



WWJMRD 2017; 3(9): 245-253

www.wwjmr.com

International Journal

Peer Reviewed Journal

Refereed Journal

Indexed Journal

UGC Approved Journal

Impact Factor MJIF: 4.25

e-ISSN: 2454-6615

Par Marie-Alain Mbarga Bindzi

Université de Yaoundé I,
Département de Biologie et
Physiologie Végétales,
Laboratoire de Botanique-
Ecologie, BP 812, Yaoundé,
Cameroun

Arthur Meyong

Université de Yaoundé I,
Département de Biologie et
Physiologie Végétales,
Laboratoire de Botanique-
Ecologie, BP 812, Yaoundé,
Cameroun

Léon Dieudonné Kono

Université de Yaoundé I,
Département de Biologie et
Physiologie Végétales,
Laboratoire de Botanique-
Ecologie, BP 812, Yaoundé,
Cameroun

Damien Marie Essono

Université de Yaoundé I,
Département de Biologie et
Physiologie Végétales,
Laboratoire de Botanique-
Ecologie, BP 812, Yaoundé,
Cameroun

Correspondence:

Par Marie-Alain Mbarga Bindzi

Université de Yaoundé I,
Département de Biologie et
Physiologie Végétales,
Laboratoire de Botanique-
Ecologie, BP 812, Yaoundé,
Cameroun

Influence des variations hygrométriques du sol sur la floraison de *Tabernaemontana crassa* Benth. dans une forêt mésophile secondarisée du Sud-Cameroun

Par Marie-Alain Mbarga Bindzi, Arthur Meyong, Léon Dieudonné Kono, Damien Marie Essono

Abstract

L'influence des variations hygrométriques du sol sur la floraison de *Tabernaemontana crassa* Benth. (*Apocynaceae*) est étudiée dans une forêt mésophile secondarisée du Sud-Cameroun. L'étude s'est déroulée pendant cinq (05) mois et les observations ont porté sur les variations de la teneur en eau du sol et l'apparition des fleurs chez les individus rencontrés à différentes positions topographiques : haut de pente, mi-pente et bas de pente. Les résultats obtenus montrent que la teneur en eau est significativement différente entre le haut et le bas de pente ; la floraison de *T. crassa* est massive et intervient au cœur de la grande saison sèche, de décembre à février. A l'opposé des individus rencontrés en bas de pente, ceux installés en haut de pente ont une floraison plus précoce en lien avec la forte diminution de la teneur en eau du sol observée au niveau de cette entité topographique. Cette précocité est encore plus marquée chez les jeunes individus de la classe H1 et ceux de la classe H2. L'action de la topographie sur la floraison peut être considérée comme indirecte, en ce sens que ses variations ont un effet sur la disponibilité dans le milieu de l'un des principaux facteurs limitants de la vie des plantes, en l'occurrence l'eau.

Keywords: floraison, versant, teneur en eau, *Tabernaemontana crassa*, forêt mésophile, Sud-Cameroun

Introduction

Dans le contexte des changements climatiques qui prévalent actuellement, les espèces indigènes tant arbustives qu'arborescentes peuvent réagir par des changements importants dans leur répartition géographique, leur productivité et leur floraison (Charru *et al.*, 2010; Jonard *et al.*, 2014). La floraison de ces espèces indigènes est un processus complexe qui est contrôlé par plusieurs facteurs d'ordre endogènes et exogènes (Loubry, 1994; Sabatier et Puig, 1982; Mbarga Bindzi *et al.*, 2005). En zone tropicale, ces facteurs d'ordre exogène tels que le stress hydrique (Reich et Borchert, 1984 ; Wright and Cornejo, 1990 ; Wright, 1991 ; Borchert, 1994), les variations thermiques (Ashton *et al.*, 1988; Williams-Linera, 1997), la photopériode (Van Schaik, 1986 ; Rivera *et al.*, 2002), l'irradiation (Wright and Van Schaik, 1994) et les variations saisonnières des précipitations (Opler *et al.*, 1976 ; Yadav et Yadav, 2008 ; Menga *et al.*, 2012 ; Fétéké *et al.*, 2016) influencent particulièrement la floraison des espèces arborescentes. Certes, ces nombreux travaux sont d'un grand intérêt pour une meilleure gestion durable des écosystèmes forestiers tropicaux, mais ils ne mettent pas l'accent sur le facteur hydrique du sol qui souvent peut s'avérer limitant dans les processus de croissance et de développement des espèces. À cet égard, les études menées sur les variations de la disponibilité de l'eau du sol sur la floraison des espèces ligneuses demeurent encore rares (Reich et Borchert, *ibid* ; Borchert, *ibid*).

En zone tropicale, les rares études portant sur la relation entre la teneur en eau du sol et la floraison présentent une forte hétérogénéité d'un site à un autre, liée à la variabilité des conditions du milieu et à la grande diversité structurale et floristique des communautés forestières. Nonobstant, l'existence de certaines populations ligneuses grégaires rencontrées

Sur des surfaces topographiquement hétérogènes et relativement restreintes peut offrir l'opportunité de conduire de manière objective des études sur l'influence des variations hygrométriques du sol sur la floraison des espèces susvisées. En effet, la topographie est l'un des principaux facteurs déterminant la répartition des communautés végétales et la floraison à l'échelle stationnelle où les conditions climatiques sont homogènes (Cardoso *et al.*, 2012). Certes, les études sur l'influence de la saisonnalité climatique et du stress hydrique sur la floraison des arbres existent en zone tropicale en général (Lieberman, 1982 ; Bibani Mbarga *et al.*, 1998 ; Yalibanda et Lejoly, 1998 ; Doucet *et al.*, 2002 ; Durieu *et al.*, 2003 ; Durieu et Daumerie., 2004 ; Menga *et al.*, 2012), mais ses caractéristiques en relation avec la microtopographie demeurent méconnues pour un grand nombre d'espèces de forêts africaines. À l'aune des changements climatiques qui prévalent, l'étude de la floraison des espèces grégaires peut s'avérer d'un grand intérêt pour une meilleure connaissance des mécanismes de résilience des espèces forestières et agro-forestières face aux périodes de stress hydrique ou de forte humidité, en ce sens qu'elle peut permettre de révéler les biotopes de refuge de ces espèces.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'influence des variations hygrométriques du sol sur la floraison d'une espèce arbustive grégaire de sous-bois de forêt mésophile secondarisée du Sud-Cameroun, en l'occurrence *Tabernaemontana crassa* Benth. Qui appartient au groupe taxonomique des *Apocynaceae*. Deux hypothèses sous-tendent cette approche, à savoir i) la disponibilité en eau du sol est un déterminant de la floraison chez *T. crassa* et ii) l'intensité de la floraison chez *T. crassa* est influencée par la pente. Dans cette étude, il s'agit plus spécifiquement de : (1) évaluer la teneur en eau du sol des principales parties d'un versant ; (2) établir la structure en hauteur de cette population le long du versant ; (3) déterminer le niveau de floraison de chaque classe de hauteur des individus en relation avec la topographie ; (4) établir une corrélation entre la floraison et la teneur en eau pour chaque unité topographique.

