

Analyse de la croissance rythmique du mandarinier commun (*Citrus deliciosa* TENORE) cultivé en conditions constantes.

A. A. EL-MORSY et B. MILLET*

ANALYSIS OF THE GROWTH RHYTHM OF THE COMMON MANDARIN (*CITRUS DELICIOSA* TENORE) GROWN UNDER CONSTANT CONDITIONS.

A. A. EL-MORSY and B. MILLET.

Fruits, Jan. 1989, vol. 44, n° 1, p. 21-27.

ABSTRACT - Elongation of the main stem of the common mandarin grown under constant conditions occurs in a succession of cycles which last 50 days at the beginning of growth and 58 days a year later. The rhythmical functioning of the meristem, the elongation of the stem and the lengthening of the inter-nodes are closely related. When the data collected are juxtaposed, the periodical functioning of the meristem appears to coincide with growth activity, which is itself periodical and may be due to the method of development of the root system or the physiology of absorption.

ANALYSE DE LA CROISSANCE RYTHMIQUE DU MANDARINIER COMMUN (*CITRUS DELICIOSA* TENORE) CULTIVE EN CONDITIONS CONSTANTES.

A. A. EL-MORSY et B. MILLET.

Fruits, Jan. 1989, vol. 44, n° 1, p. 21-27.

RESUME - L'élongation de la tige principale du Mandarinier commun cultivé en conditions constantes s'effectue par vagues successives dont la durée passe de 50 jours au début de la croissance à 58 jours un an plus tard. Une étroite corrélation existe entre le fonctionnement rythmique du point végétatif, la croissance en longueur de la tige et l'allongement des entre-nœuds. La juxtaposition des données recueillies conduit à considérer que le fonctionnement périodique du méristème s'accompagne d'une activité de croissance, elle-même périodique qui pourrait trouver son origine dans le mode de développement du système racinaire ou dans la physiologie de l'absorption.

INTRODUCTION

L'organisation des végétaux ligneux des régions tempérées, tropicales ou équatoriales, est très fréquemment l'expression d'un fonctionnement rythmique qui se manifeste par la succession, le long de l'axe des pousses feuillées, d'unités de morphogenèse (HALLE et MARTIN, 1968). Connaissant la durée nécessaire à l'édification des unités successives, on peut *a posteriori* reconstituer les étapes de la croissance en longueur de la branche ou de la pousse au cours du temps. Ces unités de morphogenèse constituent ainsi des marqueurs temporels du développement (MILLET et MANACHERE, 1983). Il faut signaler en outre que le caractère endogène de cette rythmicité a été mis en évidence pour la plupart des espèces étudiées (LAVARENNE *et al.*, 1971 ; VOGEL, 1975 ; PAYAN, 1982 ; PARISOT, 1985 ; MIALOUNDAMA, 1985 ; MAILLARD, 1987). Comme le Chêne, le Cacaoyer, le Manguier, le *Gnetum* ou le *Terminalia*, les *Citrus* en général manifestent une croissance rythmi-

que (HALMA and COMPTON, 1936 ; REED and MAC DOUGAL, 1937 ; COSSMANN, 1940 ; MARLOTH, 1949 ; NOZERAN *et al.*, 1983). Mais dans les articles cités, les conditions dans lesquelles les arbres étaient cultivés ne permettent pas de dire si le qualificatif d'endogène peut lui être attribué. Le travail que nous avons réalisé permet d'apporter une réponse à cette question en ce qui concerne le Mandarinier.

MATERIEL ET METHODES

Le Mandarinier méditerranéen (*Citrus deliciosa* TENORE) est une espèce monovariétale. Son fruit, la mandarine commune, est désigné sous différentes appellations selon l'endroit où il est cultivé : «Avana» en Italie, «Baladi» en Egypte, «Willow leaf» aux Etats-Unis, «Setubal» au Portugal (CHAPOT, 1962 ; PRALORAN, 1971). Quatre vingt-six p. 100 des plantes étant issues d'embryons d'origine nucellaire (FROST et SOOST, 1968), les plantes issues des graines doivent constituer un lot assez homogène (NOZERAN *et al.*, 1983), pratiquement un clone. Les individus chétifs, provenant probablement d'autofécondation, et à l'opposé les individus très vigoureux issus vraisemblablement de fécondations croisées seront éliminés (NOZERAN *et al.*, 1983).

* - Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, Université de Franche-Comté, place Leclerc - 25030 BESANÇON (France)

Les graines fraîches extraites de fruits mûrs du commerce sont d'abord désinfectées par immersion pendant 10 minutes dans de l'eau de Javel diluée au 1/4. Elles sont ensuite rincées à l'eau et placées dans un bac de vermiculite humide. La germination a lieu à l'obscurité à $25^\circ \pm 0,5^\circ\text{C}$. On considère que la graine est germée lorsqu'on voit la radicule poindre à l'extérieur des téguments (EVENARI, 1957). Le taux et le temps moyen de germination sont déterminés de la manière indiquée par CÔME (1970).

Lorsque la tige épicotylée atteint une longueur d'environ 25 mm, les jeunes plantes sont transférées dans des pots en plastique d'un volume d'un litre, contenant un mélange stérilisé de sable, de terreau de feuilles, de tourbe et de terre franche (1 : 1 : 1 : 1 v/v) et sont arrosées une fois par semaine alternativement avec de l'eau de pluie et avec une solution nutritive («formule Long Ashton», HEWITT, 1963) diluée quatre fois. Les cultures sont réalisées en chambre climatisée sous des conditions photothermopériodiques contrôlées. La lumière est fournie par des tubes fluorescents Sylvania Gro Lux de 215 W (16 W.m^{-2} au niveau des tables). Le régime d'éclairage est de 14 h de lumière pour 10 h d'obscurité. La température diurne est de $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, la température nocturne de $19 \pm 0,5^\circ\text{C}$ et l'humidité relative comprise entre 50 et 75 p. 100.

