

LA FERTILISATION
DANS LA
PRODUCTION
ARBORICOLE
INTEGREE

Réunion à Changins
2 et 3 septembre 1980

TABLE DES MATIERES

	P.
PROFILS DE FERTILITE ET D'ENRACINEMENT EN CULTURE ARBORICOLE	2
ANALYSE DE SOL ET CONSEIL DE FUMURE DANS DES DOMAINES DE PRODUCTION INTEGREE EN SUISSE ALEMANIQUE	7
VERS L'UTILISATION PRATIQUE DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE EN VITICULTURE ET EN ARBORICULTURE	11
LA TACHE AMERE DES POMMES : RESULTATS POUR SA PREVENTION AU MOYEN DE TRAITEMENT DE SELS DE CALCIUM	28
CAUSES POSSIBLES DES MALADIES PHYSIOLOGIQUES SUR POMMIER	36
L'ANALYSE MINERALE DES FRUITS EN VUE DE PREVOIR LEUR CONSERVABILITE : BILAN DE SIX ANNEES D'ACTIVITE D'UN SERVICE PRATIQUE	44
RELATION FERTILITE ET ENNEMIS DES PLANTES - INFLUENCE DE LA VIGUEUR DE L'ARBRE SUR LES PULLULATIONS D'ACARIENS ROUGES (P. ULMI) EN VERGER DE POMMIER	46
FUMURE ET FREQUENCE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES CHEZ LE POMMIER	52
ACTION DE LA FUMURE AZOTEE SUR LA MULTIPLICATION DE L'ACARIEN ROUGE MANONYCHUS ULMI	54
BILAN DE LA REUNION	56
LISTE DES PARTICIPANTS	58
ADDENDUM	
INTEGRATED PRODUCTION OF APPLES	
Report of a workshop held at Wädenswil, Switzerland on June 15th- 16th , 1982	60

INTRODUCTION

Le Groupe de Travail de l'OILB "Protection intégrée en verger" que dirige le Dr. Steiner organise à Changins une réunion traitant des problèmes de la nutrition en arboriculture.

Ce n'est pas par hasard que ce groupe de travail s'occupe de fertilisation. Cette discipline fait partie des moyens de production à disposition du praticien. Elle influence la croissance de l'arbre, en d'autres termes, la végétation, la production et la qualité. Dans un concept de "production intégrée" la fertilisation prend une place d'importance.

Le but de cette réunion est de normaliser les techniques aboutissant à la "production intégrée" afin de permettre une récolte de qualité respectant les exigences de l'écologie.

Les expériences en place tant dans le sud de la France que dans le bassin lémanique ont démontré la nécessité de faire un bilan des moyens d'investigation utilisés dans les différentes régions.

Les thèmes choisis sont :

METHODES D'APPRECIATION DE LA FERTILITE EN VERGER,

- par analyse de sol
- par analyse de feuilles
- par d'autres analyses (fruits, écorce, bourgeons, etc.,)

PROBLEMATIQUE DE L'APPRECIATION DES RESULTATS D'ANALYSES

concernant plus particulièrement le calcium, l'azote, le phosphore, le magnésium ou d'autres éléments de la nutrition des plantes.

POSSIBILITES D'ETABLISSEMENT DE METHODES DE REFERENCES OU EVENTUELLEMENT DE STANDARDISATION

entre les différents instituts, en ce qui concerne les analyses des points 1 et 2.

CONSEIL DE FERTILISATION AUX PRODUCTEURS

- en fonction de l'appréciation de la fertilité
- en fonction de l'équilibre physiologique des arbres (techniques culturales, méthodes de tailles, etc.,)
- en fonction de la culture (normes ou directives de fertilisation)

RELATION FERTILITE ET ENNEMIS DES PLANTES

RELATION FERTILITE ET QUALITE DES FRUITS A LA RECOLTE

(qualité intrinsèque, conservation, etc.,)

Le but de cette réunion est de susciter une discussion ouverte et libre sur les problèmes que nous avons retenus. Nous souhaitons également que les efforts considérables réalisés dans les différentes régions et disciplines puissent devenir complémentaires.

