

Relations entre la nutrition de l'arbre et les maladies physiologiques ou de conservation des fruits.

Claire HUGUET*

RELATIONS ENTRE LA NUTRITION DE L'ARBRE ET LES MALADIES PHYSIOLOGIQUES OU DE CONSERVATION DES FRUITS.

Claire HUGUET

Fruits, nov. 1983, vol. 38, n° 11, p. 781-787.

RESUME - Dans les différents pays producteurs de fruits, il est bien établi que certaines maladies physiologiques telles que le bitter pit et le brunissement interne de plusieurs cultivars de pommes, sont liées à des perturbations concernant la composition minérale des tissus du fruit. On reconnaît également que la fragilité du fruit à des agressions externes (grêle, manipulations au cours de la récolte) et sa sensibilité aux atteintes fongiques notamment, sont sous la dépendance de son état azoté et minéral.

On donne un aperçu succinct des relations établies jusqu'ici entre la composition du fruit et les principaux groupes de facteurs de dépréciation du fruit mentionnés ci-dessus. Puis, on examine successivement les résultats d'expériences de longue durée et les observations ponctuelles récentes qui ont fait appel à l'analyse du fruit en vue de formuler un diagnostic de son comportement au cours de la conservation.

Ces études ont pour conséquences des recommandations utiles à l'évolution des techniques culturales en verger.

INTRODUCTION

Au cours des trente dernières années, des modifications profondes ont marqué la production du fait de l'évolution variétale, des progrès apportés aux techniques de culture, de la place prise par la conservation et la commercialisation. Actuellement, les impératifs économiques de l'entreprise agricole font intervenir des cultivars qui assurent de hauts rendements et qui répondent aux normes commerciales en vigueur. En même temps, l'obtention de fruits de qualité

est devenue un objectif essentiel pour les arboriculteurs, en vue de satisfaire le goût du consommateur.

Parmi les techniques mises en oeuvre dans les vergers, il est bien admis que la fourniture des substances nutritives azotées et minérales nécessaires aux arbres joue un rôle important à l'égard du rendement et de la qualité des produits obtenus. Au cours de la dernière décennie, on a pu constater l'évolution des concepts relatifs à l'alimentation des arbres fruitiers : au critère de besoin global de l'arbre s'est ajouté celui de l'existence en éléments nutritifs de chaque organe, notamment celle des bourgeons et des fruits, exigence que devront satisfaire les interventions fertilisantes. Parallèlement, se posent les problèmes des relations entre l'état nutritif du fruit et certains critères de la qualité, notamment ceux qui concernent la commercia-

* - Institut national de la Recherche agronomique - Station d'agronomie - 84140 MONTFAVET.

Communication présentée au 2e Colloque sur les Recherches fruitières - Bordeaux, 1982.

lisation et la conservation des produits.

Cette communication traite, d'une part, des anomalies désignées par les termes de maladies physiologiques qui déprécient la pomme et, d'autre part, de quelques atteintes parasitaires préjudiciables à la conservation, dont nous citerons brièvement les agents responsables, ceux qui sont le plus fréquemment dénombrés en France.

TECHNIQUES D'ETUDE ET INVENTAIRE DES PRINCIPALES ANOMALIES DE LA POMME

Les techniques d'étude.

Depuis les premières observations de JAGER (1869) concernant des lésions de la pomme, il est certain que des progrès considérables ont été réalisés pour établir les liaisons entre l'état nutritif de l'arbre et les diverses anomalies qui déprécient la qualité du fruit. Ces progrès concernent plusieurs secteurs d'activité :

- les méthodes de conduite des arbres,
- les moyens de détection des anomalies, qu'il s'agisse d'identifier des parasites ou d'examiner l'état des tissus du fruit (microscopie électronique),
- les techniques analytiques de plus en plus sensibles et fiables,
- les méthodes statistiques plurifactorielles très performantes à l'égard du nombre important de variables à considérer.