Tous les trois jours à la même heure, on mesure la longueur des entre-noeuds de la tige principale et on détermine le nombre de feuilles et d'entre-noeuds produits par la plante pour connaître l'évolution au cours du temps du plastochrone apparent (MILLET, 1970). On considère qu'un nouvel entre-noeud est formé lorsqu'il mesure au moins 1 mm. A la fin du temps d'observation (11 mois), la longueur des entre-noeuds et des feuilles est mesurée. L'entre-noeud n° 1 est le premier entre-noeud de la tige épicotylée. Les résultats sont traités selon les méthodes statistiques classiques lorsqu'il s'agit de connaître la moyenne et son intervalle de confiance. On fait appel à des méthodes plus élaborées (ASSAAD, 1985) lorsqu'il faut estimer la valeur des paramètres qui permettent de caractériser le rythme de croissance à savoir la période, l'amplitude et la phase : dans une première étape on calcule, par la méthode des moindres carrés, le polynôme le mieux ajusté à la courbe sur laquelle s'inscrivent les oscillations ; dans une seconde étape on traite par l'analyse de Fourier les données obtenues après soustraction du polynôme.

RESULTATS

Nous analyserons successivement les résultats relatifs à la germination et à la croissance en longueur de l'axe principal puis nous examinerons les rapports susceptibles d'exister entre croissance et développement morphogénétique.

Germinations des semences.

La courbe de la figure 1 exprime le taux de germination de 80 graines de Mandarinier en fonction du temps. La première graine a germé 10 jours après le semis, la dernière le 24ème jour. Le taux de 100 p. 100 de germination est donc atteint, mais ce résultat n'est obtenu qu'avec des semences fraîches. Le temps moyen de germination est de 16,6 jours

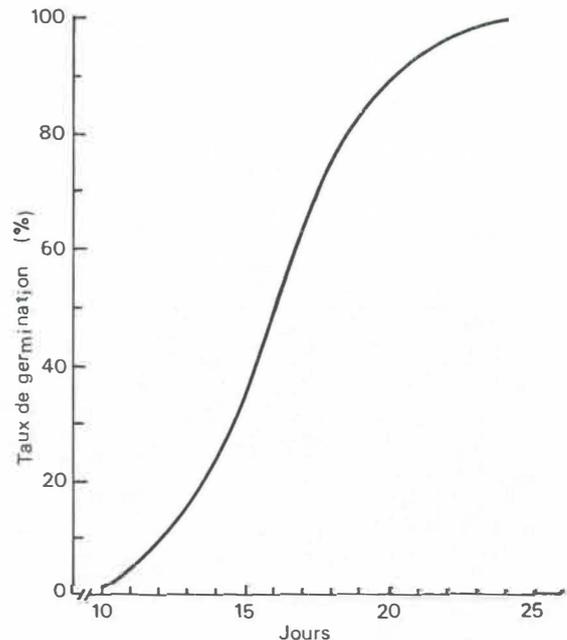


FIG. 1 - Taux de germination en fonction du temps des graines du Mandarinier commun,

dans les conditions où a été menée l'expérimentation. On peut donc dire que la courbe exprimant le pourcentage de graines germées en fonction du temps est à peu près symétrique par rapport à son point d'inflexion et que l'étalement de la germination est réduit.

Analyse de la croissance en longueur de l'axe principal.

La croissance en longueur de l'axe principal a été suivie pendant 11 mois sur 26 plantes différentes. Dans la figure 2 qui se rapporte à un individu pris parmi d'autres, on voit que l'élongation procède par vagues successives s'inscrivant sur une courbe de caractère exponentiel. Une analyse macroscopique du tracé révèle des différences assez marquées dans la durée et l'amplitude des vagues successives. En effet, les oscillations de croissance sont plus accentuées à la fin du temps d'observation qu'au début. Pour tenir compte de cette évolution dans la durée de la période, nous avons analysé séparément les deux moitiés de la courbe. La figure 3a représente le signal obtenu après avoir soustrait le polynôme d'ajustement aux valeurs expérimentales dans la première moitié de la courbe et la figure 3c les résultats de l'analyse de Fourier. La raie maximum du spectre est atteinte pour une période estimée de 51 jours et l'amplitude moyenne est de l'ordre de 10 mm. Les figures 3b et 3d se rapportent à la deuxième moitié de la courbe expérimentale. La période est alors de 57 jours et l'amplitude de 36 mm. Le calcul confirme ainsi de manière objective l'observation macroscopique faite précédemment à savoir qu'au cours du temps la période s'allonge et l'amplitude augmente.