J.P. Ryser

PROFILS DE FERTILITE ET D'ENRACINEMENT EN CULTURE ARBORICOLE

J. CATZEFLIS¹ et J.P. RYSER
Station fédérale de recherches
Agronomiques de Changins
CH 1260 NYON

L'exposé de M. J. Catzefflis ayant fait par la suite l'objet d'une publication dans la Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture Vol. 13 (2) 101-105 nous nous permettons de le reproduire dans ce rapport.

Introduction

Afin d'améliorer le conseil de fumure à partir d'une analyse chimique du sol il nous a paru important de savoir où se trouve la zone du sol prospectée par les racines.

La recommandation en usage, concernant le prélèvement d'échantillons de sol, est de prendre des carottes de 0 à 20 cm de profondeur pour constituer l'échantillon "sol" après avoir écarté les déchets organiques en surface; puis de 30 à 50 cm de profondeur pour le "sous-sol". Cette technique usuelle de prélèvement ne tient pas compte de la zone effectivement prospectée par les racines, pas plus que de la répartition des éléments minéraux dans le profil du sol.

L'appréciation de la fertilité d'un verger peut être erronée par le fait que les 5 premiers centimètres sont très riches en éléments fertilisants mais ne sont pas colonisés par les racines.

De plus, la plupart des vergers étant engazonnés dans l'interligne et désherbés sur la ligne, faut-il tenir compte de cette situation, lors du prélèvement des échantillons ? Faut-il répartir les 12 prélèvements conseillés pour fournir l'échantillon, proportionnellement aux surfaces engazonnées et désherbées ?

Certes, la recherche entreprise devra encore être complétée avant d'autoriser un changement des directives pour le prélèvement d'échantillons de terre. Mais elle a déjà mis en lumière quelques faits d'importance pratique pouvant permettre une amélioration de l'échantillonnage de sol des vergers.

Méthode de travail

Nous avons choisi 5 vergers représentatifs des sols de la Suisse romande et prélevé des échantillons de terre selon la méthode usuelle; dans la ligne désherbée, à mi-distance entre 2 arbres adjacents; et au milieu de l'interligne, entre les passages des roues des machines, également à mi-distance entre 2 arbres proches.

Les 5 vergers sont tous plantés en Golden Delicious, mais différents par le sol, le porte-greffe, la distance de plantation, les dates de plantation et l'enherbement, comme le précise le tableau 1.

1) Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères, CH-1964 Conthey.

Dans chaque verger, ligne et interligne sont échantillonnés séparément, par profondeurs successives : 0-5 cm, 5-10 cm, 10-25 cm, 25-50 cm et enfin 50-75 cm soit 10 échantillons par verger (5 couches x 2 localisations).
Chaque échantillon provient de 12 prélèvements.

Tableau 1. Caractéristiques des 5 vergers

	Saxon	Vionnaz	Allaman	Prangins	Changins
Granulométrie ^{a)}					
% argile (< 2, μ)	7,7	20,2	25,6	30,9	28,2
% silt (2-50, μ)	58,4	50,8	43,8	50,9	54,9
% sable (50-2000, μ)	33,9	29,0	30,6	18,2	16,9
Matière organique a)					
%	1,6	2,7	2,8	2,8	2,2
Porte-greffe	M7	?	M7	M9	MM106
Distance de plantation					
entre rangs	5 m	6 m	5 m	3,5 m	4 m
sur le rang	4 m	6 m	4 m	2,5 m	3,5 m
Date de plantation	1961	1960	1966	1971	1967
Date d'engazonnement	1968	1960	1968	1973	1968

a) dans l'horizon 10-25 cm.

Malgré cette correction, la différence entre ligne et interligne est frappante comme il apparaît au tableau 3 et au figures 2 et 3.

Elle est encore plus marquée pour les radicelles que pour les racines. Elle n'est pas seulement quantitative, mais aussi qualitative : dans l'interligne, on découvre surtout des radicelles longues et peu ramifiées, et dans la ligne, le contraire. La figure 4 illustre les 2 types de radicelles.

