

Méthode d'étude de l'accroissement radial du clémentinier en Corse. Premiers résultats et perspectives de recherches

Alain Delaunay^{a*}
Camille Jacquemond^b
Jean-Marc Gandoin^b
Christophe Mouchot^c
Jean Bouffin^c

^a Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), Département Flhor, BP 153, 97202 Fort-de-France, Martinique, France

^b Institut national de la recherche agronomique, station de recherche agronomique, 20230 San Giuliano, France

^c Institut national de la recherche agronomique, station de recherche agronomique, domaine expérimental, 20230 San Giuliano, France

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 9 février 1999
Accepté le 23 août 1999

Fruits, 2000, vol. 55, p. 25–35
© 2000 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS
All rights reserved

RESUMEN ESPAÑOL, p. 35

Method for studying trunk radial increment on clementine trees in Corsica. First results and research prospects.

Abstract — Introduction. In an attempt to detect possible correlations between tree growth variations and certain exogenous factors, the development of clementine trees grown on the eastern plain of Corsica was studied by dendrochronology. **Methods and study techniques.** The studies concerned a grafted clementine tree variety. Tree age was calculated by counting the rings on trunk and primary branch sections, and the cumulated increment of the axes was measured. The logs were observed with the naked eye and using a counter. **Results.** On a given section of trunk, the step produced by the rootstock above the grafting line results in the coexistence of areas in which the tissues of the two varieties anastomose and others where they remain individualized. Scion and rootstock growth differs depending on whether or not there is anastomosis. In anastomosed areas, clementine tree radial increment is ensured by the rootstock. In the absence of anastomosis, radial growth of the scion continues, but slows abruptly. Primary branch growth is identical to that of the trunk section to which they are attached. **Prospective approach.** This approach established a link between step development and stress, for instance waterlogging or a significant reduction in foliage volume. **Conclusion.** Step development appears to be a sign of a decay process that will in all probability kill the tree. These observations open the way for new lines of research, and for the development and (or) adaptation of new crop management sequences. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Citrus reticulata / diameter increment / trunks / methods / France (Corsica)

Méthode d'étude de l'accroissement radial du tronc du clémentinier en Corse. Premiers résultats et perspectives de recherches.

Résumé — Introduction. Pour mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre les variations de croissance de l'arbre et certains facteurs exogènes, le développement de clémentiniers cultivés dans la plaine orientale de Corse a été étudié par dendrochronologie. **Méthodes et techniques d'étude.** Les études ont porté sur une variété greffée de clémentinier. L'âge des arbres a été calculé par comptage des cernes sur des sections de troncs et de branches charpentières, puis l'accroissement cumulé de ces axes a été mesuré. L'observation des rondelles a été réalisée à l'œil nu et à l'aide d'un numériseur. **Résultats.** L'épaulement du greffon par le porte-greffe, au-dessus de la ligne de greffe, conduit, sur une même section de tronc, à la coexistence de plages où les tissus des deux variétés sont anastomosés et d'autres où ils restent individualisés. La croissance du greffon et du porte-greffe diffère selon qu'il y a eu ou non anastomose. Dans les secteurs anastomosés, l'accroissement radial du clémentinier est ensuite assuré par le porte-greffe. En l'absence d'anastomose, la croissance radiale du greffon se poursuit, mais subit un brusque ralentissement. La croissance des charpentières est identique à celle du secteur de tronc auquel elles se rattachent. **Approche prospective.** Cette approche a permis de lier le processus d'épaulement à la survenue d'un stress : hydromorphie ou réduction importante du volume de la frondaison. **Conclusion.** L'épaulement serait le diagnostic d'un processus de dépérissement devant aboutir à la mort de l'individu. Ces observations permettent de dégager de nouvelles thématiques de recherche, ainsi que la conception et (ou) l'adaptation de nouveaux itinéraires techniques. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Citrus reticulata / accroissement du diamètre / tronc / méthode / France (Corse)

1. introduction

La dendrochronologie, méthode fondée sur l'observation des cernes concentriques annuels qui apparaissent sur la section transversale des troncs d'arbres, permet de retracer leur histoire. Cette technique a été utilisée pour mettre en évidence, chez le clémentinier, d'éventuelles corrélations entre les variations de croissance de l'arbre et certaines interventions culturales en verger ou certaines contraintes du milieu édaphique.

2. méthodes et techniques d'étude

L'accroissement radial d'un arbre dépend d'abord de la fertilité de la parcelle. Mais ce paramètre peut également être influencé par d'autres facteurs tels que :

- les données climatiques locales et, plus spécifiquement, celles de l'année en cours,
- la concurrence, voire la densité de plantation, qui, s'exerçant au niveau de la

partie aérienne de l'arbre, limite l'éclaircissement de la frondaison et diminue l'activité photosynthétique,

- l'âge du sujet,
- l'état sanitaire de l'arbre et la présence éventuelle de stress.

L'accroissement radial d'un tronc se manifeste par la production de cernes annuels (*figure 1*). Il peut être mesuré par la distance séparant les limites entre deux cernes consécutifs. À partir de ces observations, il est alors possible de retrouver l'âge d'un arbre et d'en étudier la croissance [1]. Celle-ci peut être analysée au moyen de la courbe cumulative des accroissements sur le rayon. Les points d'inflexion de cette courbe, qui soulignent alors une modification de la vitesse de croissance, peuvent être interprétés comme la conséquence d'un facteur qui reste à déterminer.