Actuellement, trois processus d'investigation sont mis en oeuvre pour établir les corrélations utiles à l'amélioration de la production :

- l'expérimentation au verger où sont introduites les variantes concernant les substances nutritives apportées sous forme d'engrais ou d'amendements, mises au sol ou sur la frondaison.
- la conduite des arbres hors sol, en conditions contrôlées sur substrats de culture ou en hydroponique, expériences au cours desquelles peut intervenir l'inoculation des parasites à étudier.
- l'enquête dans les vergers et dans les chambres de conservation (méthode sans intervention) : les paramètres ayant trait aux caractéristiques du milieu, aux techniques de culture du verger ou à celles de la chambre froide, à l'état nutritif de l'arbre, sont enregistrés et confrontés aux anomalies dénombrées dans le verger ou au cours de la conservation.

Quelle que soit la méthode d'investigation suivie, le niveau nutritif de l'arbre est évalué d'après l'analyse de la feuille, mais l'analyse du fruit a pris récemment un certain essor, du fait d'une meilleure corrélation avec les problèmes de qualité de la production.

L'inventaire des principales anomalies.

Cette communication fait état des liaisons qu'ont révélées les recherches conduites tant en France que dans les divers pays producteurs de fruits, en ce qui concerne les deux principaux groupes d'anomalies suivants :

- les altérations d'origine non parasitaire, c'est-à-dire :
 - les maladies liégeuses,
 - les accidents de conservation,
 - les traumatismes.
- les altérations dues à des maladies cryptogamiques se traduisant par des pourritures.

Toutefois, dans l'inventaire succinct présenté ci-dessous, sont retenues les principales affections constatées en France, reconnues dépendantes des conditions de l'alimentation de l'arbre. Le classement présenté se réfère successivement aux travaux de BONDOUX (1964), FAUST, SHEAR (1968) et MARCELLIN (1964).

Les maladies liégeuses qui se manifestent par la mort des cellules et la formation plus ou moins importante de liège, sont divisées en trois classes principales de lésions : le coeur liégeux (corky core), les taches amères (bitter pit), les amas liégeux (cork spot et internal cork).

A ce premier groupe de défauts, ajoutons celles qui sont centrées sur les lenticelles : tache Jonathan (Jonathan spot), qui affecte également Jonared, Blackjon, les variétés rouges, taches lenticellaires (Lenticel Blotch pit), et, d'une manière moins précise, en ce qui concerne leur appellation, les lenticelles éclatées et anormalement pigmentées pour la variété considérée.

Les accidents de conservation. Dans ce deuxième groupe, on distingue :

- le brunissement interne des tissus ayant le plus souvent une consistance cotonneuse ; il est suivi d'une décomposition par sénescence (internal breakdown). Observé chez les Delicieux rouges, il est signalé également chez Jersey Mac et Granny Smith.
- l'échaudure (Scald), brunissement superficiel pouvant atteindre de nombreuses variétés de pomme, n'est plus considéré comme dépendant uniquement des conditions de stockage.
- l'éclatement plus ou moins intense des tissus chez les gros fruits notamment : cet accident observé au verger chez les variétés classiques, peut être également présent au cours du stockage. Très récemment, on a signalé la présence de fentes sur les arbres jeunes de Black Stayman Improved.

Le coeur vitreux (Water core). Il occupe une place particulière dans la nomenclature puisque les symptômes se déclarent dans le verger ; ils disparaissent au cours de la réfrigération, mais leur succèdent parfois des phénomènes de décomposition interne de la chair.

Les traumatismes. Ils ont une origine d'ordre climatique dans le cas de la grêle atteignant les jeunes fruits.

Ils sont par ailleurs la conséquence des pressions et des chocs exercés dans le verger au cours de la récolte, et des manipulations au cours de l'entreposage.

Ils se traduisent essentiellement par des dépressions plus ou moins profondes chez les variétés reconnues sensibles.

Les altérations dues à des maladies cryptogamiques. Dans le cadre de ce compte rendu, on ne procède pas à l'énumération exhaustive des principaux agents responsables de la pourriture des pommes ; ils ont fait l'objet d'études spécialisées auxquelles on se reportera : BONDOUX (1966), VIENNOT-BOURGIN (1979).

La nomenclature reportée ci-dessous concerne les champignons particulièrement dommageables et fréquents, qui ont été impliqués dans des études portant sur la nutrition de l'arbre :

Alternaria tenuissima
Botrytis cinerea
Cylindrocarpon mali
Fusarium
Gloeosporium perennans
Monilia fructigena
Penicillium expansum
Stemphylium botryosum
Trichoseptoria fructigena

Ils comprennent les champignons intervenant à la suite d'une blessure, et ceux qui pénètrent par les lenticelles, la dépression du calice, ou le pédoncule.

