Rythmicités dans la germination et la croissance initiale d'une essence forestiére tropicale

Autor(en): **Zürcher, Ernst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **143 (1992)**

Heft 12

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-765865

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

143. Jahrgang Dezember 1992 Nummer 12

Rythmicités dans la germination et la croissance initiale d'une essence forestière tropicale

Par *Ernst Zürcher*[1]

FDK 161: 181: 232.323

Introduction

L'une des caractéristiques du monde organique réside dans l'aspect rythmique de nombreux processus de croissance et des structures qui en résultent. Cet aspect se révèle tout d'abord par une alternance d'activité intense et de repos apparent (*H. H. Bosshard,* 1990). Dans le cas des arbres, de tels rythmes ont été décrits en relation avec le cycle des saisons, la succession des stades phénologiques et morphologiques trouvant son reflet dans l'état des méristèmes et des structures anatomiques correspondantes. Au niveau de la physiologie, le cycle journalier impose également son rythme, par exemple sur les mécanismes de régulation des stomates et la gestion par la plante des mouvements de l'eau.

Les rythmes décelés dans les processus ou les structures, pouvant être directement influencés et déterminés par les facteurs environnementaux tels que la température, la lumière ou l'humidité, sont appelés «exogènes», par opposition aux rythmes «endogènes» apparemment spécifiques à chaque espèce. Ces derniers revêtent plutôt un caractère d'autorégulation au niveau interne, sans relation apparente directe et causale avec l'extérieur, les facteurs environnementaux jouant là plutôt un rôle modificateur. On place dans cette catégorie par exemple l'alternance régulière de tissus parenchymateux avec des zones de fibres ou de vaisseaux dans les cernes d'accroissement de nombreuses espèces ligneuses tropicales («autonomer Gewebewechsel»; H. H. Bosshard, 1974, 1990). Le rythme endogène des mouvements nocturnes des plantes de Haricot sert d'exemple-type de mouvement autonome (*Atlas de Biologie,* 1970); ainsi, la période en milieu contrôlé de ce rythme dans la position des feuilles du *Phaseolus coccineus* est de 27–28 heures (*E. Bünning,* 1977). Dans la catégorie des rythmes endogènes devraient probablement être

[1] Programme d'Appui au Département de Foresterie ISAR Butare/Rwanda (Responsable 1988–1991).

placés par exemple les oscillations à haute fréquence (période de 40 minutes environ) mesurées dans la tension en eau, la teneur en eau et la transpiration au niveau de la feuille du Cotonier (*Gossypium L.,* d'après Lang, Klepper et Cumming, dans *W. Larcher,* 1980).

Un phénomène semblable s'observe sur les arbres qui présentent un «potentiel bio-électrique» entre le sommet du houppier et le bas de la tige. Les tensions électriques mesurées sont étroitement liées aux processus de croissance et reflètent la vitalité de l'arbre.

Un cycle annuel y trouve son expression, ainsi que des cycles journaliers et, pendant la période de croissance, de courts cycles espacés de 5 minutes probablement liés à l'activité cambiale (*A. G. Snow,* 1942; *D. S. Fensom,* 1955, 1960, 1963, 1966). *H. S. Burr* (1945, 1947) avait observé, entre les oscillations annuelles et journalières, un rythme d'environ 27 jours de période, qui n'était explicable ni par la température, ni par l'humidité, la pression atmosphérique ou l'ensoleillement. D'après cet auteur, il s'agirait plutôt d'une corrélation avec les phases lunaires.

Concernant les rythmes de cet ordre de grandeur et dans le domaine de la croissance des plantes, l'on peut mentionner le travail de *G. Abrami* (1972), où se révèlent des corrélations entre phases lunaires et rythmes de croissance, ainsi que la thèse d'*U. Graf* (1977) sur l'influence de la position de la lune dans le zodiaque sur le comportement de la végétation. De nombreuses séries expérimentales effectuées par *L. Kolisko* au cours des années 1926–1935 avec des céréales, des légumes, des plantes condimentaires et des fleurs confirmèrent systématiquement la forte relation existant entre les phases lunaires et les processus de croissance végétative et rendements obtenus.

Cet effet ne se limite pas au monde végétal; il affecte aussi par exemple la dynamique des populations d'un insecte foreur du Riz, le *Scirpophaga incertulas* (*M. E. Loevinsohn* et *J. P. Bandong,* 1990), ou le rythme de croissance et de formation des compartiments du Nautile *(Nautilus pompilius, P. G. K. Kahn* et *S. M. Pompea,* 1978), pour ne citer que deux cas parmi beaucoup d'autres en biologie animale ou humaine (voir à ce sujet *H. Bénichou,* 1989).

La recherche semble confirmer ainsi le bien-fondé de certaines pratiques empiriques observées en maints endroits, associant les manipulations du végétal par l'homme à certains états de la lune, jugés d'un effet bénéfique sur le résultat escompté. Que ce soit pour le semis, la plantation, le bouturage, la taille, le greffage, la récolte ou la coupe du bois, de nombreuses traditions locales, parfois très anciennes, sont citées sous cette relation (voir par exemple *H. Aichinger,* 1936; E. et L. Kolisko, 1953; *W. Schrödter,* 1981; *A. Hauser,* 1983; *H. Textor,* 1986; *Y. Aumeeruddy* et *F. Pinglo,* 1987; *J. Paungger* et *Th. Poppe,* 1991).

N'ayant pas eu connaissance de recherches ou expérimentations dans ce sens avec des essences forestières, nous avons jugé intéressant de travailler

avec une espèce tropicale dans son milieu, le Rwanda. En effet, alors qu'une des difficultés majeures de telle recherche *in situ* dans les zones tempérées réside dans le continuel changement au cours des saisons de la longeur du jour, de la température et de l'humidité, une expérimentation localisée dans une région proche de l'équateur permet d'éliminer dans une large mesure des variations de ces facteurs influençant la croissance, et de mieux mettre en évidence une éventuelle influence des phases lunaires. Une précaution supplémentaire à cet effet consiste notamment en un arrosage régulier des planches de pépinière, en particulier durant la saison sèche (mi-juin à mi-septembre).

Matériel et méthode

L'espèce utilisée est le *Maesopsis eminii,* une Rhamnacée originaire d'Afrique tropicale, du Libéria à la Tanzanie, et subspontanée au Rwanda, où elle est plantée dans toutes les régions éco-climatiques du pays aux altitudes de 900 à 2100 m. Le *Maesopsis* est un arbre à fût droit pouvant atteindre une taille de 40 m et un diamètre à hauteur de poitrine de 100 cm, et fait partie des essences pionnières à croissance rapide, avec un accroissement annuel moyen en hauteur atteignant 1,6 m (*A. Kalinganire,* 1989; voir *Figure 1*).