La lecture des cernes et la mesure des accroissements peuvent être réalisées indifféremment sur des sections du tronc (*figure 2*), de charpentières ou de branches (*figure 3*). Les courbes cumulatives de ces différentes formations sont analogues et portent la même qualité d'information (*figure 4*). Cependant, l'étude de branches ne permet de reconstituer qu'une histoire récente de l'arbre, alors que l'observation du tronc révèle toutes les phases de croissance du végétal, depuis sa plantation.

Pour élaborer un protocole d'étude de la croissance des clémentiniers par dendrochronologie, ou pour toute autre étude préliminaire, il est donc apparu préférable de sectionner le tronc des arbres à étudier. Ainsi, des courbes de croissance ont pu être tracées qui ont ensuite servi de références pour apprécier le comportement d'autres individus semblables, et mettre en évidence des dysfonctionnements éventuels de l'arbre à des périodes déterminées.

Une étude à partir de sections de branches a ensuite permis d'établir un diagnostic ou d'effectuer un suivi par comparaison des courbes précédemment obtenues. Ces branches ont pu être prélevées à l'occasion des opérations de taille et, donc, leur observation n'a présenté aucun inconvénient pour le développement de l'arbre.

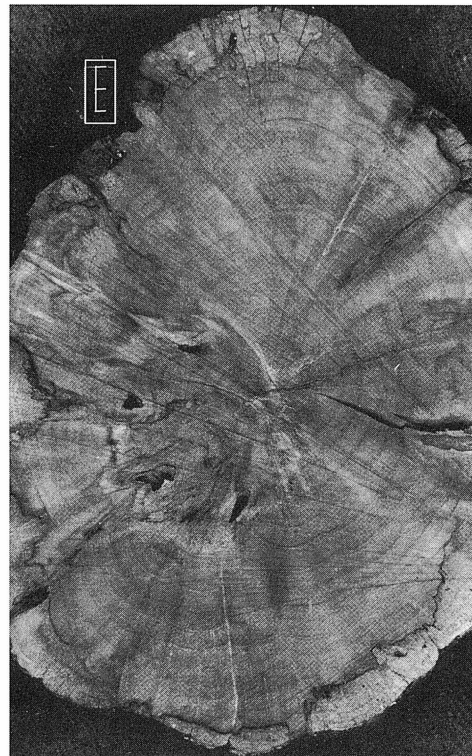


Figure 1.
Section d'un tronc
à la base d'un porte-greffe
de clémentinier.

2.1. le matériel végétal

Toutes les observations ont porté sur des sections de clémentiniers de la variété « clémentine commune », greffés sur portegreffes *Poncirus* (*P. trifoliata*) ou citranges Troyer ou Carrizo (hybrides de *Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*). L'objectif des travaux présentés étant davantage de tester l'intérêt et la fiabilité de l'approche que d'évaluer la courbe de croissance des clémentiniers, les sections ont été faites sur des arbres en cours de dépérissement, fréquemment affectés par la gommose à *Phytophthora*.

2.2. observation de sections

Les arbres ont été sectionnés à l'aide d'une tronçonneuse, puis, pour aplanir les surfaces de coupe, certaines rondelles ont été rabotées ou polies : le rabotage facilite quelque peu la lecture, mais il rend les cernes moins visibles lors des opérations ultérieures de numérisation ; par ailleurs, le polissage estompe les contrastes. De ce fait, aucune de ces deux techniques n'offre une lisibilité optimale. À noter, cependant, que certaines techniques de polissage permettraient d'obtenir, chez le chêne par exemple, des états de surface où se distingueraient, en section transversale, les cellules constitutives des accroissements annuels (Keller, comm. pers.).

2.2.1. observations à l'œil nu

L'observation des cernes sur la surface de coupe est commodément effectuée en lumière rasante dans une pièce à éclairage indirect. Le fût des clémentiniers n'est pas nécessairement cylindrique ; parfois le cœur est excentré. En se basant sur la facilité de lecture, les mesures ont donc été effectuées soit selon un petit axe, soit selon un grand axe, en évitant de considérer les axes intermédiaires. En effet, en l'absence de données sur l'existence ou non d'une correspondance entre une racine secondaire principale et un secteur de la souche, il nous est apparu préférable de nous placer dans une situation non équivoque. Certes, les valeurs d'accroissement maximal mesurées ont alors été variables pour une même

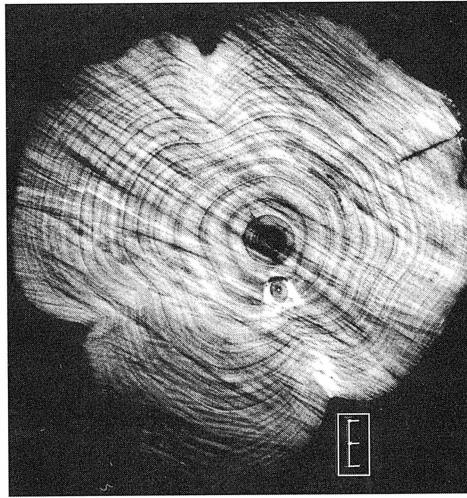


Figure 2.
Section d'un tronc à la base
du greffon (clémentinier).