EFFETS DES ELEMENTS NUTRITIFS SUR LE DEVELOPPEMENT DES PRINCIPALES ANOMALIES DE LA POMME

Les études les plus anciennes ont porté essentiellement sur trois éléments : l'azote, le potassium et le bore, dont les effets à l'égard du comportement du fruit étaient expliqués par l'analyse de la feuille. Par la suite, la détermination des éléments portant sur la composition du fruit, a inclus le phosphore, le calcium, le magnésium, constituants essentiels à l'égard de la qualité de la pomme.

L'azote

Parmi les trois questions que soulève le maniement de cet élément, celle de la dose d'application a donné lieu à des observations essentiellement centrées sur la coloration

et la fermeté du fruit. Par la suite, les travaux de HILKENBAUMER et KOHL (1968), ont souligné l'augmentation des risques de bitter pit en sol faiblement calcique, suite à la croissance excessive des arbres.

La sensibilité à l'échaudure de Golden delicious et de Red delicious serait également accrue si les disponibilités d'azote sont élevées ; elles influenceraient également le vieillissement du fruit et sa décomposition au cours de la conservation, d'après MARTIN, LEWIS, CERNY (1969).

L'accent est également mis sur l'importance de la forme azotée, nitrique ou ammoniacale, à réserver de préférence au pommier, d'après les travaux de longue durée conduits en hydroponique par LÜDDERS et MANOLAKIS (1977) ; la forme ammoniacale augmente la sensibilité du fruit au bitter pit par le jeu d'un antagonisme vis-à-vis des cations, et notamment du calcium.

Les mises au point concernant l'influence de la période d'application de l'azote largement développées par ces mêmes auteurs, ainsi que par BUNEMANN et LÜDDERS (1975), donnent la préférence à un apport d'azote ammoniacal au printemps et à de faibles approvisionnements en nitrate depuis le mois de juin jusqu'en septembre, en vue d'optimiser la teneur en calcium de la pomme.

Le phosphore.

Au cours de plusieurs décennies, les effets de cet élément ont été rarement mis en évidence. Récemment, JOHNSON et YOGARATMAN (1978), ont souligné l'intérêt de maintenir la teneur en phosphore du fruit à un niveau suffisant, afin d'éliminer une des causes de détérioration de la pomme en conservation. Cette conclusion rejoint celle de SHARPLES (1979), concernant la corrélation positive entre le phosphore du fruit et sa fermeté. Les travaux conduits avec ARNOUX et DEFRANCE au Domaine S.A.D.-I.N.R.A. de Gotheron, concluent également à la liaison entre le phosphore et les atteintes en conservation, pour la variété Melrose. A l'échelon de la France, il s'agit de la première mise en évidence de l'action favorable que peut exercer cet élément vis-à-vis de la tenue du fruit en conservation (tableau 1).

Le calcium.

Depuis les travaux de GARMAN et MATHIS (1959), relatifs à la sensibilité de la pomme Baldwin au bitter pit, s'est développé un nombre considérable d'études, dont SHEAR (1975) a fait une synthèse. En verger, comme en cultures hydroponiques, une insuffisance du calcium dans le fruit se traduit par des désordres liégeux, et des altérations non parasitaires en conservation. Si le coeur liégeux est un problème qui prédomine dans les régions chaudes, par ailleurs, la décomposition interne du fruit est préoccupante dans les conditions des basses températures et d'une insuffisance calcique de la pomme.

TABLEAU 1 - Coefficients de corrélation entre les taux de pourriture ($\text{arc Sin } \sqrt{\%}$) de la pomme Melrose et la teneur du fruit en éléments minéraux.

