

# LE SÉCHAGE DE LA PRUNE D'AGEN

par Vincent BOUDET

Ingénieur Agronome,

Assistant à la Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière.

Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest.

## I. — HISTOIRE ET ÉCONOMIE

La culture du prunier d'Ente et l'élaboration du pruneau d'Agen ont fait, pendant de nombreuses années, la fortune et la renommée de cette région si riche et si pittoresque située sur les bords du Lot et de la Garonne ; le produit obtenu, très apprécié de l'étranger comme de la métropole, se vendait bien et assurait des revenus substantiels aux pruniculteurs.

Mais, depuis une cinquantaine d'années, la situation a changé à tel point qu'actuellement, le verger de prunier d'Ente français n'est qu'à peine le dixième de ce qu'il était en 1895. Il est donc utile de voir rapidement les raisons de ce changement et son interférence économique et agronomique dans la région intéressée.

Ces raisons, une fois connues, permettront de comprendre le plan adopté pour redresser cette situation par les agriculteurs intéressés. Les efforts faits et les résultats auxquels ils ont abouti conduiront logiquement à l'étude de la transformation de la prune en pruneau.

Un historique rapide de la culture de la prune d'Ente, en dehors d'un intérêt spéculatif, présente un grand intérêt technique. M. BARRET [1] croit pouvoir faire remonter au moins au XVI<sup>e</sup> siècle la fabrication du pruneau dans les régions montalbanaise et agenaise. Les deux centres de dispersion du prunier d'Ente seraient la Commanderie du Temple sur Lot et l'Abbaye de Clairac. Les moines auraient été les premiers à sécher la prune d'Ente au soleil. Jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la population du prunier d'Ente du Lot-et-Garonne s'élevait à environ 6 millions d'individus ; les pruneaux obtenus étaient exportés en Angleterre, pays Flamands et Allemagne ; la majorité était consommée en France même.

La répartition des arbres, en 1944, serait, d'après M. SANNAC [1] :

Lot-et-Garonne .....	570.000
Gironde .....	30.000
Dordogne .....	50.000
Lot .....	40.000
Tarn-et-Garonne .....	25.000
	<hr/> 715.000

Quelles sont les causes de cette disparition rapide ? Il semble bien qu'elles soient de deux ordres :

Des raisons culturelles, d'abord, ont amené une certaine

défection. Les invasions de parasites, hoplocampe en particulier, ont provoqué une baisse très nette de la production et de la rentabilité. De plus, les pruniers, en général très âgés, ont disparu peu à peu sans être remplacés.

Ce sont les raisons économiques qui semblent surtout avoir été en jeu. Les agriculteurs agenais, avec leurs arbres âgés et très sensibles aux parasites, impossibles à cultiver de façon industrielle du fait de leur disposition en joualles disséminées, produisaient nécessairement un produit cher. La création et l'énorme développement du verger industriel américain, avec sa production quarante fois supérieure à celle de la France, amena sur les divers marchés un pruneau à un prix très inférieur.

Le fait que le séchage permettait à la fois une longue conservation et des transports à longue distance avait favorisé les Agenais : cela jouait depuis contre eux. De plus, par la sélection de pruneaux à gros fruits, leur permettant de présenter au consommateur un produit plus attirant, les Américains prenaient de plus en plus la place de la France.

La guerre de 1939-1945, par ses conséquences dans le domaine agricole et alimentaire, amena un changement dans la politique de la prune d'Agen. La France, qui avait produit en 1938, 45.000 quintaux de pruneaux, en consommait 175.000 (SANNAC [1]) ; de ce fait, les pruneaux français se vendirent facilement à un prix très rémunérateur : en 1947, le prix du blé étant au coefficient 10 par rapport à 1939, le pruneau était au coefficient 61. En 1948, les prix baissent, et le coefficient par rapport au blé n'est plus que de 31,5. Le prix est encore très satisfaisant.

C'est en 1947 qu'on voit réapparaître sur le marché français les pruneaux californiens, à un prix sensiblement plus avantageux que le pruneau d'Agen ; pourtant, ce dernier n'a pas de difficulté à trouver des débouchés, et ceci doit être attribué à la différence de qualité, le pruneau américain ayant beaucoup plus le caractère de fruit sec que l'autre.

Depuis 1939, on plante donc de nouveaux arbres mais, au lieu de le faire sous forme de joualles incompatibles avec les moyens modernes de culture mécanique, c'est sous forme de vergers industriels que se refont les plantations. La culture jadis familiale et traditionnelle voit intervenir la main-d'œuvre salariée et les techniques modernes. Les arbres ne sont plus issus de greffons pris plus

## II. — TECHNIQUE PAYSANNE TRADITIONNELLE

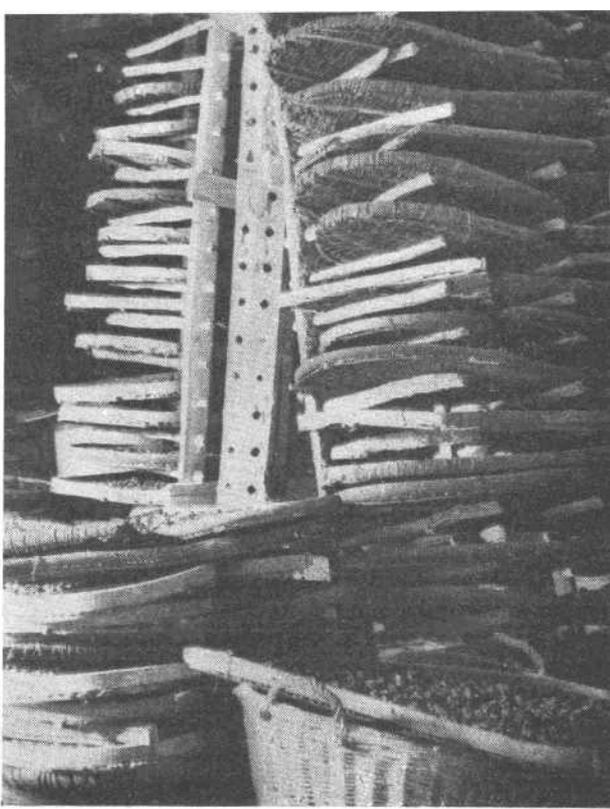


FIG. 1. — Le stockage des prunes au cours du séchage. Noter la variété des claires. (Photo STAT. ARBO.)

ou moins au hasard, mais une sélection sérieuse est entreprise tant pour les porte-greffes que pour les greffons, afin d'obtenir des souches plus productives, plus vigoureuses, à plus gros fruits (SOUTY, CAILLAVET, BERNHARD [1]). Simultanément, des variétés américaines sont importées.

D'autre part, on s'attaque de façon scientifique à l'étude et à la destruction des parasites animaux et végétaux ; la lutte contre l'hoplocampe et la destruction du carpocapse sont menées à bien (CHABOUSSOU [1]) et la destruction du monilia et autres parasites végétaux (M<sup>lle</sup> GAUDINEAU [1]) se poursuit.

En 1948, lors du deuxième Congrès National de la Prune et du Pruneau à Agen, on se trouvait donc devant la situation suivante :

d'une part, une augmentation progressive, et qu'on peut prévoir importante et durable, de prunes fraîches, par le triple effet d'une augmentation de la plantation, de son amélioration par la sélection et la culture, et de la mise au point de techniques antiparasitaires efficaces ;

d'autre part, on constate l'absence quasi totale d'appareils de séchage, les étuves existantes ayant été détruites ou étant par trop vétustes.

L'étude d'un mode de transformation moderne de la prune en pruneau et la mise au point d'un processus rationnel et industriel s'imposaient. Ce sont les observations, les résultats et les conclusions de trois années d'expériences sur ce sujet qui vont faire l'objet de cette étude. Ces expériences ont été réalisées au Domaine expérimental du Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest à la Tour de Rance à Bourran (Lot-et-Garonne).

Le séchage de la prune d'Agen a toujours été et reste en France une industrie paysanne. Chaque producteur prépare lui-même sa récolte. Mais cette industrie a évolué au cours des temps et si, jadis, le séchage se faisait au soleil, cette pratique a peu à peu disparu, du fait du climat de la région qui amenait souvent des pertes de récoltes importantes. Le soleil a laissé sa place au bois comme agent calorifique et la cuisson s'est longtemps faite dans des fours de boulanger. Cette substitution de l'un à l'autre a probablement amené un changement profond dans la qualité du produit obtenu, dû surtout à la différence des températures auxquelles étaient pratiqués les deux séchages.

Les fours de boulangerie ont peu à peu cédé la place à des appareils plus vastes, spécialement construits pour le séchage de la prune : seul l'appareillage différait, le produit restant le même. La description des étuves et de la technique de séchage utilisées actuellement va faire l'objet de ce chapitre. Sa connaissance détaillée permettra de mieux comprendre ce qu'est le pruneau, et de mieux voir les perfectionnements possibles. La description de cette technique a fait l'objet de nombreux articles, le plus récent étant celui de M. ESCUDIE [1], sa description est, dans les grandes lignes, celle qui est rapportée ici, mais un peu simplifiée et raccourcie.

### 1. Le matériel.

Les prunes sont amenées au chantier de séchage dans des paniers en bois (ou baillots), pouvant contenir une dizaine de kg de fruits. Ces paniers ont l'avantage d'être robustes, faciles à nettoyer, bon marché et sans aspérité, ce qui évite toute blessure de la prune par pression dans le panier.

Le chantier de séchage comprend les étuves, les tables de triage et les supports de claires. Ce qui ressort de la visite de ces chantiers, en général, c'est l'exiguïté des locaux, leur peu d'éclairage, la difficulté de nettoyage et l'hétérogénéité du matériel. Beaucoup de ces chantiers entreposent leurs claires pleines de fruits à l'extérieur, ce qui est une bonne chose, les prunes risquant moins d'y subir les atteintes de moisissures qu'à l'intérieur, où les locaux sont très contaminés et où la température ambiante est assez élevée (25 à 30°), donc favorable au développement des parasites.

a) *Les claires.* — Les prunes sont versées des paniers sur des claires de différentes formes et étalées soigneusement en une seule couche.

On trouve deux types de claires, qui sont adaptées à deux types d'étuves :

— claires triangulaires, en forme de triangle isocèle, dont la base est un arc de cercle. Elles peuvent porter de 5 à 6 kg de fruits frais ;

— claires rectangulaires, qui portent de 9 à 11 kg de fruits frais.

Le matériau utilisé pour leur fabrication est le bois. Le fond de la claie est fait de fines lattes de bois ou de grosses tiges d'osier. Quelques claies triangulaires sont en vannerie. Le fond fait de larges lames est considéré par le pruniculteur comme préférable à la toile métallique, car il ne marque pas le fruit au cours du séchage.

En fait, étant donné la différence de prix de revient de ces deux matériaux, la toile métallique est plus intéressante, d'autant plus qu'elle ne marque pas le pruneau de façon durable. Deux auteurs de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle [2-3] dans une étude sur la cuisson du pruneau, donnent, en plus de nombreuses descriptions détaillées sur les étuves de cette époque et leur utilisation, leur opinion sur les claies : la toile métallique ne marque pas les pruneaux, et surtout, elle conduit mieux la chaleur que le bois ou la vannerie. L'un d'eux, le Dr ISSARTIER, a même fait une expérience à ce sujet : le fond d'une claie était pour la moitié en bois, pour l'autre moitié en toile métallique ; les pruneaux se trouvant sur cette partie ont demandé deux heures de cuisson de moins que les autres.

Il arrive de trouver, dans un même chantier, les deux sortes de claies. Dans une même catégorie, les dimensions ne sont pas toujours constantes.

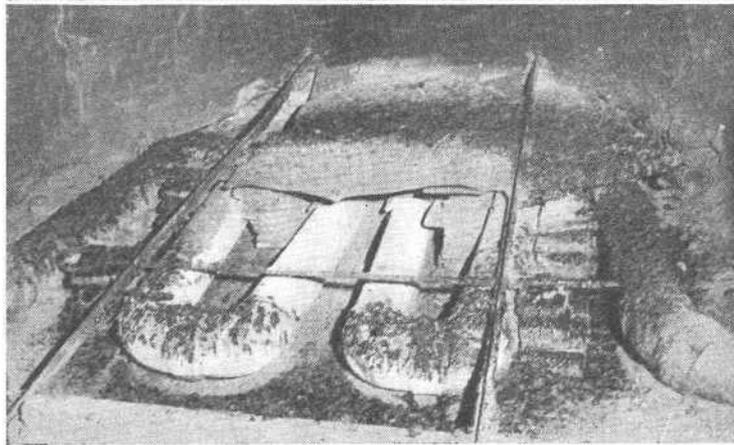
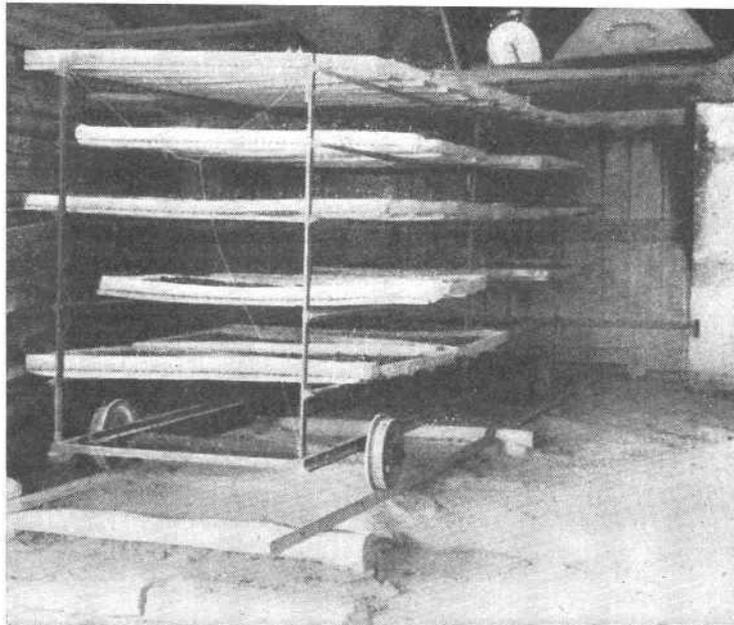
b) *Le foyer.* — Toutes les étuves paysannes sont chauffées au bois. Les foyers se trouvent généralement à la base du mur qui forme le fond des étuves et du chantier de séchage. Pour les alimenter, la personne qui s'en occupe en même temps que du séchage est donc obligée de faire un parcours relativement long, d'où perte de temps.

Les gaz de combustion passent dans de larges tuyaux de poterie qui circulent au fond du four pour ensuite remonter le long des parois de l'étuve vers la cheminée. Les gaz rejetés dans l'atmosphère atteignent souvent 60°. Les tuyaux de conduite des gaz chauds sont très souvent disjointes et si la chaleur n'est pas perdue, puisqu'elle va directement dans le four, il se produit des formations de « goût de fumée » sur la prune, ce qui est un grave défaut du point de vue commercial.

De même, les tuyaux qui circulent au fond de l'étuve sont isolés des fruits par une tôle ; mais il arrive que l'isolement soit insuffisant et que du jus sucré tombe sur ces tuyaux très chauds, provoquant une carbonisation et formation de goûts néfastes.

c) *Les étuves.* — On emploie indifféremment la terminologie « four » ou « étuve » ; la description qui suit permettra de préciser lequel des deux termes est le plus adapté. On peut distinguer quatre types d'étuve :

A. Étuve primitive à porte-claies inamovibles. — Les claies doivent y être introduites une à une sur un bâti métallique fixe ; l'intervalle entre deux claies en hauteur est de 25 à 30 centimètres. Les gaz de combustion ne circulent pas dans le four mais chauffent la sole comme dans un four classique de boulangerie. Ce four se rencontre encore, mais très rarement. Une description détaillée de ces fours est donnée par GRUELLES [4], de même que le schéma de leur utilisation : il en ressort que, pratiquement, la prune est cuite à température modérée dans une



De haut en bas :

FIG. 2. — Chariot parallélépipédique. Au fond, l'étuve.

FIG. 2 bis. — Vue des tuyaux de circulation d'air chaud au fond de l'étuve précédente. (Photo STAT. ARBO.)

atmosphère très humide, les vapeurs ne trouvant pratiquement aucune issue. C'est cette déshydratation dans une atmosphère riche en vapeur d'eau qui caractérise toutes les techniques de préparation traditionnelles.

B. Étuve à chariot parallélépipédique. — C'est le type le plus répandu. Elle est constituée par une chambre en maçonnerie, généralement suffisamment calorifugée. Le foyer, tel qu'il vient d'être décrit, se trouve dans le bas de la face opposée à la porte et à l'extérieur du chantier de séchage. La porte est en menuiserie généralement très légère et peu isolante. Elle joint mal et ce défaut est pratiquement utile pour permettre l'évacuation de l'air usé et humide qui devrait se faire par des orifices situés dans le plafond de l'étuve : mais ceux-ci sont le plus souvent insuffisants, quand ils ne sont pas bouchés ! Sur le sol, circulent deux rails portant un chariot fait de cornières légères, qui recevront les claies rectangulaires. L'écartement entre deux étages de claies est d'environ 18 centi-

mètres. Le nombre de claies est de 40 à 60. Généralement, les chariots ne sont jamais chargés à plein.

Ce type de chariot est très pratique mais, suivant la technique qui va être exposée, il faut faire de nombreuses ouvertures de la porte et sorties du chariot. Cela occasionne de nombreuses manipulations et pertes de chaleur ; de

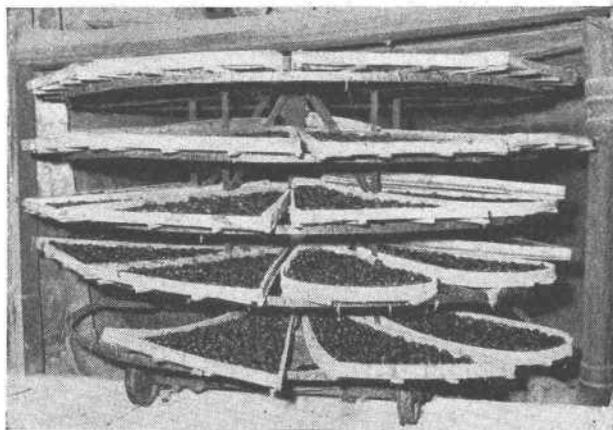


Fig. 3. — Chariot tournant. On aperçoit à droite et à gauche les tuyaux de conduite des gaz chauds. (Photo STAT. ARBO.)

plus, le chariot est très lourd pour un homme seul. Aussi a-t-on cherché à éviter ces inconvénients en construisant les deux systèmes suivants :

C. Étuve à chariot tournant. — La cellule de chauffe est faite d'un demi-cylindre vertical auquel est accolée une partie rectangulaire. Le mode de chauffe est le même que pour l'étuve précédente. Seul, le chariot diffère.