Matériel et méthodes

Site

Le site d'étude est localisé au lieu-dit Mimetala, petit village inclus dans une zone de forêt dense humide semi-décidue du Sud-Cameroun, riche en stades transitoires de végétation, de coordonnées géographiques 3°23'N et 11°30'E. Le village Mimetala est situé à environ 75 km en droite ligne au sud de Yaoundé. Il appartient à la commune rurale de Mengueme, située à 37 km environ au sud de la ville de Mbalmayo, se trouvant elle-même à une quarantaine de km de Yaoundé (Fig.1). Le site présente un paysage légèrement vallonné avec une altitude qui varie entre 600 et 760 m. Les sols sont majoritairement argileux ferrallitiques en fonction des paliers de la catena (Vallerie, 1973) : au bas on a un complexe calco-magnésien, orthognessique et pyroxénique plus dense qu'au milieu et lui-même plus dense qu'au sommet.

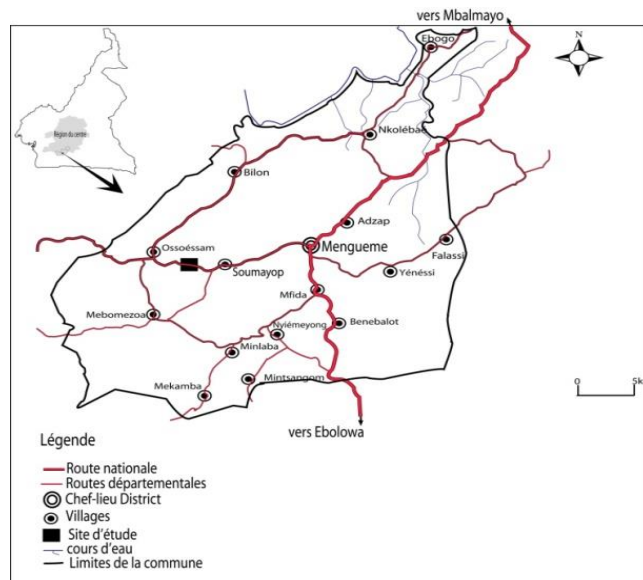


Fig.1: Localisation du site d'étude.

Le climat est équatorial de type guinéen, chaud et humide (Suchel, 1988), avec un régime pluviométrique bimodal (Fig.2) caractérisé par une petite saison pluvieuse (PSP) et une grande saison pluvieuse (GSP), s'étalant respectivement de mars à juin et de septembre à novembre. Elles alternent avec une grande saison sèche (GSS), de décembre à février, et une petite saison sèche (PSS) en juillet-août. Celle-ci n'est toutefois pas une véritable saison sèche car elle correspond à une simple baisse des précipitations dont l'ampleur varie d'une année à l'autre. La température moyenne annuelle est relativement constante et reste inférieure à 25°C. Les moyennes mensuelles les plus élevées sont enregistrées entre février et avril, et les plus faibles entre juillet et août. La courbe du rayonnement solaire présente également des maxima en février (GSS) puis en novembre (GSP), et des minima en janvier (GSS) puis en août (PSS). Les forêts sont de type dense humide de transition entre les types semi-caducifolié et sempervirent (Fayolle *et al.*, 2014). L'abondance d'espèces des familles des Sterculiacées et Ulmacées dans la canopée suggère toutefois une forte affinité avec le type semi-caducifolié (White, 1983 ; Letouzey, 1985).

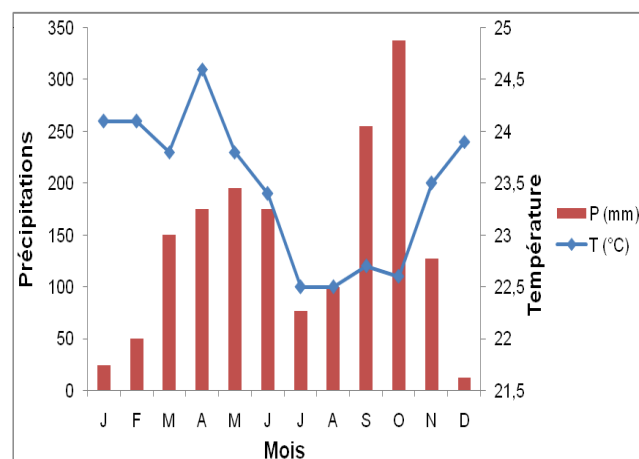


Fig.2 : Pluviométrie et températures mensuelles moyennes dans la région de Mbalmayo de 2002 à 2011 (Source : IITA-Mbalmayo).

Description de l'espèce

Le genre *Tabernaemontana* regroupe 100 à 110 espèces de

la famille des Apocynacées (soit 6-7 %), dont une vingtaine se retrouve en Afrique tropicale. Ces espèces sont caractéristiques des forêts denses semi-décidues et sempervirentes. Elles sont tolérantes à l'ombre dans les jeunes stades mais leur croissance requiert néanmoins de la lumière dans les stades plus avancés. D'après Aubréville (1959), ce sont des espèces dont les individus se présentent sous forme d'arbrisseaux et d'arbres de 1 à 15 m de haut. La fleur est de couleur blanc-vif (Fig.3). Leurs feuilles sont opposées ou verticillées, très rarement alternes et dépourvues de stipules (Prévost, 1966), leur longueur varie de 3 à 25 cm et produisent une sève laiteuse (Bossier et Guého, *op. cit.*, 2005). *Tabernaemontana crassa* Benth. Est un arbuste d'une dizaine de mètres et géographiquement très répandu. Elle est rencontrée à Madagascar, Nigéria, Côte d'Ivoire, Libéria, Guinée équatoriale, Gabon, Congo-Brazzaville et au Cameroun (Anonyme IV, 2008). Dans ce dernier pays, cette espèce se rencontre dans les forêts sempervirentes et semi-décidues, voire dans des forêts galeries en savanes ainsi que dans les forêts submontagnardes et montagnardes (Mbolo, 2004). C'est une espèce arbustive grégaire de sous-bois, à floraison annuelle unique, intervenant lors de la grande saison sèche. Très souvent, la floraison peut être observée chez de nombreux individus d'une classe de hauteur ou de diamètre donné. Cette caractéristique florale peut être judicieusement exploitée pour étudier l'influence de certains facteurs écologiques, peu ou rarement évoqués, sur le synchronisme de la floraison observé chez cette espèce, en l'occurrence la teneur en eau du sol à travers la microtopographie.



