

Germination des graines et développement des plantules de Manguier (*Mangifera indica* L.).

Françoise CORBINEAU, M. KANTÉ et D. CÔME*

GERMINATION DES GRAINES ET DEVELOPPEMENT
DES PLANTULES DE MANGUIER (*MANGIFERA INDICA* L.).
Françoise CORBINEAU, M. KANTÉ et D. CÔME.
Fruits, Fev. 1987, vol. 42, n° 2, p. 113-120.

RESUME - Les graines de Manguier (*Mangifera indica* L.) ne présentent aucune dormance. Leur germination est possible entre 5 et 40°C, mais l'optimum thermique se situe aux environs de 25-30°C. Les embryons des variétés polyembryonnées germent d'autant plus vite qu'ils sont plus gros. La température optimale de croissance des plantules se situe au voisinage de 30°C. Une température trop élevée (40°C) devient vite létale. Les plantules ne supportent pas longtemps des températures inférieures à 15°C qui entraînent des troubles de chilling injury. La croissance de la tige feuillée s'effectue par flushes successifs séparés par des périodes de repos. Pour les variétés polyembryonnées, les jeunes plantes sont d'autant plus vigoureuses que les embryons dont elles proviennent sont plus volumineux.

INTRODUCTION

Le Manguier (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) est une espèce arborescente tropicale de grand intérêt économique, dont il existe de nombreux cultivars à graines monoembryonnées ou polyembryonnées. Les graines, comme celles de nombreux autres arbres tropicaux ou subtropicaux (KING et ROBERTS, 1979), présentent la particularité d'être riches en eau et de ne pas tolérer une dessiccation importante ; ce sont typiquement des graines récalcitrantes (ROBERTS, 1973 ; CORBINEAU *et al.*, 1986).

La multiplication du Manguier est effectuée par semis et greffage. La polyembryonie pourrait conduire à un autre mode de propagation, mais elle n'est pratiquement pas utilisée (MOHAMMED, 1984).

L'objectif du travail présenté ici a été de déterminer les principales caractéristiques de la germination des graines

et des premiers stades de développement des plantules. Le comportement des différents embryons des graines polyembryonnées a été également examiné.

MATERIEL ET METHODES

L'étude entreprise a porté sur 3 cultivars très répandus au Mali ; l'un (Ruby) a des graines monoembryonnées et les deux autres (Mangotine et Sabre) des graines polyembryonnées. Les graines utilisées provenaient de fruits récoltés à maturité, dans les vergers du Centre national de Recherches fruitières et maraichères de Bamako (Mali), en juin 1984 et mai 1985. Pour éviter qu'elles se dessèchent pendant leur transport au laboratoire de Meudon, elles ont été isolées des fruits, placées entre des feuilles de papier humides et immédiatement expédiées par avion. Elles ont été mises en expérimentation dès leur arrivée au laboratoire, c'est-à-dire 24 à 48 heures après leur prélèvement dans les fruits.

Les essais de germination ont été effectués à l'obscurité, à différentes températures comprises entre 5 et 45 ±

* - Françoise CORBINEAU et D. CÔME - Laboratoire de Physiologie des Organes Végétaux après Récolte, CNRS - 4 ter, route des Gardes, 92190 MEUDON.
M. KANTÉ - CNRF - B.P. 30 - BAMAKO (Mali).

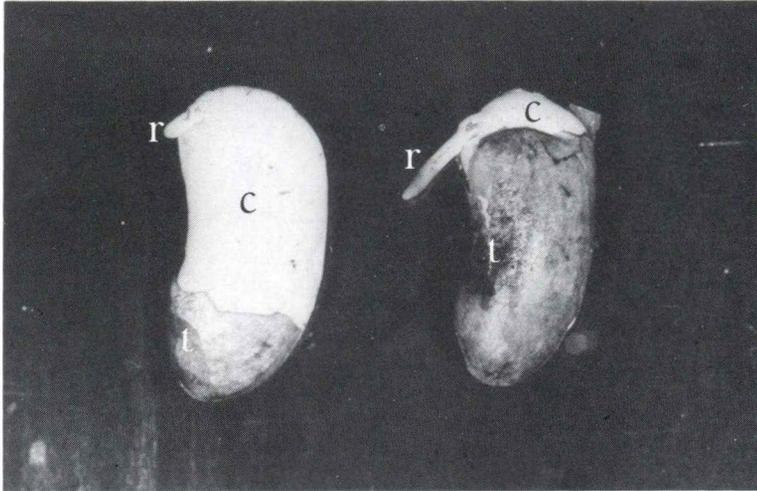


Photo 1 - Premiers stades de germination des graines de Manguier (cv. Ruby).
c : cotylédon ; r : radicule ; t : tégument.

0,5°C. Chaque essai a porté sur 40 à 50 graines ou embryons isolés placés sur du coton imbibé d'eau désionisée, dans des boîtes rectangulaires en polystyrène cristal (18 cm de longueur, 12 cm de largeur et 5,5 cm de hauteur). Une graine ou un embryon isolé a été considéré comme ayant germé lorsque la radicule s'était visiblement allongée (photo 1) ; ce critère est, en effet, celui qui est adopté par les physiologistes (CÔME, 1982).