Eléments ou rapports	années				
	1976	1977	1978	1979	1980
P		-0,28*			
Ca	-0,61**				-0,31*
K/Mg	-0,50*			0,33**	
K/Ca	0,49*			0,31*	0,33**
Ca/Mg	-0,79**		-0,46**		
K + Mg/Ca	0,50*			0,31*	0,32**
pourriture p. 100 fruits	47	7	14	13	27

* - signification avec p entre 0,05 et 0,10

** - signification avec P = 0,05.

Récemment, les observations réalisées sur des pommiers cultivés en solutions nutritives (HUGUET, 1979), ont souligné plusieurs anomalies importantes concernant la qualité du fruit, du fait de la fragilité de l'épiderme de Golden delicious. Les jeunes fruits déficitaires en calcium sont sensibles à la grêle (photo 1) qui provoque des dépressions superficielles, tandis que les fruits bien pourvus en calcium ne sont pas dépréciés. A maturité, la déficience calcique se traduit par des fentes transversales assez profondes dans la chair, tandis que l'épiderme est parsemé de ponctuations rouges et brunes dues à l'éclatement des lenticelles (photo 2).

Des champignons parasites ont également envahi les fruits déficitaires en calcium ; en pénétrant par les nombreuses blessures de l'épiderme et de la chair, ils provoquent des pourritures particulièrement importantes. Les déterminations de la flore fongique effectuées par P. BONDOUX, indiquent la présence des espèces suivantes : *Alternaria tenuissima*, *Alternaria chartarum*, *Cladosporium herbarum* et *Botrytis cinerea*.

Dans un verger d'étude établi au Domaine de Gothenon, en collaboration avec M. ARNOUX et DEFRANCE, le comportement de la variété Melrose en conservation frigorifique est traduit en terme de corrélation entre le taux des pourritures ($\text{arc Sin } \sqrt{\%}$) et les teneurs des fruits en éléments (tableau 1).

La liaison entre le calcium du fruit et les atteintes est négative, deux années sur cinq ; cette relation souligne l'importance du niveau calcique dans l'élaboration de tissus suffisamment résistants aux champignons. Les parasites de blessures tels que *Penicillium expansum*, *Alternaria tenuissima*, *Monilia fructigena*, représentent les espèces que P. BONDOUX a le plus fréquemment identifiées en 1980. Parmi les 17 catégories de champignons présents, six d'entre elles correspondent à des parasites latents. Ils ont été dénombrés en quantités trop restreintes pour que

l'on puisse juger de la différence de sensibilité du fruit en présence de ces espèces, compte tenu des teneurs variées du calcium présent dans les divers lots de fruits. Toutefois, dans le verger d'étude, l'intervalle des teneurs en calcium de la chair de Melrose est relativement lâche : 3,01 à 6,60 mg pour 100 g de matière fraîche. La présence de certains parasites fongiques est soulignée de la façon suivante :

Calcium p. cent de matière fraîche en mg :

3,01 à 3,19	{ <i>Alternaria chartarum</i> <i>Penicillium expansum</i>
4,70 à 5,25	{ <i>Monilia fructigena</i> <i>Penicillium expansum</i>

Alternaria chartarum se développerait semble-t-il de préférence sur les fruits dont la teneur en calcium est faible. Cette observation rejoint celle qui a été réalisée dans les cultures hydroponiques de Golden delicious (HUGUET, 1979).

Le potassium et le magnésium.

Les discussions précédentes ont montré l'importance du calcium à l'égard du fonctionnement normal des cellules du fruit, mais le rôle de cet élément ne doit pas être isolé de celui des deux cations, le potassium et le magnésium. En effet, les études portant sur les atteintes liégeuses, et notamment le bitter pit, ont souligné les corrélations étroites entre l'importance des lésions et plusieurs rapports des éléments ; d'après GARMAN et MATHIS (1956), les valeurs de Mg/Ca et de K + Mg/Ca, sont les plus significatives. Ces conclusions désormais classiques, sont appliquées à l'établissement du diagnostic de la maladie et à la recherche des causes responsables de lésions liégeuses. L'augmentation de ces deux rapports qui correspond à une fréquence accrue des lésions, est l'indice, soit d'une disponibilité excessive en potassium ou en magnésium, soit d'une insuf-