Fig.3 : Fleur et boutons floraux de *Tabernaemontana crassa* Benth.

Collecte des données

Echantillonnage et mesure des hauteurs

L'échantillonnage des individus de *T. crassa* a été effectué au niveau de trois placettes permanentes de près de 0,7 ha (325 m x 215 m) chacune, installées suivant un sentier de 0,8 km de longueur, allant du haut d'une pente (HP) jusqu'au bas de pente (BP), en passant par une zone de mi-pente (MP). La disposition de ces trois placettes a été définie sur la base de l'élévation topographique et de la densité des individus de *T. crassa*. Un total de 223

individus de *T. crassa* a été retenu pour les observations portant sur la floraison. Dans chaque placette, ces individus ont été numérotés et groupés en trois classes de hauteur (H1, H2 et H3) d'amplitude 2 m. Ces hauteurs ont été mesurées à l'aide d'une perche graduée de 15 m.

Facteurs stationnels

La situation topographique de chaque placette a été notée et son élévation mesurée à l'aide d'un GPS de marque Garmin 60. Les résultats des mesures des élévations ont permis de distinguer trois unités topographiques : un haut de pente (HP), près de 150 m de longueur et d'altitude comprise entre 680 et 686 m (soit 4%); une mi-pente (MP), de 350 m de longueur et d'altitude comprise entre 657 et 683 m (soit 7,4%) ; un bas de pente (BP) de 300 m de longueur et de 653 à 660 m d'altitude (soit 2,3%), débouchant sur une zone marécageuse traversée par la rivière Bissegue. C'est suivant ce gradient topographique que les trois placettes ont été disposées.

La teneur pondérale en eau a été obtenue à partir des 15 échantillons de sol frais prélevés, à l'aide d'un cylindre de 250 cm³, sur les cinquante premiers centimètres aux endroits représentatifs (endroits où *T. crassa* présente des effectifs importants) de chaque placette, suivi de leur mise à l'étuve à 100°C jusqu'à poids constant ; une valeur moyenne a été calculée au terme de chaque campagne d'observations de la floraison. Au total, 495 échantillons de sol (15 échantillons x 3 placettes x 11 journées) ont été prélevés. La formule utilisée pour déterminer la teneur pondérale en eau est la suivante : $TE (\%) = (P_f - P_s / P_f) * 100$; avec : TE = teneur pondérale en eau; P_f = poids frais de l'échantillon en g ; P_s = poids sec de l'échantillon en g.

Suivi de la floraison

Le suivi de la floraison des 223 individus échantillonnés a été adapté à la méthode utilisée par Mbarga Bindzi *et al*, 2005. Elle consiste en un suivi bihebdomadaire de la floraison de chaque individu de *T. crassa* dans les différentes placettes. Les résultats présentés dans ce travail couvrent la période allant du 14 décembre 2007 au 02 mai 2008 et correspondent à 11 journées d'observations (J_0 à J_{10}) : J_0 (14/12/2007), J_1 (28/12/2007), J_2 (11/01/2008), J_3 (25/01/2008), J_4 (08/02/2008), J_5 (22/02/2008), J_6 (07/03/2008), J_7 (21/03/2008), J_8 (04/04/2008), J_9 (18/04/2008) et J_{10} (02/05/2008). Au total, 2453 observations (223 individus x 11 journées) ont été effectuées sur la base de la présence ou de l'absence de fleurs sur chaque individu.

Analyse des données

Les données de terrain ont été consignées dans le tableur Excel 2007, avant d'être analysées à l'aide du logiciel R. Pour apprécier l'influence des différentes unités topographiques sur la floraison d'une part et déterminer la hauteur de prédilection de la floraison des espèces étudiées d'autre part une analyse de variance (One-way Anova) a été effectuée. Le pourcentage de floraison de chaque classe de hauteur par unité topographique a été déterminé au terme des observations sur le terrain. Il correspond au rapport entre le nombre d'individus en fleurs d'une classe de hauteur sur le nombre total d'individus. Le coefficient de variation de la teneur en eau des différentes unités topographiques est donné selon la formule (Dibong et Ndjouondo, 2014) : $CV = (\sigma/\bar{X}) \times 100$ avec CV =

coefficient de variation ; σ = écart-type de la teneur en eau du sol des unités topographiques et $\bar{X}$ = moyenne des teneurs en eau).

Résultats

Pente et teneur pondérale en eau du sol

Par rapport au bas de pente (BP), la teneur pondérale en eau

est moins élevée en haut de pente (HP) et en mi-pente (MP) pendant la période des observations, avec des coefficients de pente respectifs de 2,3%, 4% et 7,4%. Cette teneur en eau est significativement différente entre les unités topographiques HP (CV=18,04 %), MP (CV=13,97 %) et BP (CV=12,29 %) (Tableau 1).

Tableau 1: Teneur en eau moyenne (%) des différentes unités topographiques pendant la période d'étude (n=165)

Unité topographique	HP	MP	BP
Teneur en eau moyenne (%)	53,65±9,68a	57,95±8,10b	65,55±8,06c
CV (%)	18,04	13,97	12,29

Pour toutes les unités topographiques, les valeurs de teneur en eau les plus faibles sont obtenues au cours de la période comprise entre J₅ et J₆ qui correspond à la fin de la grande saison sèche (Fig.4).