Pour étudier l'influence de la température sur les premiers stades de croissance des plantules, indépendamment de son action sur la germination, les graines ont d'abord été mises à germer à 25 ou 30°C, comme précédemment, puis, dès que la radicule commençait à s'allonger, elles ont été transférées à diverses températures allant de 5 à 40 ± 0,5°C, toujours à l'obscurité. Le moment du transfert a été pris comme temps 0 de la croissance. La longueur de l'ensemble racine + hypocotyle, d'une part, et de l'épicotyle, d'autre part, a été mesurée régulièrement pendant 2 à 10 semaines. Ces mesures ont porté sur 10 ou 20 plantules du cultivar Ruby et les résultats ont été exprimés par la moyenne ± l'écart type de la longueur des organes considérés.

Pour suivre plus longtemps la croissance de la tige, les graines germées ont d'abord été maintenues à 30°C, à l'obscurité, pendant 10 jours, puis elles ont été plantées individuellement dans un mélange à parts égales de terreau et de sable, dans des pots de 12 cm de diamètre et de 10,5 cm de hauteur. Les jeunes plantes ont été cultivées dans un phytotron qui présentait les caractéristiques suivantes : 25°C jour et nuit, 16 h d'éclairage quotidien (25 W m⁻²) et 75 p. 100 d'humidité relative de l'atmosphère. L'arrosage était effectué 3 fois par semaine avec de l'eau désionisée. La croissance de l'appareil aérien a été suivie pendant 2 à 3 mois, en mesurant tous les 2 jours la longueur de l'axe et la surface foliaire. Cette dernière a été déterminée en dessinant le contour de chaque feuille sur du papier calque (90 g m⁻²) et en pesant les morceaux correspondants. La longueur finale des entre-nœuds et le nombre de pièces foliaires (feuilles bien développées et feuilles réduites à des écailles) ont été également notés. Les mesures ont concerné 8 ou 9 plantes des cultivars Ruby et Mangotine et les résultats présentés correspondent à la moyenne ± l'écart type des valeurs obtenues.

RESULTATS

Caractéristiques de la germination.

- Graines monoembryonnées (cultivar Ruby).

Toutes les graines germent facilement entre 20 et 40°C (figure 1). C'est toutefois aux températures comprises entre 25 et 35°C que la germination est la plus rapide et la plus homogène. Elle est nettement plus lente à 15°C. Bien qu'elle reste possible à 10 et 5°C, les plantules se développent mal et finissent par mourir.

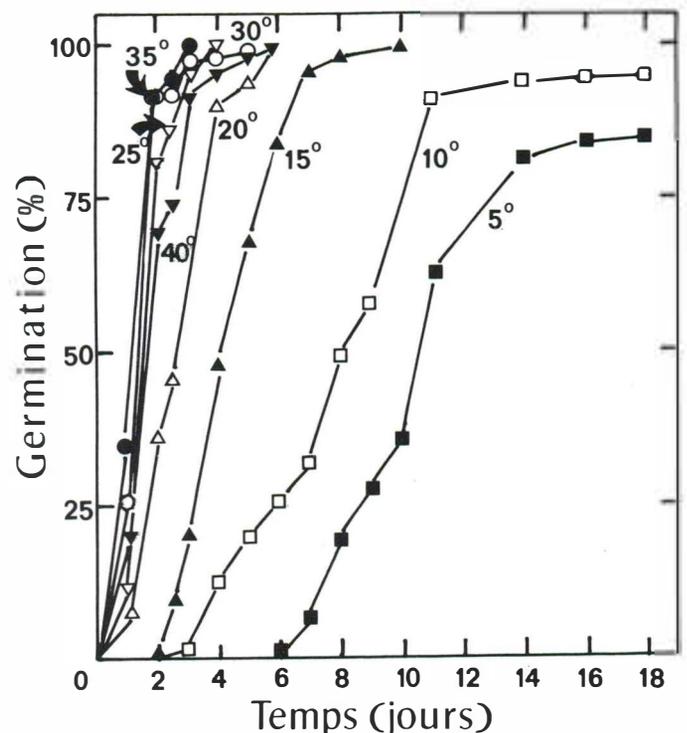


Figure 1 - Germination à 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40°C, des graines du cultivar Ruby (récolte 1984).

● Graines polyembryonnées (cultivars Mangotine et Sabre).

Pour les deux cultivars à graines polyembryonnées, les embryons ont été regroupés en 3 catégories : les gros (poids compris entre 8 et 10 g), les moyens (4 à 7,9 g) et les petits (poids inférieur à 4 g).

Dans le cas du cultivar Mangotine, tous les embryons des récoltes de 1984 (figure 2) et 1985 (tableau 1) sont capables de germer dans une large gamme de températures, quelle que soit leur taille, et l'optimum thermique se situe toujours au voisinage de 35°C. Cependant, ils germent d'autant plus vite que leurs cotylédons sont plus volumineux (figure 2). Les plus gros sont également moins sensibles aux températures fraîches.

