

LA GÉNÉTIQUE DES AGRUMES

d'après WEBBER et BATCHELOR ⁽¹⁾

NOTIONS SUR LA GÉNÉTIQUE DES CITRUS

1) Généralités

H. B. FROST décrit les phénomènes qui se rattachent à la reproduction par graines, et en particulier ceux du développement des gamètes et des embryons. Il passe rapidement en revue la morphologie des organes reproducteurs, la formation du sac embryonnaire et des grains de pollen. Les Citrus ont comme nombre chromosomique de base $N=9$. Il semble qu'il y ait des différences caractéristiques de forme et de taille entre les chromosomes des différents Citrus.

L'étude des méioses chez les plantes polyploïdes a permis de constater des anomalies d'ailleurs prévisibles : irrégularités à l'appariement, présence de multivalents. H. B. FROST a constaté et étudié la dégénérescence des cellules mères des formes tétraploïdes de variétés communes.

La pollinisation peut se faire par contact direct des anthères sur le stigmate ou par l'intermédiaire d'insectes. Certaines variétés sont habituellement parthénocarpiques (Navel, Satsuma), d'autres le sont à divers degrés, mais il semble que ce soit aux dépens de la productivité. Pour UPHOF, le nombre de graines formées serait plus élevé par fécondation croisée : certaines variétés en plantation isolée donnent moins de graines qu'en plantation mélangée.

La fécondation est normale, les divisions cellulaires dans le zygote sont plus ou moins tardives, ensuite l'embryon gamétique se différencie rapidement.

Des embryons nucellaires existent dans presque tous les Citrus, Poncirus, Fortunella. La polyembryonie peut se produire par scission de l'embryon sexué (jumeaux identiques) ou par embryonie nucellaire (identité avec le parent maternel). Une compétition entre les deux sortes d'embryons provoque quelquefois l'élimination de l'embryon sexué, souvent faible et défavorisé par la position qu'il occupe et sa constitution génétique. Il n'y a pas de nombre constant d'embryons dans les variétés. Les pamplemousses sont monoembryonnés. L'embryonie nucellaire permet la production, à partir de semis, de plantes génétiquement identiques au parent maternel. Par contre, elle est un obstacle à la création d'hybrides.

Dans la graine, les cotylédons sont égaux s'il n'y a qu'un embryon, sinon ils sont irréguliers; leur couleur est variable, le tégument interne est délicat, sa coloration caractéristique. Les caractères de la graine sont importants en classification. Le défaut total de graines résulte d'une stérilité gamétique et nucellaire. La parthénocarpie complète est très rare. En fait on a toutes les gradations.

La stérilité peut tenir : à la dégénérescence des organes reproducteurs (pistil mal développé, pollen absent ou plus ou moins fonctionnel; chez « Washington Navel » la dégénérescence des cellules mères du pollen serait due à un gène léthal), à une

auto-incompatibilité vraie, à des cas d'hétérostylie et de stérilité gamétique absolue, à des avortements. La stérilité des hybrides en F1 (première génération) est souvent élevée, le degré de fertilité est variable à cause de l'hétérozygotie des parents. L'embryonie nucellaire, étouffant l'embryonie gamétique, fait souvent croire à une stérilité maternelle élevée. Les anomalies cytologiques chez les hybrides F1 sont encore peu connues.

Pratiquement la stérilité aboutit à une parthénocarpie intéressante pour le consommateur mais aussi à une diminution des récoltes.

2) Génétique proprement dite

Les variations constatées entre les variétés et les formes de Citrus sont dues aux facteurs du milieu (variations non héréditaires) ou aux facteurs génétiques (facteurs héréditaires), ou à ces deux sortes de facteurs.

Parmi les variations non héréditaires, l'auteur cite les variations dues à l'âge du clone (phénomène de sénescence qui est du reste discutable) : pour les clones la reproduction par graines à embryons asexués rajeunirait plus que la multiplication végétative ordinaire. Certains changements, non génétiques mais plus ou moins persistants par multiplication végétative, et qui disparaissent après reproduction par graine, seraient peut-être dus à une diminution d'hormones ou à la présence d'un virus infectieux connu ou non et probablement absent dans les jeunes plantules issues d'embryons.