Le bâti porte-claies est circulaire et mobile autour d'un pivot fixé au centre du train de roulement. Cela permet, sans avoir à sortir le chariot, de retirer les claies que l'on désire. Celles-ci sont triangulaires. Un tel chariot est donc un progrès sur le précédent, mais le plus souvent, les possibilités qu'il offre ne sont pas utilisées.

D. Étuve à porte pivotante. — C'est le type le plus récent des étuves classiques. Il cherche à supprimer les inconvénients du chariot qui sont : l'encombrement, une certaine difficulté de manipulation, la nécessité de laisser inoccupée l'étuve encore chaude pendant qu'on charge et décharge le chariot, car, généralement, il n'en existe qu'un par cellule.

L'étuve est formée d'un demi-cylindre de maçonnerie. La section axiale est occupée par une porte en bois qui pivote sur son axe vertical.

Sur chacune des deux faces de cette porte sont fixés deux bâtis semi-circulaires qui reçoivent chacun une trentaine de claies triangulaires. Pendant que les prunes du bâti intérieur cuisent, le bâti extérieur est déchargé et rechargé. Au moment voulu, une simple poussée sur la porte permet de permuter les deux charges sans trop de pertes de chaleur et avec une manipulation facile. De

plus, le profil en demi-cylindre paraît permettre une meilleure répartition de la chaleur.

## 2. La technique de séchage.

Un pruneau n'est livré au consommateur qu'après conditionnement en caisses ou en boîtes métalliques et étuvage. En fait, ces opérations sont, le plus souvent, faites par des conserveurs et ne concernent pas directement cette étude. La description qui va suivre partira du ramassage de la prune fraîche jusqu'au stockage avant la mise en caisses.

a) *Le ramassage.* — Il se fait à la main et, traditionnellement, on ne ramasse les prunes qu'après leur chute naturelle. Elles sont stockées jusqu'à ce que la quantité ramassée corresponde à la capacité de l'outillage de séchage. Mais, au fur et à mesure que la saison avance, et qu'approchent d'autres récoltes (tabac, vendanges), la chute du fruit n'assure pas une récolte suffisante pour alimenter les appareils ; on est amené à secouer les arbres. Dans une petite propriété, cela fait donc deux modes de ramassage qui se succèdent en se chevauchant un peu. Dans les propriétés plus importantes où la cuisson est confiée à un personnel nombreux, saisonnier, salarié, le rythme de chute des fruits est insuffisant pour assurer un rendement rentable du ramassage. Dès le début de la campagne, les arbres sont secoués et, très rapidement, la proportion des fruits tombés par secouage est de beaucoup supérieure à celle des autres.

b) *Le flétrissage.* — Les prunes sont étalées en une seule couche sur les claies ; on élimine les prunes atteintes de

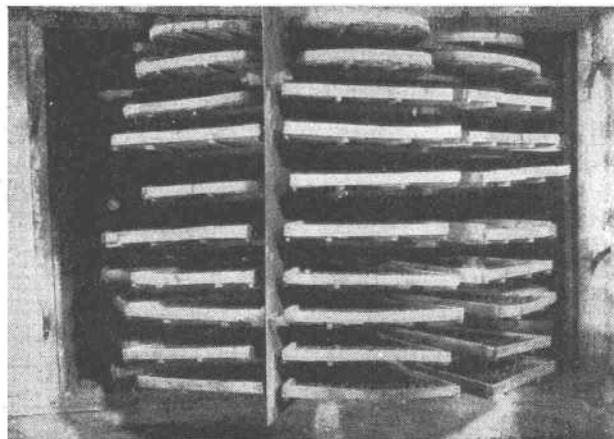


Fig. 4. — Étuve à porte pivotante entr'ouverte. (Photo STAT. ARBO.)

moisissures. Elles sont lavées à l'eau pour enlever toutes les particules terreuses qui les souillent. Les claies sont mises sur le chariot et ce dernier est placé dans l'étuve. Le premier stade, comme l'indique le nom de « flétrissage », va amener la prune jusqu'à la formation de rides sur la peau. Traditionnellement, les prunes vertes sont intro-

duites dans une étuve à 65°, le soir généralement, et on les y laisse toute la nuit sans entretenir le feu. La température baisse et, au bout d'une dizaine d'heures, elle n'est plus que de 35° à 40° ; les prunes sont alors ridées.

L'accident qui est à craindre lors du flétrissage est le « coulage », c'est-à-dire un écoulement de jus sucré qui, non seulement amène une perte importante de poids, mais souille les prunes des étages inférieurs et, en tombant sur les tuyaux de chauffage, très chauds, provoque un « goût de brûlé » particulièrement néfaste.

Le « coulage » est plus ou moins abondant suivant les années, et les pruniculteurs ont remarqué que son importance pouvait être atténuée par un chauffage de la prune verte pendant une à deux heures, à une température élevée de 85° à 90°. C'est ce qu'on appelle « tuer » la prune. Ce passage vient avant le flétrissage, qui demeure : mais, pour beaucoup de pruniculteurs, ce stade remplacerait le flétrissage qui pourrait ainsi être fait de deux façons. En fait, les prunes tuées ne sont pas du tout flétries.

c) *Le secondage*. — Après le flétrissage, les prunes sont sorties du four et placées sur des supports de claies où elles attendront le moment où l'on pourra continuer à les cuire. En effet, après le flétrissage, les prunes peuvent se conserver quelques jours sans être atteintes de moisissures. S'il y a eu du coulage, les moisissures sont davantage à craindre, car la matière sucrée qui recouvre le pruneau constitue un excellent milieu de culture.

Donc, après un repos de quelques heures, ou de quelques jours, les prunes flétries sont reprises. On les met dans l'étuve à une température de 65°. Cette température va s'élever lentement jusqu'à 80° en 6 ou 7 heures. Les prunes sont alors sorties du four et, là, commence un travail très délicat et monotone : il s'agit de trier sur les claies les pruneaux qui sont terminés après ce premier passage de ceux qui ne le sont pas encore.

Ce tri se fait d'abord à l'œil, en ce sens que seuls peuvent être cuits les pruneaux très ridés, et ensuite à la main, en tâtant entre les doigts chaque fruit : le degré de souplesse indiquant le degré de cuisson. La difficulté de ce travail le rend très long et très onéreux et sa monotonie diminue son efficacité. Les pruneaux terminés, les plus petits généralement, sont stockés dans de grands paniers en osier ; les autres sont laissés un certain temps à l'air puis sont réintroduits dans l'étuve où ils vont subir un second passage analogue à celui qui vient d'être décrit. Après le temps voulu, 5 à 6 heures, on les ressort et on refait l'opération de triage. On laisse les non-cuits encore un certain temps à l'air libre et, en complétant le chariot avec des prunes dans le même état venant d'une autre étuvée, on leur fait subir un troisième passage de 5 à 6 heures. En général, ces trois passages suffisent pour que toutes les prunes soient cuites, mais il arrive qu'on fasse quatre et cinq passages et autant de tris.

d) *Le séchage*. — C'est le dernier stade que subit le pruneau avant le stockage. En fait, seuls les derniers pruneaux qui restent après le passage final du secondage le subissent.

Les pruniculteurs indiquent que c'est au cours du séchage que « se fait la peau du pruneau » et qu'il prend son brillant ; ce passage se fait à une température de 95° à 100°, en atmosphère confinée pendant une ou deux heures.

Les pruneaux en stockage sont remués régulièrement pour éviter l'échauffement de la masse en profondeur et le développement de moisissures. De plus, ces manipulations ont pour effet d'homogénéiser l'humidité du lot.

Une étude d'ULRICH [5], sur le stockage des pruneaux en atmosphère contrôlée donne les chiffres suivants pour l'équilibre de poids :

Teneur en eau	Température	Humidité relative
—	—	—
34 %	10°	0,57
36 %	20°	0,65
26 %	30°	0,52

L'humidité relative la meilleure pour le stockage dépend donc à la fois de la température de celui-ci et de la teneur en eau des fruits.

### 3. Conclusions sur la technique traditionnelle.

De cet exposé, il ressort que la technique communément employée dans la région productrice est en retard par rapport aux moyens modernes dont peut disposer l'agriculture actuelle. Son retard est dû essentiellement à l'appareillage, qui lie le pruniculteur à une technique longue et certainement onéreuse. Mais, ce qu'il y a de certain, c'est que le schéma général de séchage est excellent, étant donné la qualité du produit obtenu. Le but à atteindre est donc d'améliorer cette technique, en utilisant les ressources modernes dont on peut disposer.

## III. — INTERPRÉTATION BIOLOGIQUE ET TECHNIQUE DE LA MÉTHODE CLASSIQUE

Le séchage de la prune d'Ente a longtemps été réalisé au soleil et, encore maintenant, en Amérique et en Grèce, cette technique est pratiquée. Pour réaliser un processus analogue au séchage au soleil, il semble qu'il faille respecter la périodicité des temps de chauffe et de repos que subissait la prune par un chauffage diurne et un repos nocturne. C'est bien ce que réalise la méthode classique, par ses nombreux passages à l'étuve et à l'air libre.

Quelles sont les raisons qui rendent nécessaire cette périodicité de chaud et de froid ? Peut-on diminuer l'interférence de cette périodicité dans le cycle du séchage ? Peut-on la supprimer ?

Le présent chapitre va essayer de répondre à la première de ces trois questions. Le mieux est de reprendre, un par un, les paragraphes de l'étude précédente, et de chercher leur signification.

### 1. Le ramassage.

Le ramassage de la prune d'Ente se fait donc de deux façons : avec ou sans secouage de l'arbre. Si l'on observe les fruits obtenus par ce dernier mode de récolte, on constate les faits suivants : les fruits sont tendres et souples sous la pression des doigts ; si on les écrase, ils ne laissent exsuder que très peu ou pas du tout de jus, leur consistance est pâteuse. Au contraire, les fruits obtenus après secouage de l'arbre sont très durs sous les doigts, ils donnent un jus très limpide et assez abondant quand on les écrase, leur consistance est moins pâteuse que dans le premier cas. Cette différence de texture semble due à une différence de la constitution physico-chimique des fruits, qui peut être attribuée soit à une différence de maturité au moment de la chute, soit à une action de la chaleur solaire lorsque la prune reste sur le sol 24 ou 48 heures après la chute naturelle et avant le ramassage.

Une étude américaine [6] sur l'obtention de jus de prune d'Ente comme boisson, par l'action d'enzymes hydrolysant la pectine, fait la distinction entre ces deux modes de ramassage : les prunes qui tombent d'elles-mêmes, ou après un léger secouage, sont aptes au séchage, elles titrent 33° Balling et 0,7 % d'acidité (en acide citrique) ; au contraire, à la même date, les prunes qui tombent après un violent secouage titrent 21° Balling et 0,74 % d'acidité : moins bonnes pour le séchage, elles sont très bonnes pour l'obtention de jus.

D'autre part, dans une étude [7] sur la déshydratation des fruits en Californie, on trouve quelques remarques intéressantes sur la maturité. En général, les prunes à sécher américaines tombent d'elles-mêmes et cette chute correspond au point de maturité optima pour le séchage ; or, dans les vallées de Sacramento et San Joaquin, les fruits ne tombent pas, ce qui rend le secouage nécessaire, sinon on récolte des fruits trop mûrs ; de plus, cette étude indique que les meilleurs pruneaux sont obtenus au milieu de la campagne. Cette observation paraît valable en France, les fruits des premiers ramassages étant très souvent plus ou moins parasités et mal conformés, ceux des derniers ramassages étant des fruits qui tombent sans avoir pu atteindre leur point de maturité de séchage.

Enfin, ces auteurs indiquent qu'un stockage de quelques jours à basse température donnerait un pruneau de meilleure qualité : il semble que l'explication de ce fait doive être cherchée dans une fin de maturation plus rapide de la prune détachée de l'arbre.

Ces diverses observations conduisent à penser que le mode de ramassage a une grosse influence sur le séchage. Il est donc intéressant de connaître en quoi consistent les différences de maturité correspondant à chaque mode de ramassage. Une explication peut être trouvée dans l'évolution des matières pectiques. D'après les études de GENEVOIS et PEYNAUD [8] la teneur en matières pectiques solubles par litre de jus de prune d'Ente serait de 7,6 g.

Une étude de NIGHTINGALE [9] sur la maturation des pêches donne l'évolution des matières pectiques : les ma-

tières pectiques totales auraient tendance à décroître au cours de la maturation, la teneur passant de 1,19 % à 0,57 % de matière verte ; mais les dosages de matières pectiques solubles montrent que celles-ci restent sensiblement constantes, tandis que les protopectines disparaissent en grande partie au cours de la maturation. Il se forme donc constamment dans la pêche des matières pectiques solubles aux dépens des protopectines des parois cellulaires qui s'amincissent, la consistance du fruit devenant plus molle.

La méthode de dosage des pectines indiquée par ces auteurs a été appliquée à la prune d'Agen. Cette méthode consiste en une précipitation des pectines par l'alcool à 80°, la redissolution dans l'eau des pectines solubles, après filtration, une saponification à la potasse à chaud, et la pesée du pectate de calcium obtenu par addition de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  en milieu acétique. Le résidu insoluble dans l'eau est hydrolysé par l'acide  $\text{HCl}$  N/10 en procédant par fractionnement, le produit de l'hydrolyse est neutralisé, saponifié, et le poids de pectate de calcium obtenu indique le poids de pectines insolubles.

Les résultats sont exprimés en grammes de pectate de calcium par kilogramme de fruits frais :

TABLEAU I.

Évolution de la matière pectique au cours de la maturation.

	2 août	7 août	13 août	17 août
Pectines solubles . . .	1,75	2,5	3,5	7,0
Pectines insolubles. . .	8,7	10,2	10,5	7,0
Pectines totales . . . .	10,45	12,7	14	14

Ces chiffres sont les moyennes de ceux obtenus sur 3 arbres. L'échantillonnage correspondait à 2 kg de fruits par arbre. Les trois premiers prélèvements ont été faits en prenant les fruits sur l'arbre, le dernier en les récoltant à terre. Ces derniers fruits, comme beaucoup de fruits qui tombent en début de saison, avaient subi une attaque de carpocapse.

Ces résultats paraissent montrer que, dans la prune, une grande partie des matières pectiques solubles apparaît tout à fait en fin de maturation et assez brusquement. Cet enrichissement, aux dépens des protopectines des membranes cellulaires probablement, expliquerait la différence de constitution observée et décrite plus haut. Il correspondrait sensiblement au moment de la chute naturelle des fruits ; d'où la différence entre fruits secoués ou non.

### 2. Le flétrissage.

Étant admis ce qui vient d'être exposé sur le ramassage, la technique du flétrissage s'explique mieux. La méthode

traditionnelle, qui travaille sur des fruits mûrs, riches en pectines solubles, dont le pouvoir gélifiant est grand, ne risque pas, par un passage prolongé à 60°, de voir couler la prune. Mais, dès que le ramassage se fait par secouage, on a des prunes moins riches en pectines solubles, qui contiennent du liquide, de l'eau libre. Ce liquide, chauffé trop longtemps par une évaporation rapide et par dilatation va provoquer du coulage et l'éclatement des fruits. Il faut donc, avant tout séchage, transformer les prunes secouées, insuffisamment mûres pour le séchage, en prunes mûres, de composition analogue à celles tombées naturellement. Le stade surajouté à la technique paysanne paraît avoir ce but là.

En 1927, M. de MONTARD [4] indiquait, au sujet du chimisme du séchage : « C'est la pectase qui donnera de l'acide pectique de consistance un peu gélatineuse, favorable à l'enrobage du produit sucré. Son action est favorisée, ainsi que celle de l'oxydase, par une température relativement faible, 60° environ. » Cela veut donc dire, qu'au cours du flétrissage, dans la méthode paysanne traditionnelle, il y a augmentation du taux de matières pectiques solubles par action de la pectinase.

Les auteurs américains précédemment cités [6] constatent dans leurs essais sur les jus de prunes la nécessité d'un ébouillantage préalable de la prune pour l'obtention de jus bien colorés, rouges : ils détruisent en effet ainsi l'oxydase, mais, en même temps, la pectinase, d'où la nécessité de l'addition d'une enzyme industrielle. Or, comme il a été dit, les pruniculteurs commencent souvent le séchage par un passage d'une demi-heure à 90° avant le flétrissage : de même que par un ébouillantage, ce passage doit détruire la pectinase. Qu'advient-il alors des matières pectiques ?

Pour COUDERC [10] la pectinase n'est détruite qu'à 100°, donc un chauffage à 95° ne la détruirait pas, d'autant plus que l'intérieur de la prune est toujours à une température inférieure à la température ambiante. Pour cet auteur, la chaleur a pour effet « de transformer la pectine, sous l'influence de la pectase, en acide pectosique et en acide pectique... La pectine n'existe en abondance que dans les fruits mûrs, mais la chaleur la développe rapidement dans les fruits qui ne sont pas encore parvenus à leur entière maturité... L'acide pectosique entre en dissolution à 100° et se prend en gelée par le refroidissement : ce qui explique pourquoi les fruits, un peu mous à leur sortie du séchoir, prennent de la consistance lorsqu'ils sont revenus à la température de l'atmosphère ».

Les essais rapportés ci-dessous confirment ce point de vue en le précisant, mettant en évidence le fait qu'il n'y a pas dissolution de toute la matière pectique insoluble et qu'une disparition de la matière soluble formée est constatée.

L'expérience suivante a été réalisée : 200 g de prunes pulvérisées dans un appareil ménager type Ato-Mixer, sont reprises par l'eau et portées à un volume de 700 cm<sup>3</sup>. Cinq lots de 100 cm<sup>3</sup> sont mis dans des erlenmeyers bouchés, dans une étuve chauffée à 95°. Voici les teneurs en matières

pectiques solubles, par kg de matière fraîche, obtenues, les insolubles étant, au départ, de 6,65 g par kg.