La différence de comportement des 3 catégories d'embryons est plus nette pour le cultivar Sabre (tableau 1). Alors que tous les gros embryons germent parfaitement, ceux de taille moyenne et surtout les plus petits présentent une forte mortalité. Par ailleurs, l'optimum thermique est moins élevé (25-30°C) que pour le cultivar Mangotine et la sensibilité aux températures trop basses est plus grande.

Premiers stades de croissance des plantules.

La figure 3 montre quelle est l'influence de la température sur la croissance des plantules du cultivar Ruby, pendant les 15 premiers jours. La croissance de l'ensemble racine + hypocotyle est nulle à 5°C et très lente à 10 et 15°C. Elle augmente fortement jusqu'à 30°C ; au-delà de

TABLEAU 1 - Influence de la température sur le pourcentage de germination obtenu après 20 jours avec des embryons de grosse, de moyenne et de petite tailles des cultivars Mangotine et Sabre. Récolte 1985.

Variétés	Embryons	Température (°C)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Mangotine	gros	93	93	100	100	100	100	100	100
	moyens	74	88	92	100	100	100	100	100
	petits	60	58	78	100	100	100	100	100
Sabre	gros	0	30	75	100	100	90	70	75
	moyens	0	20	35	74	73	80	62	35
	petits	0	0	6	65	50	65	52	50

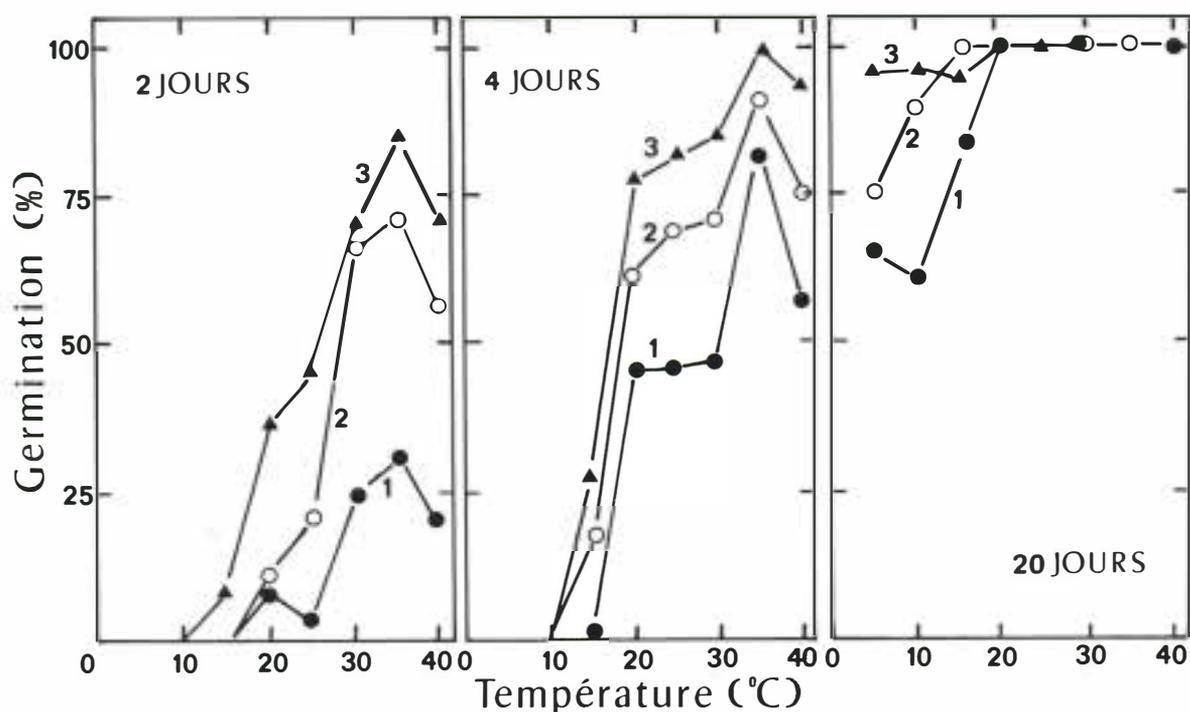


Figure 2 - Influence de la température sur les pourcentages de germination obtenus après 2, 4 et 20 jours avec les embryons du cultivar Mangotine (récolte 1984). 1 : petits embryons ; 2 : embryons de taille moyenne ; 3 : gros embryons.