Au tableau 4 figure le poids de radicelles contenues dans une tranche de sol de 10 cm d'épaisseur sur toute la largeur de la bande, enherbée ou désherbée, pour une profondeur de 75 cm. Pour ce faire, nous avons admis que le résultat obtenu par l'échantillonnage est le même pour toute la largeur de la bande.

Discussion et conclusion

Si le fait que la potasse et surtout l'acide phosphorique s'accumulent fortement en surface n'est pas une surprise, la présence de radicelles dans les 5 premiers centimètres en est une. Dans la mesure où une fraction de l'appareil racinaire suffit à pourvoir les arbres en acide phosphorique, cette couche n'est pas à négliger.

Tableau 4.

Poids calculé de radicelles

(en grammes, pour une tranche de sol de 10 cm d'épaisseur, 75 cm de profondeur et largeur égale à l'interligne engazonné ou la ligne désherbée)

	Poids de radicelles dans la tranche de sol		rapport de ces poids	rapport sable argile
	sous la ligne	sous l'interl.		
Saxon	31,5	1,8	17,0	4,4
Vionnaz	22,4	8,2	2,7	1,4
Allaman	16,1	6,5	2,4	1,2
Prangins	3,3	2,2	1,5	0,6
Changins	8,2	6,2	1,3	0,6

La plus grande richesse de la ligne en P_2O_5 et K_2O , sensible surtout dans les horizons superficiels, s'explique par la double dose d'engrais en certains points de distribution au moyen d'épandeurs centrifuges. Le prélèvement par les radicelles plus nombreuses ne suffit pas pour effacer cette différence.

L'enrichissement du sol en matière organique par l'effet de l'enherbement ne se remarque guère au-delà de 10 cm de profondeur.

La mesure de la densité apparente, telle qu'elle est pratiquée dans les 5 vergers, n'a pu mettre en évidence la différence de porosité entre la ligne et l'interligne. Elle a été refaite au verger de changins, par la méthode classique, grâce à l'amabilité de M. Neyroud, de la section d'Agrométéorologie; les résultats de ces mesures, reproduits dans le tableau 5, confirment ce que le prélèvement sur le terrain même avait fait pressentir dans les 5 vergers : la ligne désherbée est moins compacte, plus poreuse, plus perméable à l'air et à l'eau que l'interligne.

Comme nous l'avons déjà observé (Catzeflis, 1972 et 1973) la prolifération des radicelles est très différente entre la ligne et l'interligne. Cette différence est inégalement accusée suivant les vergers; le rapport radicelles de la ligne/radicelles de l'interligne varie de 1,3 à 17,0 (3^e colonne du tableau 4). La nature du sol paraît en être la cause, puisque le rapport sable/argile varie parallèlement, de 0,6 à 4,4 (corrélation significative de $P = 0,001$). Cela s'explique aisément par la sensibilité des racines à l'aération du sol, qui dépend de sa structure, et celle-ci est en étroite relation avec le taux d'argile.

Si les arbres s'alimentent moins à partir de l'interligne que de la ligne désherbée, ils deviennent relativement indifférents au mode d'entretien de l'interligne. Autrefois, les jeunes arbres souffraient de l'engazonnement parce qu'il était pratiqué jusqu'à leur pied. Actuellement, le désherbage d'une bande assez large leur réserve un "sanctuaire" où ils ne craignent ni la compétition du gazon ni la compaction du sol par les machines.

Tableau 5. Déterminations physiques au verger de Changins

	Densité apparente		Porosité totale		Perméabilité	
	Interl.	Ligne	Interl.	Ligne	Interl.	Ligne
5-10 cm	153,5	146,2	41,8	51,5	7×10^{-4}	$2,8 \times 10^{-3}$
15-20 cm	159,5	155,2	40,5	46,3		
35-40 cm	153,4	153,0	43,3	46,5	$3,2 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-3}$

L'importance d'une bonne structure pour le développement racinaire invite à enherber l'interligne le plus tôt possible. Un gazon bien implanté, avant que se multiplie le passage des machines, crée un tapis de racicules qui protège le sous-sol des tassements. Dans le même but, on devrait limiter la bande engazonnée à la largeur des machines.