Temps de chauffe	0	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.
Pectines solubles g/kg .....	7,42	8,10	9,45	11,72	13,30

Il y a donc solubilisation des pectines pendant le chauffage en milieu aqueux à volume constant. Au bout de 4 heures, on peut admettre que toutes les protopectines ont été hydrolysées. Que se passe-t-il en agissant directement sur la prune ? Un lot de prunes a été porté à l'étuve et les dosages repris comme dans l'expérience précédente :

TABLEAU II

Temps de chauffe	0	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.
Perte poids % .....	0	20,4	37,2	50,0	61,4
Pectines solubles g/kg fruit frais. ....	7,42	8,2	7,57	7,09	6,95
Pectines solubles g/kg pruneau. ....	7,42	10,3	12,07	14,37	17,37

L'évolution des matières pectiques solubles rapportées au poids frais montre bien que le phénomène est le même au début que dans l'essai en solution pour ensuite changer du tout au tout, puisque les pectines solubles sont détruites au lieu de croître. Mais, d'un autre côté, le poids des matières pectiques solubles rapporté au poids du fruit séché est croissant, donc le pouvoir gélifiant croît. Dès le début du chauffage, on obtient une teneur en matières pectiques solubles supérieure à celle de la prune mûre. Il est donc légitime de considérer le stade de la cuisson où la prune est tuée comme une fin de maturation artificielle.

Le tableau suivant indique la variation de la teneur en matières pectiques solubles lors d'un séchage industriel tel qu'il sera décrit dans le chapitre suivant, alors que le tableau II correspondait à un séchage expérimental aux infra-rouges.

Dans cette expérience aussi, on constate bien une augmentation des pectines solubles suivie d'une décroissance. Ce fait semble lié à deux facteurs :

- la teneur en eau du fruit,
- la température de chauffage.

En effet, dans le premier cas, comme dans le second, la croissance est sensible et rapide jusqu'à une perte de 20 à 25 % du poids, c'est-à-dire jusqu'à une teneur de 63 % d'eau environ. Dans le premier cas, les matières pectiques solubles commencent à être détruites à ce moment-là. La

température avait été maintenue aux environs de 95° alors qu'elle n'était que de 80° dans le second ; dans ce dernier cas, la décroissance ne s'amorce qu'aux environs de 90/95°.

TABLEAU III

	prunes « tuées »		flétris- sage		secon- dage		sé- chage	
	0	1	3	5	7	9	11	
Temps de chauffe en heures . . . . .	0	1	3	5	7	9	11	
Perte poids % . . . . .	0	9,8	25,6	48,6	60,7	65,7	69,0	
Pectines solubles g/kg fruit frais.	4,6	5,53	8,32	9,1	9,2	8,82	8,22	
Pectines solubles g/kg pruneau..	4,6	6,19	11,18	17,7	23,4	25,7	26,5	

La différence de matières pectiques solubles au départ vient du fait que les fruits de l'expérience proviennent d'une région un peu excentrique à la zone de culture de la prune d'Ente.

Pour résumer tout ceci : on dira que le stade surajouté à la technique ancestrale correspond à une fin de maturation, en ce sens qu'il permet à la prune d'obtenir une teneur en matières pectiques solubles équivalente à celle d'une prune tombée naturellement. La sortie après ce stade à l'air libre permet le passage de la chair du fruit d'un état aqueux à un état pâteux, grâce à ces matières pectiques.

Le flétrissage qui se fait sur une prune bien mûre se traduit par une perte de poids de 30 % et sa fin correspond à l'arrêt de formation de pectines solubles à partir des protopectines des membranes cellulaires.

Le flétrissage classique correspond aussi, du point de vue chimique, à l'inversion du saccharose. Dans la technique étudiée, cette inversion se fait pratiquement dans la première période de chauffe à température élevée.

Le saccharose est donc bien interverti au cours du flétrissage.

### 3. Le secondage.

Les fruits, après le flétrissage, sont encore riches en eau, 60 %. Le secondage correspond à une perte de poids qui amène le pruneau à environ 40 % de son poids initial, soit à une humidité de 37 %. Cette perte d'eau, qui s'est faite facilement et sans risques au cours du flétrissage, devient plus difficile au fur et à mesure qu'on avance dans la déshydratation. Les couches externes sous-épidermiques de la prune perdent plus rapidement leur eau par évaporation à la surface de la peau que ne monte l'eau des couches profondes vers les couches superficielles. Un moment arrive où ces dernières sont complètement déshydratées, et où un chauffage continu amène une dessiccation et un durcissement de l'épiderme ; c'est l'accident connu sous le nom de « croûtage ». Non seulement cela déprécie le produit obtenu, mais les croûtes qui se forment sont imperméables et diminuent d'autant la surface d'évaporation. La déshydratation est rendue de plus en plus difficile et le rendement thermique du séchage s'abaisse.

Pour éviter ce phénomène, deux solutions se présentent :

— maintenir toujours égales les vitesses d'ascension de l'eau des couches profondes vers la périphérie et la vitesse d'évaporation de cette dernière vers l'atmosphère ambiante ;

— annuler périodiquement l'évaporation tout en maintenant l'ascension de l'eau.

C'est cette deuxième solution qu'emploie la méthode classique. Les prunes, après les 5 ou 6 heures de chauffe du premier passage, sont sorties du four et laissées à l'air libre. L'évaporation à température ambiante est presque nulle. Par contre, la montée de l'eau se poursuit à une vitesse suffisante. Après un séjour d'une heure ou deux à l'air libre, la réhomogénéisation de l'état aqueux de la prune est réalisée et il est possible de continuer le séchage. En fait, les séjours hors de l'étuve sont toujours beaucoup plus longs, à cause de l'opération de triage suivant le degré de cuisson qui a été décrite plus haut. Cette opération est rendue nécessaire, par le fait que les pruniculteurs ne pratiquent aucun calibrage préalable de la prune avant cuis-

TABLEAU IV

	Prunes « tuées »		Flétrissage		Secondage		Séchage	
	0	1	3	5	7	9	11	
Temps de chauffe, en heures . . . . .	0	1	3	5	7	9	11	
Sucres red. g de glucose/kg frais . . . . .	91,07	98,1	114,2	112,7	110,2	110,1	109,8	
Sucres totaux g de glucose/kg frais . . . . .	114	113,9	115,9	113,2	110,5	110,5	111,3	

son. Le tri des cuites au milieu des non-cuites correspond en fait à un calibrage grossier. Ceci est d'ailleurs tout à fait prévisible, car il est bien évident que les petites prunes se déshydratent beaucoup plus vite que les grosses, ayant moins d'eau à perdre et une surface d'évaporation proportionnellement plus grande.

Le secondage, avec toutes les interruptions qui le caractérisent, et les passages à l'extérieur, correspond donc à deux nécessités :

— rendre homogène l'état aqueux des différentes couches de la pulpe du fruit ;

— enlever en les triant les pruneaux qui sont terminés.

On verra en étudiant l'amélioration de la technique traditionnelle comment il semble possible de réduire la durée du secondage.

#### 4. Le séchage.

Cette étape de la déshydratation de la prune d'Ente paraît difficile à définir biologiquement. La tradition indique que c'est à ce stade que le pruneau « fait sa peau » et qu'il prend son brillant. En fait, seules les prunes qui ne sont pas terminées après le troisième passage du secondage subissent le séchage, les autres étant stockées sans y passer.

Du point de vue déshydratation, le séchage correspond à une perte de poids de 5 à 7 % du poids frais. La teneur en eau passe de 37 % à 25 %. Le séchage, se faisant à une température élevée mais en atmosphère confinée, donc très humide, correspond à une véritable cuisson de la prune. Il semble que c'est à ce moment que la peau du pruneau devient dure et beaucoup moins perméable. C'est aussi pendant le séchage qu'il arrive que se produise une caramélisation qui est une diminution de qualité.

Le séchage pourrait être interprété comme une cuisson qui stériliserait le pruneau dans une enveloppe hermétique, sa peau. Il est un fait que les pruneaux ne subissant pas ce chauffage à 95-100° au moment où leur humidité est faible, sont plus facilement envahis par les moisissures que ceux ayant subi le séchage, qui peuvent se conserver très longtemps sans se détériorer.

La question de la coloration du pruneau a une très grosse importance, du point de vue commercial. THOU-MAZEAU [1] donne dans son énumération des qualités requises d'un bon pruneau, la définition suivante de la couleur : « Une couleur naturelle, noire, brillante, avec parfois un reflet plus clair. » L'obtention de la couleur noire est très facile dans le séchage au soleil, et doit être attribuée à l'action d'une oxydase. Dans le séchage traditionnel où le début se fait à une température modérée l'action de l'oxydase peut encore être importante et même favorisée par cette température. Mais, dans le cas de plus en plus fréquent où l'on commence le séchage par un passage à température élevée, l'action des diastases ne paraît plus devoir être invoquée.

Du reste, le produit, après ce passage, est brun, et il arrive qu'en fin de cuisson, on obtienne une couleur net-

tement rousse non conforme aux normes du pruneau. Pourtant rapidement au cours du stockage, le produit noircit pour prendre une couleur tout à fait semblable à celle des fruits séchés au soleil. Le phénomène chimique qui amène cette coloration ne pouvant plus être attribué à une oxydation diastasique semble analogue à celui observé dans le brunissement des oreillons d'abricots séchés. Une étude américaine [11] sur ce dernier problème met en relation l'augmentation du noircissement et le taux de furfural formé dans le fruit : il y aurait une proportionnalité directe. PATRON [12] en plus de la formation du furfural indique deux autres hypothèses qui ont été invoquées pour le brunissement des fruits secs et des jus de fruits chauffés :

1. Théorie de la condensation des sucres réducteurs et des acides aminés, connue sous le nom de réaction de Maillard.

2. Théorie de l'acide ascorbique ou des diénols.

Cette deuxième théorie, et celle faisant intervenir la formation de furfural, peuvent du reste, d'après PATRON [12], être reliées à la réaction de Maillard.

La question de la couleur des pruneaux est donc un cas particulier du problème très général du brunissement des produits obtenus par chauffage. Mais alors que, généralement pour ces derniers, ce brunissement doit être évité, pour le pruneau, au contraire, il est éminemment souhaitable. Il est à remarquer enfin, que les pruneaux obtenus avec des fruits peu mûrs sont moins noirs au début, de même que les pruneaux obtenus par un séchage rapide : mais les uns, comme les autres, noircissent au cours de la conservation.

#### 5. Conclusions.

De toutes ces observations, il ressort que la technique ancienne respecte parfaitement les conditions d'un bon séchage. Les différentes étapes qui la constituent peuvent être expliquées très logiquement et sont, chacune, nécessaires avec les différentes manipulations qui ont été indiquées.

Mais cette technique, si elle est la seule à pouvoir être appliquée avec l'appareillage ancien déjà décrit, doit pouvoir être améliorée par l'utilisation de moyens modernes, bien adaptés.

#### IV. — RECHERCHE D'UNE AMÉLIORATION DE LA TECHNIQUE CLASSIQUE

Pour le moment, le problème posé est la recherche d'une technique moderne mais artisanale de séchage, car l'industrie de la prune d'Ente reste encore, en majorité, le fait des pruniculteurs eux-mêmes. Toutefois, une technique industrielle ne différera guère de celle qui va être décrite, sinon par les appareils de plus grande capacité, qui devront être envisagés. La première amélioration qui peut être apportée au séchage de la prune réside dans l'introduction du calibrage.

### 1. Le calibrage de la prune verte.

Pour rationaliser une industrie, il faut travailler, avant tout, sur une matière première homogène. Comment se répartissent les différents calibres de prunes que l'on a à sécher?

Voir la répartition de quatre lots de prunes vertes dans le tableau V.

L'hétérogénéité de calibre est donc assez grande. Ce tableau complète bien, en l'illustrant, ce qui a été dit sur le secondage : chaque catégorie correspondant sensiblement à ce qui est trié après chaque passage.

Avant d'étudier un certain nombre de clones séparément, il est intéressant de comparer la population totale de ceux-ci à celle qui forme l'ensemble du vieux verger en production.

Les répartitions, % kg, sont données dans le tableau VI.

TABLEAU V

Nombre de fruits par calibre % fruits.

Poids (en grammes)	P < 15	15 < P < 20	20 < P < 25	25 < P < 30	P > 30
Lot 1 .....	26,2 %	37,5 %	23,7 %	8,7 %	3,7 %
Lot 2 .....	15,7 %	34,2 %	35,5 %	11,8 %	2,7 %
Lot 3 .....	13,4 %	35,8 %	20,8 %	26,8 %	2,9 %
Lot 4 .....	22,2 %	32,6 %	27,8 %	12,3 %	4,1 %
Moyenne .....	19,4 %	35,0 %	26,9 %	14,9 %	3,3 %

TABLEAU VI

	Poids (en grammes)					Poids moyen d'un fruit	Écart type
	12,5	17,5	22,5	27,5	32		
Population vieux verger .....	23,3	46,7	12,5	12,3	4,1	17,7	4,4
Population moyenne de 8 clones .....	4,6	18,4	34,3	27,4	15,6	22,7	5,5

TABLEAU VII

Nombre de fruits par calibre % fruits.

Nos	P < 15	15 < P < 20	20 < P < 25	25 < P < 30	P > 30	Poids moyen d'un fruit	Écart type
P 626	5	7	23	41	24	26.10	5.05
P 701	16.4	35.2	36.0	12.0	0.4	19.74	4.37
P 707	2.8	10.0	30.4	33.2	23.6	25.74	4.95
P 711	5.8	11.6	24.6	33.3	24.7	25.46	5.60
P 712	11.6	32.7	46.1	9.6	0	20.18	3.87
P 716	15.5	52.1	26.7	5.7	0	18.63	3.61
P 727	9.1	27.3	45.5	13.6	4.5	21.35	4.55
P 868	1.9	28.9	40.3	25.0	3.9	22.5	4.17
Moyenne.....	8.51	23.9	33.1	23.2	11.4		

Les moyennes et les écarts types ont été obtenus par le calcul statistique appliqué au nombre de fruits par catégorie.

Il est à noter tout d'abord que les chiffres du tableau VII ci-dessus ont été obtenus sur la première récolte d'arbres jeunes, ce qui limite la valeur des conclusions.

Deux points de vue sont à envisager :

- l'augmentation du poids moyen de la population,
- l'étalement de la population.

L'étude statistique individuelle de 8 clones sélectionnés par la Station d'Arboriculture Fruitière du Sud-Ouest, conduit aux résultats donnés dans le tableau VII.

Pour ce qui est de l'augmentation du poids moyen, tous les clones amènent une amélioration : augmentation variant de 1 à 8 grammes. En ce qui concerne l'étalement, l'amélioration semble moins nette. Deux clones seulement, P 712 et P 716, ont un écart type inférieur à la population du vieux verger ; les six autres ayant des écarts types égaux ou supérieurs à celui de cette population.

La sélection ne semble donc pas, pour le moment, apporter une amélioration au problème du calibrage.

La recherche de différences significatives entre ces clones conduit à les classer de la façon suivante :

I .....	P 626, P 707, P 711
II .....	P 868
Intermédiaire entre II et III ..	P 727
III .....	P 712
Intermédiaire entre III et IV ..	P 701
IV .....	P 716

Étant admises les réserves faites sur l'âge des arbres étudiés et son influence sur les résultats énoncés ci-dessus, les clones des groupes I et II paraissent les plus intéressants par leur augmentation de poids ; l'étalement de ces clones devra être revu l'année prochaine sur des récoltes plus normales.

Il faut pourtant absolument travailler sur des lots de prunes de même calibre. Le calibrage à la main est faisable, mais il demande une importante main-d'œuvre et son efficacité n'est pas totale. Voici les résultats obtenus au cours d'un tel calibrage sur trois claies :

TABLEAU VIII. — Calibrage à la main.

Claies de petites prunes.															
Poids en grammes.....	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Nombre de fruits.....	4	9	10	18	35	54	55	53	51	21	11	3			
Claies de prunes moyennes.															
Poids en grammes.....	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Nombre de fruits.....	6	23	25	27	23	26	23	20	25	16	7	2	2		
Claies de grosses prunes.															
Poids en grammes.....	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Nombre de fruits.....	1	1	10	11	18	12	28	25	18	26	12	8	13	4	1

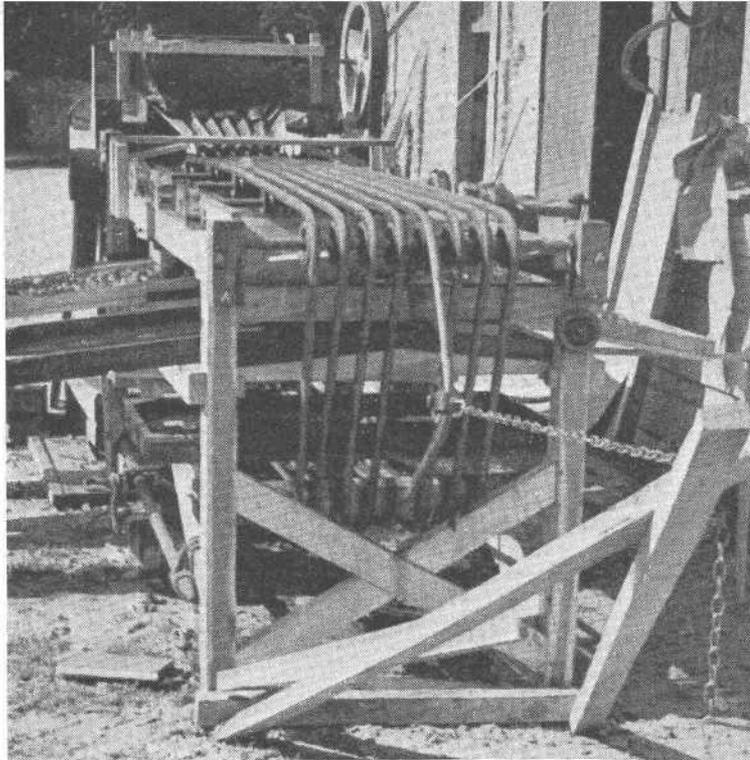


FIG. 5. — Prototype du calibreur de M. Longueserre, au Temple-sur-Lot (Lot-et-Garonne). (Photo STAT. ARBO.)

