, de l'ordre d'un cm par an, soit le double des arbres non émondés de Dossi, dont les conditions pédo-hydrriques sont pourtant plus favorables (Depommier, 1996 b). La seconde conséquence affecte les cultures associées qui sont alors ombragées par la refeuillaison de l'arbre. L'ombrage est cependant léger du fait de la réduction du houppier mais aussi parce que sa reconstitution et sa densification sont partielles en 3 à 4 mois de culture. Sur la base de l'amélioration significative de l'économie de l'eau mesurée, en début de saison des pluies, sous les faidherbias des sites les plus secs de Watinoma (Depommier, 1996 a), on peut considérer cet ombrage comme bénéfique aux plantules qui se développent sous l'arbre. Il induit une réduction de l'évapotranspiration, alors très forte, et une meilleure protection des cultures fréquemment soumises à des périodes de sécheresse. Les agriculteurs interrogés n'ont d'ailleurs jamais mentionné d'effet de concurrence de l'arbre sur les cultures liée à cette refeuillaison.

L'intensité de l'émondage fait varier la réponse des arbres et certainement ses effets sur les cultures. Ainsi, l'émondage total multiplie

par 2 l'intensité de la feuillaison et prolonge de 3 à 4 mois cette dernière entre la fin de la saison sèche et la fin de la saison des pluies. La défeuillaison qui la suit est alors rapide puis en début de saison sèche la feuillaison des arbres émondés s'ajuste à nouveau à celle des arbres non émondés.

Dans tous les cas, l'espèce rejette vigoureusement, supportant sans dépérir des émondages forts et répétés durant de nombreuses années. Les productions feuillées sont soutenues, variant selon la dimension de l'arbre de 10 à 50 kg de matières sèches (Depommier, 1996 c). Ces résultats confirment les différences enregistrées sur la feuillaison des arbres selon leur circonférence et, à l'inverse, le peu d'effet observé en fonction du site.

Par contre, l'émondage a des effets négatifs sur la floraison et la fructification. Soumis à émondage total, l'arbre ne fleurit ni ne fructifie pratiquement plus après deux coupes successives alors qu'un arbre non émondé, à Dossi, produit selon sa dimension 6 à 22 kg de fruits par saison (mat. sèches). Il en va de même en régime d'émondage fort à modéré lorsque les coupes sont répétées d'une année à l'autre, 2 à 3 fois par saison, comme c'est le cas pour la plupart des arbres de Watinoma. La différence entre un émondage fort et un émondage faible y est ténue et la variation liée aux facteurs site et circonférence apparaît faible. L'émondage hypothèque donc la production fruitière et occulte les effets des autres facteurs. Ce résultat reflète la précarité de la situation fourragère de Watinoma où la surexploitation des faidherbias est devenue la règle, malgré le savoir-faire des Peuls qui ne suffit plus à limiter les effets négatifs de l'émondage.

Bibliographie

AUBREVILLE (A.), 1937 - Remarques écologiques sur la distribution géographique de quelques espèces d'Acacia en Afrique Occidentale. *Rev. Bot. Appl. Agr. Trop.*, 796 p.

BILLAND (A.), DIALLO (B.), 1991 - Amélioration des ligneux soudano-sahéliens.

Activités 1990-91, Stratégies et perspectives, IRBET/CNRST, Ouagadougou, 195 p.

DEPOMMIER (D.), 1996a - Structure, dynamique et fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Caractérisation et incidence des facteurs biophysiques

et anthropiques sur l'aménagement et le devenir des parcs de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Paris 6, 519 p.

DEPOMMIER (D.), 1996b - Croissance de *Faidherbia albida* dans les parcs du Burkina Faso. Étude des cernes annuels dans la tige et le pivot racinaire. In Les parcs à faidherbia. *Cahiers scientifiques* n°12 du CIRAD-Forêt, CIRAD/CORAF/ORSTOM, Montpellier : 23-43.

DEPOMMIER (D.), 1996c - Émondage traditionnel de *Faidherbia albida*. Production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et Watinoma, Burkina Faso. In Les parcs à faidherbia. *Cahiers scientifiques* n°12 du CIRAD-Forêt, CIRAD/CORAF/ORSTOM, Montpellier : 55-84.

DUNHAM (K. M.), 1991 - Phenology of *Acacia albida* trees in Zambezi riverine woodlands. *African J. Ecol.*, 29 : 118-129.

GROUZIS (M.), SICOT (M.), 1980 - « Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes. Influence de quelques facteurs écologiques. » In ACC, Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, Haute

Volta, DGRST/ORSTOM, Ouagadougou, 11 p.

LEBRUN (J.), 1968 - « A propos du rythme végétatif de l'*Acacia albida* Del. » *Collectanea Botanica*, (A.) Barcinonensi Botanico Instituto éd VII (II) : 625-636.

NONGONIERMA (A.), 1979 - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. X : Phénologie en culture et dans la nature, types biologiques, nombres chromosomiques. *Bull IFAN*, 41, série A (4) : 732-760.

PORTERES (R.), 1957 - Un phénomène curieux : un arbre vivant à contre-saison en Afrique soudano-zambézienne. *Sciences et Nature*, 19 : 19-24.

SINA (S.), 1991 - « Observations sur la phénologie d'*Acacia albida* à Kokologho (Burkina Faso). » In Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'Étude de l'Arbre/OSS, John Libbey Eurotext, Montrouge : 229-234.

TROCHAIN (J. L.), 1969 - Le rythme aberrant de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Mimos.). *Annales Scient de l'Université de Besançon, Botanique*, 3ème série, fasc. 6 : 7-13.