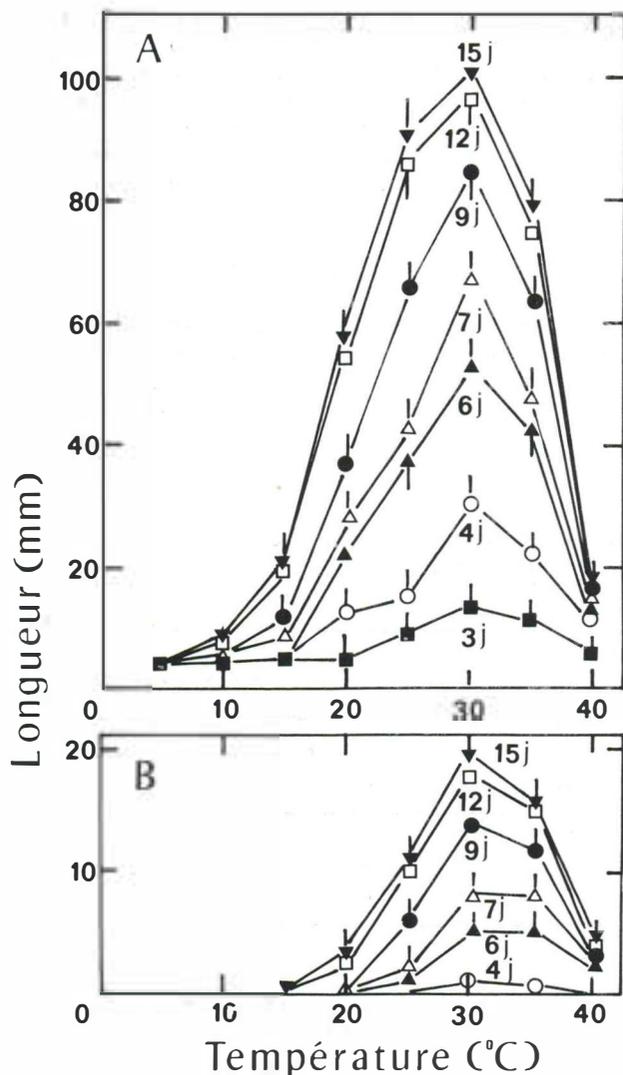


Figure 3 - Influence de la température sur la longueur de l'ensemble racine + hypocotyle (A) et de l'épicotyle (B) après 3, 4, 6, 7, 9, 12 et 15 jours (cv. Ruby, récolte 1984). Les résultats correspondent à la moyenne \pm l'écart type des valeurs obtenues avec 10 plantules.

cet optimum, elle diminue et la température de 40°C devient vite létale. L'épicotyle présente la même sensibilité à la température, mais il croît toujours plus lentement que l'ensemble racine + hypocotyle.

La poursuite des mesures pendant 10 semaines, à des températures fraîches, montre (tableau 2) que les organes continuent de croître normalement à 15°C. A 12°C, la croissance est considérablement ralentie, mais les plantules restent viables. A des températures trop basses (10°C et surtout 5°C), les organes cessent rapidement de s'allonger et les plantules meurent progressivement.

Développement de l'appareil aérien.

- Cultivar à graines monoembryonnées (Ruby).

Les 8 plantes étudiées ayant à peu près le même comportement, nous choisirons l'une d'entre elles, très typique, pour analyser le développement de l'appareil aérien. Ce développement s'effectue par poussées successives séparées par des périodes de repos (figure 4). La durée des 3 premiers flushes de croissance est en moyenne de 10 à 14 jours et les périodes de repos durent environ 6 jours après le premier flush et 12 jours après les deux flushes suivants (tableau 3).

L'augmentation de la surface des feuilles et l'allongement de l'axe ne sont pas concomitants, au moins au début du développement (figures 4 et 5). Le premier flush correspond à la croissance de la gemmule de l'embryon. Pour les deux flushes suivants, la tige commence à s'allonger lorsque les feuilles du flush précédent ont terminé leur croissance. A partir du troisième flush, l'augmentation de la surface foliaire est plus prolongée et se poursuit pendant l'allongement de l'axe.

L'architecture de la jeune plante correspond à un axe orthotrope constitué par une succession d'unités de morphogenèse. Chaque unité résulte d'un flush de croissance ; elle comprend des entre-nœuds de longueur variable (figure 6 et photo 2) et des feuilles bien développées ou réduites à des écailles (tableau 3). Le premier entre-nœud, qui provient de l'allongement de la gemmule, représente 70 à 90 p. 100 de la longueur de la première unité de morpho-

TABLEAU 2 - Croissance, à 5, 10, 12 et 15°C, de l'ensemble racine + hypocotyle et de l'épicotyle, mesurée pendant 10 semaines (cv. Ruby, récolte 1984). Moyenne \pm écart type des valeurs obtenues avec 20 plantules.

Organes	Température (°C)	Longueur (mm) après				
		2 sem.	4 sem.	6 sem.	8 sem.	10 sem.
Racine + hypocotyle	5	4 \pm 1	4 \pm 1	mort	-	-
	10	7 \pm 2	12 \pm 2	12 \pm 2	mort	-
	12	8 \pm 2	16 \pm 4	24 \pm 5	28 \pm 7	34 \pm 8
	15	18 \pm 4	63 \pm 10	88 \pm 12	95 \pm 10	105 \pm 10
Epicotyle	5	0	0	0	0	mort
	10	0	1 \pm 1	1,5 \pm 1	2 \pm 2	2,5 \pm 2
	12	0	3 \pm 2	4 \pm 2	5 \pm 3	6 \pm 3
	15	0	6 \pm 2	10 \pm 3	13 \pm 2	18 \pm 4

TABLEAU 3 - Caractéristiques des 3 premières unités de morphogenèse des plantes du cultivar Ruby (récolte 1984) cultivées dans des conditions contrôlées. Moyenne \pm écart type des valeurs obtenues avec 8 plantes.