Le résultat de la propagation nucellaire est de produire des formes de jeunesse qui se traduisent par des différences non génétiques avec les plantes issues de propagation végétative : par exemple, la présence d'épines sur les Citrus est un caractère de jeunesse. La plupart des lignées clonales ont des épines petites et peu nombreuses. Les jeunes arbres issus d'embryons nucellaires sont très épineux. Des greffons pris à ce stade donnent une lignée clonale jeune très épineuse et qui le reste. Des greffons pris ultérieurement sur des branches hautes devenues peu épineuses, donnent une lignée clonale plus âgée, épineuse au début et perdant ce caractère quand les arbres vieillissent. Il est probable que la perte du caractère de jeunesse est favorisée par des divisions cellulaires répétées.

Les variations héréditaires dépendent de nouvelles combinaisons géniques, d'aberrations exceptionnelles de chromosomes : perte partielle ou totale d'un chromosome. Lorsqu'il y a un changement dans un gène, il s'agit de mutation. Il existe également des combinaisons de cellules de deux types génétiques différents : les « chimères ».

Les mutations de gènes sont difficiles à distinguer des variations somatiques et de l'apparition de chimères jusque là

Nous donnons un très bref résumé des chapitres, consacrés à la génétique des Citrus, du remarquable ouvrage publié sous la direction de WEBBER et BATCHELOR. "THE CITRUS INDUSTRY".

(1) University of California, Berkeley, 1946 (1028 pages, 233 fig.).

dissimulées. L'état hétérozygote favoriserait les mutations de gènes. Il existe des cas de **caractères instables**, FROST cite l'exemple de six descendants nucellaires d'une orange «Valencia» dont les fruits variaient de l'absence de pulpe à une grande fermeté de celle-ci. Cela résulterait de changements géniques dans les cellules du nucelle.

Parmi les cas de polyploïdie (4N et 3N) la **tétraploïdie nucellaire** semble être la plus fréquente : à Riverside, sur 3.600 descendants nucellaires de divers Citrus, on trouva 2,5 % de tétraploïdes. Il est facile de comparer les tétraploïdes aux diploïdes nucellaires possédant les mêmes stocks chromosomiques. Dans l'ensemble les premiers sont plus développés dans toutes leurs parties, moins productifs, plus sensibles aux maladies. La fertilité des tétraploïdes est variable en autopolli-nisation. Les tétraploïdes, par eux-mêmes sans valeur, peuvent être des géniteurs intéressants pour produire des triploïdes.

Les triploïdes gamétiques seraient produits plus facilement que les tétraploïdes (gamétiques) : 5 à 10 % dans 1.200 hybrides à Riverside. Leur variabilité est plus grande. La présence d'un seul stock gamétique supplémentaire tend à produire des effets moins faciles à déceler que chez les tétraploïdes et une plus grande échelle de variations. Ils ont peu de graines. Le croisement tétraploïde par diploïde (→ triploïde) est la seule méthode d'obtention de formes parthénocarpiques.

Les croisements des espèces du genre Citrus sont généralement faciles et les hybrides à la première génération (F1), plus ou moins fertiles. Les croisements intergénériques sont possibles dans certains cas, l'absence de « barrières de stérilité » est un gros obstacle pour délimiter les espèces vraies. En hybridation, la variabilité de la F1 est un fait constant quels que soient les parents. La comparaison des plantes F1, gamétiques, avec les descendants nucellaires de la même parenté femelle montre une grande vigueur des F1 alors que l'on pourrait s'attendre au contraire. La vigueur des hybrides F1 décroît, grosso modo, avec le rapprochement du degré de parenté des parents, depuis le croisement intergénérique jusqu'à l'auto-fécondation. SWINGLE pensait que les effets des chromosomes variaient suivant leur position dans le noyau : c'est l'hypothèse de la zygotaxie. Elle ne suffirait probablement pas à expliquer les variations en F1 des Citrus dont l'hétérozygotie des parents est sans doute le facteur le plus important.