Les sols les plus propices à cette espèce sont profonds et bien draînés, à réaction neutre ou acide.

Figure 1. Feuilles, fleurs et fruits, avec section transversale, de *Maesopsis eminii* Engl. (d'après *Dale* et *Greenway,* 1961).

Les résultats obtenus seront comparés à ceux d'autres essences forestières ou agroforestières testées simultanément selon le même dispositif, notamment le *Markhamia lutea,* l'*Acacia mearnsii,* l'*Acacia melanoxylon,* le *Sesbania sesban.*

L'expérience portant sur la germination et la croissance initiale fut menée dans la pépinière de l'Arboretum de Ruhande/Butare, sis à 1700 m, latitude 2° 33'S, longitude 29° 46'E. L'essai consiste en 12 semis successifs provenant d'un même lot fourni par la Centrale de Graines Forestières du Département de Foresterie de l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR). Chaque semis comportait 4 répétitions de 50 graines, chacune des répétitions étant placée au hasard dans un compartiment (20 cm x 20 cm) de casiers en bois à 12 compartiments maintenus en lumière diffuse au moyen de claies d'ombrage.

La date du semis précédait de 2 jours le moment de la pleine lune (PL: ○), ou le moment de la nouvelle lune (NL: ●), avec ainsi 14–15 jours d'intervalle entre deux semis successifs (conformément aux résultats obtenus par L. Kolisko).

Les observations consistèrent en un contrôle hebdomadaire de la levée, et en un comptage et mensuration des hauteurs au moment du repiquage individuel en sachets, exactement 4 mois lunaires après le jour du semis. A la suite du repiquage ou de la plantation, un second comptage avec mesure des hauteurs fut effectué.

Les jeunes plants repiqués individuellement avec mention de la période de semis purent être plus tard mis en terre lors de la saison des pluies. A l'essai de germination et de croissance en pépinière a ainsi succédé un essai étudiant un éventuel effet des phases lunaires au moment de la plantation sur la croissance ultérieure.

Cet essai fut installé dans 4 parcelles contiguës de l'Arboretum, couvrant environ ¼ d'hectare chacune, et fait actuellement encore l'objet d'un suivi.

Résultats et commentaires

Les résultats de l'essai sur *Maesopsis eminii* en 1990 se résument en trois tableaux: présentant le nombre de jours écoulés jusqu'à la première germination de chaque semis de 50 graines *(Tableau 1)*, le taux de germination par semis et par série de 4 semis, avec la hauteur moyenne à 4 mois et la hauteur maximale *(Tableau 2)*, et enfin la distribution des plants par classes de hauteur à 4 mois, selon les dates de semis *(Tableau 3)*.

Pour les comparaisons faites avec des essais effectués simultanément ou l'année suivante, les tableaux des données correspondantes sont joints aux figures, dans la partie «Annexes».

Tableau 1. Début de la levée du *Maesopsis eminii* pour chacun des semis de 50 graines selon la date de semis sur la base de contrôles hebdomadaires.
○: Semis avant la pleine lune (PL) ●: Semis avant la nouvelle lune (NL)

Date de semis ○ *PL*	*Première levée (jours)*				$\bar{x}$	*Date de semis* ● *NL*	*Première levée (jours)*				$\bar{x}$
1) 7/05/1990	42	35	42	35	38,50	2) 22/05/1990	34	34	34	34	34,00
3) 6/06	33	33	40	33	34,75	4) 20/06	61	75	96	—	77,33
5) 6/07	53	46	60	60	54,75	6) 20/07	81	67	95	95	84,50
7) 4/08	52	59	52	59	55,50	8) 18/08	52	73	66	52	60,75
9) 3/09	57	50	50	50	51,75	10) 17/09	56	56	43	56	52,75
11) 2/10	63	42	49	42	49,00	12) 16/10	49	49	42	49	47,25
Moyenne générale PL: 47,37 j.						Moyenne générale NL: 58,65 j.					

Tableau 2. Pour 12 semis successifs à 4 répétitions de *Maesopsis eminii,* taux de germination par semis de 50 graines, hauteur moyenne, vigueur et hauteur maximale à 4 mois après le semis (cm).

Date de semis 1990	*Situation PL/NL*	*Taux par semis 1*	*2*	*3*	*4*	*Nombre total*	*Taux moy.*	*(Ecart-type)*	*Haut. moy.*	*(Ecart-type)*	*Vigueur n x h*	*Haut. max.*
1) 7/05	○	22	34	27	21	104	26,0	(5,9)	13,2	(4,3)	343	23,0
2) 22/05	●	22	21	24	25	92	23,0	(1,8)	11,7	(3,3)	269	20,0
3) 6/06	○	23	23	22	21	89	22,3	(1,0)	11,0	(2,8)	245	16,4
4) 20/06	●	2	3	1	0	6	1,5	(1,3)	5,3	(3,4)	8	8,5
5) 6/07	○	14	12	16	2	44	11,0	(6,2)	9,7	(2,5)	107	17,5
6) 20/07	●	5	5	2	2	14	3,5	(1,7)	4,9	(2,5)	17	10,5
7) 4/08	○	13	10	7	9	39	9,8	(2,5)	12,9	(3,6)	126	19,5
8) 18/08	●	10	8	7	7	32	8,0	(1,4)	8,5	(2,4)	68	13,2
9) 3/09	○	14	8	5	7	34	8,5	(3,9)	9,1	(2,8)	77	15,0
10) 17/09	●	6	7	8	12	33	8,3	(2,6)	9,5	(2,7)	79	14,2
11) 2/10	○	4	8	11	16	39	9,8	(5,1)	15,8	(6,8)	155	29,5
12) 16/10	●	13	9	7	17	46	11,5	(4,4)	18,3	(6,8)	210	28,5

Tableau 3. Hauteur à 4 mois du *Maesopsis eminii:* distribution du nombre de plants par classes de hauteur (en cm) selon les dates de semis.