Que vaut ce calibrage ? Le calcul statistique appliqué à ces chiffres donne les résultats suivants :

TABLEAU IX

	Poids moyen	Écart type
Claies de petites prunes...	11,97	2,22
Claies de prunes moyennes.	16,95	2,84
Claies de grosses prunes..	25,11	2,94

L'écart type de la population totale pouvant être chiffré à 4,4, selon ce qui était indiqué plus haut, le calibrage à

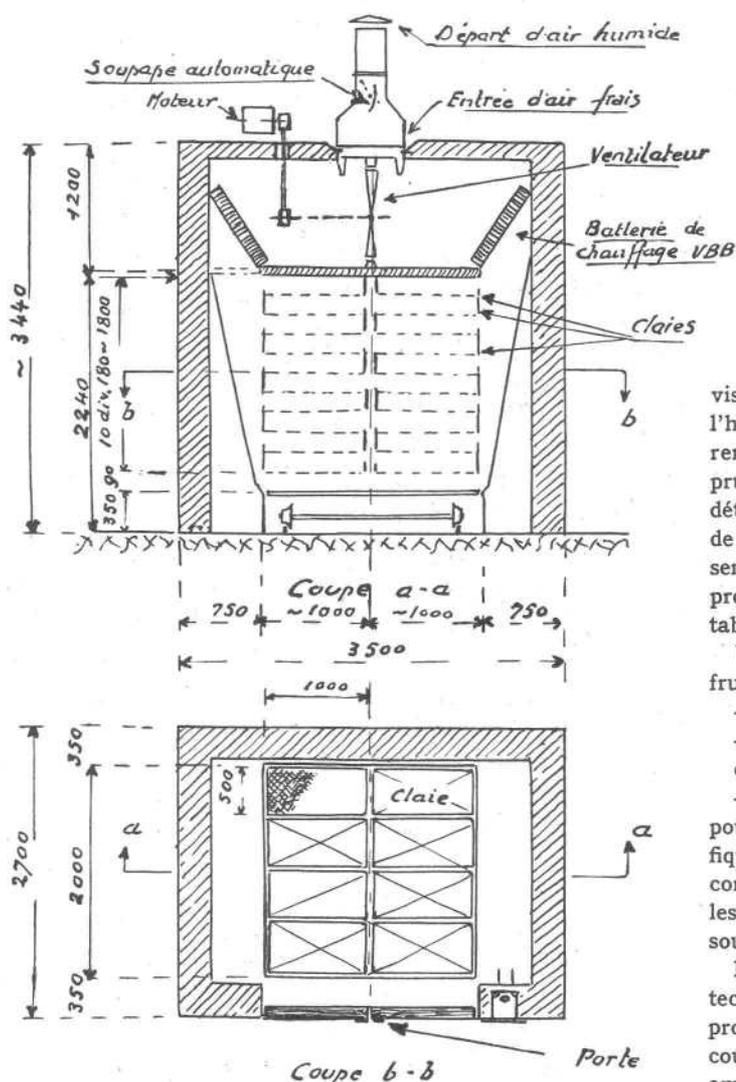


FIG. 6. — Schéma de l'étuve expérimentale du domaine de La Tour de Rance à Bourran (Lot-et-Garonne).

la main est donc efficace puisqu'il réduit l'écart type de 36 à 50 %. Il est aussi évident qu'il est très insuffisant, car les calibres de prunes se chevauchent trop d'une claie à l'autre. Il faudrait pouvoir faire cinq calibres. Enfin, il semble qu'il soit difficile d'affirmer que les prix de revient d'un calibre à la main ne sont pas compensés par les diminutions de manipulations en cours de séchage. Un tel procédé est trop insuffisant et seul un calibre mécanique doit donner satisfaction. Il faudrait qu'il donne cinq calibres de fruits, avec un écart type par calibre de l'ordre de 1.

Un tel appareil n'existait pas jusqu'à maintenant mais, en 1951, un préparateur de pruneaux a mis au point un appareil qui n'est pas encore commercialisé mais qui semble donner toute satisfaction ; il est conçu sur le principe de deux bandes qui circulent sur des rouleaux, l'inter-

bande augmentant progressivement. Il permet un calibre en cinq catégories, ce qui est largement suffisant pour rationaliser le séchage. Un tel calibre permettrait de travailler sur une matière première homogène du point de vue physique.

## 2. Triage suivant la maturité.

Un calibre mécanique améliorerait grandement les manipulations de séchage mais ne rendrait pas la matière première tout à fait homogène. Le triage suivant le degré de maturité doit être envisagé. Comment peut-il se réaliser ? DELMAS [1-17] émet l'hypothèse d'utiliser une flottaison dans des bains de différentes densités. Le procédé a déjà été employé pour la prune et deux études de BLONDEL [13-14] donnent des détails sur l'utilisation de solutions salines ou de solutions de sucres ou de mélasses. Des recherches de cet auteur, il semble ressortir un intérêt certain dans l'emploi de ces procédés, mais encore faudrait-il établir le coût et la rentabilité d'une telle opération.

Un tel tri permettrait d'appliquer à chaque catégorie de fruits un début de séchage approprié :

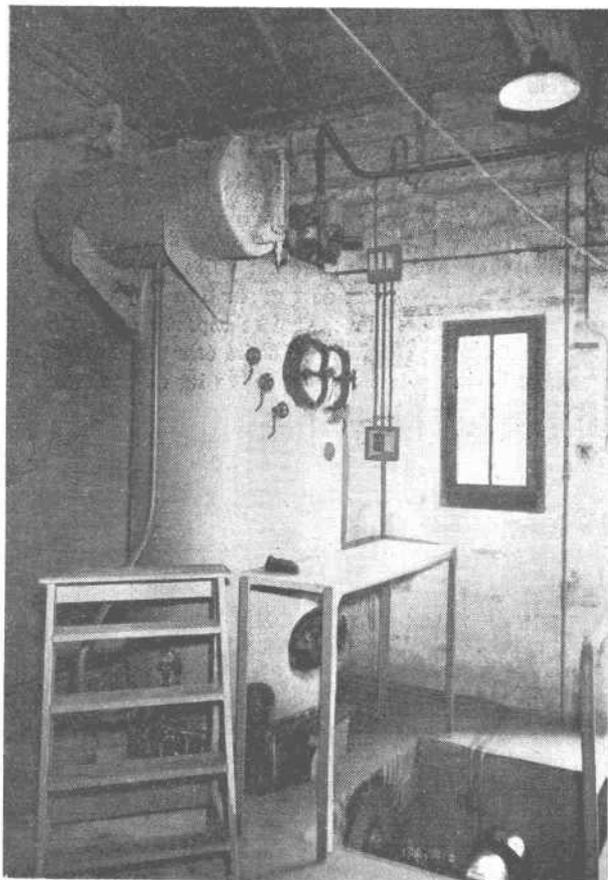
- fruits très mûrs : flétrissage classique à 60° ;
- fruits fermes, mais riches en sucres : chauffage d'une demi-heure à 90° ;
- fruits verts : exposition au soleil pendant 48 heures pour achever leur maturation ou entreposage en frigorifique, qui aurait le même effet [7]. En effet, dans l'une comme dans l'autre technique, les diastases hydrolisant les pectines amènent le fruit à l'état physico-chimique souhaité.

Mais, pour le moment, l'application pratique de cette technique paraît difficilement réalisable dans les fermes productrices d'un faible tonnage. Aussi, un chauffage de courte durée, en début de cuisson, à température élevée, amènera, sinon une homogénéité de la composition chimique, du moins celle de l'état de la pulpe du fruit, qui sera pâteux et moins sujet au coulage, grâce à la formation de matières pectiques solubles, qui a été mise en évidence.

## 3. Cuisson proprement dite.

L'homogénéité de la matière première pouvant être ainsi obtenue, l'amélioration à apporter à la technique classique devra donc chercher à diminuer la main-d'œuvre et à augmenter le rendement calorifique des appareils. Un progrès considérable sera apporté sur ces deux points, en diminuant les manipulations au cours du secondage, qui demandent un personnel nombreux et qualifié, et qui causent de grandes pertes de chaleur. Le problème est donc de supprimer périodiquement l'évaporation à la surface de la prune, tout en permettant l'ascension de l'eau des couches profondes vers la périphérie, et ce sans avoir à sortir la prune du four.

La solution la plus simple consisterait à saturer périodiquement l'atmosphère de la cellule de cuisson avec de la

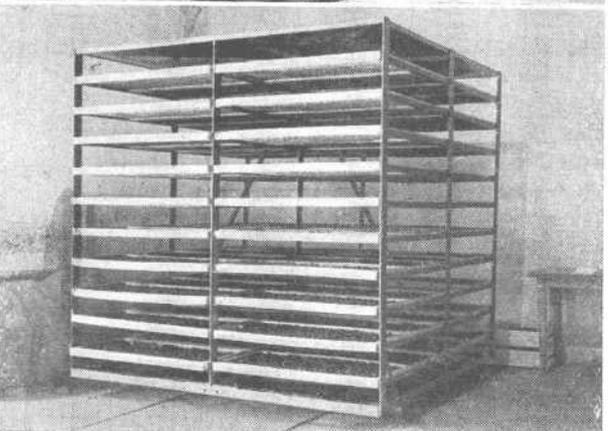


De haut en bas :

FIG. 7. — La chaudière de cette étuve (en bas, le brûleur à mazout).

FIG. 8. — L'appareillage de cette étuve : au centre, le ventilateur hélicoïdal, à gauche et à droite, les batteries de chauffe, au-dessus du ventilateur, les orifices d'arrivée et de départ de l'air. Noter la transmission par courroies, qui n'est pas tout à fait satisfaisante, parce que travaillant en atmosphère humide et chaude.

FIG. 9. — Chariot expérimental de cette étuve : il porte 80 claies, soit environ 700 kilogs de fruits frais. (Photos STAT. ARBO.)



vapeur d'eau ; on maintiendrait cette humidité le temps nécessaire à une réhomogénéisation puis, par une violente aération, on reviendrait à une humidité plus basse, de l'ordre de 60 %. Cette technique semble possible, car la peau du pruneau paraît être plus perméable à l'eau dans un sens que dans l'autre. En maintenant des pruneaux dans une atmosphère saturée, on ne constate pas de réhydratation sensible.

Cette façon d'opérer est inapplicable aux étuves classiques qui ne possèdent pas de source de vapeur facilement mobilisable. Elles en ont une, pourtant, qui peut être utilisée : c'est la vapeur d'eau produite par la prune elle-même. Si, par un système quelconque, on s'arrange pour accumuler une partie de cette humidité dans une portion de l'étuve pendant que l'autre est à une humidité plus basse, on pourra obtenir le résultat cherché.

Un moyen simple consiste à placer dans l'étuve un ventilateur à sens inversable, qui réalisera exactement l'hétérogénéité d'humidité recherchée. En effet, l'air chaud et sec arrivant sur des prunes dont les couches extérieures sont riches en eau, va se charger d'humidité, et plus il avancera sur les prunes, moins il les desséchera ; il arrivera un moment où sa teneur en eau sera telle que les prunes ne subiront aucune évaporation. Par contre, l'eau continuera à monter du centre vers la périphérie du fruit et ce avec une vitesse d'autant plus grande que la température sera plus élevée.

Tant que durera le passage de l'air dans ce sens, on aura deux zones dans la cellule de chauffe : l'une où se fera la déshydratation, qui correspond à un passage à l'étuve du secondage classique, l'autre où se fera une réhomogénéisation de l'état aqueux de la prune, qui correspond à un passage à l'extérieur. L'inversion du sens du ventilateur intervertira ces zones et assurera la périodicité des deux phénomènes.

Travaillant sur un matériel homogénéisé, comme il a été indiqué, un tel système doit permettre de supprimer tous les passages à l'extérieur.

#### 4. Réalisation pratique d'un tel cycle de séchage.

L'étuve qui a été réalisée sur ce principe se rapproche beaucoup de l'étuve traditionnelle à chariot ; elle est due à H. G. DELMAS [1] qui a procédé à la mise en route de cette étude. Le chauffage est obtenu par une chaudière à vapeur d'eau chauffée au mazout. La vapeur est envoyée sous pression dans des batteries de chauffe qui se trouvent

dans le haut de la cellule. Cette dernière est formée d'un parallélépipède de base sensiblement carrée. Le volume intérieur peut être divisé en deux parties :

- les deux tiers inférieurs qui recevront le chariot,
- le tiers supérieur qui contient tous les appareils de chauffage et de conditionnement de l'air.

a) *Cellule de cuisson.* — Les parois sont faites de deux cloisons de briques creuses séparées par une couche d'air de 3 cm ; cette construction donne toute satisfaction du point de vue isolement thermique. La porte est faite de



FIG. 10. — Triage des pruneaux cuits à la Station expérimentale de La Tour de Rance. Le personnel trie les pruneaux en tâtant le degré de souplesse ; on aperçoit autour de la salle les supports de claies garnies de pruneaux fraîches ou à recuire. (Photo STAT. ARBO.)

deux battants en menuiserie : chaque battant est formé de deux parois, l'une en bois, l'autre en isorel, dont le vide intercalaire est bourré de laine de verre. Au plancher de l'étuve, sont fixés les rails de circulation du chariot. Sur les parois verticales, de part et d'autre de la porte, sont fixées des tôles amovibles inclinées servant de déflecteurs.

b) *Appareillage.* — Au tiers supérieur de l'étuve sont fixés deux fers en double T qui supportent un ventilateur hélicoïdal tournant dans un plan perpendiculaire à celui de la porte. Il est entraîné au moyen d'une courroie par un moteur électrique de 4 CV placé sur le plafond extérieur de l'étuve. La vitesse de rotation du ventilateur est de 1.500 t/m, mais un rhéostat permet de diminuer cette vitesse de rotation de moitié. Un contacteur disjoncteur pour l'inversion du sens de rotation est placé à l'extérieur de l'étuve. Une soupape semi-automatique est placée au-dessus du ventilateur, de telle sorte que l'admission d'air frais se fasse toujours côté aspiration de celui-ci et l'évacuation d'air humide côté refoulement.

Les batteries de chauffe sont faites de tubes à ailettes avec collecteurs, le tout en acier ; la puissance calorifique de ces batteries est d'environ 60.000 calories heure. Elles sont inclinées à 45° par rapport aux parois qui portent les tôles déflectrices. L'arrivée de la vapeur se fait par des canalisations placées derrière le fond de l'étuve. La température est réglée par un thermostat à thermocouple placé sur le tuyau de fumée de la chaudière, maintenant

la pression de celle-ci entre 2 et 6 kg. Les eaux de condensation sont recueillies dans un réservoir situé au-dessus de la chaudière et resservent à l'alimentation de celle-ci. Un volet de tôle facilement réglable permet de diminuer ou d'augmenter le départ d'air humide.

c) *Chariot.* — C'est un bâti métallique de forme cubique de 2 m de côté, circulant sur des voies d'un mètre. Les claies étant des rectangles de 1 m sur 0 m 5, chaque étage comprend 8 claies, et la charge se répartit en 8 piles de 10 claies. La charge par mètre carré étant de 18 à 20 kg, le chariot porte environ de 600 à 700 kg de pruneaux ; l'intervalle entre deux étages de claies est de 18 cm. Devant l'étuve, se trouve une plaque tournante, qui permettra le dégagement du chariot vers les supports de claies et l'introduction d'un autre chariot dans l'étuve. L'ouverture de la porte et le changement du chariot demandent environ 2 minutes.

Les claies sont des cadres en bois dont le fond est fait de toile métallique ; chaque claie pèse environ 3 kg ; l'ensemble du chariot plein de pruneaux verts pèse sensiblement une tonne et demie.

d) *Pratique du séchage dans cette étuve.* — Il n'a pas été possible de faire des cuissons de pruneaux calibrés, étant donné la production du verger du domaine. L'étuve qui vient d'être décrite a en effet été établie pour la production future des vergers qui sont encore jeunes. Le but poursuivi est de suivre aussi exactement que possible le cycle artisanal tout en réduisant au maximum les sorties des pruneaux.

Un premier passage à 85-90° pendant une demi-heure-trois quarts d'heure est réalisé dans une atmosphère de l'ordre de 70 % d'humidité. Le tableau III montre que, pendant ce chauffage, la perte de poids est de 9,8 %. La signification biologique de ce stade a été donnée ; c'est la partie la plus délicate car, très brutalement, il peut se produire un coulage intense.

Une fois ce passage fait, les pruneaux sont sortis pendant un laps de temps suffisant pour les refroidir ; ce repos permet à la prune de prendre son état pâteux ; généralement, au cours de l'expérimentation, les pruneaux sont « tués » le soir et remis à l'étuve le lendemain matin. Ce second passage se fait de la façon suivante : l'étuve est chauffée vide, jusqu'à une température de 70° ; à ce moment, on introduit le chariot ; cette opération fait tomber la température à 60°. On maintient cette température pendant 2 à 3 heures, puis on la laisse monter pendant trois nouvelles heures jusqu'à 70°. Le flétrissage se fait pendant cette période, les petits fruits commençant à flétrir au bout des deux premières heures, les gros à la fin des 6 heures.

D'après les chiffres indiqués dans les tableaux II et III, les pruneaux perdraient pendant cette période jusqu'à 45 % de leur poids, les matières pectiques solubles cesseraient de croître, le saccharose serait hydrolysé. Les pruneaux auraient donc, à ce moment-là, une teneur en eau d'environ 54 %. Pendant toute l'opération, les vannes d'arrivée et de départ de l'air ont été laissées largement ouvertes, l'humidité dans la cellule étant de l'ordre de 60 %. Le

ventilateur, inversé régulièrement, ne sert qu'à homogénéiser l'air.

Sans sortir le chariot de l'étuve, on procède au secondage. Pendant une période de 5 à 6 heures, la température s'élève peu à peu de 70° à 85°. La vanne de départ d'air est fermée en partie, de façon à avoir une humidité de 80 % du côté opposé au sens de rotation du ventilateur. Le chauffage se fait donc avec une partie de l'air usé, le départ d'air chaud est moins important et les pertes de chaleur paraissent plus faibles qu'au début de la cuisson. C'est pendant cette période de séchage que le ventilateur fonctionne suivant le schéma indiqué plus haut. La réhomogénéisation de l'état aqueux de la prune se faisant à une température élevée, le secondage se fait plus rapidement.

Le séchage par chauffage pendant une heure environ à 95° se fait en ayant fermé toutes les vannes d'air. Pratiquement, il ne correspond qu'à une très faible perte du poids. L'atmosphère de l'étuve atteint 90 % d'humidité. Si elle est plus faible, la caramélisation est intense. En fait, cette dernière se produit toujours dans les couches externes du fruit : le pruneau d'Agen traditionnel est un fruit dont la peau et les couches qui y adhèrent ont un goût de caramel ; ceci est inévitable, étant donné qu'on chauffe du lévulose à une température supérieure à 71°. Ceci n'est pas un défaut, ce qui en serait d'avoir le centre du pruneau caramélisé. Ce qui arrive souvent dans les étuves paysannes, dont l'atmosphère n'est pas assez humide pour le séchage. Avec l'étuve indiquée, et les possibilités de régler facilement l'humidité, cet accident s'évite, même en chauffant à 95°.

Après ce stade de séchage, les prunes sont sorties : toutes ne sont pas cuites. Les diagrammes suivants montrent nettement les grandes différences de cuisson observées.