Les descendants gamétiques des F1 provenant d'une auto-pollinisation sont généralement faibles, sans doute parce que certains gènes récessifs défavorables deviennent homozygotes. Aussi H. B. FROST remarque-t-il justement que l'embryonie nucellaire, intimement liée à la sélection naturelle, a joué un rôle important dans l'évolution des Citrus. Par suite de l'accumulation de gènes mutants défavorables, la reproduction gamétique devint inférieure. L'embryonie nucellaire conserva alors facilement l'hétérozygotie en supplantant les embryons gamétiques. L'hétérozygotie et l'embryonie nucellaire croissent dans le même sens, l'une favorisant l'autre.

Deux types génétiquement différents, croissant côte à côte dans une même plante forment une **chimère**. Il existe des **chimères synthétiques (Citrus bizzaria)** ; WINKLER en a provoqué en sectionnant des greffes à la soudure.

Les chimères autogènes sont dues à un changement génétique dans une cellule ou un groupe de cellules (Etudes des cas de panachures, pigmentation et secteurs colorés chez les fruits). L'existence de chimères est un obstacle à la bonne sélection des bourgeons. Un état chimérial sera défavorable à la propagation d'un type.

Les variations de bourgeons peuvent se classer en mutations de bourgeons et en variations dues à la formation de chimères.

Toutes les particularités génétiques décrites interviennent dans la pratique des croisements pour la production de variétés supérieures. Le matériel est très abondant, de nombreuses formes restent à utiliser.

3) Méthodes de sélection

a) **Sélection simple, sans contrôle** du patrimoine génétique des individus (conservation des types existants).

b) **Sélection contrôlée** (choix du parent à pollen ou modifications génétiques provoquées).

« L'extrême variété des Citrus hybrides est leur plus grand inconvénient et leur plus grand avantage » (FROST).

La désignation des groupes d'hybrides (WEBBER et SWINGLE) par noms composés (tangelo, limequat) est généralement adoptée ; leur subdivision a été discutée.

FROST retrace l'histoire des travaux d'hybridation réalisés aux U.S.A. (Floride : SWINGLE et WEBBER ; Californie), à Java (TOXOPEUS), aux Philippines (TORRES), en U.R.S.S.

La production artificielle de mutations par les rayons X a donné une forte proportion de plantes albinos.

FROST indique les précautions à prendre pour contrôler la pollinisation. On place des bourgeons floraux non ouverts en chambre froide pour la conservation du pollen, et on opère la pollinisation 5 à 6 jours après la castration.

L'auteur indique aussi les méthodes pratiques d'étude des hybrides.

La sélection et l'étude des variations de bourgeons, très importantes chez les Citrus, font l'objet d'un article détaillé dans cet ouvrage. Les causes de ces variations fréquentes sont inconnues malgré les nombreuses théories formulées. Les variations sont stables ou instables, morphologiques, physiologiques ou chimiques.