Classes de hauteur	*Dates de semis* ○ *PL* *7.5*	*6.6*	*6.7*	*4.8*	*3.9*	*2.10*	*Total*	*Dates de semis* ● *NL* *22.5*	*20.6*	*20.7*	*18.8*	*17.9*	*16.10*	*Total*
0– 3	1	2	—	—	1	1	5	2	1	3	—	2	1	9
3.1– 6	3	2	4	1	4	1	15	4	3	6	6	2	4	25
6.1– 9	15	18	19	5	11	9	77	14	2	4	16	9	1	46
9.1–12	29	39	15	12	15	2	112	30		1	8	16	3	58
12.1–15	23	21	5	11	3	4	67	31			2	4	2	39
15.1–18	17	7	1	8		5	38	9					9	18
18.1–21	14			2		9	25	2					8	10
21.1–24	2					4	6						10	10
24.1–27						3	3						6	6
27.1–30						1	1						2	2
	104	89	44	39	34	39	*349*	92	6	14	32	33	46	*223*

Concernant le moment de la première levée, la comparaison de la moyenne de l'ensemble des valeurs PL ($\bar{x}$ = 47,37 j, σ_{n-1} = 9,60) avec celle de l'ensemble des valeurs NL ($\bar{x}$ = 58,65 j, σ_{n-1} = 19,63) révèle une différence significative avec un risque d'erreur de P 0,05 ($t_{calc} = 2{,}52 > t_{tab} = 2{,}01$). Pour les semis 3 à 8, regroupant les 2e, 3e et 4e semis respectifs et où l'effet «date de semis» s'est révélé le plus fort, la levée de la série PL fut très significativement plus précoce, avec un risque d'erreur P < 0,001, que celle de la série NL ($\bar{x}$ = 48,33 j, σ_{n-1} = 10,99, resp. $\bar{x}$ = 73,91 j, σ_{n-1} = 16,33; $t_{calc} = 4{,}44 > t_{tab} = 3{,}82$).

La *Figure 2* illustre l'effet de la date de semis par rapport aux phases lunaires sur le début de la germination de cette essence. Il faut relever que cet effet fut moins marqué pour les autres essences traitées simultanément en 1990, et pour l'ensemble des espèces l'année suivante.

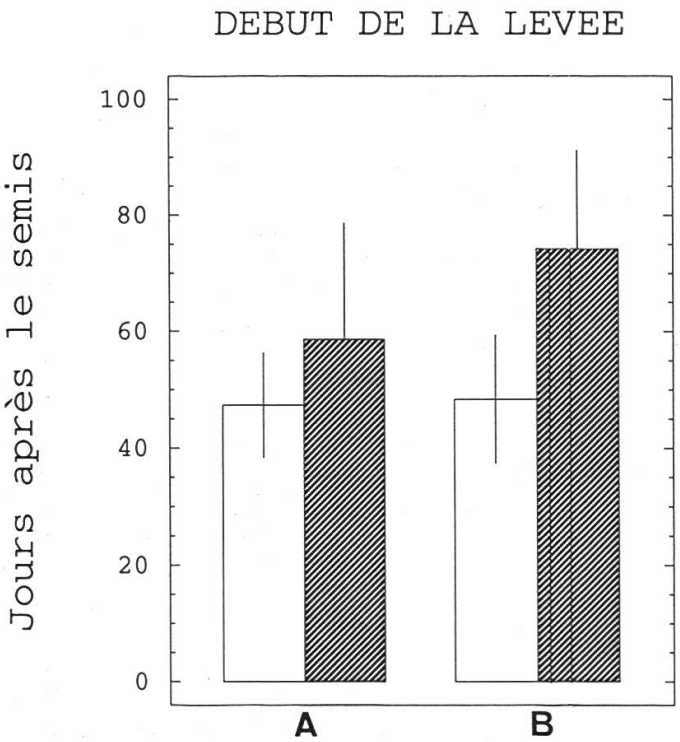


Figure 2. Début de la levée, en nombre de jours après le semis.
A: Valeur moyenne avec indication de l'écart-type pour l'ensemble des données de la série PL et NL.
B: Valeur moyenne pour les 2e, 3e et 4e semis PL (○) et NL (●).

Le taux moyen de germination calculé au *Tableau 2* montre une tendance que la *Figure 3* met graphiquement en évidence: en plus d'une réduction progressive (mais apparemment non linéaire) du taux global de germination, le taux pour les semis PL est relativement chaque fois supérieur à celui des semis NL voisins. Une courbe reliant les 12 valeurs moyennes (se basant sur une «Quasi Cubic Spline») illustre cette alternance rythmique de maximums et de minimums relatifs, avec des écarts extrêmes du semis No 3 au semis No 8. En testant les différences par comparaisons de moyennes (semis 1 + 3 au semis 2; semis 3 + 5 au semis 4, etc), nous trouvons un écart très significatif (P 0,001), puis significatif (P 0,05) pour la période s'étendant du semis No 3 au semis No 7.

L'analyse de variance sur l'ensemble des répétitions peut se faire en distinguant 3 phases liées à la saison (avant la saison sèche/pendant/après), et selon les deux traitements PL (O) et NL (1), avec leur combinaison. Elle donne une significativité au risque inférieur à P = 0,01 si l'on compare les moyennes d'ensemble PL et NL; cette significativité se base pourtant essentiellement sur les très grands écarts durant la phase 2 (voir Tableau des valeurs statistiques, Boîtes de dispersion «Box-and-Whisker Plots» et Interactions Période-Phase lunaire, en *Annexe 1*).

Le même phénomène, et de façon tout aussi marquée, se produisit chez l'*Acacia mearnsii* au courant de la même année (série PL > série NL), alors qu'à une exception près (semis No 6), la série NL germa mieux que la série PL chez le *Markhamia lutea* (voir *Annexes 2* et *3*).

Ce dernier cas est très intéressant pour deux raisons: d'une part, il écarte la possibilité que les alternances rythmiques observées ne soient dues qu'à des variations climatiques globales et touchant tous les plants de la même façon (ce qui devait être en principe évité par le dispositif d'essai), d'autre part, il semble indiquer que pour le taux de germination, une espèce puisse réagir différemment par rapport aux phases lunaires.

L'année suivante, le *Maesopsis eminii* fut à nouveau soumis à un test de 12 semis, comprenant 4 répétitions par semis, mais s'étendant sur une plus courte période car incluant cette fois le moment précis de la pleine lune (PL: ○), en plus de «PL – 2 jours» et de «NL – 2 jours» comme en 1990. Ce complément fut introduit pour vérifier les grandes différences obtenues par L. Kolisko suite aussi à un simple écart de deux jours pour le semis.

Une alternance systématique dans le nombre de plants viables issus des semis de PL et de NL ne se montra pas directement après le semis, mais bien après le repiquage en sachets. De plus, une étonnante différence entre les semis PL et les semis PL se révéla effectivement pour le critère «viabilité» (voir *Annexe 4*).