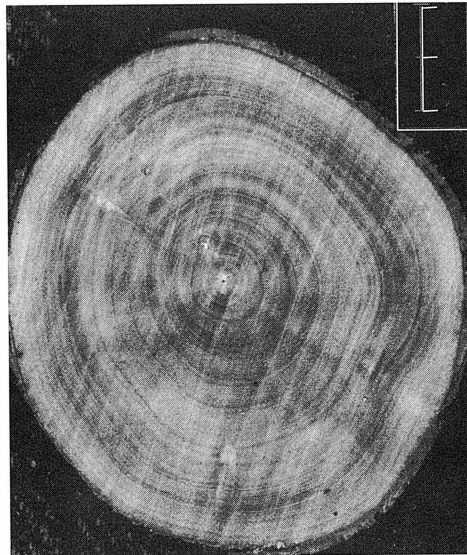


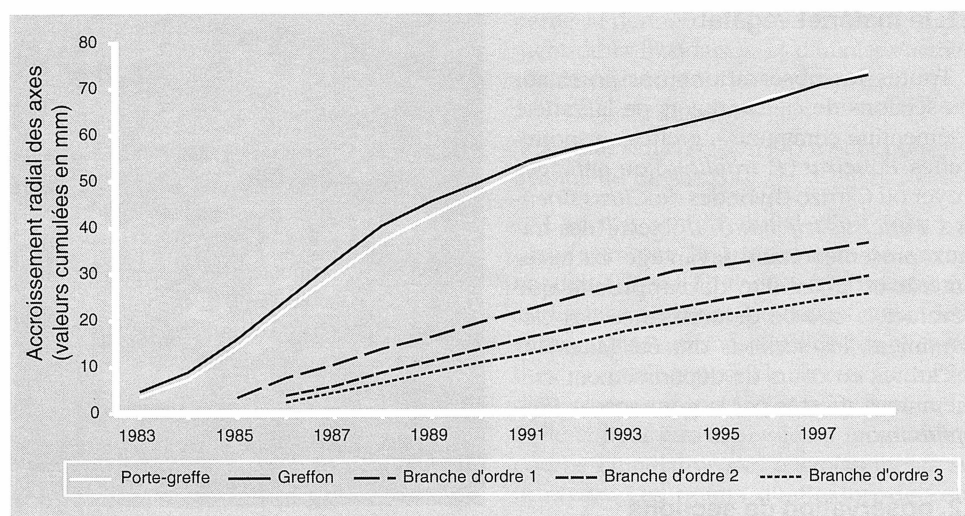
Figure 3.
Section d'une branche
de clémentinier.

section, mais cela ne présentait aucun inconvénient dans le cadre de l'étude entreprise, destinée à établir les principes et les moyens d'une méthode d'étude.

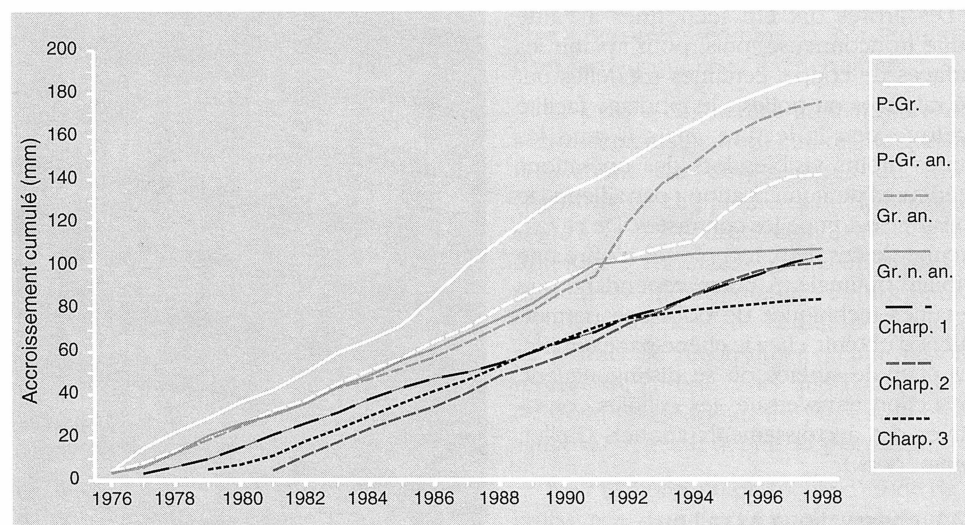
Un rayon sécant, tracé perpendiculairement aux cernes, a permis de mesurer exactement la distance entre les limites de deux cernes consécutifs. Cependant, l'identification de tous les cernes sécants à ce rayon a souvent été malaisée. Il a donc fallu retrouver ces cernes latéralement et en suivre le tracé jusqu'à leur intersection avec le trait de référence. Ce repérage a permis de mesurer, au pied à coulisse, des intervalles entre cernes, depuis le cœur du tronc jus-

Figure 4.

Courbes cumulatives de l'accroissement radial du porte-greffe, du greffon et de trois branches d'ordre 1, 2 et 3, chez un clémentinier cultivé en plaine orientale de Corse.

**Figure 5.**

Accroissements annuels cumulés du porte-greffe (*Poncirus*), ainsi que du greffon (clémentine commune) et de trois branches charpentières, mesurés sur trois rayons différents d'une section de tronc effectuée sur un clémentinier cultivé en plaine orientale de Corse. Les mesures faites sur les rayons 1 et 2 correspondent à des secteurs où les tissus du porte-greffe et du greffon sont anastomosés. Les charpentières n° 1 et 2 se trouvent à l'aplomb de ces zones anastomosées. Le rayon 3 correspond à un secteur non anastomosé ; la charpentièrè n° 3 est à l'aplomb de cette zone.



qu'à sa périphérie, puis les accroissements mesurés ont été cumulés pour tracer le graphe correspondant à la somme des accroissements en fonction des années (figure 5) ; ce graphe est représentatif de la courbe cumulative de la croissance radiale de l'arbre considéré.

L'observation des cernes à l'œil nu peut être parfois facilitée par l'étude de sections fraîchement coupées, de sections desséchées ou de sections desséchées préalablement immergées quelques heures dans l'eau.