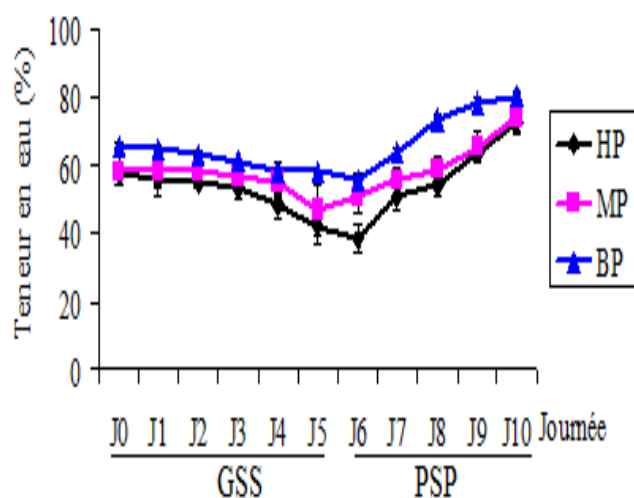


Fig. 4: Evolution de la teneur en eau moyenne du sol des unités topographiques pendant la période d'étude.

Structure en classes de hauteur

Le nombre d'individus décroît avec les trois classes de hauteur identifiées au niveau des trois unités topographiques délimitées dans le site d'étude (Fig.5). Il est plus important au niveau de la classe de hauteur H1 [1-3[m comparativement aux deux autres classes. Mais, il reste remarquablement constant quelle que soit la classe de hauteur considérée. Ces trois classes de hauteur sont par ailleurs équitablement représentées au niveau de chaque unité topographique.

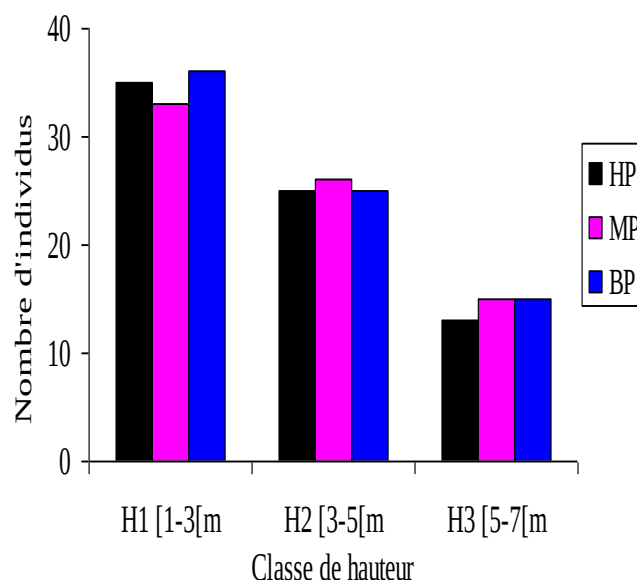


Fig.5 : Structure en classes de hauteur des individus de *T. crassa*.

Variations spatio-temporelles de la floraison de *T. crassa*

La floraison de *T. crassa* est massive pour les individus des classes de hauteur H2 [3-5[m et H3 [5-7[m, quelle que soit l'unité topographique considérée. Elle est surtout remarquable par la précocité observée dans toutes les classes de hauteur chez les individus rencontrés en HP uniquement. Toutefois les individus les plus réactifs se trouvent dans la classe de hauteur H2 [3-5[m rencontrés en MP (Tableau 2).

Tableau 2. Nombre et pourcentage d'individus en fleurs par classe de hauteur dans les différentes unités topographiques au cours de la période d'étude

Unité topographique	Hauteur	Echantillon	Journée d'observations												% individus en fleurs
			J ₀	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	J ₇	J ₈	J ₉	J ₁₀		
HP	H1 [1-3[m	35	1	2	5	6	5	2	0	0	0	0	0	17,14	
	H2 [3-5[m	25	1	7	15	17	17	16	13	5	0	0	0	68	
	H3 [5-7[m	13	1	3	10	13	13	13	13	11	0	0	0	100	
MP	H1 [1-3[m	33	0	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	15,15	
	H2 [3-5[m	26	0	7	20	26	26	24	21	14	1	0	0	100	
	H3 [5-7[m	15	0	1	5	14	15	15	15	14	3	0	0	100	
BP	H1 [1-3[m	36	0	4	7	7	5	1	0	0	0	0	0	19,44	
	H2 [3-5[m	25	0	4	14	17	19	18	17	12	1	0	0	76	
	H3 [5-7[m	15	0	0	1	5	9	15	15	15	8	2	0	100	

Le pic de floraison de *T. crassa* apparaît 30 à 45 jours après le déclenchement de la floraison. Il semble plus tardif pour les individus de la classe H3 situés en BP. Contrairement au pic de floraison des individus de la classe de hauteur H1

(Fig.6a), celui des individus de la classe de hauteur H2 (Fig.6b) et H3 (Fig.6c) demeure plus important et plus étalé, quelle que soit l'unité topographique.