Pour la hauteur moyenne à 4 mois de l'ensemble des plants de chaque groupe de semis de *Maesopsis eminii* 1990, nous pouvons établir une illustration analogue à la précédente *(Figure 4)*, qui met en relief 2 faits:

- la hauteur moyenne subit également une alternance rythmique de maximums (PL) et de minimums relatifs (NL)
- globalement, les valeurs de la série PL comme de la série NL passent par un minimum pour les plants ayant été semés au cours de la saison sèche (semis 4 à 10), mais de manière beaucoup plus extrême pour la série NL.

Le test des différences par comparaison des moyennes selon le principe appliqué au taux de germination révèle des écarts très significatifs pour la période s'étendant du semis 3 au semis 11 et concernant la hauteur moyenne.

Les hauteurs moyennes oscillant de la même façon en fonction de la date de semis que les taux de germination, il est possible d'exprimer la vigueur en

croissance initiale au moyen du produit «Taux moyen de germination x Hauteur moyenne à 4 mois» pour les 12 semis successifs, ce qui donne une alternance systématique encore amplifiée par rapport aux deux précédentes *(Figure 5)*.

Si nous représentons de même la hauteur maximale de chaque groupe de semis à 4 mois *(Figure 6)*, la coïncidence avec la tendance du taux de germi-

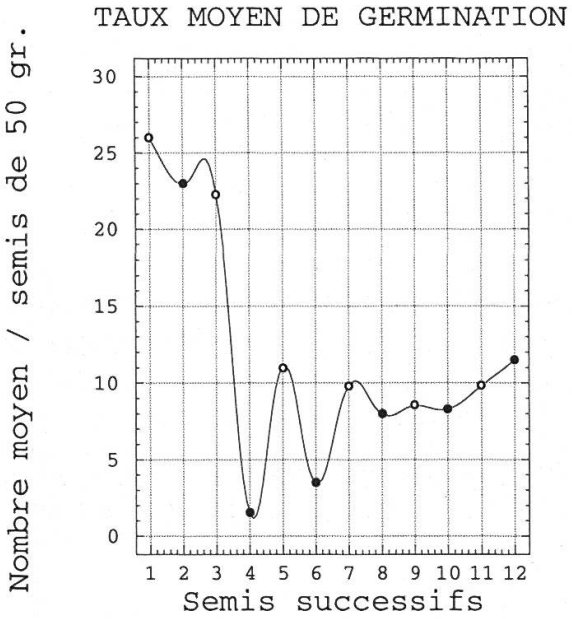


Figure 3. Taux moyen de germination pour 12 semis successifs PL (○) ou NL (●).

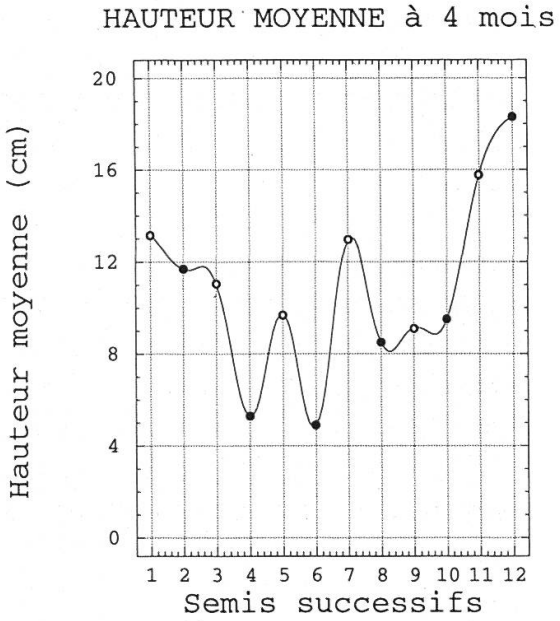


Figure 4. Hauteur moyenne à 4 mois selon les dates de semis.

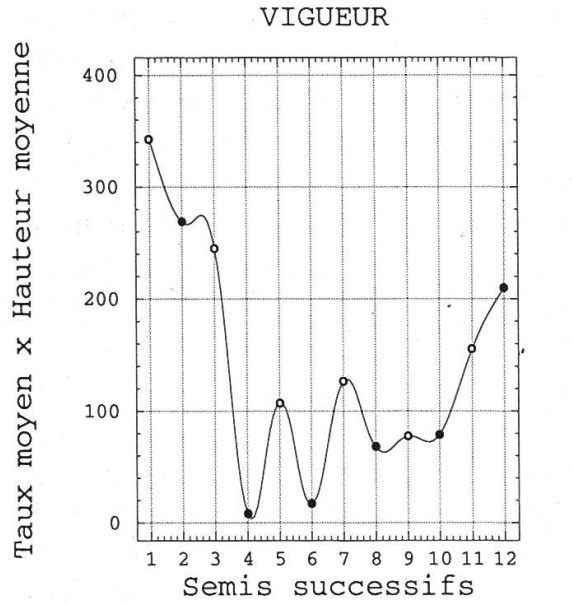


Figure 5. Vigueur en croissance initiale (taux moyen de germination x hauteur moyenne à 4 mois), en fonction des semis successifs.

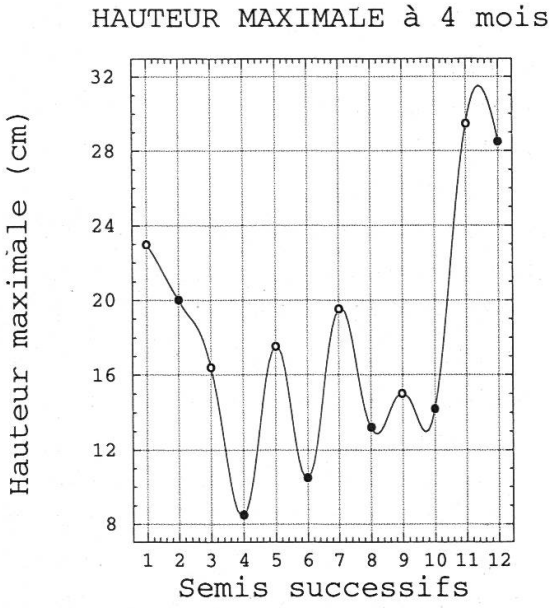


Figure 6. Hauteur maximale à 4 mois selon les dates de semis.

nation et de la hauteur moyenne est frappante, et ceci de façon encore plus clairement liée à la date de semis par rapport aux phases lunaires (H_{max} PL > H_{max} NL).