Il n'y a donc pas de technique d'observation standard ; chaque section de tronc

représente en soi un cas particulier et son étude pourra être abordée à partir d'observations contradictoires utilisant diverses modalités.

2.2.2. la numérisation

La numérisation de l'image donnée par la coupe transversale en rondelles de troncs de clémentinier s'est révélée un moyen d'étude particulièrement performant ; un certain pragmatisme a présidé aux moyens de sa mise en œuvre.

– matériel utilisé

Pour un traitement rapide des données, l'unité centrale de la configuration infor-

matique utilisée doit être suffisamment puissante et la mémoire doit permettre de stocker les images (processeur à fréquence supérieure ou égale à 200 MHz, 32 Mo de mémoire vive, plusieurs Go de disque dur).

Les périphériques externes sont constitués d'un numériseur de format A3 de préférence, adapté à la taille de rondelles de grande dimension (ou facilitant la juxtaposition de plusieurs rondelles de charpentières) et d'une imprimante haute résolution, laser de préférence.

– technique

L'adaptation de la numérisation à des objets d'épaisseur importante est obtenue par le biais de quelques modalités simples.

Les rondelles, sensiblement planes, sont au préalable humidifiées par trempage dans l'eau, ce qui a pour effet d'accentuer les contrastes et d'améliorer le degré de perception des détails. Les conditions d'une chambre noire ont été obtenues en plaçant une couverture sombre sur l'objet.

– traitement de l'image

Les meilleurs résultats ont été obtenus par une numérisation en couleur. Les images ont alors une taille de l'ordre de 7 000 à 9 000 ko. Par le jeu des contrastes, de la luminosité, ou des divers outils disponibles, il a été possible de mettre ainsi en exergue les traits les plus remarquables.

Pour effectuer des mesures de distances entre cernes à partir d'une image, le taux d'agrandissement ou de réduction a été défini dans un rapport approprié afin d'éviter des erreurs par approximation.

Par effet de zoom sur certaines portions des sections, il a été possible de parvenir à un niveau de détail que ne fournissent ni l'observation à l'œil nu, ni l'utilisation d'une loupe binoculaire.

Les images imprimées en noir et blanc se sont avérées présenter une meilleure résolution lorsque la numérisation était préalablement effectuée en couleur. Toutefois une numérisation en noir et blanc qui accentue les noirs a parfois permis d'obtenir des effets de contraste intéressants.

3. résultats

Les travaux réalisés ont montré que la technique d'étude des cernes est fiable et symptomatique de divers phénomènes et processus ayant affecté la vie de l'arbre. La fiabilité a pu s'évaluer en vérifiant si l'âge des clémentiniers, calculé par dendrochronologie, coïncidait avec la date connue de leur plantation. Cette concordance est importante, car elle justifie toute corrélation éventuelle entre des variations de croissance et des variables climatiques.

3.1. épaulement du greffon par le porte-greffe

Les variétés de porte-greffe *Poncirus*, citrange Troyer et citrange Carrizo présentent une croissance supérieure à celle de leurs greffons. Contrairement au bigaradier (*Citrus aurantium*), ces porte-greffes ont la particularité de ne pas présenter une bonne affinité d'association avec le clémentinier. Morphologiquement, cela conduit à observer, au niveau du point de greffe, une forme caractéristique en « goulot de bouteille ». Il s'effectue fréquemment un recouvrement du greffon par le porte-greffe qui déborde au-dessus de ce point de greffe. Ce phénomène, appelé « épaulement » du greffon par le porte-greffe, se manifeste habituellement par une excroissance bien visible et parfaitement identifiable du porte-greffe sur le greffon et la présence fréquente, au niveau de l'épaulement, de rejets de clémentiniers qui percent au travers des tissus du porte-greffe.

Des sections réalisées au niveau de ces épaulements ont montré que les tissus du porte-greffe se disposent en une couronne irrégulière et parfois discontinue à la périphérie du greffon (*figure 6*). Localement, le greffon et le porte-greffe restent individualisés, encore séparés par leur rhytidome. Partout ailleurs, les deux variétés sont anastomosées selon un mécanisme analogue à une greffe par rapprochement (*figure 7*).

Le comptage des cernes confirme la similitude entre cette anastomose et une greffe :

– dans les parties non anastomosées du greffon, le nombre de cernes est identique

Figure 6.
Section d'un tronc
au niveau de la formation
d'un épaulement sur la ligne
de greffe d'un clémentinier.

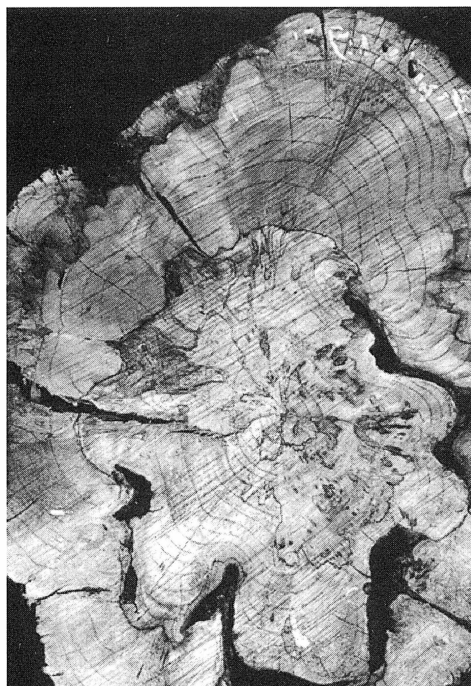
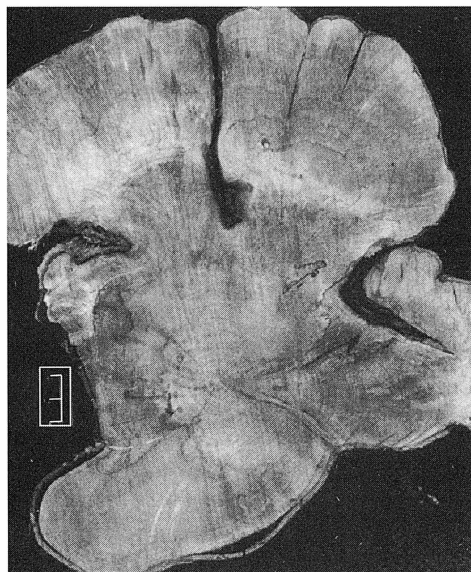