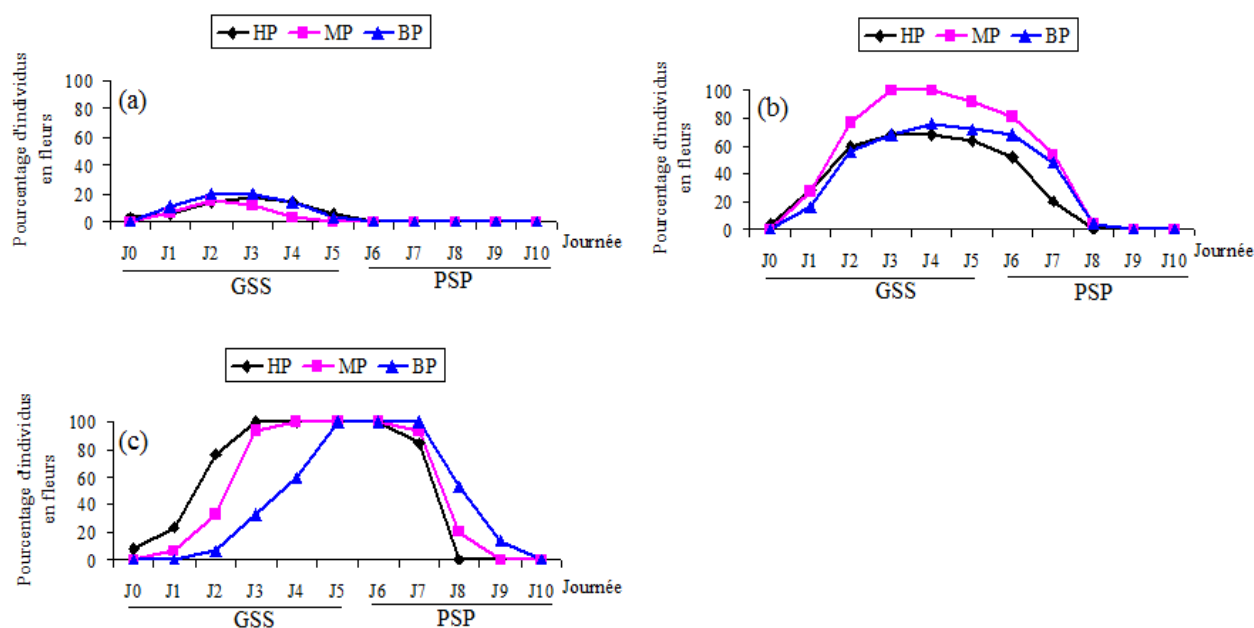


Fig. 6 : Evolution spatio-temporelle de la floraison de *T. crassa* par classe de hauteur (a) : H1 ; (b) : H2 ; (c) : H3.

La floraison chez *T. crassa* est globalement plus importante en MP, surtout chez les individus des classes H2 et H3, avec des taux de floraison de 100% (Fig.7a et b). On note ici que quelle que soit l'unité topographique (Tableau 2), la floraison de *T. crassa* montre un pourcentage de 100 %

dans la classe de hauteur H3. Les pourcentages de floraison les plus faibles sont obtenus dans la classe de hauteur H1 (Fig.7), constituée majoritairement de jeunes individus sexuellement non matures.

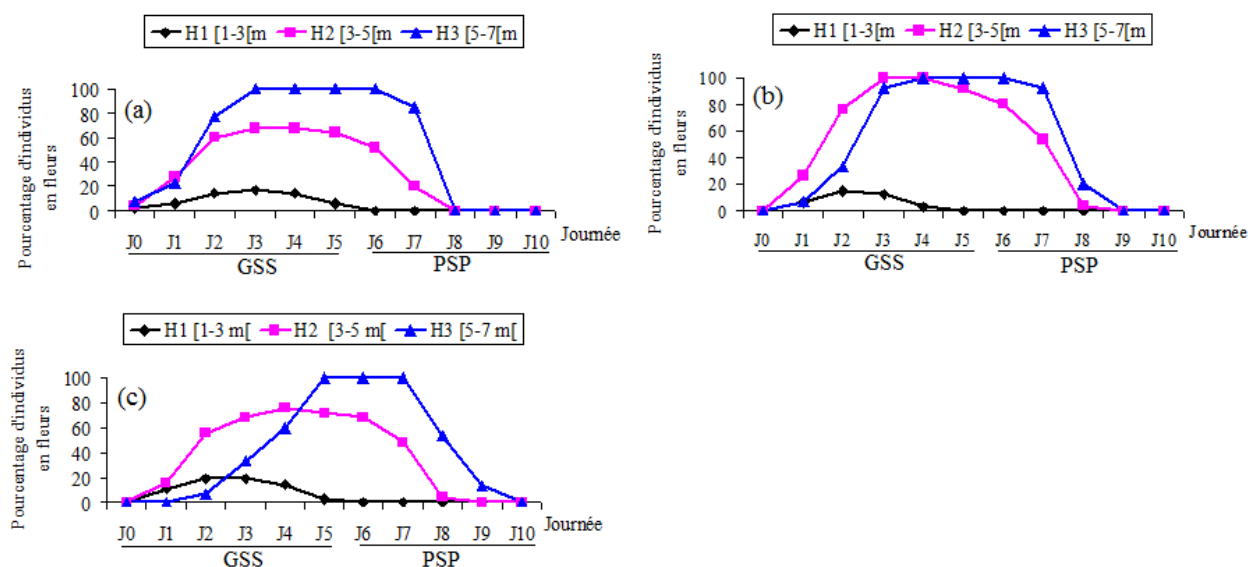


Fig. 7 : Evolution spatio-temporelle de la floraison des individus de *T. crassa* par unité topographique. (a) :HP ; (b) : MP ; (c) : BP.

La floraison des individus de cette classe de hauteur est significativement différente de celle des classes de hauteur H2 [3-5[m et H3 [5-7[m pour HP et MP (Tableau 3). Par contre en BP, les individus de classe de hauteur H1 [1-3[m

(4,33±3,05 individus) présentent une floraison comparable à celle des individus de la classe de hauteur H2 [3-5[m (16,66±0,57c) et H3 [5-7[m (9,66±5,03ab).

Tableau 3 : Moyenne (n = 3) des individus en fleurs au pic de floraison de *T. crassa* (J₂ à J₅) en fonction des classes de hauteur et par unité topographique.

unité topographique	HP	MP	BP
classe de hauteur			
H1 [1-3[m	4,33±2,08a	1,66±2,08a	4,33±3,05a
H2 [3-5[m	16,66±0,57c	25,33±1,15b	18,00±1,00b
H3 [5-7[m	13,00±0,00b	1,66±0,57c	9,66±5,03ab

Pour une même colonne les valeurs affectées de deux lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,001).

Floraison et teneur en eau du sol

La floraison de *T. crassa* présente une variabilité dans les différentes unités topographiques. L'évolution de ce caractère est parallèle à celle de la teneur en eau du sol (Fig. 8). Cette teneur en eau du sol intervient positivement sur la floraison de *T. crassa*, surtout par les valeurs minimales observées en HP et en MP (Fig. 8a et b). Il

ressort que le taux d'individus en fleurs est inversement proportionnel à la teneur pondérale en eau. Cette situation est plus marquée en BP au cours de la J₂ (au cœur de la GSS) où la proportion d'individus en fleurs reste faible avec des valeurs élevées de teneur pondérale en eau du sol (Fig. 8c).