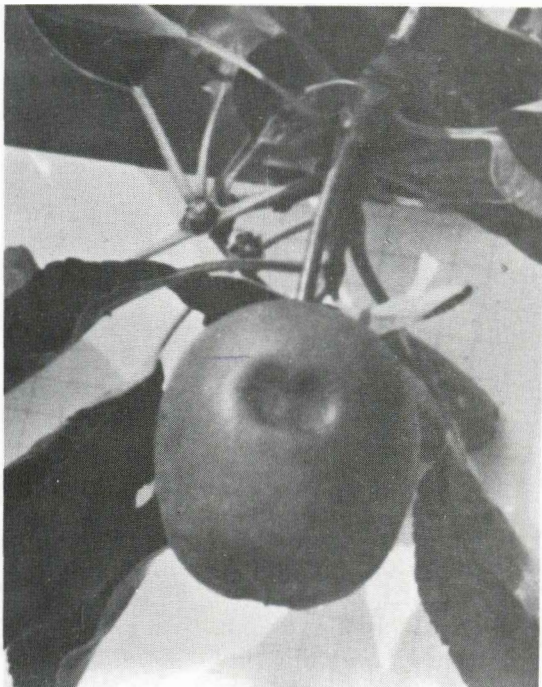


Photo 1 - Sensibilité à la grêle du jeune fruit déficient en calcium.

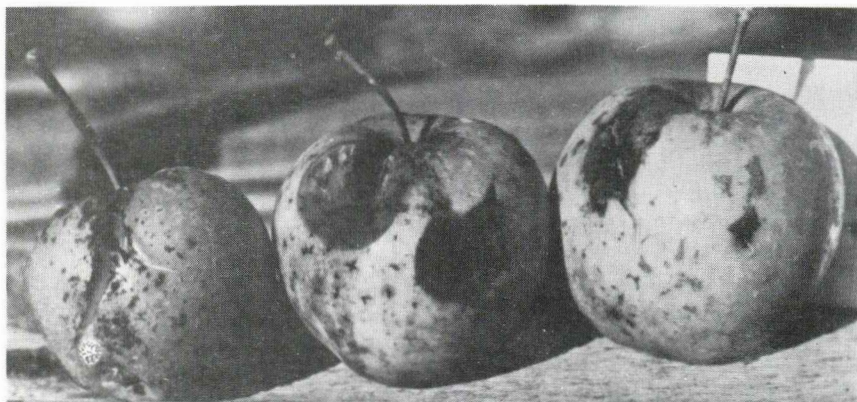


Photo 2 - Influence d'une déficience calcique chez Golden delicious : éclatement de la chair et des lenticelles, attaques fongiques, pourritures (cultures hydroponiques).

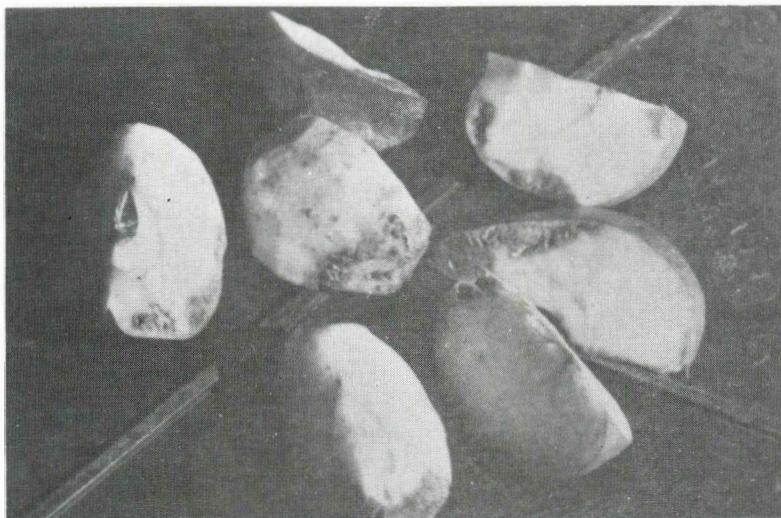


Photo 3 - Amas liègeux de la pomme : déficience en calcium et en bore.

finance calcique. La substitution du potassium dans la membrane cellulaire à la place du calcium, en altère profondément l'activité. Des mesures correctives devront alors être appliquées dans le verger. Dans l'expérience portant sur la variété Melrose précédemment citée, les corrélations calculées entre les taux de pourritures et les rapports des cations, sont significatives deux années sur cinq (P 0,05) notamment pour Ca/Mg, une année pour K/Mg et pour K + Mg/Ca. La signification est plus lâche les autres années.