*Essai a.* — Les claies ont été numérotées de 1 à 80. On a indiqué en noir sur les deux planches de gauche du diagramme les claies totalement cuites qui n'ont pas demandé de triage, en gris celles où une partie des prunes était terminée, en blanc celles où les prunes n'étaient pratiquement pas terminées. Les deux planches de droite représentent en dégradé du noir au blanc les calibres moyens de chaque claie de prunes suivant 6 calibres indiqués dans la légende. Ces diagrammes indiquent que la cuisson dépend de la place de la claie dans l'étuve, le fond étant plus favorisé que la porte, et le haut plus que le bas. Mais la comparaison du diagramme des cuissons avec celui des calibres montre bien que les blancs se correspondent, c'est-à-dire que le triage aurait nettement amélioré le rendement du séchage.

*Essai c.* — Les claies avaient été disposées en 4 piles de 20 claies placées en quinconce ; le diagramme montre bien mieux encore l'influence de la place mais, là, l'influence du calibre est masquée ; en effet, il n'était pas possible d'indiquer sur le schéma que les prunes de petite taille étaient nettement trop cuites, alors que les grosses prunes l'étaient juste à point.

Ce second essai a été fait pour juger du meilleur intervalle entre les claies ; l'essai *a* correspondait à 18 cm, l'essai *c* à 9 cm. Les diagrammes ci-joints doivent faire préférer le premier intervalle. Il correspond du reste à celui le plus couramment trouvé dans les étuves paysannes. Un constructeur, qui a réalisé une excellente étuve du même type que celle qui vient d'être décrite, mais avec un

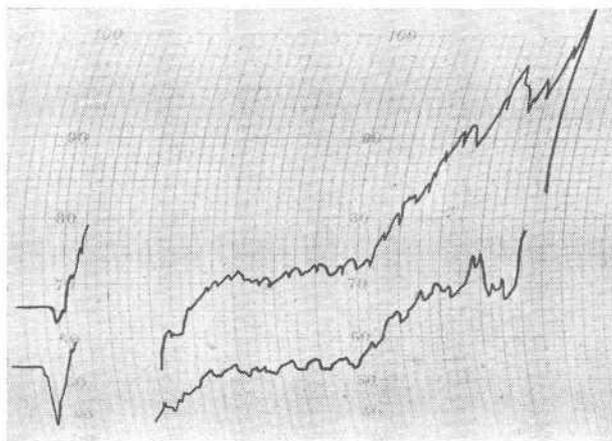


FIG. 11. — Diagrammes des températures au cours de la cuisson :

- A. courbe du haut : thermomètre sec.
- B. courbe du bas : thermomètre humide.

La discontinuité correspond à la sortie après avoir « tué » la prune. Les dents correspondent à l'inversion du ventilateur (en abscisses, les temps sont gradués de 1/4 d'heure en 1/4 d'heure). (Photo STAT. ARBO.)

intervalle entre les claies de 8 cm, a constaté un coulage plus intense en début de cuisson : la circulation de l'air serait trop rapide.

Il y a donc, dans cette étuve, des zones qui reçoivent des quantités de chaleur très différentes. Même avec un calibre préalable, il ne semble pas possible, avec cet appareil, d'obtenir une cuisson complète du chariot, mais il est certain qu'elle serait nettement meilleure dès le premier passage.

Du fait de l'hétérogénéité de cuisson, il était donc nécessaire de trier les pruneaux terminés de ceux qui avaient encore besoin d'un passage à l'étuve. Pendant la campagne 1951, sur 20 chariots traités, le premier passage donnait une moyenne de 44 % de pruneaux cuits, avec des écarts de 20 % à 80 %. Les plus mauvaises cuissons étant obtenues au début de la campagne, du fait de la très mauvaise maturité des fruits. Le second passage, donc, de recuisson, donnait 66 % de pruneaux terminés : cela représente, par rapport aux pruneaux frais d'un seul chariot 76 % de cuits en deux passages. Un troisième passage suffisait généralement à achever la cuisson.

Cette technique est-elle une amélioration par rapport à la méthode traditionnelle ? En faisant abstraction de l'appareillage, qui simplifie beaucoup les manutentions, et en ne considérant que le schéma de séchage seul, les amélio-

Diagrammes de la cuisson et des calibres des claies :

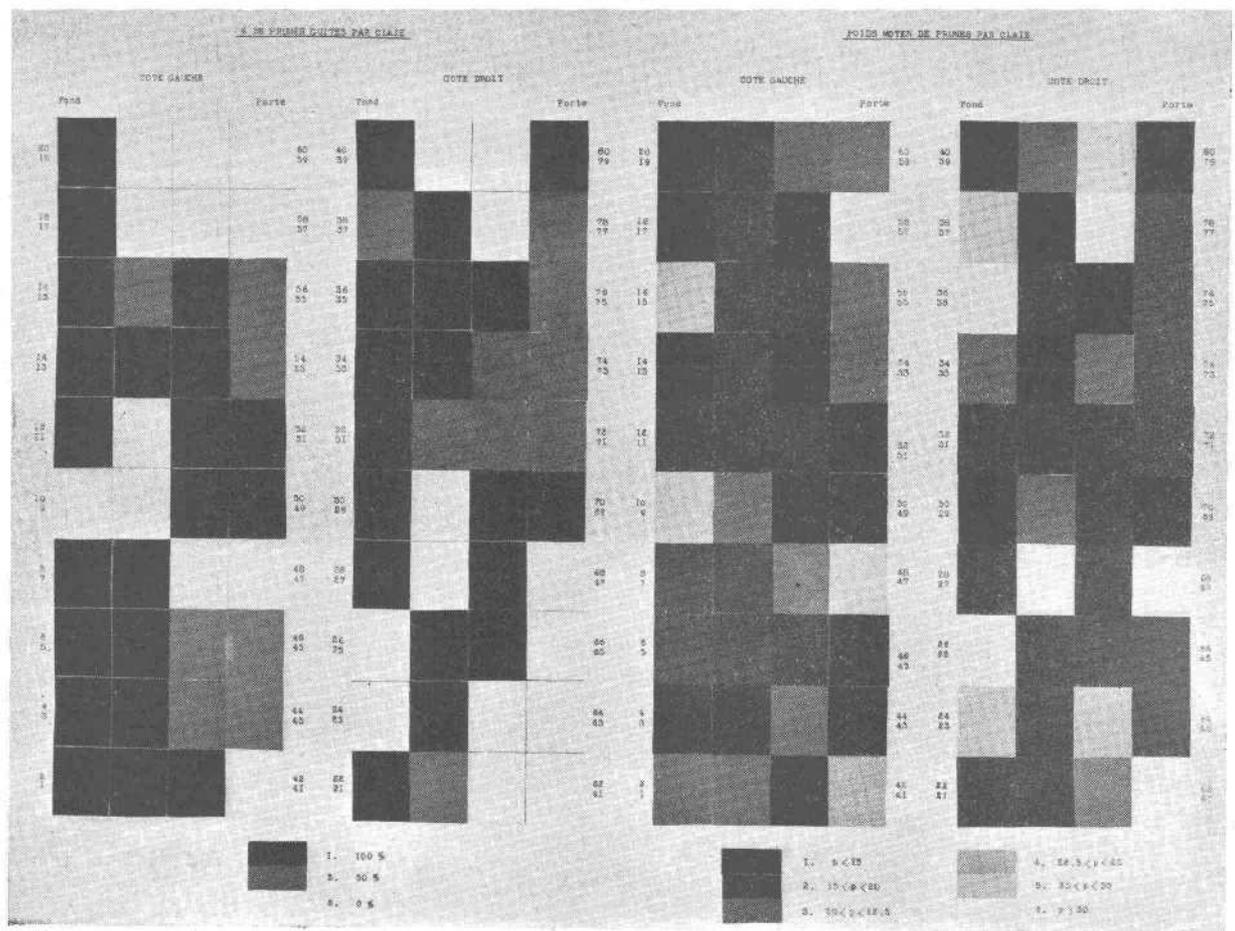


FIG. 12.  
Essai a.

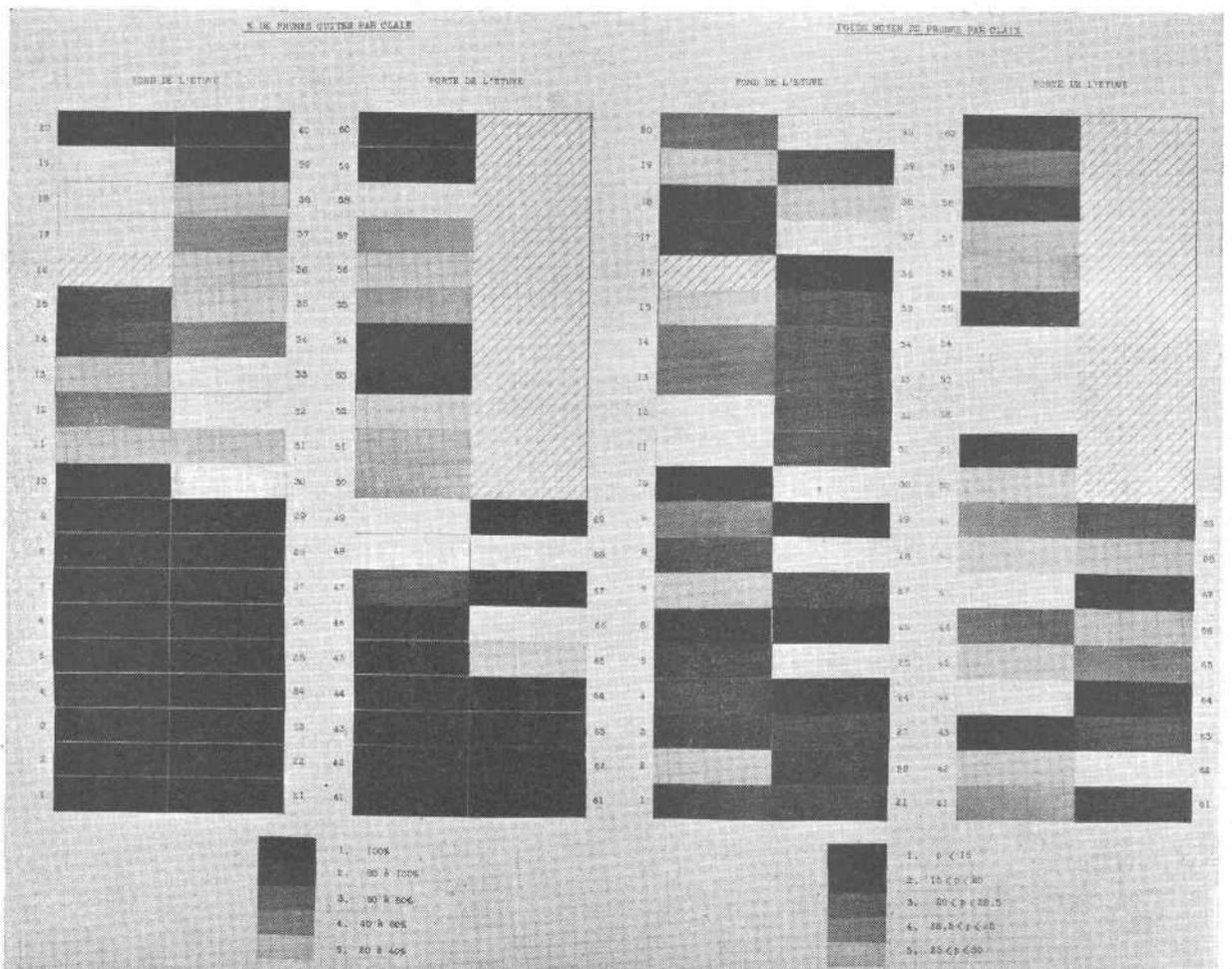


FIG. 13.  
Essai c.  
(Photos  
STAT. ARBO.)

rations apportées paraissent faibles. Elles résident essentiellement dans une diminution importante de la durée de séchage d'environ une dizaine d'heures. La moyenne de passage à l'étuve a été, en effet, de 15 heures, en comprenant tous les passages successifs. Cela correspond donc à une sensible diminution de main-d'œuvre, et à la suppression quasi totale du travail de nuit.

COUDERC [10] dit être arrivé à sécher la prune en 10 à 12 heures. Il donne au début de son étude un certain nombre de courbes de séchage. Trois de celles-ci sont particulièrement intéressantes : l'une représente le séchage

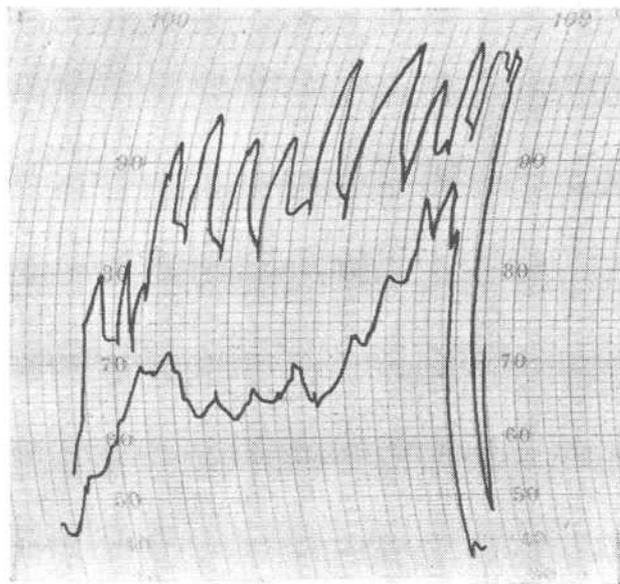


FIG. 14. — Diagramme des températures dans la cuisson continue avec injection de vapeur d'eau.

sans sortie, la seconde avec une sortie au bout de 3 heures, la troisième avec une sortie au bout de 6 heures : ces deux derniers essais semblent montrer une nette diminution du temps de chauffe. Il pratiquait le début de cuisson par un passage à assez haute température, comme il a été indiqué dans cet essai.

Cette rapidité de séchage a aussi l'avantage de diminuer considérablement les risques de contamination des pruneaux stockés entre les différents stades de séchage. Pour ce qui est du rendement thermique, il est difficile de faire une comparaison, les chiffres faisant totalement défaut, en ce qui concerne les étuves classiques. Pour celle qui a servi aux expériences, on verra dans le prix de revient que son rendement thermique n'est pas excellent, et quelles sont les causes de ce mauvais rendement, ainsi que les moyens de l'améliorer.

Un autre avantage du système qui vient d'être indiqué est l'absence totale de goûts étrangers sur le pruneau ; ce résultat milite en faveur de l'utilisation d'un fluide de chauffage autre que les gaz de combustion directs ; car,

avec un fluide intermédiaire, s'il y a des fuites dans les tuyaux d'arrivée de chaleur, elles ne peuvent pas détériorer le pruneau.

Mais, surtout, un tel appareillage, avec un calibrage préalable, sans lequel aucune amélioration réelle n'est possible, et les schémas de séchage indiqués, doivent permettre de réaliser le séchage en un peu plus d'un passage, c'est-à-dire d'obtenir au moins 75 % de cuisson après le séchage proprement dit, et terminer le séchage de 4 chariots en un seul chariot de recuisson.

## V. — RECHERCHE D'UNE TECHNIQUE DE SÉCHAGE CONTINU

L'agriculture californienne, qui dispose d'un très gros tonnage de prunes, a mis au point divers procédés de séchage continu. Elle utilise des tunnels dans lesquels circulent des chariots ; l'air chaud est soufflé par une des deux extrémités : en effet, les deux principes de tunnels se retrouveraient, les uns chauffés à contre-courant, les autres faisant circuler l'air chaud et la prune dans le même sens. Un troisième système, qui semble plus récent, paraît combiner les deux autres, en ménageant, au centre du tunnel, une zone de repos et de calme pour la prune.

Il n'est pas possible d'envisager, sur les propriétés restreintes du Sud-Ouest, l'établissement de tels types de séchoirs ; mais il est possible de réaliser, dans les cellules de chauffe dont disposent les pruniculteurs, un schéma de séchage analogue à celui réalisé dans ces tunnels.

Un constructeur régional, a réalisé un four en tunnel vertical qui, fonctionnant depuis trois ans, paraît maintenant donner toute satisfaction. Il est fondé sur le principe de circulation de l'air chaud à contre-courant, ce qui permet aux prunes les plus sèches de recevoir l'air le plus chaud et le moins humide, les prunes fraîches recevant un air à 50° environ et très humide. Il n'est pas possible de donner de chiffres, le fonctionnement de cet appareil n'ayant pu être contrôlé d'un bout à l'autre ; toutefois, il prouve que l'on peut maintenir la prune fraîche à une température de l'ordre de 55° pendant un temps assez long, à la condition de maintenir autour d'elle une humidité assez forte. De même, dans l'appareil dont il vient d'être question, le secondage s'effectue bien parce que les prunes, à ce stade, reçoivent un air suffisamment humide pour qu'il y ait équilibre entre l'évaporation et l'ascension de l'eau dans le fruit. Enfin, le séchage se fait à température élevée, mais en atmosphère relativement humide, du fait de la réutilisation d'une partie de l'air usé, repris dans le bas du tunnel.

Si on essaye d'appliquer ces observations à l'étuve à ventilateur décrite plus haut, on peut obtenir un schéma de séchage continu ; au lieu de sortir les fruits après le premier passage à température élevée, on maintient une température plus basse, 75/80° et, dès que la prune commence à suer, on sature l'atmosphère par injection directe de vapeur, de façon à avoir une humidité de 100 %

## COMPARAISON DES TROIS TECHNIQUES

	Méthode traditionnelle	Méthode traditionnelle améliorée	Méthode avec utilisation de vapeur d'eau
Ramassage	Chute naturelle	Secouage	Secouage
Matière première	homogène comme maturité hétérogène comme calibre	hétérogène comme maturité hétérogène comme calibre	hétérogène comme maturité hétérogène comme calibre
Calibrage	nécessaire	nécessaire	nécessaire
Triage maturité	inutile	utile	utile
Fin de maturation	inutile	1/2 h. à 90° Sortie des prunes	1/2 h. à 90°. On sature en vapeur d'eau pendant 1/2 h.
Flétrissage	8 à 10 h. à une température qui tombe de 65° à 35°	4 à 6 h. à une température qui s'élève de 60° à 75° Le ventilateur ne sert qu'à brasser l'air	2 à 3 h. à une température de 85° à 90°
Sortie après flétrissage	nécessaire : homogénéisation de l'état aqueux de la prune	pas de sortie	pas de sortie
Secondage	3 passages de 3 à 5 h. à 70-75°. Entre chaque passage, sortie et tri des pruneaux cuits	chauffage de 4 à 6 h. avec une température s'élevant de 75° à 85°. Le ventilateur remplace les sorties	chauffage de 3 à 5 h. à température de 80-85°. Le ventilateur remplace les sorties. L'injection de vapeur permet une température plus élevée
Séchage	1 à 2 h. à 85-90°	1 h. à 95° en atmosphère confinée	1 h. à 95° en atmosphère confinée
Triage des cuits.	Nécessaire, fait au cours du secondage	s'il n'y a pas eu de calibrage fait après le séchage	préalable fait après le séchage
Recuisson	faite au cours du secondage	2 passages pour 4 chariots	2 passages pour 4 chariots
Temps de chauffe	18 à 27 heures	12 à 15 heures	8 à 12 heures
Nombre de passages	sans calibrage : 4 à 5 avec calibrage : 3	sans calibrage : 3 à 4 avec calibrage : 2,25	sans calibrage : 2 à 3 avec calibrage : 1,25

dans la cellule de chauffe. Le ventilateur fonctionne pour homogénéiser cette vapeur d'eau, qui a tendance à rester en haut de l'étuve. Après une demi-heure dans ces conditions, on ouvre les vannes d'arrivée d'air frais, en laissant la vanne de départ de l'air usé presque fermée ; on obtient

ainsi une humidité relative très élevée, qui permet de chauffer fortement la prune, jusqu'à 95°, sans crainte de croûtage et, c'est un fait, sans caramélisation intérieure de la pulpe de la prune.