De façon semblable à *Maesopsis eminii* 1990, un essai de 12 semis PL/NL effectué par une autre équipe avec *Sesbania sesban* en 1991 (semis direct en sachets/50 sachets par semis, avec 4 graines par sachet) ne montra une alternance systématique qu'après la plantation, qui eut lieu exactement 2 mois lunaires après le semis. L'effet est le mieux mis en évidence par la représentation de l'accroissement relatif depuis le moment de la plantation et celle des hauteurs maximales *(Annexes 5* et *6)*.

Comme le *Markhamia lutea* pour la germination, cette espèce semble être favorisée par les phases de nouvelle lune, alors que les résultats indiqués jusqu'ici pour le *Maesopsis eminii* et l'*Acacia mearnsii* étaient supérieurs en phases de pleine lune.

Cette différence de comportement d'une essence à l'autre par rapport aux phases lunaires apparut de manière frappante lors de l'essai simultané *Acacia mearnsii/Ac. melanoxylon* en 1991, par exemple dans les valeurs de biomasse selon les dates de semis *(Annexe 7)*.

Ceci montre qu'en 1991 également, les phénomènes ne peuvent être apparemment expliqués par le facteur climatique seulement, et appellent la même remarque que pour le *Markhamia lutea.*

Conclusion

Cet essai de germination et l'étude de la croissance initiale mettent en évidence que le *Maesopsis eminii* puisse présenter une rythmicité en phase avec les cycles lunaires. Cette tendance apparaît plus ou moins clairement chez d'autres essences, que ce soit suite à la germination, au repiquage ou à la plantation.

Concernant l'espèce principale étudiée et l'essai 1990, tant pour la vitesse de germination, pour le taux de germination, que pour la hauteur moyenne et la hauteur maximale à 4 mois, les séries semées deux jours avant la pleine lune se démarquent systématiquement et plus ou moins fortement des séries semées deux jours avant la nouvelle lune.

Ceci confirme pour une essence ligneuse tropicale les résultats obtenus par L. Kolisko (1927, 1929, 1934, 1935) avec le maïs, la tomate, la betterave rouge, la salade et des plantes florales ou condimentaires. Cet auteur constate qu'en général, les meilleures performances correspondent aux semis de deux jours avant la pleine lune, en comparaison avec les semis du moment de la pleine lune, de deux jours avant la nouvelle lune et du moment de la nouvelle lune.

L'ensemble de ces tendances rythmiques liées aux phases lunaires devrait à notre avis faire l'objet d'essais approfondis en vue d'applications pratiques.

En effet, nos essais confirment qu'il s'agit là d'interactions réelles, mais montrent en même temps qu'elles sont plus complexes que nous ne l'avions initialement supposé, et ceci d'autant plus que certaines espèces semblent y répondre de façon opposée à d'autres.

Il nous est difficile, déjà à ce stade, de formuler une hypothèse sur la nature de ces interactions. Le dispositif d'essai (planches ombragées), un ciel souvent couvert et l'enfouissement des graines lors du semis écartent néanmoins d'emblée une action directe de la lumière lunaire (les levées ayant en plus lieu après une période assez longue).

Notons que L. Kolisko avait suivi les indications de *R. Steiner,* qui suggère entre autres dans son Cours sur l'Agriculture (1924) d'étudier «l'utilisation des forces lunaires pour appuyer l'activité des toutes premières forces de germination, en choisissant avec opportunité la date des semailles, suivant la pratique respectée par les Hindous depuis la plus haute antiquité et conservée jusqu'au 19e siècle, en semant d'après les phases de la lune».

Pour sa part, E. Bünning (1977), consacrant tout un chapitre aux relations des organismes aquatiques (animaux et végétaux) avec les rythmes lunaires conclut: «Ce qui est remarquable dans ces processus est que la périodicité observée chez plusieurs espèces se poursuit en conditions de laboratoire, c'est-à-dire sans l'influence des rythmes de marées ou l'action de la lumière lunaire. L'on reçoit ainsi l'impression qu'il existe une rythmicité endogène lunaire.»

Que la plante soit placée dans une interaction spécifique de forces terrestres et de forces cosmiques affluant de la périphérie (R. Steiner), ou dotée de rythmes endogènes en phase avec la lune (E. Bünning), il est important que le facteur «temps» soit considéré comme une dimension influençant la croissance au même titre que les autres facteurs de la station généralement admis.

Notre essai avec le *Maesopsis eminii* et d'autres essences de comparaison illustre ainsi le fait qu'au-delà des conditions climatiques (lumière, température, humidité) et pédologiques auxquelles une telle espèce ligneuse est soumise dès son semis, il peut être décisif de respecter la situation «chronologique» dans laquelle ce semis a lieu (ou ensuite la plantation), que ce soit par rapport à la saison (rythme annuel lié au soleil), ou par rapport aux phases lunaires.

Ces variations systématiques touchant parfois jusqu'au critère de variabilité (écart-type) soulèvent l'intérêt d'étudier les possibilités de sélection et d'amélioration génétique basées sur des influences de cet ordre.

Ces rythmicités pourraient d'autre part être analysées au niveau de la physiologie et de l'anatomie des espèces en question, pour apporter éventuellement de nouvelles perspectives sur la nature des rythmes endogènes observés.

Remerciements

L'auteur tient à marquer sa reconnaissance à l'égard de ses collègues et collaborateurs du Département de Foresterie de l'ISAR, notamment M. Thaddée Habiyambere (Chef de Département lors des expérimentations), M. Isaac Kabera (Chef de Département actuel), M. Froduald Twagilimana et Mme Félicité Nyiranshuti, qui se sont chargés du suivi des travaux en pépinière et de plantation. D'autre part, ce travail n'aurait pu se réaliser sans le cadre d'Intercoopération, Organisation Suisse pour le Développement et la Coopération, dont les responsables ont fait preuve de tout leur soutien pour un tel thème.

Zusammenfassung

Rhythmizitäten in der Keimung und im Initialwachstum einer tropischen Baumart

Bei zwölf sukzessiven Aussaaten von *Maesopsis eminii,* einer afrikanischen tropischen Baumart, zeigen Keimung und Initialwachstum einen ausgeprägten rythmischen Charakter. Keimgeschwindigkeit, Keimrate, mittlere Höhe und maximale Höhe nach 4 Monaten hängen somit systematisch vom Zeitpunkt der Aussaat in Zusammenhang mit der Mondphase ab. Diese Ergebnisse stimmen mit Experimentalwerten an Jahrespflanzen überein. Gleichzeitige Versuche, und im folgenden Jahr mit anderen Baumarten, bestätigen zum Teil solche Rhythmizitäten.

Bibliographie

Abrami, G. (1972): Correlations between lunar phases and rhythmicities in plant growth under field conditions. Can. J. Bot. *50:* 2157–2166.