Pour en revenir à l'objet premier de cette recherche, à savoir la méthode d'échantillonnage du sol, il apparaît que les 5 premiers centimètres ne devraient pas être écartés, tout au moins sur la ligne dés herbée, puisqu'ils renferment déjà des racicules. En second lieu, les prélèvements devraient se répartir en proportion du nombre de racicules se trouvant dans l'une ou l'autre zone, à savoir, deux prélèvements sur la ligne pour un dans l'interligne. Toutefois, on n'envisage pas de modifier les directives actuelles sur le mode de prélèvement des échantillons de terre, avant d'avoir assuré cette première étude par des recherches complémentaires.

Résumé

En procédant à des analyses d'échantillons de sol, entre 2 arbres, prélevés à différents niveaux adjacents dans la ligne dés herbée et au milieu de l'interligne engazonné, on a pu confirmer le fait que la fertilité du sol, très élevée en surface, décroît rapidement en profondeur. On a trouvé un nombre appréciable de racicules dans les 10 premiers centimètres, surtout dans la ligne dés herbée. Dans cette ligne, et à égale distance du tronc, le développement des racicules est de 1,2 à 15 fois plus élevé qu'au milieu de l'interligne, selon la nature du terrain des 5 vergers examinés.

Cela explique la relative indifférence du verger au mode d'entretien du sol de l'interligne. L'enherbement devrait se faire au plus tôt et se limiter à la largeur des machines. Le mode d'échantillonnage du sol est à repenser.

Zusammenfassung

Mittels Bodenproben zwischen 2 Bäumen auf den herbizidbehandelten Baumstreifen sowie in der Mitte der mit Grasmulch versehenen Baumreihe konnte bestätigt werden, dass der Gehalt an chemischen Elementen an der Oberfläche sehr hoch ist, jedoch mit zunehmender Tiefe rasch abnimmt. Man fand eine nennenswerte Anzahl von Würzelchen in den obersten 10 Zentimetern und dies vorallem auf den herbizidbehandelten Baumstreifen. Bei letzteren und bei gleichem Abstand von den Bäumen ist die Entwicklung der Würtelchen, je nach Bodenart der 5 untersuchten Obstgärten, um 1,2 bis 15 mal grösser als zwischen den Baumreihen. Dies erklärt die relative Indifferenz der Bodenpflege zwischen den Baumreihen. Die Einsaat sollte möglichst früh vollzogen und auf die Breite der Maschinen beschränkt werden. Die Art der Bodenprobeentnahme ist neu zu überdenken.

Bibliographie

- CATZEFLIS J., 1972. Observations sur l'enracinement des pommiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 4 (3) 109-110.
- CATZEFLIS J., 1973. Nouvelles observations sur l'enracinement des pommiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 5 (6) 176.

ANALYSE DE SOL ET CONSEIL DE FUMURE DANS DES DOMAINES DE
PRODUCTION INTEGREE EN SUISSE ALEMANIQUE

Ch. GYSI
Eidg. Forschungsanstalt
für Obst-, Wein- und
Gartenbau
8820 WADENSWIL

Le conseil de fumure doit se baser sur l'analyse de sol (éléments P, K, Mg) d'une part et sur l'observation de la culture d'autre part (surtout pour le dosage de N). Une enquête dans des exploitations arboricoles a relevé que les directives de fumure sont en général assez bien acceptées dans la pratique et qu'il y a des différences significatives au niveau du sol en ce qui concerne des parcelles avec des fruits de bonne ou de mauvaise conservabilité.

Actuellement la fertilité du sol est appréciée selon un barème (ex. tableau 1). L'analyse de sol porte sur les éléments suivants : P_2O_5 , K_2O , Mg, pH, $CaCO_3$, granulométrie ou nature. Pour les éléments variables, l'objectif à atteindre est le niveau normal. A ce niveau de fertilité la fumure est basée sur le principe de la restitution des exportations.

Tableau 1.