L'inversion du ventilateur amène, du côté opposé à son

sens de rotation, une baisse de température importante, de 10° environ, donc, dans la partie où se fait le secondage, d'après le schéma déjà indiqué, une humidité de l'ordre de 90 %. Le fait que la prune est chaude et que la peau est assez imperméable peut expliquer que la prune ne se réhumidifie pas ; de plus, pouvoir chauffer à des températures élevées améliore beaucoup la vitesse du séchage et un chariot, dont le diagramme de température est ci-joint, a pu être séché en 7 heures et demie. Les pruneaux obtenus présentaient toutes les caractéristiques de ceux obtenus par l'autre système, qui ont toujours été appréciés du commerce.

Ce n'est là qu'un schéma rapide, et qui demande à être encore confirmé ; mais il semble que la possibilité de disposer de vapeur d'eau à volonté en plus de celle libérée par les fruits, soit la condition essentielle, pour la réalisation d'une cuisson en un seul passage. Cela permettrait, en effet, de réaliser, à un instant donné, n'importe quelle des conditions de température et d'humidité qui sont réalisées dans les séchoirs en tunnels. Pour cela, il faut donc disposer d'une réserve importante de calories et de vapeur d'eau et, seule, une chaudière à vapeur d'eau représente un volant calorifique important, qu'il est possible de mobiliser instantanément, ce qui n'est pas vrai pour les fours à bois. Ceux-ci ont bien une réserve importante de chaleur qui s'accumule dans les maçonneries, mais il est impossible d'en disposer, ni dans un sens, ni dans l'autre. Le chauffage au mazout ou au gaz ne présente pas cet inconvénient, car il est possible, avec eux, d'obtenir très rapidement une élévation de température. Mais la nécessité d'avoir une source de vapeur d'eau pour les cellules à chariots, doit faire préférer l'utilisation d'une chaudière à vapeur sous pression.

Il peut paraître étonnant de préconiser l'emploi de vapeur d'eau pour le séchage d'un fruit ; c'est qu'en effet, la fabrication du pruneau n'est pas, à proprement parler, un séchage. Il y a bien une déshydratation importante, mais elle ne s'obtient pas brutalement. C'est réellement une cuisson « à l'étouffée », qui conduit à l'élaboration du pruneau. La lecture des comptes rendus de Congrès ayant trait au Pruneau montre que, de tous temps, deux écoles de préparation s'affrontaient : l'une, celle des ingénieurs spécialisés dans les questions de chaleur et d'évaporation, qui considéraient un peu trop le problème sous l'angle thermique et raisonnaient surtout en calories à fournir pour évaporer une quantité d'eau déterminée ; l'autre, formée des praticiens, qui se rendent compte que le séchage du pruneau ressort beaucoup plus de la confiserie que de la déshydratation. Pour eux, les imperfections des étuves habituelles, certes irrationnelles en tant que déshydrateurs, étaient largement compensées par le fait que le pruneau produit était d'une qualité particulière, que ne donnaient pas les étuves ou évaporateurs trop perfectionnés. L'obtention de cette qualité est le plus généralement attribuée au très haut degré d'humidité qui règne dans les étuves paysannes courantes. M. RABATE disait « avant de chercher une meilleure évacuation de l'air humide, il

serait bon de savoir dans quelle mesure il convient de l'évacuer ».

Il est certain que la préparation de la prune d'Ente n'amène à de bons résultats que si la déshydratation se fait lentement et en atmosphère très humide. C'est pourquoi la possibilité de disposer d'une vapeur d'eau facilement utilisable reste tout à fait dans la ligne traditionnelle, tout en permettant une conduite plus rapide et plus rationnelle de la cuisson.

## VI. — APPLICATION DES RAYONS INFRA-ROUGES

Les propriétés des rayons infra-rouges dans le domaine de la dessiccation sont bien connues et leur application industrielle déjà depuis longtemps en pratique dans bien des domaines. Ils ont été utilisés dans la dessiccation des légumes durant les années de guerre, mais le prix de revient d'une telle industrie était trop élevé. Il a paru intéressant de voir quelles possibilités offrait un tel mode de séchage, dans le cas particulier de la prune d'Ente.

Le problème posé est de trois ordres :

1. Peut-on transformer une prune d'Ente en pruneau par rayonnement infra-rouge ?
2. Pour cela, quelle est la meilleure technique à employer ?
3. Avec une étuve convenablement conçue, peut-on obtenir un pruneau à un prix de revient comparable à celui d'une étuve ordinaire ?

### 1. Peut-on transformer de la prune en pruneau par rayonnement infra-rouge ?

En 1950, année où ces essais ont été entrepris, une petite étuve très simple a été construite, ce qui a permis de tirer certaines conclusions, et le principe d'une étuve mieux étudiée et plus adaptée qui a été utilisée en 1951.

a) *Étuve de 1950.* — Elle a été construite par les Ateliers du Centre. Ses dimensions sont les suivantes :

Extérieur	}	longueur	82 cm
		largeur	61 cm
		hauteur	90 cm
Intérieur	}	longueur	74 cm
		largeur	53 cm
		hauteur	82 cm.

Les parois de cette étuve, épaisses de 4 cm, sont faites de deux plaques de contre-plaqué dont l'intervalle est bourré de laine de verre. Le plafond de l'étuve est percé de 6 orifices de 6 cm de diamètre. Par ceux-ci, pénètrent dans l'étuve les tubes filetés de 28 cm de long qui supportent les douilles et les lampes paraboliques à infra-rouges.

Ces lampes sont de 250 watts et fonctionnent sur courant de 220 volts. Les tubes filetés fixés à des ponts métalliques qui enjambent les orifices permettent de faire varier à hauteur des lampes au-dessus des prunes, donc la tem-

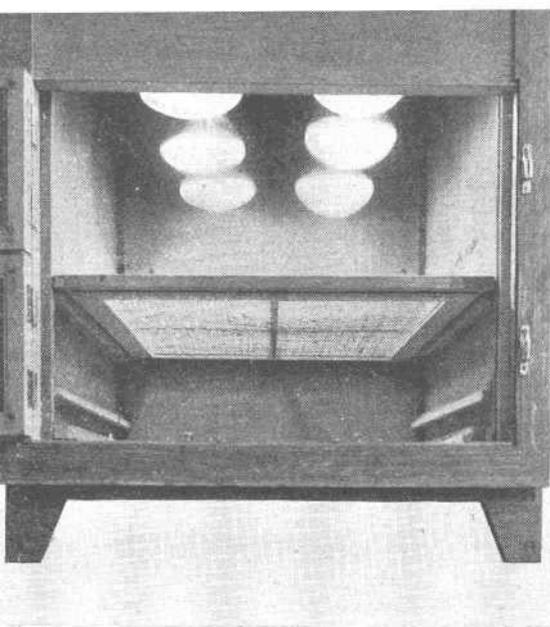


FIG. 15. — Étuve expérimentale à infra-rouges utilisée en 1950.

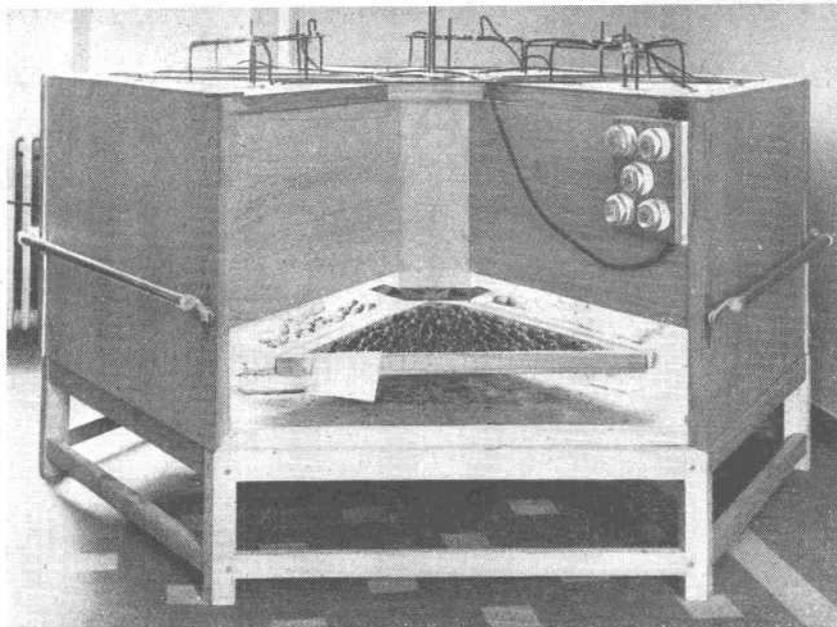


FIG. 16. — Étuve expérimentale à infra-rouges utilisée en 1951. (Photos STAT. ARBO.)

pérature. Chaque lampe est reliée à un interrupteur, ce qui permet l'allumage indépendant de chacune d'elles. Le fond de l'étuve est perforé de 6 orifices de 6 cm sur 4 cm, garnis de ventouses d'aération à volets réglables.

Sur la face avant de l'étuve et en bas, ont été ménagées deux portes vitrées (double vitre) de 54 cm x 20 cm. L'étanchéité des portes entre elles et avec les parois est assurée par des bandes de feutre. A l'intérieur de l'étuve quatre crémaillères portant des réglettes à glissières permettent d'introduire des claies à grillage métallique, pouvant contenir chacune environ 6 kg de prunes fraîches.

b) *Étuve de 1951.* — Cette étuve, conçue en fonction des résultats obtenus en 1950, est pratiquement continue. C'est un volume de section droite hexagonale. Le matériau qui a servi à sa construction est aussi des feuilles de contre-plaqué de chêne bourré de laine de verre. Le plafond, amovible, est percé de 16 orifices par où passent les tiges filetées portant les lampes sphériques. Au centre de ce plafond, est ménagé un orifice hexagonal par où passe une cheminée amovible qui s'arrête à environ 3 cm au-dessus des claies.

Celles-ci sont des trapèzes qui sont supportés par les bras d'un manège dont l'axe de rotation passe par la cheminée d'aération. Le plafond de l'étuve n'est formé que des 5/6 de l'hexagone, un sixième ayant été supprimé et correspondant, dans le bâti vertical de l'étuve, à un vide : c'est-à-dire que, par ce moyen, si le manège tourne à un tour à l'heure, les prunes sont chauffées pendant 50 minutes et passent à l'air libre pendant 10 minutes.

La photographie ci-jointe donne une meilleure idée de cette étuve que toutes les descriptions. La capacité de cette étuve est de l'ordre de 30 kg de prunes fraîches.

c) *Recherche d'une technique de séchage.* — On a commencé par mettre sous les lampes un lot de prunes triées suivant le calibre. Elles y furent laissées jusqu'à une perte de poids de 60 %. Du pruneau a été ainsi obtenu, mais

avec tous les accidents classiques du séchage : coulage, croûtage et même carbonisation des prunes directement sous les lampes. Le temps de chauffe était de l'ordre de 9 à 11 heures. Ces accidents semblent dus au fait que la température était toujours très élevée et que l'humidité était assez faible, 50 %.

Le calibre de la prune a une grosse importance, comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU X

	Poids moyen d'une prune (g)	% perte de poids	Heures de chauffe
I	31,4	59,5	11
II	23,4	59,8	9
III	14,2	59,8	8

Ces résultats ont été obtenus sans sortir les claies dans la petite étuve. On a eu, comme il a été dit, tous les accidents de séchage classiques. Les pruneaux obtenus étaient bons, mais la peau avait des plis très larges au lieu des plis habituels, la couleur était irrégulière, plus noire dans les parties exposées aux lampes et rousse dans les autres.

Toujours dans la petite étuve on a alors essayé de sortir régulièrement la prune, pour imiter le plus possible la technique classique. Toutes les heures, on ménageait un passage à l'extérieur d'une durée déterminée. Les temps de chauffe sont consignés dans le tableau ci-après.

Là aussi, le rôle du calibrage est bien démontré. Mais le plus intéressant, c'est le fait qu'un passage à l'extérieur diminue le temps de chauffe (15 minutes paraissent suffire).

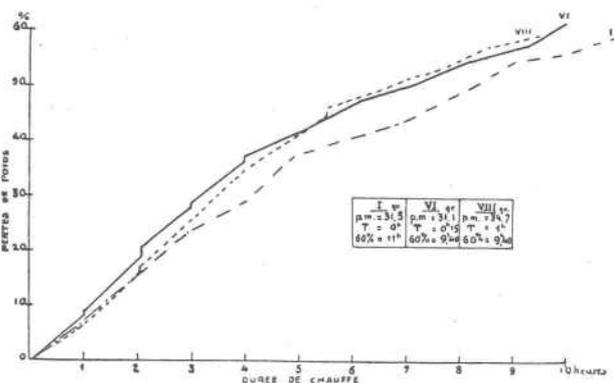
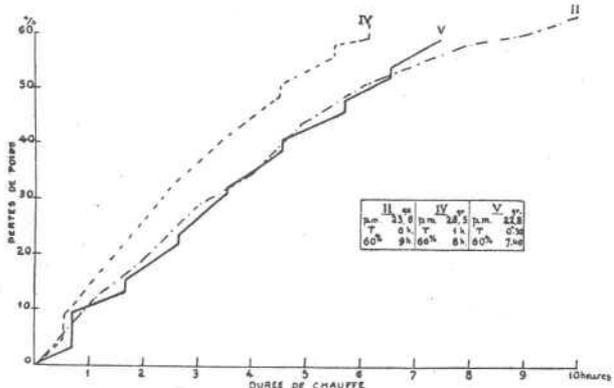
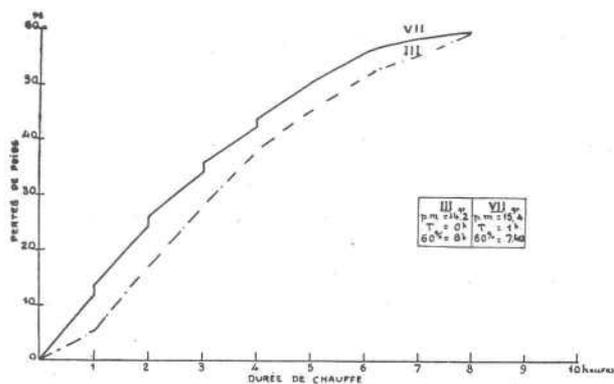


FIG. 17, 18 et 19. — Courbes de pertes de poids des pruneaux par séchage infra-rouge. La courbe claire, sans paliers, correspond au séchage continu ; la seconde courbe, avec paliers, correspond à un séchage avec sorties des pruneaux à intervalles réguliers. Les paliers correspondent à la perte de poids lors des sorties à l'extérieur.

Les courbes ci-jointes montrent bien que les pertes de poids sont plus rapides dans les claies qui font des séjours à l'air libre que dans les autres. Cela correspond tout à fait à ce qui a été dit plus haut pour le secondage : les passages à l'air libre permettant une réhomogénéisation des couches externes, améliorent le rendement thermique du séchage et évitent les accidents de croûtage en particulier. Il y a aussi une légère évaporation, comme le montrent les divers paliers.

TABLEAU XI

	Poids moyen de la prune (g)	% perte de poids	Heures de chauffe	Durée de passage à l'extérieur toutes les heures
I	22,8	59,1	8	0,30
II	31,9	59,8	9,30	0,15
III	15,4	59,5	7,30	I
IV	34,7	59,5	10	I

Les pruneaux obtenus étaient tout à fait semblables aux pruneaux classiques, sauf sur deux points :

1° Le plissage de la peau se fait en plis beaucoup plus larges. Ce plissage large est dû au fait que la prune cuite aux infra-rouges garde sa forme pendant tout son séjour sous les lampes ; ce n'est que lors de son passage à l'air libre qu'elle se dégonfle entièrement, provoquant ces larges plis.

2° La couleur est beaucoup plus rousse ; ceci est dû à la rapidité du séchage. Mais la couleur noircit pendant la conservation, probablement suivant un des schémas déjà indiqués.

En 1951, avec l'étuve hexagonale qui a été décrite, ces essais ont été repris. Les diagrammes ci-joints montrent plusieurs faits :

- la durée de séchage dépend du poids moyen de la prune,
- la durée de séchage est fonction de la température,
- la durée de séchage ne dépend pas des temps de passage à l'air libre, mais ceux-ci doivent être d'au moins 10 minutes toutes les heures.

Ce n'est, somme toute, qu'une confirmation des résultats précédents, mais sur des quantités plus importantes de pruneaux, avec un matériel plus rationnel. Les dosages du tableau II ont été obtenus sur un séchage aux infra-rouges. La rapidité de séchage est due au fait que la température était de 95° et que les pruneaux, peu nombreuses, pouvaient être placés toutes immédiatement sous les lampes, donc être toutes beaucoup plus chauffées.

Une série de dosages faits au cours d'un séchage pratiqué en faisant faire un tour toutes les deux heures aux claies a donné les résultats suivants :

TABLEAU XII

Temps de chauffe, en heures . . . . .	0	2	4	6	8	10
Perte de poids % . . . . .	0	25,6	48	50,4	60	64
Pectines solubles en g/kg frais . . . . .	4,6	5,5	4,58	4,26	3,94	3,90

\*\*\*

L'acidité rapportée au poids frais n'a pas varié. Il semble donc que, dans ce séchage, si l'on a, comme il a été indiqué plus haut, une solubilisation des pectines au début du séchage, cette augmentation est faible et beaucoup moins importante que dans l'étuve à chauffage à la vapeur. Le tableau ci-dessus et le tableau III représentent les dosages faits sur un même lot de prunes par les deux techniques. Ces prunes provenaient de la région de Grenade, dans le Tarn-et-Garonne (verger industriel). La maturité, dans cette région, est en retard d'une quinzaine de jours sur le Lot-et-Garonne mais, de toutes façons, il semble qu'en ce qui concerne l'évolution des matières pectiques, les deux régions donnent des résultats très différents ; ceci expliquerait une certaine difficulté à sécher ces prunes et un coulage assez important.