La même analyse a été réalisée à partir des valeurs moyennes des 26 plantes étudiées. Les résultats sont présen-

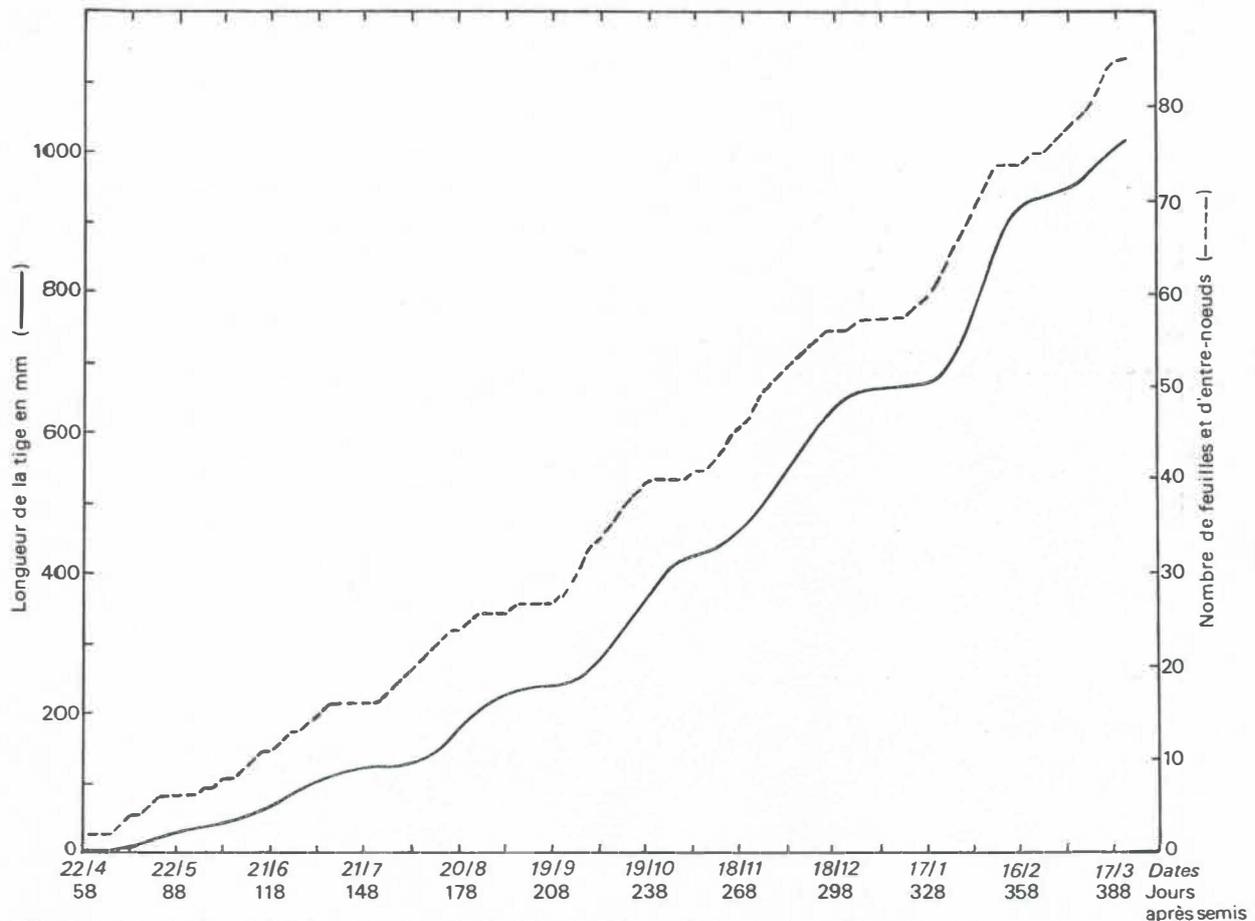


FIG. 2 - Longueur de la tige et nombre de feuilles et d'entre-nœuds dégagés au cours du temps.

tés dans la figure 4. On constate d'une part que la rythmicité se manifeste à l'échelle de la population étudiée comme à l'échelle de l'individu isolé et d'autre part qu'on retrouve le même accroissement de la période et de l'amplitude au cours du temps, les valeurs absolues étant un peu supérieures à celles rencontrées chez l'individu isolé : 55 jours pour la période et 9,25 mm pour l'amplitude au début du développement, 58 jours et environ 16 mm à la fin.

Relation entre croissance rythmique et fonctionnement méristématique.

L'étude du déterminisme de la croissance rythmique peut être abordée par l'analyse fine du fonctionnement méristématique et de l'évolution du plastochrone apparent au cours du temps. Nous avons juxtaposé sur le même graphe (figure 2) la courbe de croissance en longueur de la tige et la courbe exprimant le nombre de feuilles et d'entre-nœuds en fonction du temps. Cette juxtaposition des courbes sur la même échelle des temps apporte une information intéressante. On voit en effet, à l'échelle de la plante isolée comme à l'échelle de la population (figure 4), que la courbe exprimant les variations de la longueur de la tige et celle traduisant les variations du nombre de feuilles et d'entre-nœuds produits par l'apex au cours du temps, ont un profil similaire, mais qu'elles sont décalées dans le temps. Les ralentissements (ou quelquefois les arrêts) de la

croissance en longueur de la tige font suite à un ralentissement ou à un arrêt dans l'émission des feuilles et des entre-nœuds. L'analyse mathématique réalisée dans les mêmes conditions que précédemment révèle que dans les 5 à 6 premiers mois du développement, la période est de 49 jours et que dans les 5 à 6 mois suivants elle passe à 55 jours. De la même manière, l'amplitude augmente avec le temps (2,15 contre 1,15 feuilles).