BAREME DE L'ETAT DE FERTILITE DES SOLS MOYENS
(méthode Dirks-Scheffer) ET CONSEILS DE FUMURE
POUR LA POTASSE EN ARBORICULTURE

Classe de fertilité	analyse de sol mg K_2O / 100 g.	conseil de fumure kg K_2O / ha
1 pauvre	< 1	150 - 100
2 médiocre	1 - 2	100 - 75
3 normal	2 - 4	75 - 50
4 riche	4 - 8	50 - 25
5 très riche	> 8	0

Dans les conditions de la Suisse alémanique la classe 5 est assez fréquente. Beaucoup d'arboriculteurs n'apportent plus d'engrais à leur culture. Bien que cette pratique se réalise dans des régions à fortes précipitations, il n'y a pas de diminution de rendement ou de qualité.

Pour l'azote, l'appréciation de l'état de la culture joue un rôle important dans la détermination de la fumure à appliquer.

Les critères d'appréciation sont les suivants :

- vigueur de la pousse terminale
- couleur des feuilles
- chute des feuilles
- floraison
- taille et densité des fruits
- résultats de l'entreposage
- saveur des fruits

La somme de ces observations aboutit à une appréciation (voir tabl. 2)

Tableau 2.

FERTILISATION AZOTEE EN ARBORICULTURE

Appréciation	Dose d'azote en kg N/ha
manque, carence	70 - 100
normal	40 - 60
excès	0

En général les conseils donnés sont bien suivis. En Suisse les directives de fumure sont différentes selon les régions (voir tabl. 3)

Tableau 3.

DIRECTIVES DE FUMURE EN ARBORICULTURE

Eléments	Norme en kg/ha	
	Suisse alémanique	Suisse romande
N	0 - 100	50 - 150
P ₂ O ₅	20 - 40	100
K ₂ O	50 - 75	200
Mg	10 - 20	40

Enquête sur les problèmes de fertilité et de qualité en Suisse alémanique

L'objectif de ce travail est la recherche de relation entre les analyses de sol, la fertilisation et la production tant quantitative que qualitative.

Depuis 1978, 55 exploitations sont contrôlées.

Variété Golden
Jonathan
Gravenstein

Qualité des fruits - entreposage
- dégustation
- analyse chimique des fruits

Analyse de sol tous les 2 ans

- profil

- méthode d'analyse

Dirks-Scheffer

Extrait à l'eau

NH₄ - ac - EDTA

AL

Fumure

Aspect physiologique de la culture

Relations entre l'analyse de sol, la qualité des fruits, dose d'engrais et le rendement (n = 140)

Sol, qualité engrais, rdt.	Résultat d'entreposage	
	(Golden bon	Glocken) mauvais
<u>Sol</u>		
pH	7,2	6,6
Ca total	12,4	1,5
Ca (NH ₄ - ac - EDTA)	1650	440
Ca (AL)	3180	300
<u>Engrais</u>		
kg total/ha	320	350
<u>Rendement</u>		
kg/m ²	2,5	3,3
<u>Qualité</u>		
% de fruits saint	91	77

Les autres éléments observés n'étaient pas significativement différents. Le tableau montre qu'il y a une relation sol-qualité des fruits mais cette dernière est assez vague et il est possible que les classes de fertilité définies ne sont pas assez bien ajustées pour définir les moments critiques (voir fig. 1).

L'influence de la nutrition sur la qualité des fruits n'est pas contestée, mais il est souvent très difficile de préciser les limites d'une nutrition harmonieuse ou optimale.

Il faut souligner que l'influence des mesures culturales, en particulier la taille et le rapport feuille-fruits, peut être plus importante. Il est donc souvent difficile de définir la nutrition optimale.

Nos connaissances sont insuffisantes, dans la plupart des cas il nous manque

- les caractéristiques pédologiques du profil de sol, l'enracinement de la plante, le taux de terre fine, le bilan hydrique, etc,

La relation entre le rendement ou la qualité et la teneur en éléments nutritifs est bien souvent pratiquement absente (ex, fig. 1).

Une expérience en viticulture a montré qu'il n'y a pratiquement pas de relation entre les éléments trouvés dans le sol et les rendements. Les rendements les plus élevés sont atteints dans des sols pauvres et inversement.