Par ailleurs, en ce qui concerne les fruits atteints de taches liégeuses, leur présence est liée à une modification des relations cationiques, comme l'indique les teneurs suivantes rapportées à 100 g de matière fraîche de la chair de Melrose, exprimées en mg.

	Fruits atteints de taches liégeuses	fruits sains
Potassium	96,4 à 112,4	90,5 à 88,27
Calcium	3,01 à 3,19	4,70 à 5,25
Magnésium	3,85 à 4,06	4,59 à 4,66
<u>K + Mg</u>		
<u>Ca</u>	33,3 à 36,5	20,2 à 17,7

En conséquence, les trois éléments : calcium, magnésium, potassium, contenus dans le fruit dans des proportions relatives qui varient selon les années, conditionnent essentiellement la sensibilité de la pomme aux atteintes parasitaires et aux atteintes liégeuses. L'influence du climat

sur la température et l'humidité du sol se traduit par un flux des éléments dans le sol et une absorption par les racines, suffisamment variables chaque année pour induire des sensibilités annuelles particulières dans les tissus du fruit de chaque cultivar.

Les principales connaissances concernant les relations entre certaines altérations de la pomme et le contenu du fruit en substances nutritives, acquises dans les divers pays producteurs de pommes, ont été reportées au tableau 2. Cependant, les seuils des teneurs proposées par les auteurs, n'ont pas été mentionnées ici, parce qu'elles concernent le plus souvent des variétés peu ou pas cultivées en France.

A titre d'exemple, sont reproduites ci-dessous, les valeurs indiquées par SHARPLES (1979), concernant la variété Cox's Orange pippin (tableau 3).

CONCLUSIONS

Comme on peut le constater, en France les recherches établissant les relations entre les paramètres caractérisant la composition azotée et minérale de la pomme, et les altérations qui apparaissent au verger ou au cours de la conservation du fruit, sont relativement peu nombreuses.

Dans un premier temps, l'utilisation de cultures hors sol, en milieu contrôlé, a permis de localiser les relations entre

TABLEAU 2 - Relations entre les éléments nutritifs contenus dans la pomme et les anomalies d'ordre physiologique ou les dégâts en conservation - Synthèse des connaissances actuelles.

Maladies liégeuses	Augmentation de la sensibilité avec l'élément en excès	Résistance accrue avec :	
		un taux suffisant de l'élément	ou un rapport faible
coeur liégeux	azote	calcium	} potassium/calcium magnésium/calcium potassium+magnésium calcium
bitter pit	azote	calcium	
amas liégeux (photo 3) taches des lenticelles		calcium ou bore calcium	
fragilité du fruit	azote	calcium-phosphore	
traumatismes	azote	calcium	
coeur vitreux		calcium	
Maladies de conservation			
brunissure interne	azote	calcium	
décomposition interne et sénescence échaudure	azote azote-calcium		
Maladies parasitaires			
<i>Gloeosporium</i>		calcium	} potassium/calcium magnésium/calcium
<i>Alternaria tenuissima</i>	}	calcium-phosphore	
<i>Alternaria chartarum</i>		calcium	
<i>Cladosporium herbarum</i>			
<i>Botrytis cinerea</i>			

TABLEAU 3 - Teneur de la pomme Cox en mg pour 100 g de poids frais.

	Azote	Phosphore	Potassium	Calcium	Magnésium
pour une bonne conservation	50-70	11 min.	130-160	5,0* à 4,5 **	5,0

* - pour conservation en atmosphère normale.

** - pour A.C. dans 2 p. 100 O₂, 1 p. 100 de CO₂, jusqu'en mars.

la nutrition calcique et plusieurs anomalies qui déprécient la qualité de la pomme Golden, notamment la fragilité du fruit face aux agressions externes, d'ordre physique ou parasitaire.

Dans les conditions du verger, il est certainement plus difficile de mettre en évidence de telles relations du fait de l'influence qu'exercent à chaque instant les caractéristiques du climat et du sol sur la disponibilité des éléments nutritifs et leur absorption par l'arbre.

Actuellement, on peut considérer comme praticable le diagnostic des principales causes responsables des lésions de type liégeux, en faisant appel à l'analyse minérale et azotée du fruit, à condition de mettre en oeuvre les tech-

niques analytiques suffisamment précises et sensibles, nécessaires à de telles déterminations.