Il est intéressant de rapprocher ces résultats de ceux qui nous sont fournis par l'analyse des variations de la longueur finale des feuilles et des entre-nœuds. L'étude a porté sur la plante déjà décrite. Il apparaît clairement dans la figure 5 que la longueur finale des entre-nœuds oscille de manière rythmique alors que celle des feuilles varie de manière aléatoire. On dénombre sur la tige principale 84 entre-nœuds dont la croissance en longueur est achevée. L'analyse de Fourier révèle que chaque unité de morphogenèse compte 12 à 13 entre-nœuds dans la partie âgée de la plante et 14 à 15 dans la partie la plus jeune. L'amplitude est plus forte dans la seconde moitié (2,7 mm) que dans la première (2 mm) ce qui signifie que la différence qui sépare les entre-nœuds longs des entre-nœuds courts à l'intérieur d'une unité de morphogenèse grandit au cours du temps. En comparant les graphes des figures 2 et 5, on voit qu'il y a autant d'unités de morphogenèse que de vagues de croissance. Dans chaque unité de morphogenèse, les entre-nœuds devenus les plus longs (ex. : 22 - 33 - 48 - 64) sont ceux qui

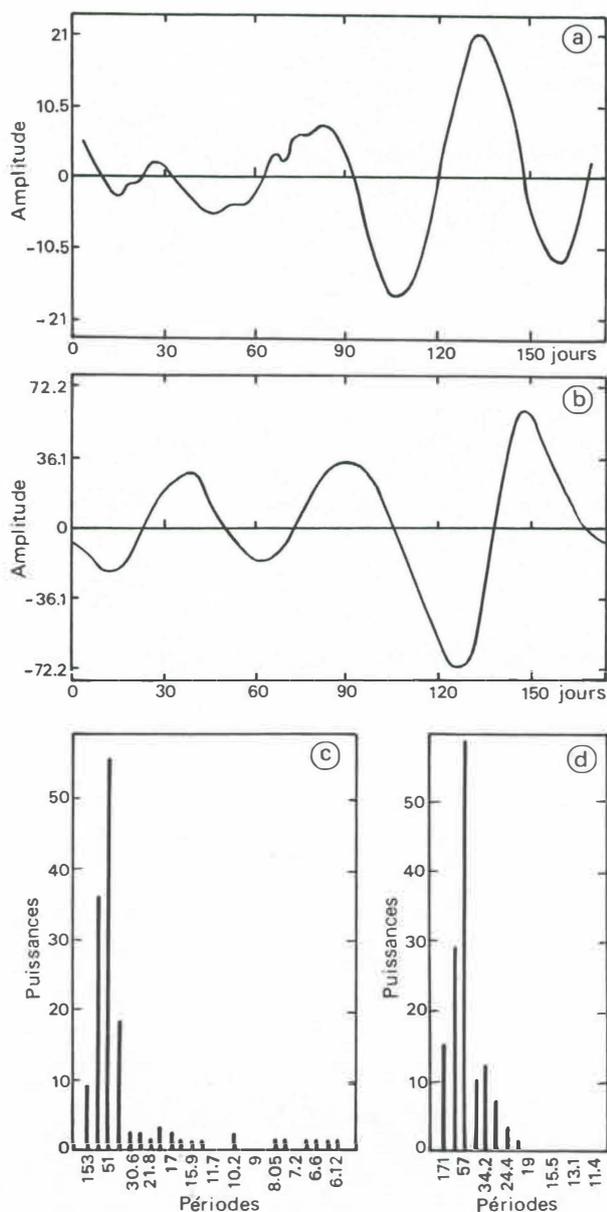


FIG. 3 (a) Tracé de la première moitié de la courbe de croissance présentée dans la figure 2 après soustraction du polynôme d'ajustement.

(b) Même méthode de calcul appliquée à la deuxième moitié de la courbe (noter la différence d'échelle pour l'amplitude).

(c) Spectre de Fourier réalisé à partir de la courbe a.

(d) Spectre de Fourier réalisé à partir de la courbe b.

ont été produits pendant la phase d'accélération de la croissance tandis que les plus courts (ex. : 16 - 26 et 27 - 38 et 39 - 57) sont ceux qui se sont formés au cours des arrêts de croissance.

S'agissant de l'édification d'une pousse feuillée, on est amené à s'interroger sur l'origine de la périodicité : est-elle seulement la conséquence du mode de fonctionnement du point végétatif ou bien l'élongation des feuilles et des entre-nœuds intervient-elle conjointement ? Nous avons

examiné les relations qui pouvaient exister entre la longueur finale d'un entre-nœud et le moment où il est produit au cours d'un cycle (données non montrées). Il apparaît très clairement, toujours dans le cas de la plante présentée dans la figure 2, que le dernier entre-nœud produit au cours d'un cycle a une durée de croissance très longue et un taux de croissance très faible. Pour les autres entre-nœuds, la durée de la croissance est sensiblement toujours la même, entre 15 et 18 jours. C'est donc le taux de croissance qui est responsable des variations de la longueur des entre-nœuds à l'intérieur d'un cycle.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse de la croissance du Mandarinier nous a permis de réunir un certain nombre de données qui, jointes aux observations antérieures faites sur d'autres espèces, nous permettent de mieux comprendre certains aspects du développement. Mais, avant d'effectuer les comparaisons qui s'imposent, il convient de formuler quelques remarques sur la méthodologie suivie.