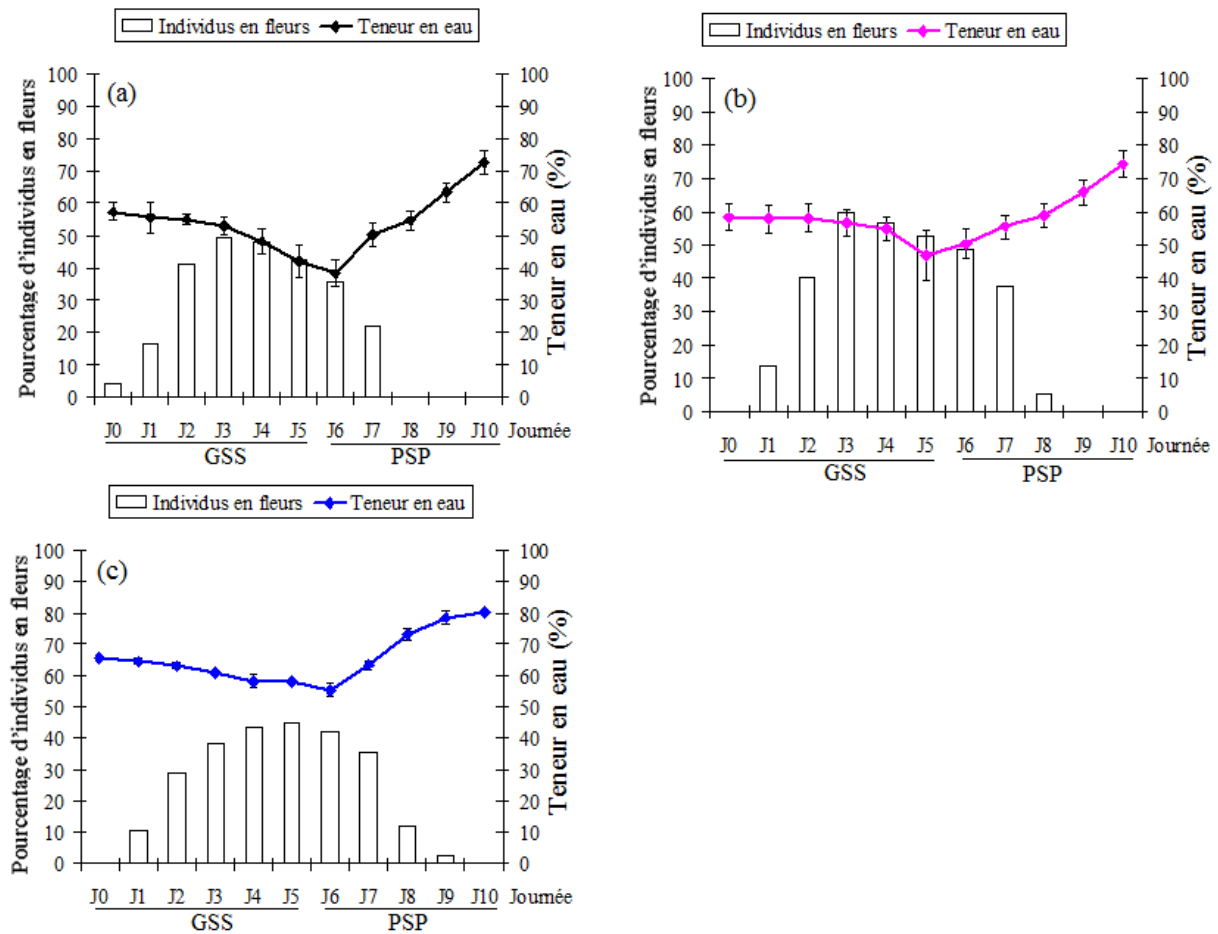


Fig. 8 : Evolution de la floraison de *T. crassa* avec la teneur pondérale en eau du sol. (a) en HP ; (b) en MP ; (c) en BP.

Discussion

Disponibilité en eau et floraison

La précocité de la floraison révélée pour les individus, toutes classes de hauteur confondues, localisés en HP par rapport aux autres unités topographiques laisse suggérer une influence de la teneur en eau du sol sur le déclenchement de ce phénomène. D'après Wahbi *et al.*, (2012), la floraison est la phénophasse la plus tributaire des facteurs environnementaux. Dans les forêts tropicales, la phénologie florale montre une liaison complexe avec les conditions de l'environnement telles la température, les précipitations, la longueur du jour, la durée d'insolation et la disponibilité en eau dans le sol (Reich et Borchert, 1984; Van Schaik *et al.*, 1993 ; Seghieri *et al.*, 1995 ; Selwyn et Parthasarathy, 2006).

Il importe donc de souligner qu'une des caractéristiques essentielles du cycle de floraison de *T. crassa* est sa dépendance vis-à-vis de la dynamique de la réserve hydrique du sol. Ainsi, de faibles teneurs en eau du sol favorisent la floraison des individus sexuellement matures rencontrés en HP et MP, tel que cela est observé en saison sèche dans les endroits où la nappe phréatique est éloignée de la surface du sol. Mais, l'eau du sol n'est pas le seul

facteur déterminant de la floraison, d'autres facteurs tels que la pluviométrie ont un effet prépondérant sur la floraison des espèces ligneuses comme l'ont montré les observations de Grouzis et Sicot (1980) en zone sahélienne. L'hypothèse d'un rythme endogène lié à la variabilité de la floraison pour les individus d'une même classe de hauteur localisés dans des situations topographiques différentes n'est pas à écarter. D'une manière générale, la présente étude montre que la floraison de *T. crassa* est variable d'une unité topographique à l'autre en fonction de la réserve hydrique. Toutefois, un glissement du pic de floraison peut être observé entre les unités topographiques, suite aux fluctuations des facteurs surtout édaphiques (Grouzis, 1993 ; Tissue et Wright, 1995 ; Wielgolaski, 2001 ; Valdez-Hernández *et al.*, 2010). En effet, au niveau du HP et MP, le pic de floraison de *T. crassa* se situe entre J₃ et J₄. En revanche, en BP la floraison présente un décalage du pic entre J₄ et J₆. Selon Sawadogo (1989), la persistance des phases et l'abondance des fleurs s'expliqueraient principalement par la disponibilité de la réserve hydrique du sol favorable au développement des arbres. La floraison de *T. crassa* se réalise principalement pendant la grande saison sèche bien que quelques floraisons

tardives soient souvent observées au début de la petite saison pluvieuse. Les floraisons en saison sèche sont la règle en zone forestière tropicale (Opler *et al.*, 1976 ; Yadav et Yadav, 2008 ; Menga *et al.*, 2012 ; Fétéké *et al.*, 2016). Pendant cette saison, les réserves hydriques peuvent être à leur niveau minimum. Dans le site d'étude, la floraison de *T. crassa* semble prioritairement influencée par le stress hydrique du milieu.