Les études concernant les relations entre la nutrition du fruit et les anomalies qui apparaissent au cours de la conservation ont encore peu progressé en ce qui concerne le comportement des différentes variétés cultivées en France. Seul, le cultivar Melrose a fait l'objet d'investigations qui ont mis l'accent sur le rôle joué par le phosphore ou les trois cations, potassium, magnésium et calcium, entrant dans la composition du fruit. Dans l'immédiat, l'utilisation d'enquêtes bien conduites au verger et en chambre froide, devrait faire avancer les connaissances sur ce thème, certes difficile, mais utile à l'économie de la production fruitière.

BIBLIOGRAPHIE

- BONDOUX (P.). 1964.
Les principales maladies cryptogamiques des pommes et des poires en conservation.
Arboriculture fruitière, 121, 17-25.
- BONDOUX (P.). 1966.
Les maladies liégeuses.
in : VIENNOT-BOURGIN : Les champignons parasites des arbres fruitiers à pépins.
M. Ponsot Editeur, Chap. XIV, 129-135.
- BUNEMAN (G.) et LÜDDERS (P.). 1975.
Influence des conditions de croissance sur certains troubles physiologiques de la pomme.
Physiologie végétale, 13 (3), 677-684.
- FAUST (M.) et SHEAR (C.B.). 1968.
Corking disorders of apples : a physiological and biochemical review.
Bot. Rev., 34, 441-469.
- GARMAN (P.) et MATHIS (W.T.). 1956.
Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut.
Bull. Conn. Agric. Exp. Stat., 601.
- HILKENBAUMER (F.) et KOHL (W.). 1968.
Einfluss der Calcium und Stickstoffversorgung auf die Stippigkeit von Äpfeln.
Erwebsobstbau, 10, 1-3.
- HUGUET (Claire). 1979.
Effects of the supply of calcium and magnesium on the composition and susceptibility of Golden delicious apples to physiological and pathological disorders.
Mineral nutrition of fruit trees, Chap. 10, 93-98.
- JAGER (G.). 1869.
Über das Pelzigwerden Stippigwerden der Kernobstfrucht.
Monatshefte für Obst- und Weinbau, p. 318-319.
- JOHNSON (D.S.) et YOGARATNAM (N.). 1978.
The effects of phosphorus sprays on the mineral composition and storage quality of Cox's Orange Pippin apples.
J. Hort. Sci., 53, 171-178.
- LEWIS (T.L.), MARTIN (D.), CERNY (J.), RATKOWSKY (D.A.). 1977.
The effects of increasing the supply of nitrogen, phosphorus, calcium and potassium to the roots of Merton Worcester apple trees on leaf and fruit composition and on the incidence of bitter pit at harvest.
Journal of Horticultural Science, 52, 409-419.
- LÜDDERS (P.) et MANOLAKIS (E.). 1977.
Die Wirkung gleichmäßiger und jahreszeitlich abwechselnder Ammonium und Nitraternährung auf Apfelbäume. V.
Gartenbauwissenschaft, 42, 6, 276-283.
- LÜDDERS (P.). 1979.
The effect of nitrogen nutrition on bitter pit in apples.
Commun. Soil Sci. Plant Anal., 10, 401-415.
- MARCELLIN (P.). 1964.
Les maladies de l'entreposage frigorifique des pommes et des poires.
Arboriculture fruitière, 119, 17-22.
- MARTIN (D.), LEWIS (T.L.), CERNY (J.) et GRASSIA (A.). 1969.
Effect of some chemical treatments on the incidence of bitter pit and breakdown in Cox apples.
Fld. Stn. Rec., Div. Ind. C.S.I.R.O., 8, 57-76.
- SHARPLES (R.O.). 1979.
The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom.
in : *Mineral nutrition of fruit trees* Butterworths Edit. Londres 3, 17-28.
- SHEAR (C.B.). 1975.
Calcium nutrition and quality in fruit crops.
Commun. Soil Sci. Plant Anal., 6 (3), 233-244.
- VIENNOT-BOURGIN (G.). 1979.
La pathologie de la conservation frigorifique des fruits à pépins.
Phytoma, Défense des cultures, Nov., 16-21.