Unités de morphogenèse	Durée (jours) des périodes		Longueur de l'axe (mm)	Surface foliaire (cm ²)	Nombre	
	d'allongement	de repos			d'écailles	de feuilles normales
I	14 \pm 2	6 \pm 2	180 \pm 32	306 \pm 85	1 ou 2	5 ou 6
II	10 \pm 2	12 \pm 2	85 \pm 28	151 \pm 38	1 ou 2	5 ou 6
III	11 \pm 2	12 \pm 2	67 \pm 15	78 \pm 20	2 ou 3	4 ou 5

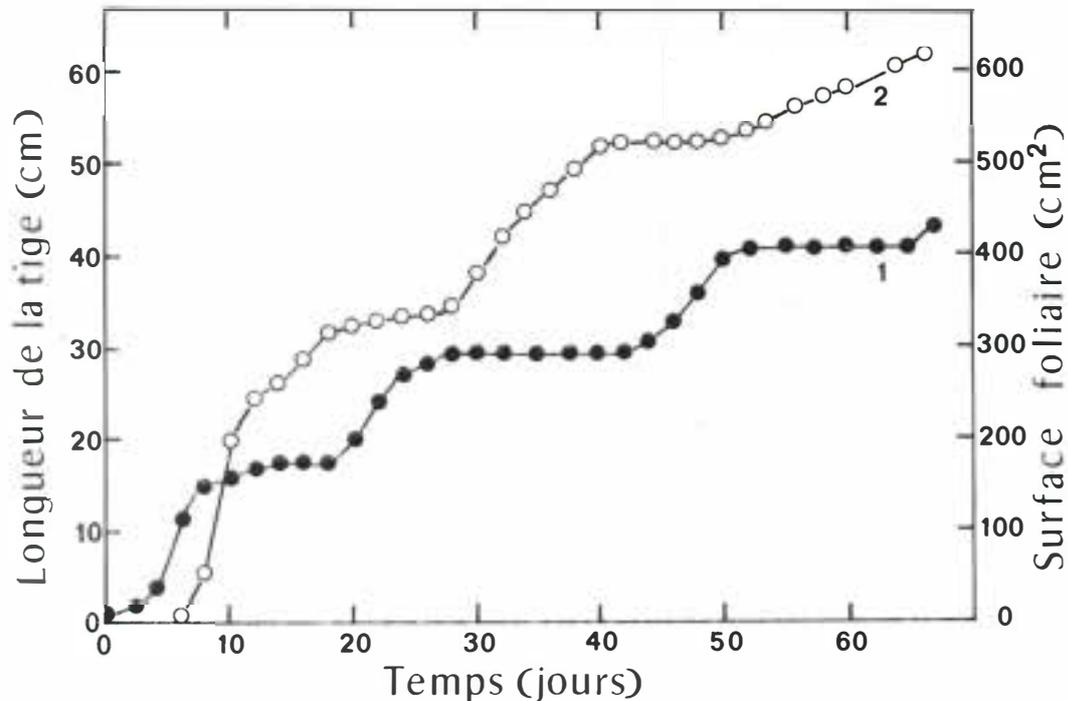


Figure 4 - Evolution de la longueur de la tige (1) et de la surface foliaire (2) d'une plante du cultivar Ruby (récolte 1984) cultivée dans des conditions contrôlées.

TABLEAU 4 - Caractéristiques des 3 premières unités de morphogenèse des plantes provenant des embryons de grosse, de moyenne et de petite tailles du cultivar Mangotine (récolte 1984) et cultivées en conditions contrôlées. Moyenne \pm écart type des valeurs obtenues dans chaque cas avec 9 plantes.

Caractéristiques	Embryons								
	Gros			Moyens			Petits		
	Unités			Unités			Unités		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Longueur de l'axe (mm)	175 \pm 38	27 \pm 32	17 \pm 28	119 \pm 30	80 \pm 25	72 \pm 21	99 \pm 30	55 \pm 15	49 \pm 12
Surface foliaire (cm ²)	407 \pm 81	76 \pm 53	61 \pm 42	149 \pm 39	64 \pm 25	59 \pm 20	43 \pm 11	37 \pm 8	27 \pm 5
Nombre de pièces foliaires	7 \pm 1	7 \pm 1	8 \pm 1	4 \pm 1	5 \pm 1	6 \pm 1	2 \pm 1	4 \pm 1	5 \pm 1
Nombre de feuilles développées	6 \pm 1	5 \pm 1	5 \pm 1	4 \pm 1	3 \pm 1	4 \pm 1	2 \pm 1	3 \pm 1	4 \pm 1
Durée des périodes d'allongement (jours)	14 \pm 2	10 \pm 2	16 \pm 3	12 \pm 2	10 \pm 3	14 \pm 3	12 \pm 4	8 \pm 2	12 \pm 3
Durée des périodes de repos (jours)	8 \pm 2	8 \pm 2	4 \pm 1	10 \pm 2	8 \pm 2	8 \pm 2	12 \pm 3	8 \pm 2	10 \pm 3