L'édification de la pousse feuillée chez les *Citrus* est, en général, lente par rapport à ce qu'on peut observer chez les espèces herbacées telles que la Fève ou à plus forte raison le Haricot. C'est la raison qui nous a conduits à collecter les données non pas quotidiennement mais tous les 3 jours. Cette manière d'opérer présente un inconvénient lorsqu'il s'agit d'entreprendre l'analyse de Fourier car la précision que l'on peut donner à la détermination de la période est moins bonne que si l'on procédait à des mesures journalières. Cet inconvénient reste toutefois mineur si l'on se réfère à la durée des vagues de croissance qui approche 2 mois. Le second obstacle d'ordre méthodologique se situe dans le fait que la période et l'amplitude varient au cours du temps. En effet, l'analyse de Fourier s'applique en toute rigueur à des signaux stationnaires, ce qui n'est pas le cas ici. Le traitement du signal en deux moitiés limite l'étendue de l'erreur commise, mais on doit néanmoins avoir présent à l'esprit que la période calculée n'est qu'une approximation de la période réelle.

La croissance du Mandarinier rappelle par certains aspects celle du Manguier (PARISOT, 1985) chez lequel la valeur des deux paramètres caractérisant le rythme, la période et l'amplitude, semble affectée d'un coefficient multiplicateur lorsqu'on passe d'un cycle au suivant. L'accroissement de l'amplitude est liée au fait qu'à chaque vague le nombre d'entre-nœuds en croissance augmente simultanément (figure 6). Toutefois, il est clair que l'élongation procède par bouffées car la durée de la croissance internodale est constante, excepté pour les entre-nœuds transitoires (figure 5).

Le parallélisme des courbes exprimant d'un côté l'évolution du nombre des feuilles et des entre-nœuds et de l'autre l'élongation de la tige au cours du temps (figures 2 et 4) conduit à penser que le déterminisme de la croissance périodique doit être recherché dans le mode de fonctionnement du méristème terminal : compte tenu du décalage qui sépare les deux courbes (15 jours environ), il semble bien que la croissance par vagues de la tige soit la conséquence de la production par vagues de feuilles et d'entre-nœuds. Mais, la durée de croissance des entre-nœuds

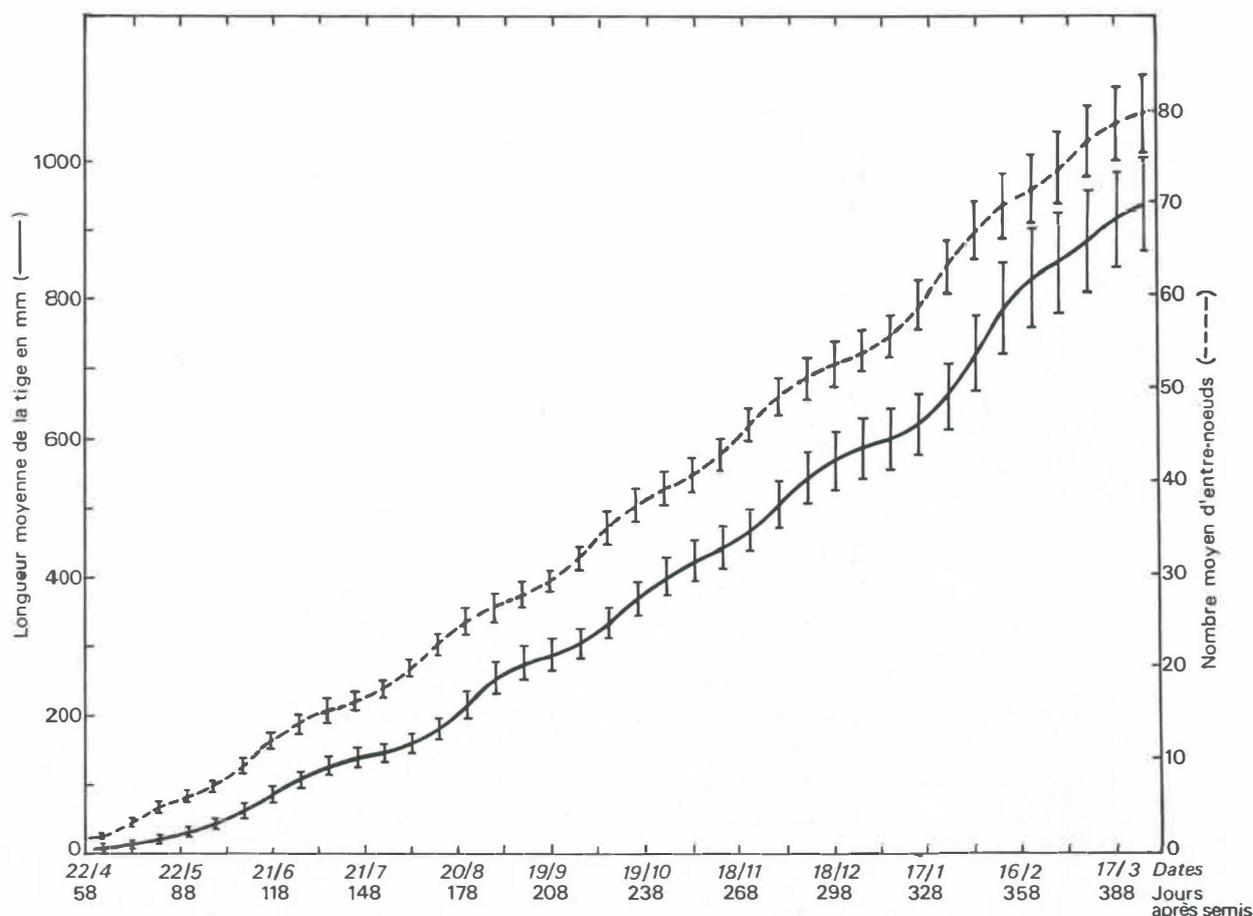


FIG. 4 - Longueur moyenne de la tige et nombre moyen de feuilles et d'entre-nœuds dégagés au cours du temps, mesurés sur un lot de 26 plantes. Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne.