Le pruneau obtenu aux infra-rouges, s'il est très semblable au pruneau ordinaire, en diffère certainement par sa composition chimique, et ceci semble dû au fait que certaines transformations chimiques ne peuvent pas être complètes, du fait de la rapidité du séchage, des températures élevées auxquelles il est réalisé, et de la difficulté d'avoir une atmosphère suffisamment humide.

Le pruneau réalisé aux infra-rouges a beaucoup plus, à la dégustation, le caractère d'un fruit confit que le pruneau ordinaire, et peut-être son utilisation en confiserie serait-elle intéressante.

## 2. Quelle serait la meilleure technique à employer ?

Il est donc possible de faire du pruneau par rayonnement infra-rouge ; d'après les essais faits, il faut que les prunes vertes introduites sous les lampes aient été préalablement calibrées. Pratiquement, il faut admettre que la cuisson ne se fait bien que lorsque la prune est directement placée sous les lampes, autrement dit, il ne peut y avoir qu'un étage de claies. Cela oblige donc à avoir des surfaces de lampes très grandes, si l'on veut sécher une quantité de prunes assez importante : il faut compter que l'on peut étaler de 16 à 20 kg de prunes par mètre carré de claie.

La température de séchage peut être très élevée : on atteint facilement 85° à 90° en maintenant les fruits à environ 25 cm des lampes. A ces températures, les risques de coulage sont grands, et les prunes directement sous les lampes sont facilement brûlées superficiellement. Aussi est-il nécessaire de ménager, à intervalle de temps régulier, une interruption dans le chauffage et un repos de la prune par passage à l'air libre : 10 minutes toutes les heures semblent être la meilleure fréquence ; on n'a aucun croûtage et un coulage faible et inévitable, dû aux prunes légèrement blessées.

L'étuve qui a été utilisée en 1951 a été conçue d'après ces principes, et donne des résultats tout à fait satisfaisants. Peut-être faudrait-il utiliser de préférence des lampes en tubes plutôt que des lampes sphériques, car la répartition du rayonnement est plus uniforme avec les premières.

La technique à employer, pour sécher la prune aux

rayons infra-rouges, revient donc, dans le fond, à une adaptation, à une accélération de la méthode paysanne classique, avec ses nombreuses interruptions. Il ne semble pas possible d'envisager, pour ce mode de chauffage, une technique analogue à celle décrite dans le précédent chapitre, avec utilisation de vapeur d'eau pour remplacer les sorties de repos de la prune : en effet, la fragilité des lampes interdit d'avoir dans l'étuve une atmosphère trop humide. De même, pour cette raison, il n'est pas possible de prévoir une plage de lampes chauffant les prunes par en dessous, car les gouttes de liquide qui coulent inévitablement des prunes tombant sur ces lampes, les feraient éclater et l'interposition d'une surface recueillant ce jus, en dehors de l'énergie calorifique absorbée, amènerait la caramélisation des sucres et leur carbonisation, avec la formation de goûts de fumée tout à fait néfastes.

Mais l'impossibilité de maintenir une atmosphère très humide dans l'étuve est surtout due au fait d'une certaine imperméabilité aux infra-rouges de la couche d'air qui sépare les lampes de la matière à sécher : la présence de vapeur d'eau et de fumée amène une plus ou moins grande facilité de circulation des rayons utiles (DÉRIBÉRÉ [15]). C'est la grosse différence avec le séchage traditionnel : la cuisson ne se fait pas en atmosphère humide. Or, le produit obtenu est sensiblement le même. La raison en est donnée par l'auteur précité, dans sa théorie sur le séchage par air chaud, comparé au séchage aux infra-rouges.

Le séchage ordinaire à air chaud pourrait être divisé en trois phases :

« 1° Phase à vitesse de séchage constante : la proportion d'humidité des couches extérieures diminue progressivement jusqu'à une certaine valeur limite. Lorsque celle-ci est atteinte, la courbe subit une cassure au point critique qui marque l'entrée dans la deuxième phase... »

« 2° Phase de surface non saturée : dans cette seconde phase, la poussée de l'humidité venant de l'intérieur diminue de plus en plus jusqu'au moment où la provision d'eau des couches superficielles est entièrement épuisée, ce qui marque le début de la troisième phase... »

« 3° Phase des résistances internes : cette phase s'établit après un point d'inflexion de la courbe de séchage... L'humidité restante doit être extraite des couches profondes par travaux physiques et même physico-chimiques de diffusion et de capillarité. En fait, d'ailleurs, il s'établit un état d'équilibre entre l'humidité restante et l'air de séchage qui marque du reste la fin pratique du séchage, sans que celui-ci soit théoriquement parfait. »

Ces trois phases, ainsi définies, correspondent bien aux stades de flétrissage, secondage, séchage, respectivement tels qu'ils ont été décrits plus haut.

Dans un tel séchage, 95 % de la chaleur diffusée est absorbée par les couches superficielles, et cette évaporation au niveau des couches épidermiques explique le séchage. Au contraire, dans les infra-rouges, les radiations sont plus pénétrantes, et l'intérieur même de la prune reçoit une quantité de chaleur appréciable. Cela explique la rapidité du séchage et le fait que les pruneaux soient aussi bien

cuits que dans un séchage ordinaire, car le centre est beaucoup plus régulièrement séché.

### 3. Avec une étuve convenablement conçue, peut-on obtenir du pruneau à un prix de revient comparable à celui de l'étuve ordinaire ?

Le prix de revient d'un kg de pruneaux, chez le pruniculteur, n'a jamais été établi de façon exacte. Toutefois, la tradition veut qu'il faille 3 kg de prunes pour faire 1 kg de pruneaux, plus 1 kg de prunes pour payer le séchage. Cela peut s'interpréter de deux façons :

— ou bien le prix du séchage d'un kg de pruneaux est de 25 fr. (prix du kg de prunes vertes en 1951) ;

— ou bien pour cuire 4 kg de pruneaux, il faut le prix d'un kg de ceux-ci, soit en moyenne, 180 fr. ou 45 fr. par kg de pruneaux élaborés.

C'est cette dernière hypothèse qui paraît la bonne.

Si l'on considère que, dans l'étuve décrite plus haut, il faut environ 12 heures en moyenne pour obtenir 10 kg de pruneaux, le kilowatt utilisé étant à 17 fr., que les 16 lampes consomment chacune 250 watts, que leur durée de vie, d'après le constructeur, est de 800 heures, avec un prix d'achat de 1.000 fr. pièce, le kg de pruneaux revient, du point de vue chauffage et amortissement des lampes, dans l'étuve considérée, à 105 fr. 60.

**Conclusions.**— L'emploi des rayons infra-rouges permet d'obtenir du pruneau à partir de la prune d'Ente. Le produit obtenu est très semblable à celui qu'élaborent les pruniculteurs traditionnels de la région d'Agen. Il pourrait s'en éloigner par une composition chimique légèrement différente, qui serait due au fait que la cuisson se fait à une température plus élevée, particulièrement à l'intérieur du fruit, et à une humidité de l'atmosphère assez basse, inhérente à l'appareil.

En ce qui concerne le prix de revient, avec l'appareil envisagé, il n'est pas possible de concurrencer même les étuves paysannes. De plus, sa manipulation délicate semble devoir l'interdire dans une région de polyculture où les utilisateurs ne peuvent pas être assez spécialisés.

Ce système, toutefois, présente de grands avantages et un très grand intérêt dans l'étude biologique du séchage d'un fruit, ou de toute autre denrée, par sa souplesse et la facilité des observations. C'est par cette technique que seront étudiés les comportements au séchage des différents clones et variétés sélectionnés ou rassemblés en collection.

## VII. — POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION PAR LA MATIÈRE PREMIÈRE

L'amélioration d'une technique de séchage d'un produit agricole, quel qu'il soit, peut chercher deux buts différents, qui devront du reste être atteints simultanément :

— une diminution du prix de revient de la manipulation envisagée ;

— une augmentation de la qualité du produit obtenu.

Avec la matière première telle qu'elle a été décrite au cours de cette étude, il est possible d'améliorer le prix de revient du séchage par l'emploi des ressources que fournit l'industrie moderne, permettant d'augmenter automatiquement la qualité par la suppression de certains défauts inhérents à la technique classique : goûts étrangers (fumée, caramel) ; possibilité de mieux éviter le croûtage, meilleure cuisson, par le calibrage qui permettra d'obtenir des pruneaux cuits « à point ».

Si ces résultats peuvent être importants et déjà considérables, la limite de cette amélioration sera vite atteinte. Au contraire, l'amélioration de la matière première amènera à des résultats très importants, dont les limites paraissent très éloignées.

En 1951, par exemple, on a observé un accident qui déprécie considérablement le pruneau : lors du séchage, on s'est aperçu que de nombreux pruneaux présentaient rapidement des symptômes de croûtage ; or, la conduite de la cuisson ne laissait pas penser que cela dût arriver ; une observation plus poussée a montré que ces défauts, qui se présentent sous la forme d'une plage de couleur terreuse, n'étaient pas dus au séchage, mais existaient préalablement sur la prune verte, où ils passaient inaperçus au premier abord. La dessiccation ne faisait que souligner leur importance. Ces plages paraissent formées de tissus liégeux à la surface de l'épiderme de la prune.

La photo ci-jointe illustre bien cet accident :

— à droite : pruneaux séchés et atteints de ce croûtage ;  
— à gauche : les prunes fraîches correspondantes.

L'examen de ces cicatrices n'a pas pu être entrepris dès le début de leur formation, puisqu'on ne les a observées qu'au cours de la récolte.

Les hypothèses émises ont été diverses : on a pensé à des brûlures après traitements par des bouillies cupriques, mais certains vergers qui n'avaient pas été traités présentaient le même phénomène. On a pensé à un parasite, la tavelure ; mais un examen microscopique n'a pas permis de mettre en évidence de mycélium. La grêle, qui avait été incriminée, doit être écartée, car les cicatrices qu'elle laisse sont très différentes comme le montre la photographie ci-jointe.

Plusieurs causes peuvent être en jeu, il faut donc les déterminer et essayer les remèdes possibles ; ce serait une nette amélioration de la qualité du pruneau que la suppression de pareilles tares. De même, la lutte contre le carpocapse doit être étendue, car en dehors de la perte sérieuse de quantité qu'occasionne ce parasite, les fruits atteints qui sont séchés généralement en début de campagne, ne donnent évidemment pas un produit de très bonne qualité.

Mais, en dehors de ces progrès, qui ressortissent aux traitements antiparasitaires, il est une amélioration qui aurait une très grande importance et qui, elle, est du domaine de la génétique.

Le marché des pruneaux établit ses prix en fonction du nombre de pruneaux à la livre, les moins nombreux se payant le plus cher. Cela correspond bien à une différence de qualité. Les Américains l'ont bien compris, qui ont

FIG. 20.  
A gauche. — 6 prunes présentant des formations liégeuses sur l'épiderme.

A droite. — 5 pruneaux obtenus avec des prunes présentant l'accident ci-dessus. Les zones de « croûtage » sont très nettes.

sélectionné des prunes de gros calibre ; ils ont même séché des variétés étrangères à la prune d'Ente, comme l'Impériale, dont le calibre moyen du fruit frais atteint 60 g. Toutefois, il semble que cette prune soit moins intéressante que la prune française pour le séchage, et que son très gros calibre soit une difficulté pour le réaliser.

Les Américains qui ont planté leurs vergers avec des souches issues de la région d'Agen ont, à l'heure actuelle, des variétés à très gros fruits. Les chiffres manquent un peu. Toutefois, leur supériorité par rapport au pruneau français n'est pas douteuse sous le rapport de la taille.

DUCOMET [16] indique qu'alors que les pruneaux français se situaient dans les années 1934-1935-1936, dans des moyennes, respectivement, de 80-77 et 100 fruits secs à la livre, la prune américaine avait une moyenne qui se situait dans les 40/50, 50/60.

La concurrence a donc là une arme énorme, car il n'est pas douteux que la taille du pruneau (quand elle n'est pas exagérée) est un facteur de qualité. Il était important de rechercher les souches françaises capables de donner de beaux fruits.

La section d'Arboriculture Fruitière de la Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière du Sud-Ouest [1] a depuis quelques années sélectionné des clones de prunes d'Ente, dont les premiers sujets commencent à se répandre et à produire. En 1951, huit de ces clones ont été séchés individuellement ; le but poursuivi est de deux ordres :

- Ces différents clones donnent-ils un bon pruneau ?
- Apportent-ils une amélioration du prix de revient ?

Les quantités séchées cette année sont trop faibles pour répondre définitivement à la première question. Il faudrait disposer d'une assez grande quantité de produits pour procéder à la fois à des analyses détaillées des fruits avant, en cours et après séchage, et surtout, à des dégustations par des spécialistes du marché de ces produits. On peut tout de même citer plusieurs faits qui sont apparus cette année :

- les différents clones n'ont pas la même date de maturité, ce qui est intéressant pour mieux répartir les arrivées de récolte au cours de la campagne. C'est là un facteur important qui devra être retenu dans le choix des clones à conserver ;
- tous les clones séchés, en dehors de ceux du type Impériale n'ont présenté aucune difficulté de séchage, et les produits obtenus étaient très réussis.

En ce qui concerne la seconde question, il semble que, dès cette année, on puisse y répondre de façon assez exacte. Dans le tableau VII du chapitre IV, la répartition des différents calibres des huit clones envisagés a été donnée. Dans le tableau ci-après, on trouvera la répartition de 100 kg de fruits dans les différents calibres, le prix de vente de ces 100 kg au cours actuel, la répartition moyenne de ces huit clones et leur prix de vente moyen, les mêmes données pour la récolte 1951 de l'ensemble des prunes provenant d'arbres âgés, non sélectionnés.

Donc, tous les clones envisagés amèneraient à des recettes supérieures à celle de la population actuelle d'un verger moyen du Lot-et-Garonne. Trois de ces clones donneraient une recette supérieure à la moyenne, un donnerait une recette équivalente. En dehors de la question de recette, le facteur répartition de la population a déjà été montré très important : les trois clones les plus avantageux pécuniairement ne présentent pas une répartition assez homogène ; elle est équivalente à la population des vieux vergers en ce qui concerne l'étalement. De plus, il semble que le P 707 arrive à maturité une huitaine

En bas. — 3 pruneaux obtenus à partir de prunes grêlées. La cicatrice est très dure et ligneuse. (Photos STAT. ARBO.)



de jours après les deux autres, ce qui serait encore un avantage, comme il a déjà été dit.

Si les pruneaux obtenus à partir de ces clones sont d'une bonne qualité, conforme à celle des meilleurs produits de la région, la replantation des vergers avec ceux-ci, et d'autres de même valeur, encore à isoler, amènerait une amélioration considérable de la rentabilité d'une exploitation, et dans la qualité du produit obtenu.

TABLEAU XIII

Répartition par catégorie pour 100 kg de fruits.

Clones n°s	12,5	17,5	22,5	27,5	32	Prix de 100 kg
626	2.6	11.4	19	41.4	28.2	22.131
701	10.3	31.4	41.04	16.7	0.6	18.086
707	1.3	6.8	26.7	35.6	29.4	22.664
711	2.9	7.9	21.8	36.1	31	22.821
712	7.2	28.3	52.3	13.1	0	18.491
716	10.4	48.9	32.3	8.3	0	16.801
727	5.6	22.9	47.8	17.5	6.9	19.535
868	1.06	22.4	40.4	30.4	5.5	20.261
Moyenne . . . . .	4.6	18.4	34.3	27.4	15.6	20.700
Récolte 51 . . . . .	23.3	46.7	12.5	12.3	4.1	15.271

Tous ces essais ne sont qu'une introduction à une étude détaillée des différents clones sélectionnés, tant du point de vue maturation qu'aptitude au séchage. Les résultats obtenus, en relation avec la section d'Arboriculture Fruitière du Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Ouest, tant en génétique qu'en technologie, devant faire l'objet d'une publication future, complète, sur la question.

### VIII. — ESSAI DE CALCUL D'UN PRIX DE REVIENT

Le calcul du prix de revient d'un kg de pruneaux dans l'étuve qui a été décrite et étudiée est assez difficile à établir :

#### 1. Ramassage.

Il faut compter que 4 ouvriers ramassent en secouant eux-mêmes les arbres, et en faisant la mise en claies au fur et à mesure qu'ils apportent les prunes au chantier de séchage, environ 800 kg de fruits par jour. Cela correspond, au minimum, à 9 fr. par kg de pruneaux pour le ramassage. Il n'est pas douteux que l'emploi de machines pour secouer les arbres, et de tabliers recevant les fruits qui tombent, diminuerait grandement ce chiffre.

#### 2. Chauffage.

a) *Combustible.* — La consommation de mazout (fr. 15,1/litre) et d'électricité (fr. 6/kw) a été, pour l'ensemble de la campagne, de 11 fr. 34 par kg de pruneaux, y compris l'étuvage en caisses ou boîtes. C'est un chiffre élevé, qui pourrait être sensiblement diminué par un préchauffage de l'air d'admission dans un échangeur de température avec l'air usé qui sort à une température assez élevée, et riche en vapeur d'eau. Un constructeur d'étuves (ROUCADIL), qui a réalisé cette récupération, estime diminuer la consommation de combustible d'à peu près 25 %.

Il est difficile d'estimer quelle est la perte de calories qu'occasionnent les sorties du chariot de l'étuve, mais elle est importante ; en admettant par exemple que l'ensemble chariot-claie-prunes ait une chaleur spécifique équivalente à celle de 1.500 kg d'eau, deux sorties du chariot correspondront à une perte de 150.000 calories, en admettant également que la température tombe de 70° à 20°. Ce qui correspond au fonctionnement de la chaudière pendant 2,5 heures, soit 25 litres de mazout, soit 327 fr. 75, ou 1 fr. 40 par kg de pruneaux.

b) *Personnel.* — La surveillance de la chaudière et de la cuisson dans l'étuve exige la présence constante d'un ouvrier. Travaillant nuit et jour, l'étuve a permis de cuire quotidiennement 466 kg de pruneaux : cela revient à une main-d'œuvre de 3 fr. 23 par kg. Il est évident que l'installation de régulateurs automatiques devrait permettre la suppression de cette main-d'œuvre, du moins théoriquement, mais pratiquement ce n'est pas possible. Du reste, l'ouvrier chargé des étuves est, en même temps, chargé de préparer les chariots suivants et de participer, en les surveillant, au triage des cuits et des non-cuits.