Topographie et floraison

Dans l'étude de l'interaction entre la situation topographique et la floraison de *T. crassa*, les résultats de ce travail montrent une précocité significative en HP et MP par rapport au BP. Ainsi, la position topographique se révèle comme un facteur influençant fortement la floraison. Autrement dit, la variabilité topographique induirait la variabilité phénologique florale. Le faible nombre d'individus en fleurs observés en BP s'expliquerait par les conditions édaphiques (sols argileux). En effet, dans les milieux hydromorphes, l'engorgement du sol diminue l'oxygénation des plantes, ce qui conduit les espèces peu adaptées à ces biotopes à mourir par asphyxie (Mbayngone *et al.*, 2008 ; Ouédraogo *et al.*, 2008). Par ailleurs, la texture fortement argileuse aurait un effet négatif sur l'installation et l'épanouissement de plusieurs espèces (Ouédraogo, *ibid*). Bien que la croissance de *T. crasse* s'accommode relativement bien des variations topographiques, son synchronisme floral apparaît cependant perturbé par la présence d'une hydromorphie importante permanente qui affecte aussi son taux de floraison. En revanche, le maximum de floraison observé dans les zones de HP et MP serait dû à leurs conditions édaphiques favorables à l'installation et au développement de *T. crassa*. Des résultats similaires montrant la variabilité des phénophases suivant le gradient topographique ont été soulignés dans plusieurs travaux (Condit *et al.*, 2000 ; Poulos et Camp, 2010 ; Guoyu *et al.*, 2011 ; Ayama Offiong *et al.*, 2011).

Conclusion

Le présent travail constitue une première approche de l'étude des relations entre la teneur en eau du sol et la floraison de *Tabernaemontana crassa* le long d'un versant dans une forêt mésophile secondarisée du Cameroun. Les déterminants qui régissent la floraison de *T. crassa* dans la zone d'étude sont la teneur en eau du sol, la topographie et la saisonnalité climatique. Les résultats montrent que les facteurs édaphiques influencent également la réponse de *T. crassa*. L'hypothèse de la variabilité spatiale de la floraison expliquée surtout par les variations de la réserve hydrique du sol peut être retenue. De ce fait, les études à une échelle locale portant sur l'influence des facteurs environnementaux sur la floraison des espèces ligneuses en zone forestière tropicale humide, ou sur la construction de meilleurs modèles phénologiques en général, devraient intégrer à la fois les facteurs relatifs à la teneur en eau du sol et au type d'unité topographique.

Bibliographie

1. Anomyne IV, 2008. La gestion des forêts tropicales secondaire en Afrique : réalités et perspectives.
2. Ashton, P. S., Givnish, T. J., et Appanah, S., 1988. Staggered flowering in the *Dipterocarpaceae*: new insights into floral induction and the evolution of mast

- fruiting in the aseasonal tropics. *American Naturalist*, 231:44–66.
3. Aubréville, A., 1959. Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Paris, soc. Ed. Géographiques, maritimes et coloniales. Pp 75-185.
4. Ayama Offiong, R., Inah, Iwara, A., Nnanjar, Njar G., Eko, Atu J. et Digieneni, Eli H., 2011. Effect of catenary differentiation on vegetation in Obung forest, Cross River State, Nigeria. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* (JBES). Vol. 1, No. 6, p. 93-103.
5. Biban, Mbarga, R., Jonkers W. B. J. et Essama, Etoundi, J., 1998. Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Cameroun. Résultats préliminaires. Séminaire Forafri de Libreville, Gabon, 12-16.
6. Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*, 75: 1437–1449.
7. Bosser, J., et Guého, J., 2005. 121 Apocynacées. Flore des Mascareignes : 80-103.
8. Cardoso, F. C. G., Marques R., Botosso P. C. et Marques M. C. M., 2012. Stem growth and phenology of two tropical trees in contrasting soil conditions. *Plant Soil*, 354: 269-281.
9. Charru, M., Seynave, I., Morneau, F. et Bontemps, J.-D., 2010. Recent changes in forest productivity: An analysis of national forest inventory data for common beech (*Fagus sylvatica* L.) in north-eastern France. *Forest Ecology and Management*, 260: 864-874.
10. Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke S., Gunatilleke N., Hubbell S.P., Foster R.B., Itoh A., Lafrankie J.V., Lee S.L., Losos, E., Manokaran, N., Sukumar, R. et Yamakura, T., 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, 1114–1118.
11. Dibong, S.D. et Ndjouondo, G.P., 2014. Inventaire et écologie des macrophytes aquatiques de la rivière Kambo à Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 80 : 7147 – 7160.
12. Doucet, J.-L., Delvingt, W., Jean-Mart, P., et Ntchandi, Otimbo, P. A., 2002. Pour une prise en compte pragmatique des aspects socio-environnementaux dans les plans d'aménagement forestiers. Projet pilote de recherche appliquée et d'assistance technique aux exploitants forestiers dans le cadre de la gestion durable des forêts d'Afrique centrale. Faculté des sciences agronomiques de Gembloux/WWF, 61 p.
13. Durrieu, De Madron, L., Lugard, G. R. et Dipapoundji, B., 2003. Fructification du sapelli par classe de diamètre en forêt naturelle en Centrafrique. *Canopée*, 23 : 23-24.
14. Durrieu, De Madron, L. et Daumerie, A., 2004. Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle centrafricaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, 281 (3) : 87-95.
15. Fayolle A., Swaine M. D., Bastin J.-F., Bourland N., Comiskey. A. et Dauby G., 2014. Patterns of tree species composition across tropical African forests. *Journal of Biogeography*, 41 (12) : 2320-2331.
16. Fétéké F., Fayolle A., Kasso D., Nils B., Dié A., Lejeune P., Doucet J. L. et Beeckman H., 2016. Variations saisonnières de la croissance diamétrique et