Figure 7.
Section d'un tronc
au niveau de la formation
d'un épaulement sur la ligne
de greffe d'un clémentinier,
montrant des zones
anastomosées et non
anastomosées.



au nombre d'années écoulées depuis la plantation,

– dans les parties anastomosées du greffon, le nombre de cernes est inférieur au nombre d'années écoulées depuis la plantation ; le complément se retrouve intégralement dans la partie anastomosée du porte-greffe qui prend véritablement le relais de la croissance radiale de l'arbre,

– il y a véritablement surgreffage du greffon par le porte-greffe.

Comme le nombre de cernes du porte-greffe le confirme, l'épaulement n'est pas synchrone sur toute la périphérie du greffon. Cependant, on ne dispose d'aucune indication sur le synchronisme entre l'anastomose et l'épaulement. Le seul fait avéré est que le phénomène peut ne pas se réaliser lorsque le contact entre les tissus des deux individus concernés par la greffe n'est pas intime.

Sur la section basale d'un même clémentinier (*figure 5*), la somme cumulée des accroissements du greffon, anastomosé et non anastomosé, est révélatrice d'une différence fondamentale du comportement de croissance du tronc.

Tant que l'anastomose n'est pas obtenue – et pour des raisons de commodité la date de l'anastomose sera assimilée à celle de la formation de l'épaulement – la croissance du greffon est identique sur l'ensemble de la section. Ensuite, dans les parties non anastomosées du greffon, la croissance ralentit brusquement ; les cernes sont très rapprochés. Dans les parties anastomosées du greffon, la croissance s'accélère et tend à rattraper celle du porte-greffe ; les cernes sont alors très larges.

3.2. la croissance du porte-greffe et du greffon

Du fait de la faible affinité entre porte-greffes et greffons dans les associations considérées dans ces travaux, la croissance du porte-greffe est supérieure à celle du greffon. Nous avons vu que cette propriété se retrouve dans le bois anastomosé au greffon.

Bien que les données disponibles ne suffisent pas à distinguer les porte-greffes par leur accroissement radial, toutes les mesures confirment la régularité, parfois relative, de leur croissance. En revanche, les greffons présentent, presque systématiquement, des variations du rythme de croissance qui peuvent être importantes (*figure 5*). Même s'il est difficile d'établir de réelles conclusions du fait que les observations ont été encore

peu nombreuses et qu'elles ont porté sur des arbres en cours de dépérissement, un certain nombre d'éléments sont intéressants à signaler.

– Les ralentissements de croissance qui affectent les greffons ne sont pas corrélés à l'âge des arbres. Ils se manifestent tous approximativement aux mêmes dates. Cela suggère que la cause en est, soit climatique, soit inhérente à des changements de techniques culturales.

– Parmi les arbres étudiés, certains présentaient un brusque ralentissement de croissance du greffon, 8 à 10 ans avant que ne se manifestent les symptômes de la phase terminale de dépérissement.

Le rôle du climat ne peut être exclu a priori. Cependant, le dépérissement n'est jamais généralisé à l'échelle d'une parcelle, mais diffus au sein même de celle-ci. Ce serait donc aux pratiques culturales qu'il faudrait attribuer, directement ou indirectement, la cause de ces dépérissements. Les mêmes causes devant entraîner les mêmes effets, d'autres arbres malades de la parcelle devraient déjà présenter un rétrécissement des cernes, diagnostic d'une évolution en cours. En conséquence, une étude plus exhaustive, effectuée par analyse de sections de branches, pourrait permettre d'établir la fiabilité d'un diagnostic précoce de dépérissement à partir de ce critère.

3.3. croissance des charpentières

Sur l'un des clémentiniers étudiés, trois branches charpentières se trouvaient directement insérées en limite supérieure de la zone d'épaulement. Cette particularité nous a permis d'étudier spécifiquement leurs courbes de croissance en les comparant à celle du secteur du greffon auquel elles étaient directement superposées (*figure 5*).

Deux situations distinctes ont été identifiées :

– Les charpentières insérées à l'aplomb d'une zone anastomosée présentaient des courbes cumulatives d'accroissement analogues à celle de l'association porte-greffe / greffon. Autrement dit, à partir de la date de réalisation de l'anastomose leurs courbes de croissance étaient identiques à celle du porte-greffe (*figure 8*).

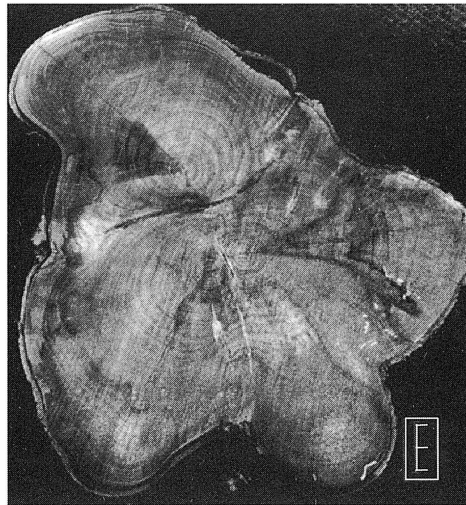


Figure 8. Section d'un tronc au niveau de la base d'une branche charpentière, chez un clémentinier.