Aichinger, H. (1936): Hat der Mond Einfluss auf die Haltbarkeit des Holzes? Die Umschau *40*/36, Frankfurt a. M.

Atlas de Biologie (1970). Librairie Stock et Librairie Générale Française, Paris.

Aumeeruddy, Y., Pinglo, F. (1987): Phytopratiques pour les Régions Tropicales. UNESCO-MAB. Laboratoire de Botanique Montpellier.

Bénichou, H. (1989): Vivre et comprendre les rythmes de la lune. Editions Séléné, Paris.

Bosshard, H. H. (1974): Holzkunde Bd. II: Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes. Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/ Stuttgart.

Bosshard, H. H. (1990): Dendrophysica – Wissen über die Baumnatur; Versuch einer dialektischen Darstellung. Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.

Bünning, E. (1977): Die physiologische Uhr. Circadiane Rhythmik und Biochronometrie. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York.

Burr, H. S. (1945): Diurnal Potentials in the Maple Tree. Yale J. Biol. and Med. *17*/6: 727–734.

Burr, H. S. (1947): Tree Potentials. Yale J. Biol. and Med. *19*/3: 311–318.

Dale, I. R., Greenway, P. J. (1961): Kenya Trees and Shrubs. Buchanan's Kenya Estates Ltd, Nairobi.

Fensom, D. S. (1955): Effect of Synthetic Growth Regulators on the Electrical Potentials of Red Pine Trees. J. Forestry *53*/12: 915–916.

Fensom, D. S. (1960): A Note on Electrical Resistance Measurements in *Acer Saccharum.* Can. J. Botany *38:* 263–265.

Fensom, D. S. (1963): The Bioelectric Potentials of Plants and their Functional Significance. Pt. V. Botany *41:* 831–851.

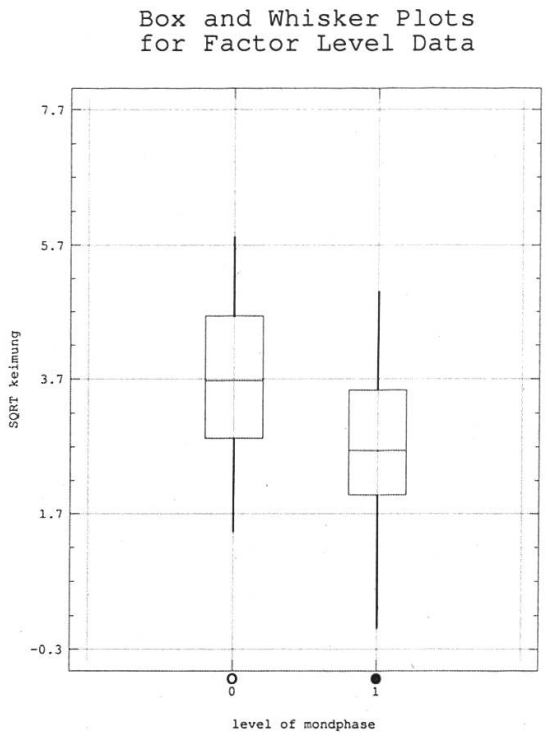
Fensom, D. S. (1966): On Measuring Electrical Resistance *in situ* in Higher Plants. Can. J. Plant Sci. *46:* 169–175.
Graf, U. R. (1977): Darstellung verschiedener Landbaumethoden und Abklärung des Einflusses kosmischer Konstellationen auf das Pflanzenwachstum. Diss. Techn. Wiss. ETH Nr. 5964.
Hauser, A. (1983): Bauernregeln – Eine schweizerische Sammlung mit Erläuterungen. Artemis Verlag, Zürich/München.
Kahn, P. G. K., Pompea, S. M. (1978): Nautiloid growth rythms and dynamical evolution of the earth-moon system. Nature Vol. *275:* 606–611.
Kalinganire, A. (1989): *Maesopsis eminii,* essence forestière et agroforestière à croissance rapide: un arbre d'avenir pour le Rwanda. Bulletin Agricole du Rwanda, Vol. *22*/4.
Kolisko, L. (1927): Der Mond und das Pflanzenwachstum. Aus: «Gäa-Sophia». Jahrbuch der naturwissenschaftlichen Sektion am Goetheanum. Hrsg. G. Wachsmuth. Dornach, Schweiz. Bd. II: 358–379.
Kolisko, L. (1929): Der Mond und das Pflanzenwachstum. Aus: «Gäa-Sophia». Landwirtschaft. Hrsg. G. Wachsmuth. Dornach, Schweiz. Bd. IV: 84–94.
Kolisko, L. (1934): Der Mond und das Pflanzenwachstum. Mitteilungen des Biologischen Instituts am Goetheanum. Nr. 1: 19–21 und Nr. 2: 17–24.
Kolisko, L. (1935): Der Mond und das Pflanzenwachstum. Mitteilungen des Biologischen Instituts am Goetheanum. Nr. 3: 17–19 und Nr. 4: 3–14.
Kolisko, E. und *L.* (1953): Die Landwirtschaft der Zukunft. Meier & Cie, Schaffhausen.
Larcher, W. (1980): Ökologie der Pflanzen, auf physiologischer Grundlage. 3. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
Loevinsohn, M. E., Bandong, J. P. (1990): Correlations between light trap catches and field populations of Yellow Stemborer (YSB) and lunar phase. Submitted 8/90 to: International Rice Research Newsletter.
Paungger, J., Poppe, Th. (1991) Vom richtigen Zeitpunkt. Heinr. Hugendubel-Verlag, München.
Schrödter, W. (1981): Pflanzengeheimnisse. 3. Aufl. Schröder-Verlag, Kleinjörl bei Flensburg.
Snow, A. G. (1942): Voltage Gradient Measurement in Forest Trees. J. of Forestery *30*/11: 872–876.
Steiner, R. (1924): Agriculture – Fondements spirituels de la méthode bio-dynamique (9 conférences). Editions Anthroposophiques Romandes, Genève. Traduction 1974.
Textor, H. (1986): Der Stellenwert von Einschlagszeit, Mondphasen und anderen Merkwürdigkeiten. Allg. Forstzeitung 4.