formés étant constante (sauf pour les derniers d'un cycle), comment expliquer la périodicité de leur longueur finale (figure 3) ? En effet, du point de vue physiologique, le fait de constater que les vagues d'allongement sont synchrones et en phase avec le nombre d'entre-nœuds en cours d'élongation simultanément est paradoxal. On s'attendait plutôt à trouver des variations en opposition de phase : plus le nombre d'entre-nœuds en croissance est élevé, moins ils devraient s'allonger. Or, c'est l'inverse qui se produit. Ce constat implique donc l'existence de variations périodiques dans le volume des apports nutritifs disponible, elles-mêmes étant la conséquence de variations de même période de l'absorption racinaire ou de la surface d'absorption. La deuxième hypothèse est à retenir car on sait que chez les *Citrus* la croissance des racines s'effectue elle aussi par vagues (REED et MAC DOUGAL, 1937 ; COSSMANN, 1940) contrairement à ce qui s'observe chez le Manguier (PARISOT, 1985) ou le *Gnetum* (MIALOUNDAMA, 1986) et que ces vagues se manifestent alternativement dans le système racinaire et dans le système caulinaire. Par ailleurs, chez le Soja, OGIER *et al.* (1987) ont établi une corrélation positive entre le débit de la sève, la quantité de K^+ transporté et les variations circadiennes de l'élongation des entre-nœuds. L'augmentation de la durée de la période et de l'amplitude des oscillations observées dans l'élongation de la tige chez le Mandarinier pourrait donc tenir à l'accroissement par vagues du volume du système racinaire et, par voie de conséquence, de ses capacités d'absorption. On

confirme ainsi, à travers cet exemple, le point de vue défendu par BAILLAUD (1971) concernant le lien existant entre le niveau d'organisation et la fréquence des rythmes observés : la période est d'autant plus longue que le nombre de cellules est élevé. Ainsi il est hasardeux en matière de croissance rythmique d'extrapoler les résultats obtenus à partir de cellules ou d'entre-nœuds isolés à ceux qui sont fournis par l'étude de la plante entière.

Il n'en reste pas moins vrai que la croissance rythmique du Mandarinier est de nature endogène. Nos conditions de culture et nos méthodes de travail étant différentes de celles utilisées par NOZERAN *et al.* (1983), il est difficile d'établir une comparaison avec la croissance du Bigaradier. On notera toutefois des différences concernant la morphologie de la pousse adulte qui révèlent des différences dans la physiologie du développement. Ainsi, chez le Bigaradier le nombre de vagues est plus réduit, le méristème s'arrête de fonctionner pendant des durées plus longues, les unités de morphogénèse sont individualisées plus par la taille des feuilles que par la longueur des entre-nœuds. « Si les variations rythmiques de la croissance sont souvent estompées et mal synchronisées en conditions uniformes ou relativement uniformes » (NOZERAN *et al.*, 1983), c'est l'inverse que l'on observe chez le Mandarinier. La variabilité, tant en ce qui concerne la production des feuilles et des entre-nœuds que la croissance en longueur de la tige, est réduite si l'on en juge par la valeur des intervalles de con-