- des phénologies foliaire et reproductive de trois espèces ligneuses commerciales d'Afrique centrale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 330 (4) : 4-20.
17. Grouzis, M., 1993. Phénologie de deux espèces ligneuses sahéliennes : aspects méthodologiques et influence des facteurs du milieu. In : Riedacker A. et al. (éds). *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*. Séminaire Paris-Nancy, France, du 20 mars au 6 avril 1990. Montrouge, France, *John Libbey Eurotext*. 145-154.
 18. Grouzis, M. et Sicot, M., 1980. Une méthode d'étude phénologique de population d'espèces ligneuses sahélienne : Influence de quelques facteurs écologiques. In *Les fourrages ligneux en Afrique : Etat actuel des connaissances*, ed. H. N. Le Houérou, pp. 231-237.
 19. Guoyu, L., Yuehua, H., Min C. et Hua, Z., 2011. Topography related spatial distribution of dominant tree species in a tropical seasonal rain forest in China. *Forest Ecology and Management* 262: 1507–1513.
 20. Jonard, M., Colmant R., Heylen, C., Ysebaert, C., Carton, C. et Picard, L., 2014. Impact de boisements résineux sur la séquestration du carbone dans les Andes péruviennes : cas des plantations de *Pinus patula* dans la coopérative de Granja Porcon (Cajamarca), Pérou. *Bois et Forêts des Tropiques*, 322 (4) : 17-27.
 21. Letouzey, R., 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1 : 500 000 (1985) SC: Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée, Inst. Cart. Inter. de la végétation, Toulouse, France : 63-94.
 22. Lieberman, D., 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*, 70 : 791-806.
 23. Loubry, D., 1994. La phénologie des arbres caducifoliés en forêt guyanaise (5° de latitude nord) : Illustration d'un déterminisme à composantes endogène et exogène. *Canadian Journal of Botany*, 72 : 1843-1857.
 24. Mbarga Bindzi, M.A., Lacoste A., Amougou Akoa et Biye E.H., 2005. Phénologie florale dans une jeune forêt secondaire hygrophile du Cameroun. *Acta Bot. Gallica*, 125 (1), 25-43.
 25. Mbayngone, E., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K. et Guinko, S., 2008. Caractéristiques écologiques de la végétation ligneuse du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) : le cas de la réserve de Pama. *Candollea*, 63 (1) : 17-33.
 26. Mbolo, 2004. Typologie et cartographie de la végétation de la réserve du Dja. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Yaoundé I. Pp 3-43.
 27. Menga, P., Bayol, N., Nasi, R. et Fayol, A., 2012. Phénologie et diamètre de fructification du wengé, *Millettia laurentii* De Wild. : implications pour la gestion. *Bois et Forêts des Tropiques*, 312 : 31-41.
 28. Opler, P. A., Frankie, G. W. et Baker H. G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3 : 231–236.
 29. Ouédraogo, O., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K. et Guinko, S., 2008. Diversité et structure des groupements ligneux du Parc national d'Arly (Est du Burkina Faso). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 11 : 5-16.
 30. Poulos, H.M., et Camp A.E., 2010. Topographic Influences on Vegetation Mosaics and Tree Diversity in the Chihuahuan Desert Borderlands. *Ecology* 91(4), 1140-51.
 31. Prévost, M. B., 1966. Architecture de quelques Apocynacées ligneuses. Extrait des Mémoires publiés par la Société botanique de France, 23-36.
 32. Reich, P.B. et Borchert R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 72 : 61–74.
 33. Rivera, G., Elliott, S., Caldas, L.S., Nicolossi, G., Coradin, V.T.R., et Borchert, R., 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. *Trees*, 16 : 445–456.
 34. Sabatier, D. et Puig, H., 1982. Phénologie et saisonnalité de la floraison et de la fructification en forêt dense guyanaise. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, sér. A, 132, 173-184.
 35. Sawadogo, E. C., 1989. Contribution à l'étude de la phénologie et de la collecte de graines de quelques espèces forestières ligneuses dans la région de Ouagadougou (Burkina Faso). Mémoire de fin d'études, option Eaux et Forêts, Idr, Ouagadougou, Burkina faso, 104 p.
 36. Seghier, J., Floret C. et Pontanie, R., 1995. Plant phenology in relation to water availability: Herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 237-254.
 37. Selwyn, M. A. et Parthasarathy N., 2006. Reproductive traits and phenology of plants in tropical dry evergreen forest on the Coromandel coast of India. *Biodiversity and Conservation*, 15 : 3207-3234.
 38. Suchel, J.B., 1988. Les climats du Cameroun, Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. de Saint-Etienne, 4 tomes.
 39. Tissue, D.T., et Wright, S.J., 1995. Effect of seasonal water availability on phenology and the annual shoot carbohydrate cycle of tropical forest shrubs. *Funct. Ecol.*, 9 : 518–527.
 40. Valdez-Hernández, M., Andrade J.L., Jackson P.C. et Vieyra M.R., 2010. Phenology of five tree species of a tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. *Plant Soil*, 329 : 155–171.
 41. Vallerie, M., 1973. Contribution à l'étude des sols du Centre-Sud Cameroun. Types de différenciation morphologique et pédologique sous climat subéquatorial, Trav. et doc. de l'ORSTOM, Paris, 29, 111 p.
 42. Van Schaik, C. P., 1986. Phenological changes in a Sumatran rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 2: 327–347.
 43. Van Schaik, C. P., J. W., Terborgh S. J. et Wright. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353–377.
 44. Wahbi, J., Lamia H., et Mohamed L. K., 2012. Phénologie d'*Acacia tortilis* ssp. *raddiana* dans le parc national de Bou Hedma en Tunisie, effet du site sur les phénophases de l'espèce. *Bois et Forêts des Tropiques*, N° 31 2(2): 21-29.
 45. White, F., 1983. The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETF/UNSO

- vegetation map of Africa, UNESCO, coll. Natural resources research, XX, Paris, 356 p.
46. Wielgolaski, F.E., 2001. Phenological modifications in plants by various edaphic factors. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 196–202.
 47. Williams-Linera, G., 1997. Phenology of deciduous and broad leaf ever-green tree species in a Mexican tropical lower montane forest. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 6: 115–127.
 48. Wright, S. J., 1991. Seasonal drought and the phenology of understory shrubs in a tropical moist forest. *Ecology*, 72: 1643–1657.
 49. Wright, S.J, et Cornejo, F. H., 1990. Seasonal drought and leaf fall in a tropical forest. *Ecology*, 71: 1165–1175.
 50. Wright, S.J, et Van Schaik, C.P., 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist*, 143 : 192–199
 51. Yadav, R. K., et Yadav, A. S., 2008. Phenology of selected woody species in a tropical dry deciduous forest in Rajasthan, India. *Tropical Ecology*, 49 : 25–34.
 52. Yalibanda, et Lejoly, J., 1998. Phénologie en forêt dense de Ngotto (RCA) : bilan de trois années d'observations. Ecofac, 101 p.