– Les charpentières insérées à l'aplomb du greffon non anastomosé présentaient des courbes cumulatives d'accroissement analogues à celle du greffon, donc un même ralentissement de croissance.

La croissance relative du greffon détermine donc l'accroissement des charpentières correspondantes. Cela pose l'éventualité, chez le clémentinier, d'une relation entre chaque racine principale secondaire et un secteur de la souche, fait qui a été mis en évidence par ailleurs dans le cas du chêne liège (*Quercus suber*) [2], mais qui n'est pas vérifié pour la majorité des essences.

Des observations complémentaires pourraient permettre d'étudier s'il existe une relation entre l'accroissement radial d'une branche charpentière et sa productivité. Par ailleurs, il serait intéressant de déterminer si l'épaulement du greffon par le porte-greffe, phénomène bien identifiable sur le terrain, est le signe précurseur d'un dépérissement, s'il est inhérent à des facteurs édaphiques limitants, ou s'il peut être imputé à une concurrence inter-arbres exercée au niveau de la frondaison.

4. approche prospective

4.1. données apportées par la sylviculture

Ne disposant pas actuellement d'autres références, nous emprunterons à la sylvi-

culture les résultats acquis dans le domaine de l'étude de l'accroissement radial des arbres.

4.1.1. rôle de la densité et de la fertilité de la parcelle

L'obtention rapide de fûts de gros diamètres a été depuis longtemps une préoccupation essentielle des forestiers. Dès 1930, Duceillier [3] préconisait en forêt domaniale de Bellême (département de l'Orne, ouest de la France) une nouvelle méthode d'éclaircie forte qui, en diminuant la concurrence entre arbres, favorisait, dans la limite de la fertilité de la station, la production de cernes plus larges. Par ailleurs, en forêt domaniale de Tronçais (département de l'Allier, centre de la France), des chênes menés durant 70 ans en croissance libre ont développé un houppier de 20 m de diamètre et présentent une remarquable régularité de leurs cernes. Il existe donc une opposition entre des arbres dits en « croissance aérienne libre », arbres de plein champ ou de taillis sous futaie, à frondaison étalée et en pleine lumière, et des arbres de futaie dont les houppiers se concurrencent.

Dans la plaine orientale de Corse, seules les jeunes plantations de clémentiniers peuvent être considérées en « croissance aérienne libre », car, ensuite, soit les frondaisons se rejoignent sur la ligne, soit les arbres sont rabattus [4]. Ces deux processus ont la même incidence ; ils provoquent un ralentissement de la croissance des arbres dû à la concurrence qui s'exerce sur la ligne de plantation ou à la diminution de la masse foliaire. Le bilan hydrique du sol qui résulte de ce ralentissement de croissance peut devenir excessif si les quantités d'eau apportées par irrigation ne sont pas modifiées en conséquence.

4.1.2. phénomènes de dépérissement

Au cours des années 1980, un certain nombre de phénomènes de dépérissement ont eu lieu dans les forêts françaises. La première cause invoquée fut la sécheresse de 1976 qui, en fait, fut surtout le révélateur de l'inadéquation de certaines essences à leur milieu et de certaines pratiques culturales.

En France, les deux espèces de chênes les plus communément cultivées en forêt sont les chênes sessile (*Quercus robur*) et pédonculé (*Q. pedunculata*) ; seul *Q. pedunculata* fut significativement affecté par le phénomène de dépérissement [5]. En fait, de nombreuses chênaies, autrefois traitées en taillis sous futaie, ayant été « converties » en futaies, les arbres, dont le houppier bénéficiait autrefois d'un éclaircissement maximal et qui pouvaient être considérés en « croissance aérienne libre », se trouverent alors placés en conditions de concurrence. Or le chêne pédonculé est, spécifiquement, un arbre de plein champ ou de taillis sous futaie. Sa croissance est rapide et régulière, mais sa frondaison exige des conditions d'éclaircissement maximal. Placé en conditions de concurrence, l'espèce subit un stress qui aboutit au dépérissement. La physiologie du houppier n'étant qu'un médiocre indicateur de l'état de vigueur de l'arbre, le stress et le dépérissement des arbres qui furent alors observés ne purent donc être prévus.

Une même observation a pu être faite pour le sapin. Dans le massif des Vosges en France, l'aspect du houppier de ce conifère et le manque d'aiguilles dont le taux a été estimé à moins de 40 % ne sont pas diagnostiqués comme un indicateur de la vitalité réelle de l'arbre. Ainsi, une diminution de croissance, susceptible d'entraîner le dépérissement, n'est pas nécessairement perceptible dans la physiologie de l'arbre.

Bien que les éléments dont nous disposons ne nous permettent pas de savoir si le clémentinier est ou non un arbre de pleine lumière, nous savons que, chez cet arbre, la production de fruits est influencée par l'éclaircissement : c'est l'un des critères qui oriente la taille et la formation de la partie aérienne. Ces interventions ont certainement un effet dépressif sur la vigueur des clémentiniers.

4.1.3. effet de la défoliation

Après un effeuillage complet de pins maritimes (*Pinus pinaster*) destiné à simuler des déprédations dues à des insectes défoliateurs [6-7], des études d'accroissement en diamètre ont révélé une chute de croissance qui s'est poursuivie pendant 8 années.