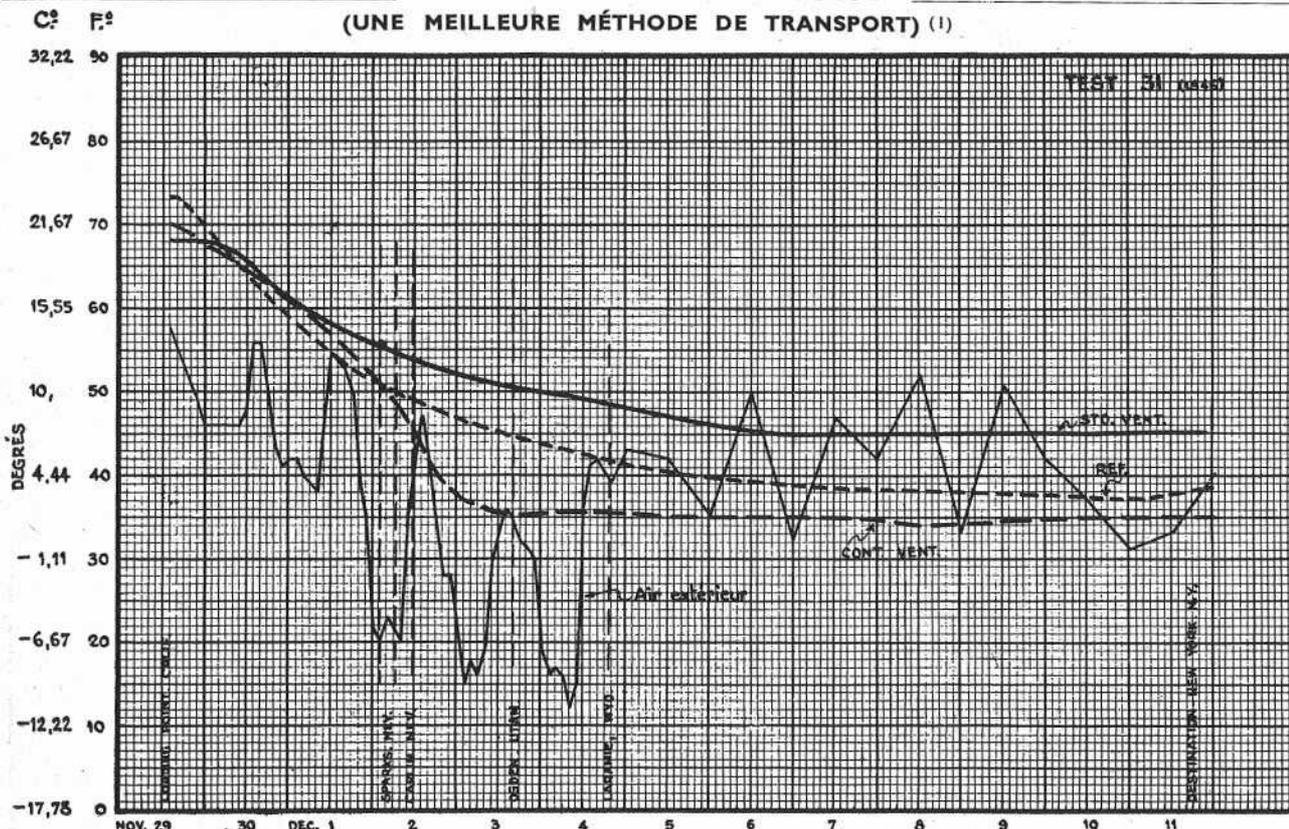
Ceci montre l'importance du choix du greffon. Il est rare que les variations de bourgeons soient économiquement intéressantes.

A. D. SHAMEL décrit et classe ensuite les principales variations décelées dans les variétés de Citrus cultivées aux U.S.A. La sélection de bourgeons aux U.S.A. a deux objectifs : isoler les clones les plus intéressants et éliminer les autres. Cet auteur expose aussi les méthodes pratiques utilisées pour repérer les variants dans les vergers. Ainsi la sélection de bourgeons a permis d'écarter les lignées indésirables, d'en découvrir de nouvelles et de les mettre à l'essai, de régénérer des vergers par greffage et replantation. Elle tend à la standardisation maximum, profitable au producteur et aux consommateurs.

Micheline DEMONT.
Ingénieur horticulteur, I.F.A.C.

La ventilation contrôlée

(UNE MEILLEURE MÉTHODE DE TRANSPORT) (1)



Expérience n° 1. — Test 31 sur New-York, 1^{er} Décembre 1945. Chargé le 29 Novembre à Sunland. La plus basse température extérieure au cours du trajet fut de -9°C4, 15 Farenheit. Cette température fut rencontrée autour de Carling. Les volets d'aération restèrent ouverts jusqu'à Odgen, mais furent fermés d'Odgen à Laramie. Les volets d'aération pour une ventilation standard furent fermés 12 heures après la traversée des Sierras, ce jusqu'à deux heures avant l'arrivée à Sparks. Ces volets furent fermés à nouveau jusqu'à Odgen. Le wagon témoin de la ventilation standard fut rechargé en glace à Sparks où 2t. 130 de glace furent chargées, et dont il restait encore les 3/4 à Laramie. (D'après le California Citrograph de Septembre 1947).

Nous avons jugé utile de signaler cet article de M. D. M. RUTHEFORD, extrait du « California Citrograph » du mois de Septembre 1947, bien qu'il soit question d'une méthode typiquement américaine dont les expériences sont réparties sur trois ans pour le trajet Californie-New-York, sur des parcours différents.