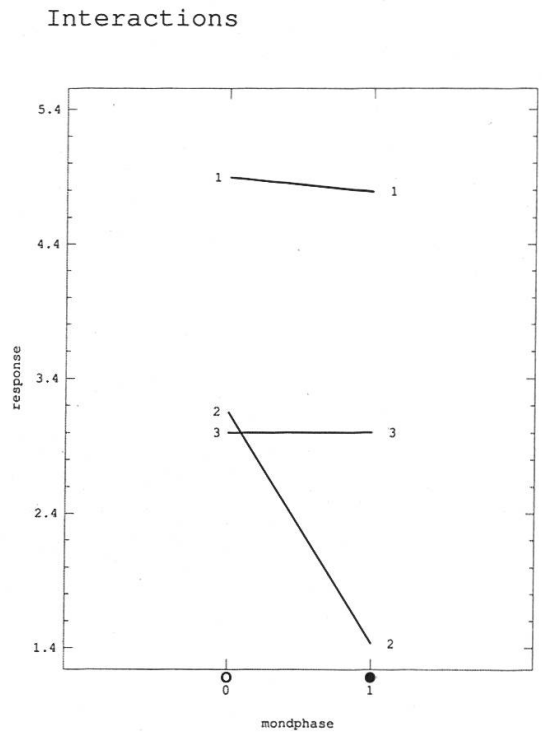
Auteur: Dr. Ernst Zürcher, dipl. Forsting. ETH, Departement Wald- und Holzforschung der ETHZ, Professur für Holzwissenschaften, CH-8092 Zürich.

Annexes

Table of Least Squares Means for SQRT keimung

Level	Count	Average	Stnd. Error	95 Percent Confidence for mean	
GRAND MEAN	48	3.3798350	0.0980261	3.1819647	3.5777053
A:trockenhei					
1	12	4.8442933	0.1880932	4.4646185	5.2239681
2	12	2.2929233	0.1880932	1.9132485	2.6725981
3	24	3.0022884	0.1253955	2.7491719	3.2554049
B:mondphase					
0	24	3.6838216	0.1386299	3.4039908	3.9636525
1	24	3.0758483	0.1386299	2.7960175	3.3556792
AB					
1 0	8	4.8955938	0.2171913	4.4571831	5.3340045
1 1	4	4.7929927	0.3071549	4.1729864	5.4129991
2 0	4	3.1549931	0.3071549	2.5349868	3.7749995
2 1	8	1.4308534	0.2171913	0.9924427	1.8692641
3 0	12	3.0008780	0.1773360	2.6429172	3.3588388
3 1	12	3.0036988	0.1773360	2.6457379	3.3616596





Annexe 1. Tableau des valeurs statistiques et analyse de variance du taux de germination de *Maesopsis eminii* 1990, avec Boîtes de Dispersion «Box-and-Whisker Plots» et Interactions Période – Phase lunaire.

Annexes 2–7. Tableau général de données complémentaires représentées graphiquement en Annexes.

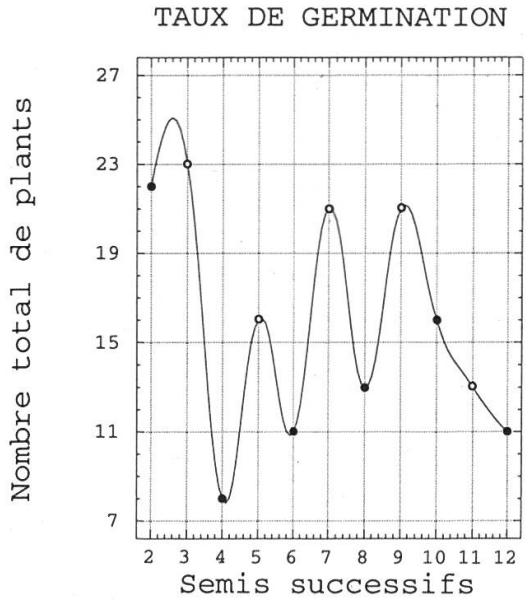
TABLEAU GENERAL DE DONNEES COMPLEMENTAIRES

Semis succ.1990	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dates / Situation	7/5 0	22/5 ●	6/6 0	20/6 ●	6/7 0	20/7 ●	4/8 0	18/8 ●	3/9 0	17/9 ●	2/10 0	16/10 ●
Ac.mearnsii N_{tot}	-	22	23	8	16	11	21	13	21	16	13	11
Markh.lutea $\bar{n}$	35.3	33.5	26.5	28.5	12.3	4.0	19.0	16.8	11.8	27.3	10.3	11.5
σ_{n-1}	4.6	4.9	12.1	3.7	9.9	1.2	4.1	7.2	8.9	10.2	8.9	4.4

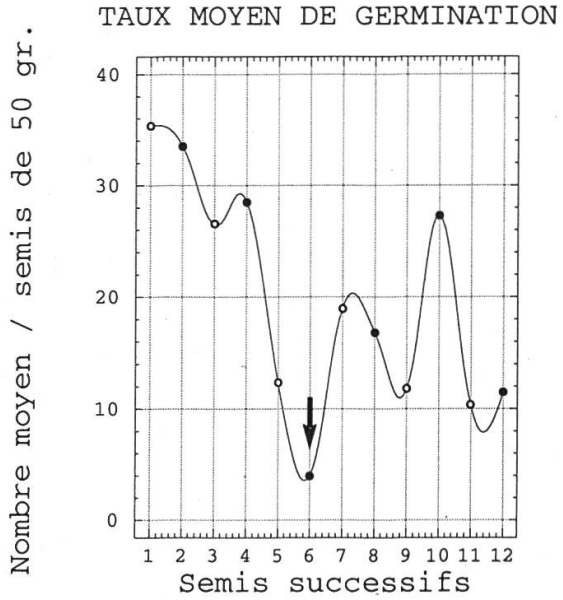
Semis succ.1991	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dates / Situation	12/4 ●	26/4 0	28/4 0	12/5 ●	26/5 0	28/5 0	10/6 ●	25/6 0	27/6 0	9/7 ●	24/7 0	26/7 0
Maes.eminii N_{tot}	19	22	14	18	18	13	14	15	15	10	22	17

Dates / Situation	28/3 0	12/4 ●	26/4 0	11/5 ●	25/5 0	10/6 ●	25/6 0	9/7 ●	24/7 0	8/8 ●	23/8 0	6/9 ●
Sesbania ses. $\bar{h}_o$	19.8	20.5	23.2	11.4	16.6	17.3	15.8	18.8	21.8	16.9	14.9	13.4
$\bar{h}_1$	87.3	97.7	81.6	36.2	34.3	31.9	24.1	40.1	47.2	51.9	54.3	44.4
$d\bar{h}/\bar{h}_o$	3.40	3.76	2.52	2.19	1.07	0.85	0.53	1.14	1.16	2.07	2.65	2.30
H_{max}	135	135	115	100	75	95	50	80	70	100	90	90