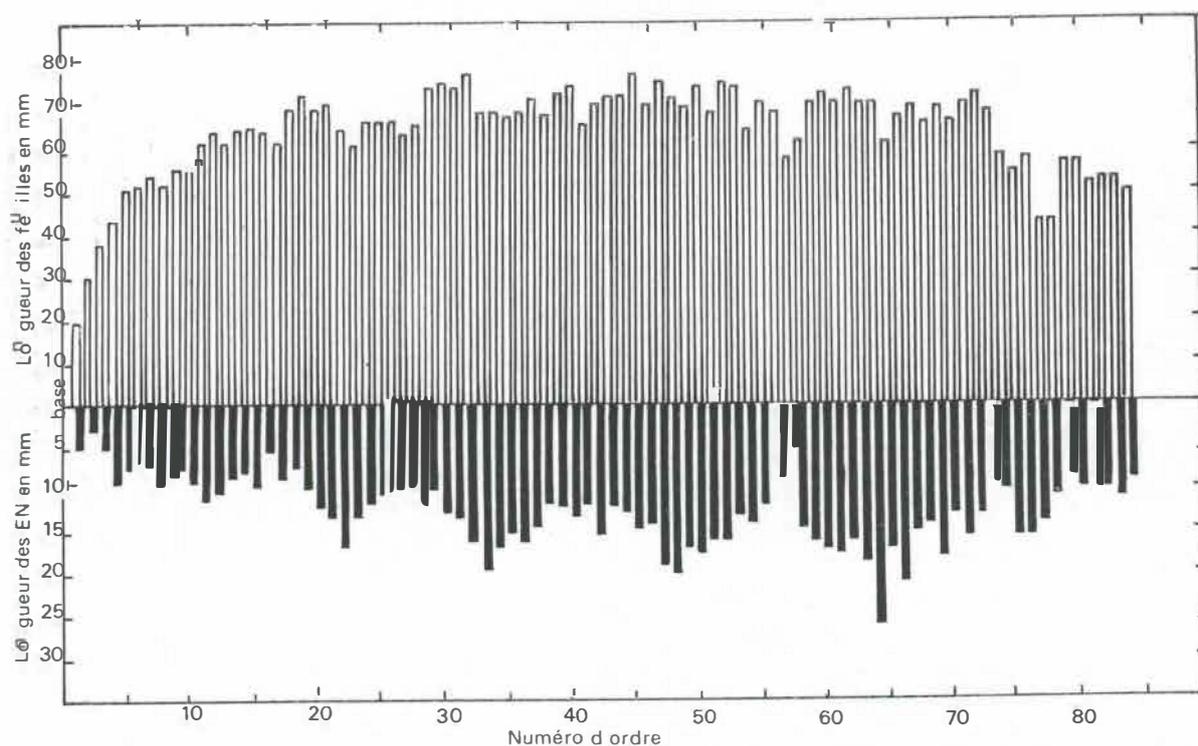


FIG. 5 - Longueur finale des feuilles (L₀) et des entre-nœuds (L₁) en fonction de leur numéro d'ordre (même plante que figure 2).

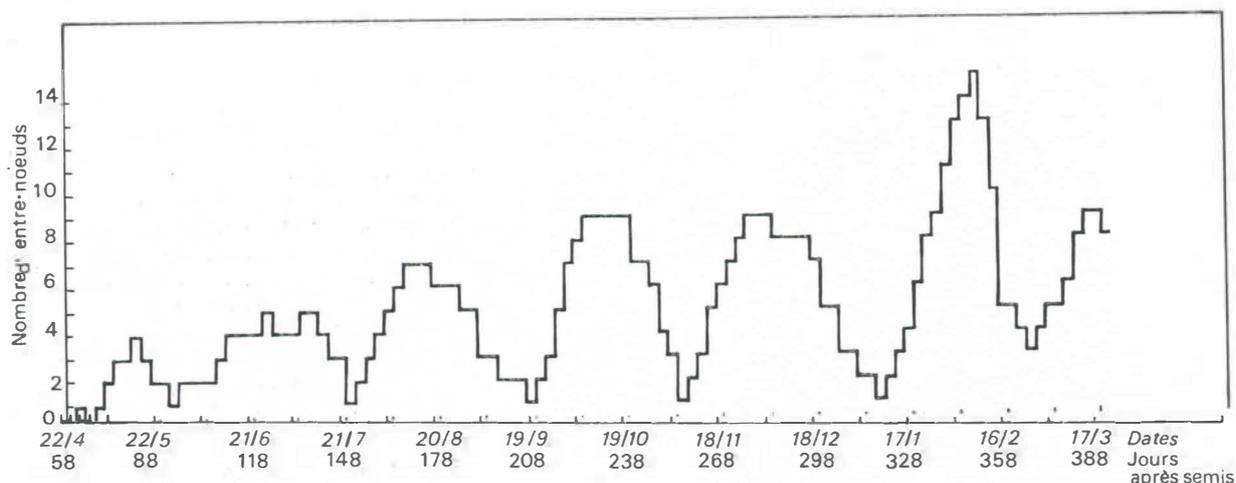


FIG. 6 - Nombre d'entre-nœuds en cours d'élongation en fonction du temps (même plante que figure 2).

fiances de la moyenne (figure 4). C'est là le signe d'une grande homogénéité au plan génétique qu'on ne retrouve pas toujours chez d'autres espèces. Chez la Fève (MOREL-FOURRIER, 1985) ou le *Terminalia* (MAILLARD, 1988) par exemple, le calcul de la moyenne tend à faire disparaître la rythmicité considérée à l'échelle d'une population. Cette uniformité tient vraisemblablement à l'origine nucléaire des embryons.

Cette étude sur la croissance rythmique du Mandarinier commun apporte plusieurs informations. Sa nature

endogène est démontrée, la mise en évidence des corrélations entre le fonctionnement du méristème et les vagues d'accroissement permet de reconstituer le déroulement de la croissance par l'examen de la longueur finale des entre-nœuds et de disposer d'un modèle pour prévoir le devenir de la pousse et, enfin, le rôle du système racinaire dans le déterminisme de l'élongation périodique du système caulinaires apparaît de plus en plus évident.