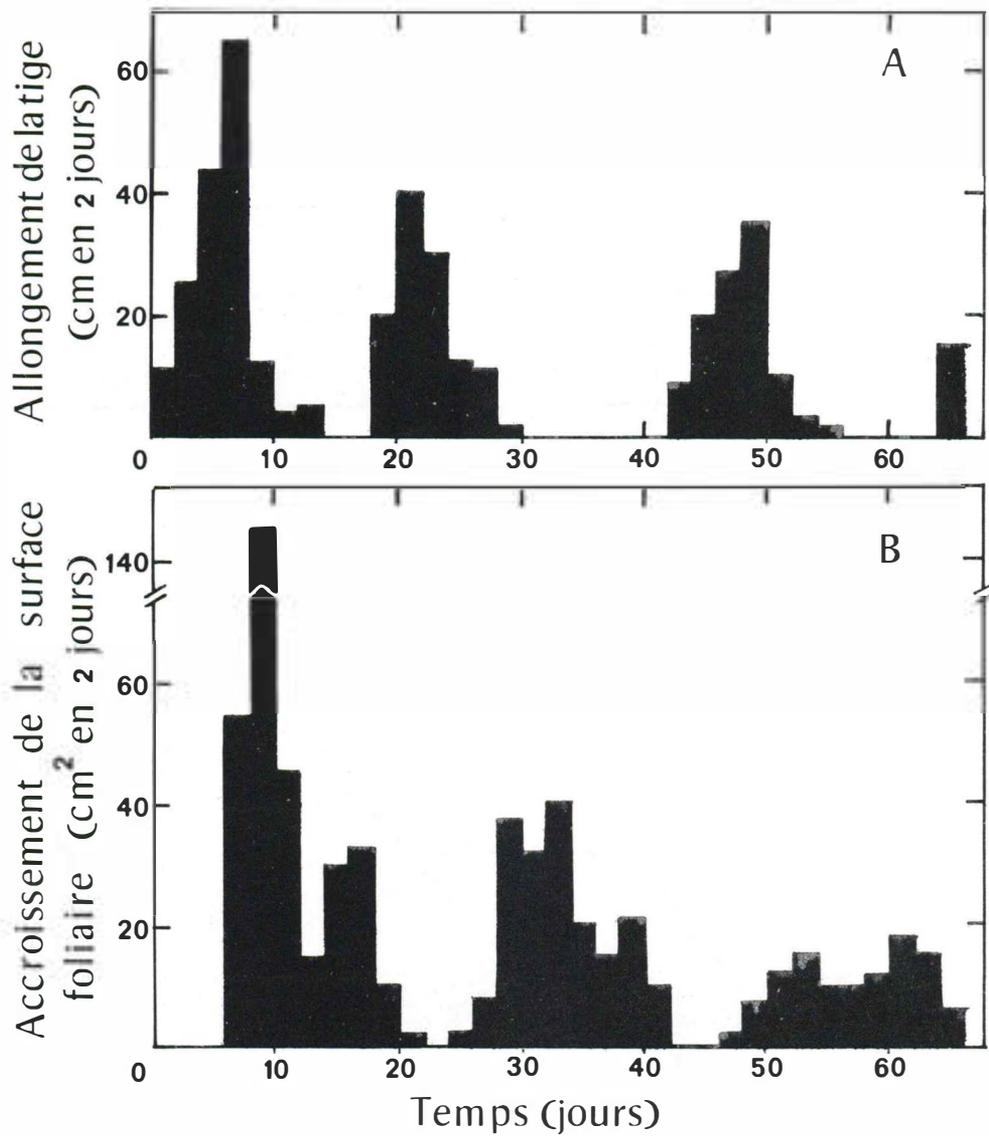


Figure 5 - Variation de l'allongement de la tige (A) et de l'accroissement de la surface foliaire (B) d'une plante du cultivar Ruby (récolte 1984) cultivée dans des conditions contrôlées. Même plante que figure 4.

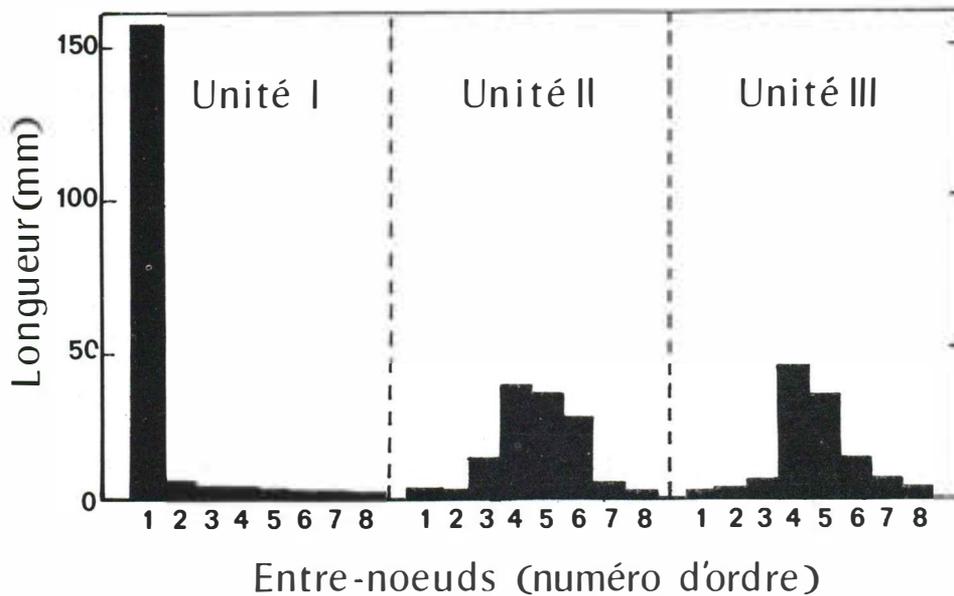


Figure 6 - Longueur finale des entre-noeuds des 3 premières unités de morphogenèse d'une plante du cultivar Ruby (récolte 1984) cultivée dans des conditions contrôlées. Même plante que figures 4 et 5.