A la suite de nombreuses expériences concluantes, l'auteur déclare que la ventilation contrôlée pour le transport des oranges Navel durant la période hivernale permettra à l'agrumiculture d'économiser des sommes considérables. De plus, c'est une modification à la ventilation standard qui exige actuellement que les volets soient fermés à 0°C, alors que celles-ci implique l'ouverture des volets à certaines températures au-dessous de 0°, sur des parties déterminées du parcours.

On sait fort bien qu'un chargement de fruits, à une température élevée met assez longtemps à se réfrigérer, même si la température extérieure est relativement basse. D'autre part, afin de livrer sur les marchés des fruits de meilleure qualité, il est nécessaire de les réfrigérer rapidement.

Les expériences ont prouvé que, durant les premiers jours du transport, pour des températures extérieures égales ou inférieures à -9°4 (15° F), et sans qu'il soit nécessaire d'arrêter la ventilation, les chargements de fruits sont plus réfrigérés que par la méthode standard, et arrivent en meilleur état.

L'auteur estime que l'on peut économiser des milliers de dollars sur les quantités de glace utilisée, en organisant la commercialisation des oranges Navel de Californie suivant les principes énoncés. Alors que l'on dépense actuellement 8.000 \$ par jour pour la réfrigération, on peut espérer réduire

très sensiblement cette somme grâce à ce contrôle de la ventilation.

L'auteur donne ensuite des indications sur la façon dont furent entreprises et contrôlées les expériences et le fonctionnement des organismes qui contribuèrent aux recherches.

Si l'on trouve normale la réfrigération pour les oranges d'été à une température variant entre + 4° C 4 (40° F) à + 10° C (50° F) durant le transport, beaucoup s'étonnent de la nécessité d'agir de même pour les oranges d'hiver. L'auteur indique qu'il ne faut pas oublier que les températures, lors du chargement en hiver, sont de l'ordre de 18°3 à 23°84 C (65 à 75° F) et occasionnellement plus élevées, températures équivalentes à celles des oranges d'été non pré-réfrigérées.

En outre, toutes les oranges, à n'importe quelle époque de l'année, sont passées dans des bains d'eau chaude à 46°1 C (115° F) pour nettoyage et stérilisation. De plus, les oranges d'hiver doivent souvent être colorées à des températures de 20 à 21° C (68 à 70° F)

En Californie Centrale, les installations de pré-réfrigération sont rares, aussi les expéditeurs ont-ils recours à l'emploi de la glace ou de la ventilation standard. Bien que le point moyen de gel des oranges soit de -2°2 (28° F) les règles de ventilation exigent que les volets soient fermés à 0° C (32° F) et pratiquement ils sont fermés à une température égale ou inférieure à 0° C. L'ouverture ou la fermeture des volets est dictée par la température de la région traversée.

L'auteur donne des exemples du contrôle de la ventilation sur des chargements à destination de New-York.

Dès 1930, M. MANN entreprit des essais destinés à améliorer la ventilation standard, sur des chargements de citrons dans le sud californien.