L'ensemble de ces données peut être utile au praticien pour la conduite des plantations.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSAAD (C.). 1985.
Organisation temporelle de la Tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL. cv. Ace) au cours de son développement.
Thèse Doct. Etat. Univ. Besançon, 117 p., + annexes.
- BAILLAUD (L.). 1971.
Les rythmes biologiques.
Points de vue d'un botaniste sur quelques problèmes de biologie générale.
Experientia, 27, 489-501.
- CHAPOT (H.). 1962.
La mandarine commune.
Al Awamia, 5, 29-51.
- CÔME (D.). 1970.
Les obstacles à la germination.
Masson, Paris, 162 p.
- COSSMANN (K.F.). 1940.
Citrus roots : their anatomy, osmotic pressure and periodicity of growth.
Pal. J. bot., 3 (1-2), 65-103.
- EVENARI (M.). 1957.
Quelques problèmes d'actualité sur la physiologie de la germination : lumière, température, inhibiteurs et stimulateurs.
Bull. Soc. fr. Physiol. vég., 3 (4), 105-124.
- FROST (H.B.) and SOOST (R.K.). 1968.
Seed reproduction : development of gametes and embryos.
The Citrus Industry, Chapter 4.
Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles.
- HALLE (F.) et MARTIN (R.). 1968.
Etude de la croissance rythmique chez l'Hévéa (*Hevea brasiliensis* MULL.-ARG. Euphorbiacées - Crotonoïdées).
Adansonia, sér. 2, 8 (4), 475-503.
- HALMA (F.F.) and COMPTON (C.). 1936.
Growth of *Citrus* trees.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 34, 80-83.
- HEWITT (E.J.). 1963.
Mineral nutrition of plants in culture media.
in *Plant Physiology. III. - Inorganic Nutrition of Plants.*
F.C. STEWARD ed. *Academic Press, New York and London*, 97-133.
- LAVARENNE (S.), CHAMPAGNAT (P.) et BARNOLA. 1971.
Croissance rythmique 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.
- MAILLARD (P.). 1987.
Etude du développement végétatif du *Terminalia superba*
ENGLERS et SIELS en conditions contrôlées : mise en évidence de rythmes de croissance.
Thèse Doct. Univ. Paris VI, 205 p.
- MARLOTH (R.H.). 1949.
Citrus growth studies.
I.- Periodicity of root-growth and top growth in nursery seedlings and buddings.
J. Hort. Sci., 25, 50-59.
- MIALOUDAMA (F.). 1985.
Etude de la croissance rythmique chez le *Gnetum africanum* WELW.
Thèse Doct. Etat. Univ. Orléans, 156 p.
- MILLET (B.). 1970.
Analyse des rythmes de croissance de la Fève (*Vicia faba* L.).
Ann. Sci. Univ. Besançon, bot., sér. 3, 8, 1-132.
- MILLET (B.) et MANACHERE (G.). 1983.
Introduction à l'étude des rythmes biologiques.
Vuibert, Paris, 88 p.
- MOREL-FOURRIER (B.). 1986.
Les rythmes infradiens de croissance de la Fève (*Vicia faba* L.).
Ann. Sci. Univ. Besançon, bot., sér. 4, 6, 3-11.
- NOZERAN (R.), DEMNI (S.), BOUZID (S.) et ROSSIGNOL-BANCILHON (L.). 1983.
Analyse du comportement morphogénétique de jeunes bigaradiers (*Citrus aurantium* L.).
Bull. Soc. bot. Fr., 130, *Lettres bot.*, 109-129.
- OGIER (G.), BONNET (B.) et TAMINI (Z.). 1987.
Etude du rythme circadien de croissance de la tige de Soja.
Relations entre feuille, tige et racine.
Arch. Sc. Genève, 40 (3), 307-318.
- PARISOT (E.). 1985.
Etude de la croissance rythmique chez de jeunes Manguiers (*Mangifera indica* L.).
Thèse Spécial. Biol. et Physiol. vég., Univ. Clermont II, 156 p.
- PAYAN (E.). 1982.
Contribution à l'étude de la croissance rythmique chez de jeunes chênes pédonculés, *Quercus pedunculata* EHRH.
Thèse Spécial. Biol. et Physiol. vég., Univ. Clermont II, 102 p., planches.
- PRALORAN (J.C.). 1971.
Les agrumes.
Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 565 p.
- REED (H.S.) and MAC DOUGAL (D.T.). 1937.
Periodicity in the growth of the orange tree.
Growth, 1, 371-373.
- VOGEL (M.). 1975.
Recherche du déterminisme du rythme de croissance du cacaoyer.
Café, Cacao, Thé, 19, 265-290.

ANALYSE DES RHYTHMISCHEN WACHSTUMS DES UNTER GLEICHBLEIBENDEN BEDINGUNGEN ANGEBAUTEN, GEMEINEN MANDARINENBAUMS (*CITRUS DELICIOSA* TENORE).

A. A. EL-MORSY und B. MILLET.

Fruits, Jan. 1989, vol. 44, n° 1, p. 21-27.

KURZFASSUNG - Beim gemeinen Mandarinenbaum, der unter konstanten Bedingungen angebaut wird, vollzieht sich der Längenwuchs des Haupthalms in succedanen Wellen, deren Dauer von 50 Tagen im Zeitpunkt des Wachstumsbeginns auf 58 Tage ein Jahr später ansteigt. Die rhythmische Wirkungsweise des Vegetationspunktes, sowie das Längenwachstum des Halms und die Verlängerung der Halminternodien korrelieren stark. Eine übergreifende Betrachtung der zusammengetragenen Daten führt zu dem Schluss, dass der periodische Effekt des Meristems zu ebenfalls periodisch auftretenden Wachstumsschüben führt, die sich möglicherweise aus der Entwicklung des Wurzelsystems und den absorptionsphysiologischen Bedingungen erklären.

ANALISIS DEL CRECIMIENTO RITMICO DEL MANDARINO COMUN (*CITRUS DELICIOSA* TENORE) CULTIVADO EN CONDICIONES CONSTANTES.

A. A. EL-MORSY y B. MILLET.

Fruits, Jan. 1989, vol. 44, n° 1, p. 21-27.

RESUMEN - La elongación del tallo principal del Mandarino común cultivado en condiciones constantes se efectúa por olas sucesivas cuya duración pasa de 50 días al principio del crecimiento a 58 días un año más tarde. Existe una estrecha correlación sobre el funcionamiento rítmico del punto vegetativo, el crecimiento en longitud del tallo y el alargamiento de los entrenudos. La yuxtaposición de los datos obtenidos conduce a considerar que el funcionamiento periódico del meristema se acompaña de una actividad de crecimiento, ella misma periódica que podría tener su origen en el modo de desarrollo del sistema de las raíces o en la fisiología de la absorción.