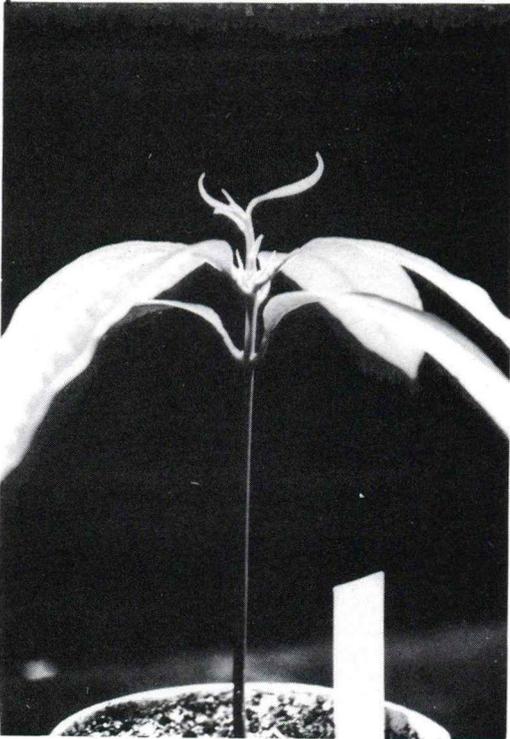


Photo 2 - Jeune plante (cv. Ruby) cultivée dans des conditions contrôlées. Les feuilles de la première unité de morphogenèse ont terminé leur croissance. La deuxième unité commence à s'élaborer.

genèse (figure 6 et photo 2). Pour les deux unités suivantes, les entre-noeuds sont d'abord très courts ; leur longueur augmente dans la zone médiane, puis elle diminue dans la partie apicale (figure 6). La première unité est 2 à 3 fois plus longue que les deux suivantes (tableau 3). La surface foliaire de chaque unité diminue beaucoup entre la première et la troisième unités (tableau 3), mais PARISOT (1985) a montré qu'elle augmente à partir du quatrième flush de croissance.

● Cultivar à graines polyembryonnées (Mangotine).

Le développement des plantes issues des 3 catégories d'embryons (gros, moyens et petits) des graines polyembryonnées du cultivar Mangotine, présente globalement les mêmes caractéristiques que dans le cas du cultivar Ruby. Cependant, la cinétique de croissance et l'architecture des plantes dépendent de la taille des embryons dont elles proviennent (tableau 4 et photo 3). Plus ceux-ci sont petits, plus les unités de morphogenèse sont courtes et plus le nombre et la surface des feuilles sont réduits. Les plantes issues des gros embryons ont les plus brèves périodes de repos, mais la durée des flushes de croissance est assez peu variable.

CONCLUSION

Les graines de Manguier, prélevées dans des fruits mûrs, germent dans une gamme de températures très étendue (5 à 40°C). Elles ne présentent aucune dormance. Leur germination est même possible à l'intérieur des fruits de certains cultivars (observation faite par KANTÉ). C'est toutefois à des températures élevées (25 à 35°C) qu'elles germent le mieux, comme pour la plupart des espèces tropicales (CÔME, 1982).

La température optimale de croissance des plantules se situe nettement au voisinage de 30°C. Une température trop élevée (40°C) devient rapidement létale. Alors que la germination peut s'effectuer à partir de 5°C, les plantules meurent après un ou deux mois au-dessous de 12°C. Une telle sensibilité au froid est très fréquente chez les espèces tropicales (KING et ROBERTS, 1979). Il s'agit d'un phénomène classique de «chilling injury» provenant de troubles physiologiques qui se manifestent par un brunissement et une nécrose des tissus.

La jeune tige feuillée est constituée par un axe orthotrope monopodial dont la croissance s'effectue par flushes successifs séparés par des périodes de repos. Une telle croissance rythmique a déjà été décrite chez des Manguiers plus âgés (HOLDSWORTH, 1963 ; SCARRONE, 1969 ; AUBERT et LOSSOIS, 1972). Elle se rencontre chez quelques espèces arborescentes de climats tempérés (LA-