Par ailleurs, une attaque d'insectes défoliateurs sur des pins de la région des Landes en Gascogne (sud-ouest de la France) eut des répercussions sur la croissance de ces arbres pendant 3 ans [8]. La diminution drastique de la masse foliaire ralentit donc durablement l'accroissement radial.

Dans la plaine orientale de Corse, les clémentiniers sont fréquemment taillés très bas afin de faciliter la mise à fruit et la récolte. Compte tenu des travaux évoqués précédemment, il est probable que cette pratique, dont le principal effet est de diminuer considérablement le volume de la frondaison, entraîne durablement des effets similaires à ceux que produiraient une défoliation des arbres ou une concurrence inter-arbres.

4.1.4. résistance à l'hydromorphie

La résistance à l'hydromorphie ou, plus généralement, à des bilans en eau excédentaires est conditionnée par l'aptitude de l'arbre à résister à la sécheresse. L'effet de ce phénomène sur la croissance sera fonction de l'essence et de l'architecture de son système racinaire.

4.2. interprétation

L'approche naturaliste et phénoménologique que nous avons suivie ne nous permet pas de conclure avec certitude. Par ailleurs, la problématique est suffisamment vaste pour échapper à toute interprétation sectorielle. Certaines interprétations fondées sur l'expérience et l'observation sont cependant possibles.

4.2.1. facteur édaphique

Compte tenu des études pédologiques menées en plaine orientale de Corse, des quantités d'eau excessives apportées par irrigation par les producteurs de cette région et du développement aberrant des racines de clémentiniers, l'épaulement du greffon par le porte-greffe nous apparaît symptomatique de la survenue d'un stress. Il est manifeste que les plantations d'agrumes en Corse sont soumises à des conditions d'hydromorphie.

Dans cette région, la frange de sol accessible aux racines de clémentiniers est généralement très faible, excédant rarement 40 cm. Des affleurements de schistes ou des niveaux d'argiles rubéfiées très compactes sont situés en dessous de cette couche. Le clémentinier est alors incapable de développer, en profondeur, un pivot qui lui permettrait de disposer d'une quantité d'eau suffisante pour pallier un éventuel déficit d'alimentation hydrique en surface [9]. Par ailleurs, les caractéristiques du sol sont labiles ; elles se modifient continûment au cours du temps sous l'effet, en particulier, de l'irrigation. Les clémentiniers répondent à ces changements par un développement aberrant des racines qui manifestent fréquemment un géotropisme négatif très accusé. Dans ces conditions leur sensibilité à la sécheresse, ou à l'engorgement superficiel, est accrue.

Si le clémentinier doit être considéré, sinon comme un arbre à croissance rapide, du moins comme un arbre à croissance régulière, ce que nous pensons, alors toute interruption de croissance aura des conséquences préjudiciables pour l'arbre. Dans ces conditions, le processus de l'épaulement pourrait être une réponse à un stress hydrique.

Contrairement au greffon, la vitalité du porte-greffe ne semble pas être immédiatement affectée par un tel stress hydrique, ce que prouveraient les courbes cumulatives du greffon d'une part, du porte-greffe, d'autre part. L'épaulement serait donc également une conséquence d'un différentiel de croissance entre greffon et porte-greffe.

L'anastomose du greffon et du porte-greffe aboutit au surgreffage de ce dernier sur son greffon. Le regain de croissance obtenu ne doit cependant pas masquer la perte relative d'apports nutritifs entraînée par la diminution de l'activité photosynthétique de la partie aérienne.

L'aboutissement inéluctable du processus d'épaulement nous semble devoir être le dépérissement de l'individu. En tout état de cause, nous l'envisageons, à terme, comme consécutif à un épuisement de la souche porte-greffe.

4.2.2. la partie aérienne des clémentiniers

Deux facteurs affectant la partie aérienne des clémentiniers pourraient provoquer le phénomène d'épaulement : le rabattage de la frondaison et la concurrence sur la ligne au niveau de la frondaison.

Alors que les tailles de formation et de fructification sont des interventions normales sur des arbres fruitiers et, particulièrement, sur les clémentiniers, il arrive parfois qu'à l'issue d'une seule opération, les arbres soient très fortement rabattus afin d'en rabaisser significativement la cime. Cela entraîne une brusque diminution de la masse foliaire et de son évapotranspiration, donc de l'activité de l'arbre.

Une analogie peut être faite entre l'opération de rabattage de la frondaison et la défoliation ; cependant, le rabattage entraîne une perturbation durable pour l'arbre. La concurrence sur la ligne induit également une baisse de l'activité photosynthétique potentielle.

Aux mêmes causes correspondant les mêmes effets, la vigueur du porte-greffe va s'exprimer à la faveur de l'épaulement, annonciateur d'un dépérissement.

5. conclusion

L'étude des cernes du clémentinier nous a permis de mettre en évidence des ralentissements de croissance, consécutifs à un stress, qui se manifestent moins de 20 ans après la plantation. L'interprétation des courbes cumulatives d'accroissement montre que la survenue de ces phases pourrait être corrélée à la mise en œuvre de certaines pratiques culturales. La manifestation la plus visible de ce stress est la formation d'un épaulement qui s'interprète comme le résultat d'une croissance différentielle du porte-greffe et du greffon par suite d'une diminution de l'activité de la partie aérienne de l'arbre.