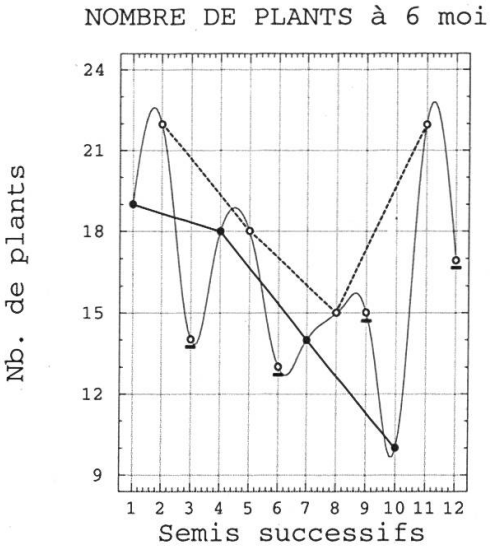
Dates / Situation	26/4 0	11/5 ●	25/5 0	10/6 ●	25/6 0	9/7 ●	24/7 0	8/8 ●	23/8 0	6/9 ●	21/9 0	5/10 ●
Ac.mearnsii n	6	8	5	8	15	9	23	20	5	8	4	10
$\bar{h}$	49.8	42.6	27.6	41.0	29.0	23.2	24.5	28.5	10.8	4.9	5.8	3.4
Biom.= n x $\bar{h}$	299	341	138	328	435	209	564	570	54	39	23	34
Ac.melanox. n	10	7	10	3	4	7	5	7	13	12	18	8
$\bar{h}$	18.7	11.1	67.2	70.0	34.5	34.7	19.0	22.0	21.2	7.7	3.9	4.1
Biom.= n x $\bar{h}$	187	78	672	210	138	243	95	154	276	92	70	33



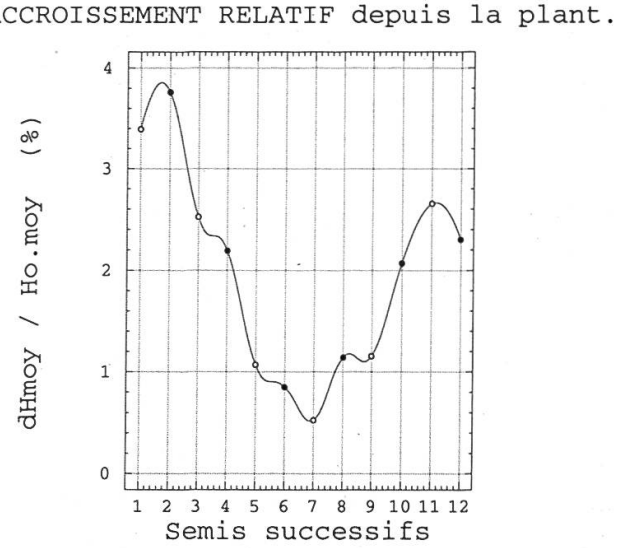
Annexe 2. Nombre total de plants par semis d'*Acacia mearnsii* 1990.



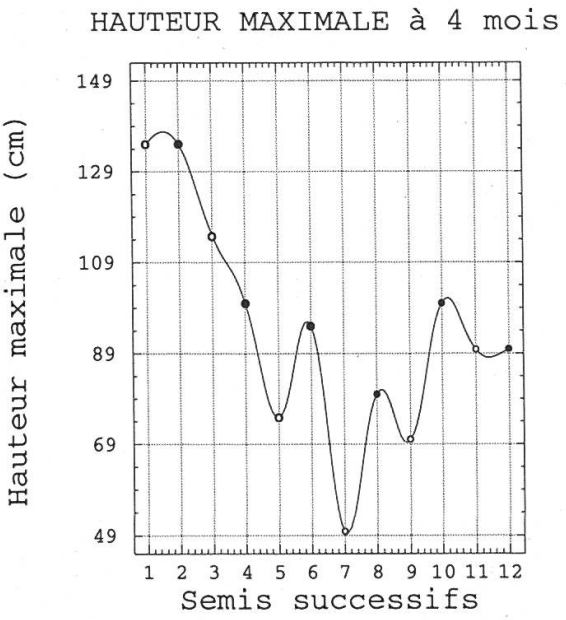
Annexe 3. Taux moyen de germination de *Markhamia lutea* 1990.



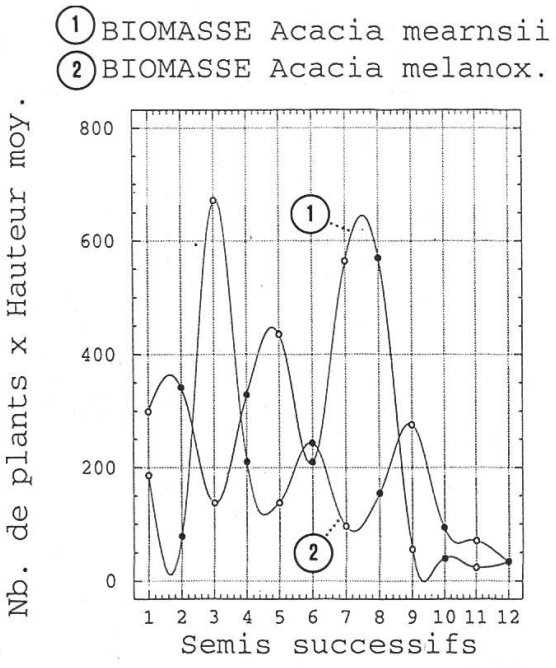
Annexe 4. Nombre de plants à 6 mois (2 mois après le repiquage) de *Maesopsis eminii* 1991, avec semis 2 jours avant la pleine lune (PL: ○), au moment de la pleine lune (PL: ○) et 2 jours avant la nouvelle lune (NL: ●).



Annexe 5. Accroissement relatif au cours des deux mois suivant le moment de la plantation (à 2 mois), pour *Sesbania sesban* 1991. Ho. moy: Hauteur moyenne d'un semis au moment de la plantation; dHmoy: Accroissement moyen corresp.



Annexe 6. Hauteur maximale à l'âge de 4 mois (2 mois après la plantation), pour 12 semis successifs de *Sesbania sesban* en 1991.



Annexe 7. Biomasse (nombre de plants x hauteur moyenne) produite par 12 semis successifs d'*Acacia mearnsii* et d'*Acacia melanoxylon* en 1991. Le parcours systématiquement opposé des courbes d'égalisation du type «Quasi Cubic Spline» (STATGRAPHICS) est à souligner ici.