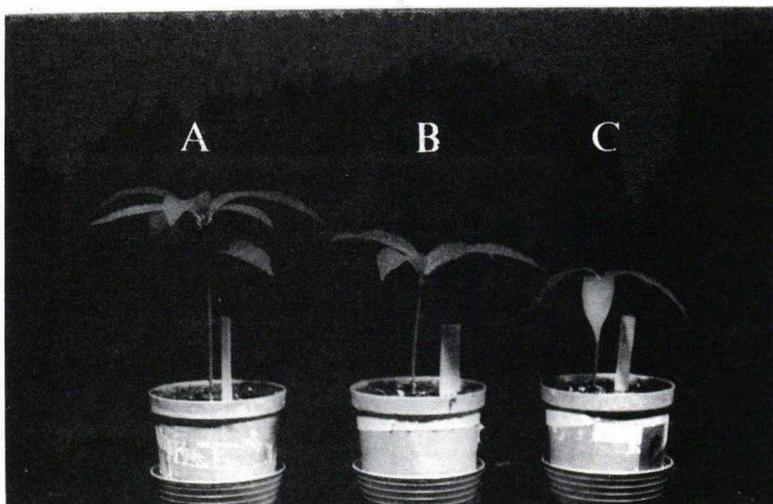


Photo 3 - Première unité de morphogenèse de plantes (cv. Mangotine) provenant d'un gros embryon (A), d'un embryon de taille moyenne (B) et d'un petit embryon (C). Plantes cultivées en conditions contrôlées.

VARENNE *et al.*, 1971), mais elle caractérise surtout les arbres tropicaux comme l'*Hevea brasiliensis* (DUBOIS, 1962 ; HALLÉ, et MARTIN, 1968), le *Theobroma cacao* (GREENWOOD et POSNETT, 1950 ; GREATHOUSE *et al.*, 1971) ou le *Gnetum africanum* (MIALOUNDAMA *et al.*, 1984).

Chaque flush de croissance met en place une unité de morphogenèse caractéristique. Dans ces conditions expérimentales, où les jeunes Manguiers proviennent de semis et sont cultivés dans un environnement bien défini, la tige s'allonge par le bourgeon terminal d'une unité quand les feuilles de cette unité cessent de grandir.

Dans le cas des cultivars à graines polyembryonnées, plus les embryons sont gros, plus ils germent facilement et plus les jeunes plantes obtenues sont vigoureuses. Cette observation peut être importante pour l'obtention de populations de plants homogènes ou pour le tri des plantules provenant des embryons zygotiques et des embryons nucellaires.

Ces résultats, obtenus en conditions contrôlées, apportent sans doute des renseignements utiles pour la mise en place des vergers, mais il est nécessaire de vérifier s'ils sont transposables aux conditions climatiques naturelles qui règnent dans les pépinières.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (B.) et LOSSOIS (P.). 1972.
Considérations sur la phénologie des espèces fruitières arborescentes.
Fruits, 27, 269-286.
- CÔME (D.). 1982.
Germination.
in : *Croissance et Développement. Physiologie végétale II*, P. MAZLIAK éd., Hermann, Paris, 129-225.
- CORBINEAU (Françoise), KANTÉ (M.) et CÔME (D.). 1986.
Seed germination and seedling development in the Mango (*Mangifera indica* L.).
Tree Physiology, 1, 151-160.
- DUBOIS (P.). 1962.
Contribution à l'étude de la croissance par poussées successives chez *Hevea brasiliensis* MÜLL. ARG.
Agricultura (Lowain), 125-149.
- GREATHOUSE (D.E.), LAETSCH (W.M.) et PHINNEY (B. O.) 1971.
The shoot growth rhythm of a tropical tree, *Theobroma cacao*.
Amer. J. Bot., 58, 281-286.
- GREENWOOD (M.) et POSNETT (A.F.). 1950.
The growth flushes of Cacao.
J. Hort. Sci., 25, 164-174.
- HALLÉ (F.) et MARTIN (R.). 1968.
Etude de la croissance rythmique de l'Hévéa (*Hevea brasiliensis* MÜLL. ARG. Euphorbiacées Crotonoïdées).
Adansonia, 2-8, 475-503.
- HOLDSWORTH (M.). 1963.
Intermittent growth of the mango tree.
J. West. Afr. Sci. Ass. (Ibadan), 7, 163-171.
- KING (M.N.) et ROBERTS (E.H.). 1979.
The storage of recalcitrant seeds. Achievements and possible approaches.
International Board for Plant genetic Resources, Rome, 96 p.
- LAVARENNE (S.), CHAMPAGNAT (P.) et BARNOLA (P.). 1971.
Croissance rythmée de quelques végétaux ligneux de régions tempérées, cultivés en chambres climatisées à température élevée et constante et sous diverses photopériodes.
Bull. Soc. Bot. Fr., 118, 131-162.
- MIALOUNDAMA (F.), LAUZAC (M.) et PAULET (P.). 1984.
The periodic induction of dormancy during the rhythmic growth of *Gnetum africanum*.
Physiol. Plant., 61, 309-313.
- MOHAMMED (S.). 1984.
Macropropagation of tropical fruit crops and its improvement.
Fruits, 39, 717-722.
- PARISOT (E.). 1985.
Etude de la croissance rythmique chez de jeunes Manguiers (*Mangifera indica* L.).
Thèse de 3ème cycle, Clermont-Ferrand, 156 p.
- ROBERTS (E.H.). 1973.
Predicting the storage life of seeds.
Seed Sci. and Technol., 1, 499-514.
- SCARRONE (F.). 1969.
Recherche sur les rythmes de croissance du Manguier et de quelques végétaux ligneux Malagasy.
Thèse Doct. d'Etat, Clermont-Ferrand, 2 vol., 438 p. et 248 p.