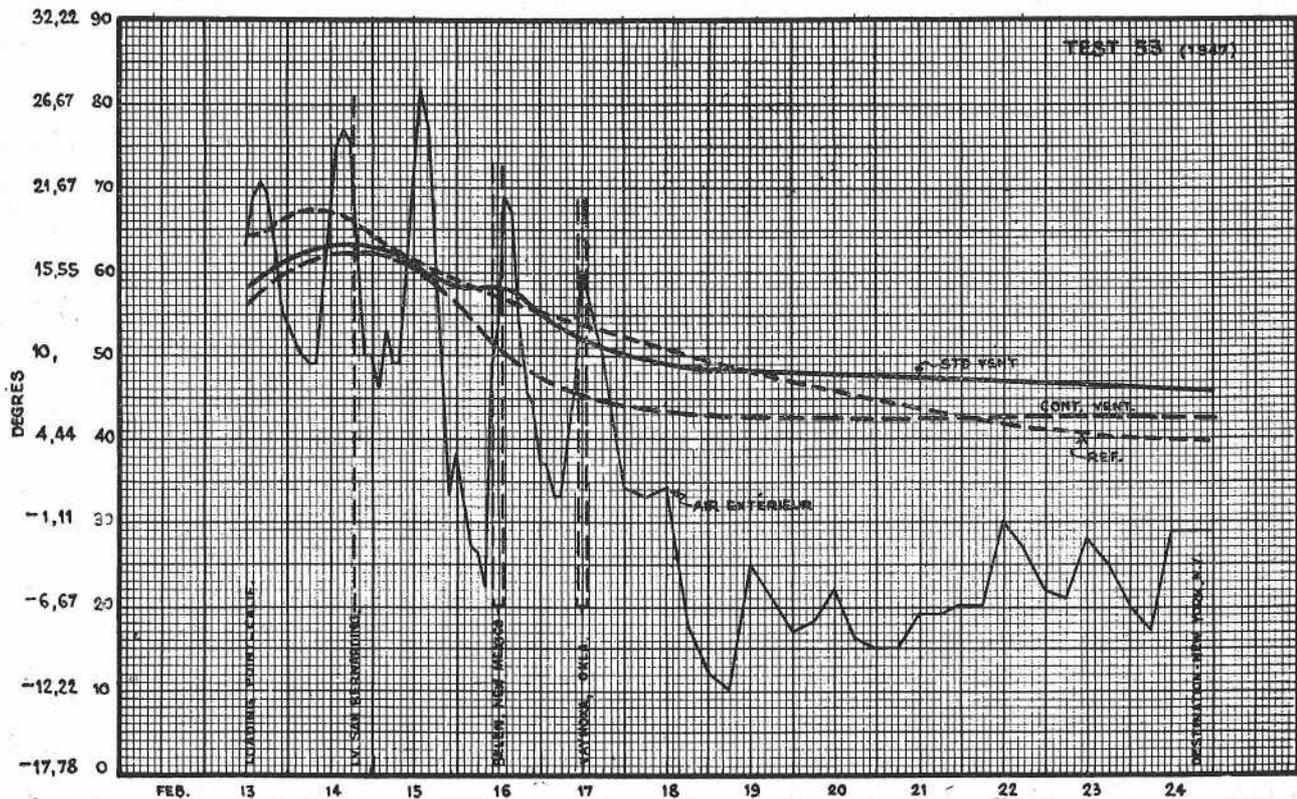
En 1937 ils furent repris plus attentivement, en particulier pour les oranges d'hiver. Les premiers résultats semblèrent indiquer que des chargements dans ces conditions pouvaient être conservés en laissant les volets ouverts pendant les 4 premiers jours du transport, ou alors les fermer à - 6°6 C (20° F) et appliquer les règles standards.

Des essais de laboratoires montrèrent qu'il fallait deux jours à une caisse d'oranges pour abaisser sa température de 15°5 C (60° F) à 0° C (32° F). Il faudrait plus longtemps pour abaisser cette température au-dessous du point de congélation.

L'auteur donne ensuite le détail de nombreuses expériences entreprises pour confirmer les recherches précédentes et assurer une sécurité maximum contre les divers facteurs et le gel pouvant survenir en cours de route. Les deux graphiques ci-contre montreront mieux que des explications le processus de ces expériences.

A la suite de ces dernières, un projet de modification des règles de ventilation standard a été soumis au Comité National du Frêt des denrées périssables, et la température admise pour la fermeture des volets a été de - 3°9 (25° F) au lieu de - 6°6 C (20° F) proposée pour les zones des parcours fixés par la réglementation en vigueur. Toutefois, la température de 6°5 (20° F) admise à la suite des essais serait plus profitable au produit, tant du point de vue expéditeur que transporteur.

(1) Controlled ventilation. California Citrograph. Sept. 1947.



Expérience n° 2. — Test 53, Fruits chargés le 13 Février. La température minimum extérieure fut de $-5^{\circ}5$, à partir de Belen. Les volets de ventilation furent fermés à Flag-staff et restèrent fermés jusqu'à Belen. La durée approximative de la fermeture des volets fut de 23 heures. Les volets du wagon à ventilation contrôlée ne furent pas fermés sur le trajet à l'Ouest de Waynoka. Les wagons réfrigérés étaient équipés avec des ventilateurs qui avaient été mis sur la position de non fonctionnement (off.). Il n'y a eu qu'un seul chargement en glace au départ. (D'après le California Citrograph de Septembre 1947).