#### 3. Triage des cuits.

Le triage est assez difficile à chiffrer car, suivant les chariots, il y a plus ou moins de cuits et le prix supporté par kg de pruneaux est variable. D'après la main-d'œuvre employée globalement pendant toute la durée de la campagne 1951 au triage des cuits, on peut estimer que cette opération revient sensiblement à 5 fr. 33 par kg.

#### 4. Calibrage des pruneaux.

C'est une opération qui est confiée à un entrepreneur et qui se fait au moyen d'un secoueur à grilles ; le prix de revient forfaitaire de cette opération a été de 2 fr. 50 par kg ; il est certain que, en y comprenant l'acquisition de l'appareil, et la main-d'œuvre nécessaire, cette opération pourrait être faite à meilleur compte.

Le prix de revient de la cuisson d'un kg de pruneaux est donc, en 1951, de 31 fr. 30. Si l'on compare ce chiffre à celui indiqué plus haut, de 45 fr. pour une étuve paysanne, il reste donc, pour l'amortissement du matériel, une marge de 13 fr. 70 par kg. Cela correspond, pour une élaboration

de 7,5 t. de pruneaux par an, à un amortissement en dix ans.

En dehors de l'amélioration du rendement thermique de l'appareillage qui a été vu, la diminution du prix de revient sera surtout sensible par la diminution de la main-d'œuvre, les appareils de ramassage américains ne sont pas connus en France, et il est difficile de dire de combien ils peuvent en diminuer le prix.

En ce qui concerne le triage des prunes cuites des non-cuites, le calibrage préalable doit permettre, à coup sûr, de le supprimer. Le trieur signalé plus haut est capable de calibrer une tonne de prunes vertes à l'heure soit, sensiblement, 330 kg de pruneaux. Il faut quatre personnes et un

moteur de 2 CV pour son fonctionnement. Soit un prix de revient au kg de pruneaux de 1 fr. 5. La marge est donc de 3 fr. 83 par rapport à ce qui est réalisé, soit, sur 7,5 t. 28.725 fr., ce qui doit permettre un amortissement largement suffisant sur dix ans.

Le prix de revient qui a été calculé plus haut semble donc traduire un gain par rapport aux étuves ordinaires et permettre un amortissement normal de l'appareillage. Des perfectionnements de ce dernier, peu onéreux et facilement réalisables, tels que calibrage préalable de la prune et pré-chauffage de l'air à l'admission par l'air usé, doivent permettre une diminution appréciable du prix de revient à la cuisson. L'adoption d'une technique qui supprimerait les sorties à l'extérieur devrait amener une économie de combustible de l'ordre de 10 %.

## IX. — CONCLUSION

De nombreuses études ont déjà été faites sur le séchage de certaines denrées alimentaires et c'est, en somme, l'application de leurs conclusions au problème particulier du pruneau qui a été tentée ; l'empirisme et la routine, très honorables, certes, mais qui n'entraînent pas le progrès, régnaient dans cette industrie paysanne, causant un manque à gagner important à une Agriculture qui a de plus en plus besoin de ressources, non seulement pour se moderniser, mais aussi pour vivre. D'un autre côté, il serait inutile d'essayer d'améliorer les vergers et la matière première si l'on ne cherchait pas, simultanément, à améliorer le produit obtenu, pour lui assurer et lui élargir ses débouchés.

L'industrie américaine du séchage de la prune a un caractère très différent de ce qu'est actuellement l'industrie française : l'une est artisanale et chaque transformateur ne travaille que sur quelques tonnes de matière première, l'autre constitue une véritable industrie, recevant des tonnages importants de prunes provenant de grands vergers industriels. En France, de tels types de vergers commencent à se développer, mais ils ne sont encore qu'une toute petite exception. C'est pourquoi il a fallu étudier l'amélioration de la technique paysanne de séchage et, éventuellement, des appareils de types analogues, en ne tenant pas compte des appareils continus pour très gros tonnages, qui semblent parfaitement au point aux U. S. A., sous réserve qu'ils permettent d'obtenir une qualité équivalente à celle de la prune d'Agen.

L'observation du séchage, tel qu'il est pratiqué dans les fermes de l'Agenais, a montré que le cycle que suit la prune est tout à fait rationnel et, certainement, le moyen le plus sûr d'obtenir un produit de bonne qualité avec des moyens mécaniques et calorifiques restreints. On s'est donc efforcé d'expliquer la signification biologique des différents stades de ce cycle, en particulier en ce qui concerne l'évo-

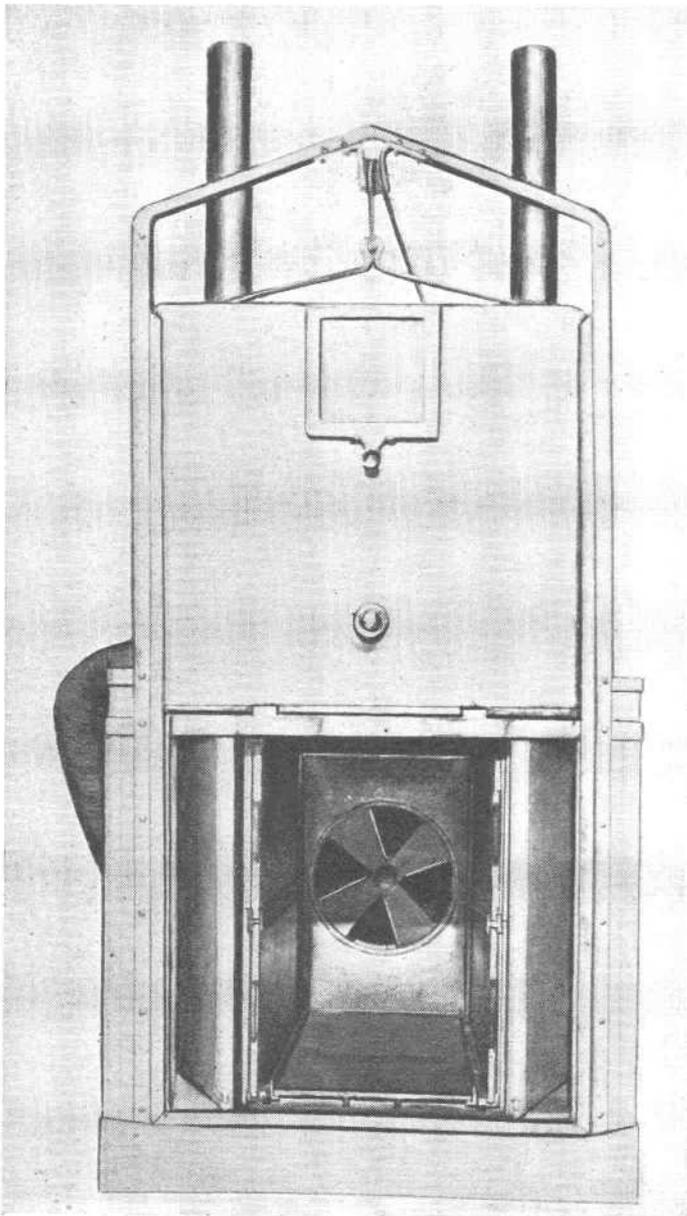


FIG. 21. — Étuve à ventilateur inversable situé au fond de la cellule de chauffe. La récupération des calories entraînées par l'air usé est soigneusement faite dans cette étuve. (Photo STAT. ARBO.)

lution des matières pectiques, qui paraît être un des facteurs les plus importants du séchage.

A la suite de cette étude, et d'après les résultats obtenus le cycle classique de séchage a été appliqué, en utilisant les ressources que peut offrir l'industrie moderne. Les résultats obtenus ont été satisfaisants quant à la qualité du produit, et traduisent une nette amélioration des manipulations et des rendements du séchage ; toutefois, ce rendement peut être encore nettement amélioré par l'introduction d'un calibre préalable de la prune verte, qui diminuera le nombre des sorties, évitant ainsi des pertes importantes de calories, et par une étude soignée de la récupération des calories entraînées par les gaz usés.

Comme, malgré ces améliorations, la cuisson de la prune demanderait encore au moins deux passages, des essais ont été entrepris, tendant, par l'emploi de la vapeur d'eau comme agent de saturation de l'atmosphère de l'étuve, à la suppression de toutes les sorties et à la réalisation d'un séchage véritablement continu. Ces essais, qui demandent encore une mise au point, ont donné en 1951 des résultats encourageants, qui conduiraient à une nette diminution du prix de revient du séchage.

L'utilisation de plus en plus fréquente dans les industries de déshydratation, du rayonnement infra-rouge, a fait penser à son utilisation possible dans l'industrie du pruneau. Deux étuves ont été construites, dont l'une continue, toutes deux à l'échelle expérimentale. Les résultats obtenus sont intéressants, et montrent qu'il est possible d'obtenir rapidement, par ce moyen, un pruneau qui ne diffère pas sensiblement du pruneau ordinaire. Le prix de revient est trop élevé par rapport à celui d'une étuve paysanne ordinaire, et la fragilité de l'appareillage, la précision très grande qu'il faut réaliser dans les manipulations, semblent devoir faire écarter une telle technique de l'industrie paysanne et la réserver, pour le moment, aux études à l'échelle semi-industrielle, dans les laboratoires intéressés. L'évolution possible de l'industrie de la prune vers une concentration coopérative ou à façon, par un entrepreneur, redonnerait de l'intérêt à ce mode de chauffage.

Les études de sélection entreprises depuis quelques années sur la prune d'Ente commencent à pouvoir être envisagées sous l'angle du séchage. Les premiers résultats obtenus cette année permettent d'espérer une nette améliora-

tion de la qualité du produit. Mais il faudra encore étudier de près les époques de maturité des différents clones reconnus intéressants, et leur aptitude à donner du pruneau, d'après leur composition chimique et physico-chimique.

Une étude sommaire du prix de revient du séchage d'un kg de pruneaux a permis de montrer que ce prix pouvait encore être nettement diminué, par des moyens très simples, et que la différence entre le coût du séchage dans une étuve du type qui a servi à cette étude et une étuve paysanne, permettait largement un amortissement du matériel, tout en laissant un revenu plus important.

Il est à noter, à ce sujet, que ces étuves peuvent être utilisées à d'autres séchages, qui diminueraient d'autant le prix de revient. Le maïs séché empiriquement cette année dans cette étuve s'est très bien comporté, et il n'est peut-être pas impossible d'envisager un séchage du tabac, production de la région du pruneau, qui demande un appareillage encombrant et onéreux. Un petit industriel du pruneau qui dispose d'une étuve construite sur le même principe que l'étuve étudiée ici a pu l'utiliser pour le séchage du bois et de la caséine et obtenir des résultats très intéressants.

Cette étude ne constitue qu'une introduction à toute une série de recherches sur l'industrie du séchage. Il faut envisager, dans l'avenir, l'étude systématique des maturations des différents clones jugés intéressants, en portant particulièrement l'attention sur la composition physico-chimique à maturité et la date de cette maturité, les transformations chimiques que subit la prune au cours du séchage, en particulier du point de vue de la coloration et des transformations diastasiques.

Enfin, du point de vue purement mécanique et thermique, certains points doivent être précisés et améliorés, de même qu'il paraît possible, dès la prochaine campagne, de mettre en service une étuve plus rationnelle que celle utilisée ici, en tenant compte de toutes les observations faites.

De toutes façons, le cadre des études à entreprendre reste la technique traditionnelle, dont on s'efforcera de préciser davantage les différents stades, et d'améliorer le matériel, en le modernisant ; en effet, et il ne faut pas l'oublier, c'est ce cycle traditionnel qui a fait la réputation du pruneau d'Agen.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. 2<sup>e</sup> Congrès National de la Prune et du Pruneau. Bordeaux et le Sud-Ouest. *Revue économique*, n° 1, 1<sup>er</sup> trimestre 1949.
- BARRET J. — L'origine du pruneau d'Agen et du prunier d'Ente.
- SANNAC G. — Importance de la production du pruneau dans le Sud-Ouest.
- SOUTY J. — Les porte-greffes du prunier.
- BERNHARD R. — Sélection des variétés de prunes de séchage utilisées dans le Sud-Ouest.
- CAILLAVET H. — Les variétés de prunes de table.

- CHABOUSSOU F. — Les insectes du prunier d'Ente.
- GAUDINEAU M. (M<sup>lle</sup>). — Sur quelques maladies parasitaires et leur incidence dans la « mortalité des pruniers ».
- ESCUDIE Pierre. — La technique actuelle du séchage du pruneau.
- DELMAS Henri. — Le séchage des prunes. Possibilités d'amélioration des techniques actuelles.
2. MAZATS. — Étude pratique sur le prunier d'Ente. Agen, 1888.
  3. ISSARTIER D<sup>r</sup>. — Le prunier, sa culture et la préparation de son fruit. Paris, 1874.

4. 1<sup>er</sup> Congrès commercial de la prune et du pruneau. Agen, 1927, (Publications agricoles de la Compagnie d'Orléans.)
5. ULRICH R. et LAFOND M<sup>me</sup>. — La déshydratation et la réhydratation des pruneaux en atmosphère plus ou moins humide. *Revue Générale du Froid*, 1949, n° 3, pp. 207-208.
6. CRUESS W. V., RIVERA W., SHONG G., GIBSON A. — Juice of fresh prunes. Food technology division. University of California.
7. PERRY R. L., MRAK E. M., PHAFF H. J., MARSH G. L., FISHER G. D. — Fruit dehydration : I. Principles and equipment. California Agricultural Experiment Station, dec. 1946, *Bull.* 698.
8. GENEVOIS L., PEYNAUD E. — Composition de seize variétés de pêches et de neuf variétés de prunes. *Revue Horticole*, mai 1947, pp. 295-298-juin 1947, pp. 317-318.
9. NIGHTINGALE G. I., ADDOMS R. H., BLAKE M. A. — Development and Ripening of Peaches are correlated with physical characteristics, chemical composition and histological structure. III. Macrochemistry. Jersey Agricultural Experiment Station, feb. 1930, *Bull.* 494.
10. COUDERC André. — Les étuves à prunes. Villeneuve-sur-Lot, 1890.
11. HAAS A., STADTMAN E. R., STADTMAN F. H., MACKINNEY G. — Deterioration of dried fruits. *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1948.
12. PATRON André. — Recherches sur le brunissement non enzymatique des fruits et des produits de fruits en conserve. *Fruits d'Outre-Mer*, n° 5 et 6, 1950.
13. BLONDEL. — Le triage de la prune en solutions salines. *Ann. Inst. Agric. et des Services Rech. et d'Exp. agric. d'Alger*, fascicule n° 2, déc. 1949, pp. 159-170.
14. BLONDEL. — Le triage des prunes par des solutions isotoniques sucrées. *Revue Agric. de l'Afrique du Nord*, n° 1676, sept. 1951.
15. DÉRIBÉRÉ. — Les applications pratiques des rayons infra-rouges. Édition Dunod, Paris, 1943.
16. DUCOMET V. — Le prunier d'Ente. La vie agricole du Lot-et-Garonne, 1938.
17. DELMAS H. G. — Le séchage des prunes. *Agriculture*, juin 1950, n° 114, pp. 207-211.

## L'activité résiduelle rémanente du Lindane

L'hexachlorocyclohexane (1) est un corps d'une grande stabilité chimique ; mais, malgré cette stabilité, les dépôts d'H. C. H. réalisés sur des surfaces aériennes ne conservent pas longtemps leur activité insecticide.

Cette faible rémanence de l'H. C. H., et par conséquent du lindane, s'explique par la sublimation rapide du produit. En effet, lorsque la sublimation est réduite, comme dans le cas des traitements des sols, la rémanence de l'activité insecticide est considérable : 3 à 4 ans dans les sols des régions tempérées (2) et 8 à 11 mois dans les sols tropicaux (3).

Il nous a paru intéressant de mettre en évidence de façon précise la part que prend la sublimation dans la perte d'activité des dépôts résiduels de lindane. Dans un travail précédent (4) nous avons étudié la conservation de l'activité insecticide des dépôts d'H. C. H. technique à 0,012 mg/cm<sup>2</sup> et de lindane à 1,2.10<sup>-4</sup> mg/cm<sup>2</sup>. Dans le premier cas, en 2 mois l'activité insecticide avait diminué de 90 % envi-

ron et dans le second cas le même résultat avait été obtenu en 12 jours.

Dans une nouvelle série de 270 tests utilisant 2.700 charançons, *Sitophilus (Calandra) oryzae*, 30 cellules (4) contenaient des dépôts résiduels faits sur papier filtre par inhibition avec une solution acétonique titrant 2,5 % de lindane. Ces dépôts sont considérables puisqu'ils représentent 0,14 mg d'H. C. H. par cm<sup>2</sup>, soit 0,012 mg d'isomère  $\gamma$  ; dans la pratique ils seraient obtenus par la pulvérisation normale d'une bouillie contenant environ 1,5 kg d'isomère  $\gamma$  pour 100 litres d'eau.

En réalisant ainsi des dépôts très importants on pouvait espérer observer avec plus de précision les variations de l'activité insecticide.

Les 30 cellules contenant les dépôts insecticides furent divisées en trois séries. Les tests réalisés de suite après le traitement pour chaque série eurent les résultats suivants :

	Mortalité en %						Total des mortalités	coef.	Activité insecticide	
	2 h.	4 h.	6 h.	24 h.	48 h.	4 j.				7 j.
Série 1 .....	26	84	96	100	100	100	100	606	6,06	100
Série 2 .....	19	83	99	100	100	100	100	601	6,01	100
Série 3 .....	30	100	100	100	100	100	100	630	6,30	100

(1) Le lindane est la dénomination courante de l'isomère  $\gamma$  de l'hexachlorocyclohexane, principe actif de cet insecticide.

(2) KASTING (R.) et WOODWARD (J. C.), 1951. *Scientific Agriculture*, vol. 31, n° 4, p. 133-138.

(3) DAUDIN (J.), 1951. *Annales de l'I. F. A. C.*, n° 3, p. 37-44.  
CUILLÉ (J.) *Fruits*, Vol. 6, n° 7, 1951, pp. 280-284.

(4) Dispositif expérimental décrit :

CUILLÉ (J.) et DAUDIN (J.), 1950. *Rev. Path. et Ent. Agric.*, t. XXIX, n° 4, p. 226-235.

CUILLÉ (J.) et GABRIEL (G.), 1951. *Fruits*, vol. 6, n° 8, p. 327-333.