À hauteur de cet épaulement, il est possible de distinguer deux plages distinctes. La première se caractérise par la formation d'une anastomose entre les tissus du greffon

et du porte-greffe qui dirige alors la croissance radiale du clémentinier. Les branches charpentières issues de ces secteurs bénéficient d'une vigueur nouvelle et leurs courbes d'accroissement tendent à rattraper celle du porte-greffe. Sur la seconde plage identifiée, les tissus des deux variétés restent individualisées. La courbe de croissance du greffon présente alors un brusque ralentissement et se différencie de celle du porte-greffe. Les branches charpentières correspondantes suivent la même évolution.

La formation d'un tel épaulement nous paraît être, à terme, un indicateur du dépérissement de l'arbre et une annonce de sa mort.

De telles observations posent certaines questions liées au comportement du clémentinier ; elles portent en particulier sur :

- l'incidence, en conditions non contraignantes, de la vitesse de croissance du porte-greffe sur celle du greffon, et, au-delà, sur celle des branches charpentières,
- l'influence de l'anastomose sur la production et la qualité des fruits portés par les charpentières correspondantes,
- les transferts de sève entre les tissus du greffon et de l'épaulement.

Finalement, les premiers résultats obtenus sur l'étude de l'accroissement radial du clémentinier en plaine orientale de Corse permettent de dégager certaines perspectives de recherches à appliquer à la culture d'agrumes ; parmi elles, il y a lieu de citer :

- l'étude du devenir des plantations âgées de plus de 15 à 20 ans et de la nature d'éventuelles interventions qui seraient aptes à rendre réversible un mécanisme de dépérissement que nous considérons actuellement comme inéluctable,
- la recherche d'itinéraires techniques susceptibles d'éviter l'observation de tels dépérissements dans les jeunes plantations,
- l'observation du comportement des principaux porte-greffes utilisés en plaine orientale de Corse, lorsqu'ils sont placés en situations de stress hydrique ou de diminution de l'activité photosynthétique,
- la recherche d'une possible corrélation entre les facteurs [bilan hydrique excédent-

taire] / [épaulement du greffon par le porte-greffe] / [gommoses à *Phytophthora*]. Parmi les différentes expressions du phénomène d'épaulements, il serait intéressant de distinguer ceux qui pourraient être provoqués par des excès d'eau de ceux qui seraient occasionnés par des interventions pratiquées sur la partie aérienne.

références

- [1] Schweingruber F.H., Basics and applications of dendrochronology, Dordrecht Kluwer, 1988, 276 p.
- [2] Destremau D.X., Roderbourg J., Répartition de la sève entre les rejets, In : Ann. Rech. Forest. au Maroc (II), rapport 1968–1969, Rabat, Maroc, pp. 237–242.
- [3] Ducellier H., La forêt de Bellême et une nouvelle méthode d'éclaircie, Rev. Eaux Forêts (avril) (1930) p. 263.
- [4] Polge H., Keller R., Qualité du bois et largeur d'accroissement en forêt de Tronçais, Ann. Sci. For. (Inra) 30 (2) (1973) 91–125.
- [5] Becker M., Bouchon J., Keller R., La dendrochronologie et la xylochronologie : des outils d'analyse rétrospective du comportement des arbres, Rev. For. Fr., numéro spécial (XL) (1988) 53–61.
- [6] Joly R., Actions des déprédations dues aux insectes défoliateurs sur le pin maritime, Rev. For. Fr., numéro spécial (XXII) (1970) 205–209.
- [7] Polge H., Garros S., Influence de défoliations sur la structure du bois du pin maritime, Ann. Sci. For. (28) (1971) 195–206.
- [8] Lemoine B., Contribution à la mesure des pertes de production causées par la chenille processionnaire au pin maritime dans les Landes de Gascogne, Ann. Sci. For. (34) (1977) 205–214.
- [9] Delaunay A., Bouffin J., Gandoin J.-M., Paolacci V., Observation du système racinaire de clémentiniers exploités dans la plaine orientale de Corse, Fruits 54 (5) (1999) 331–340.

Método de estudio del incremento radial de *Citrus reticulata* en Córcega. Primeros resultados y perspectivas de investigación.

Resumen – Introducción. Para evidenciar las posibles correlaciones entre las variaciones de crecimiento del árbol y ciertos factores exógenos, se estudió por dendrocronología el desarrollo de *C. reticulata* cultivados en la llanura oriental corsa. **Métodos y técnicas de estudio.** Los estudios se realizaron sobre una variedad injertada de *C. reticulada*. La edad de los árboles se calculó mediante el conteo de anillos anuales en secciones de troncos y ramas principales, posteriormente se midió el incremento acumulado de dichos ejes. La observación de anillos se realizó a simple vista y con ayuda de un numerador. **Resultados.** El refuerzo del injerto de púa por el portainjertos, en la parte superior de la línea de injerto, conduce, en una misma sección de tronco, a la coexistencia de zonas en las que los tejidos de ambas variedades se han anastomosados y otros en los que permanecen individualizados. El crecimiento de la púa y del portainjertos varía en función de la existencia o no de anastomosis. En las zonas anastomosadas, el crecimiento radial del árbol continúa asegurado por el portainjertos. Si no se produce la anastomosis, el crecimiento radial del injerto continúa pero sufre una brusca disminución. El crecimiento de las ramas principales es idéntico al del sector del tronco al que éstas se fijan. **Enfoque prospectivo.** Este enfoque permitió vincular el proceso de refuerzo a la aparición de un estrés: hidromorfia o reducción importante del volumen de frondosidad. **Conclusión.** El refuerzo sería el diagnóstico de un proceso de debilitamiento que concluiría con la muerte del individuo. Estas observaciones permiten extraer nuevos temas de investigación y la concepción y (o) adaptación de nuevos itinerarios técnicos. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Citrus reticulata / incremento de diámetro / tronco / métodos / Francia (Corcega)