R. CADILLAT
Paris, le 20 Octobre 1947.

La taille des arbres fruitiers

Au sujet de la publication de M. H. REBOUR « Principes généraux de la taille des arbres fruitiers ».

La brochure que vient de publier M. REBOUR n'est, comme il le fait lui-même remarquer dans un avertissement, qu'un complément nécessaire aux cours de taille qu'il organise en Algérie pour former les quelques 15.000 spécialistes que demandent les vergers algériens. Mais ce « simple complément » renferme une étude approfondie de la taille : buts, époque et périodicité, outils du tailleur, répercussions sur la physiologie de l'arbre, et enfin application et exécution de l'opération.

Le but principal de la taille étant de modifier dans un sens favorable l'équilibre entre la végétation et la fructification, il est important de remarquer que l'on devra tailler l'arbre méthodiquement, d'après les caractères qu'il présente : taille de formation pendant la période végétative où les racines prédominent, taille de fructification chez l'arbre adulte pour concentrer l'énergie de la plante dans les parties conservées, taille de restauration enfin chez les arbres âgés de façon à diminuer l'assimilation du carbone et à ramener la relation nutritive à un taux favorable à la croissance.

On sait que chez l'arbre adulte, une taille légère provoque une tendance à l'affaiblissement des pousses et augmente la fertilité, alors qu'une taille courte ou sévère engendre des pousses vigoureuses et diminue la fertilité. Le sécateur est donc « un outil à

faire du bois » pour préparer les futures récoltes, mais celles-ci seront toujours beaucoup plus intéressantes si elles sont alimentées directement par du fumier et des engrais : plus on procure d'engrais au verger, moins on a besoin de tailles.

Les opérations dérivant de la taille — arcure, ébourgeonnement, pincement, incisions et crans, éclaircissage des fruits — ne sont jamais employées qu'à titre exceptionnel ; elles rendent cependant des services pour la formation des jeunes arbres et pour certaines cultures spéciales.

L'application de la taille est basée sur le point de vue économique et sur les conditions du milieu. La taille de formation cherche à obtenir une charpente solide, équilibrée et aérée ; la taille de fructification pousse à la production de graines pour perpétuer l'espèce : elle doit tenir compte du mode de fructification de l'espèce, conserver l'équilibre végétation-fructification, entretenir une vigueur moyenne de l'arbre et maintenir les fruits le plus près possible de la charpente ; la taille de rajeunissement enfin assure le renouvellement d'une fécondation déperissant.

Mais l'opération de la taille n'en reste pas moins délicate : elle reste un art qui consiste avant tout à « savoir prendre son travail ». On peut cependant dresser un plan de travail : observer l'arbre, déterminer la taille à lui appliquer ; quelles sont les branches à supprimer ; dans quel ordre opérer ; comment effectuer les coupes.

Mais le succès de l'opération dépend encore de sa réalisation dans le verger : il est indispensable d'avoir des équipes de tailleurs bien organisées et encadrées par des contremaîtres (1 pour 6 à 10 ouvriers) indiquant aux ouvriers l'allure générale de la taille à appliquer à chaque arbre et leur montrant les principales branches à supprimer ; ils établissent un « plan de taille ».

Après la taille enfin, il est nécessaire de contrôler l'opération d'après la vigueur des pousses qu'elle engendre ; une taille trop légère donne naissance à des rameaux faibles ; une taille trop sévère donne naissance à de nombreux gourmands.

* *

Pour apprendre à bien tailler, il faut d'abord comprendre pourquoi l'on taille et quels sont les moyens que l'on a à sa disposition. On doit posséder une souplesse d'esprit suffisante pour s'adapter aux cas extrêmement variés qui peuvent se présenter. C'est par le raisonnement et la discussion que l'on forme un tailleur.

On voit que cette brochure dans laquelle on reconnaît toute la valeur technique des connaissances de H. REBOUR, et traitant d'un sujet particulièrement délicat, rendra des services considérables à tous ceux qui veulent s'initier d'une façon rationnelle à cette opération importante.

J. P. LORAIN (I. F. A. C.)
le 26 Janvier 1948