Pour mieux connaître les relations - analyse de sol - aspect physiologique de la plante - fumure - qualité des fruits - nous avons commencé un projet de recherche avec un grand nombre de paramètres considérés.

Les parcelles test que nous étudions ne permettent pas encore de conclusions mais il semble que nos niveaux de fertilités des sols sont trop élevés et les plages de fertilité trop étroites (fig. 2). Une meilleure différenciation du conseil de fumure selon la nature du sol est nécessaire. Le type d'enquête que nous avons commencé en 1978 devrait nous permettre de répondre à ces questions.

VERS L'UTILISATION PRATIQUE DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE
EN VITICULTURE ET EN ARBORICULTURE

par J-P. RYSER
Station fédérale de recherches
Agronomiques de Changins
CH 1260 NYON

Parmi les moyens d'investigation permettant le contrôle de la fertilité du verger, le diagnostic foliaire est celui qui a le plus d'essor actuellement. Certes, comme le relèvent LEMAIRE, et al (1980), cette technique n'est pas d'utilisation facile, GOUNY et HUGUET (1964) mais elle est un excellent moyen de contrôle de la nutrition des vergers et complète judicieusement les informations fournies par l'analyse de sol.

Matériel et méthodes

Epoque de prélèvement

Il est important de prélever le matériel végétal en fonction de dates phénologiques, ce qui permet des comparaisons aisées entre les différentes parcelles.

Pour les campagnes de prélèvements importantes nous avons prélevé le matériel végétal au moment de la formation des yeux terminaux, bien que cette date soit difficile à déterminer dans les vergers à forte végétation (à partir du 15 juillet).

Matériel prélevé

En arboriculture, on choisit une feuille au milieu de la pousse de l'année. Avant le prélèvement, on définit le type de pousse représentative du verger, tant par sa longueur que par sa position. Les feuilles des pousses trop longues ou trop courtes et celles des pousses trop montantes ou trop descendantes ne seront pas prélevées.

Pour assurer la situation d'une parcelle par rapport au barème de référence il faut éviter au maximum les variations de résultats dues au laboratoire et celles dues au prélèvement. Au niveau de la préparation de l'échantillon et du laboratoire, la technique de conditionnement décrite plus haut garantit une excellente reproductibilité des résultats. Par contre, le prélèvement est encore une source de variation importante, surtout en arboriculture où le choix de la pousse représentative est délicat. Un essai de prélèvement fait en 1979 a montré l'influence du préleveur sur les résultats d'analyse. Nous avons formés 5 personnes pour prélever des échantillons de feuilles et les avons envoyées séparément prélever sur le même verger. D'autre part, nous avons également fait prélever les échantillons 5 fois par la même personne dans le même verger. Les résultats obtenus (tableau 1) montrent bien les variations dues au prélèvement.

Nous conseillons de faire prélever les échantillons de feuilles pour diagnostic foliaire par un minimum de personnes, si possible par une seule personne pour chaque campagne et région.

Appréciation des valeurs

Au début nous comparions les résultats obtenus aux valeurs de référence de la littérature (CHAPMANN, 1966). Par la suite nous nous sommes aperçus qu'il est indispensable de réaliser des barèmes de référence tenant compte des conditions locales et de l'année (tableau 2). Pour qualifier l'état de nutrition d'une culture nous avons défini des places correspondant à une appréciation. Il est important de tenir compte des variations citées plus haut pour définir les limites de ces plages. Fort de cette expérience nous avons porté les valeurs inférieures et supérieures de chaque plage au-delà de l'écart-type à la moyenne de l'essai. Pour 1978 nous avons choisi $\pm 10\%$ de la moyenne de référence, en 1979 l'expérience nous a permis de porter ces limites à $\pm 7,5\%$ (voir tabl. 3 et 4). Pour les vignes et les arbres fruitiers nos grilles de référence sont calculées à partir des valeurs d'une trentaine de parcelles pour chaque culture, ces parcelles font l'objet d'analyses de sols et de feuilles depuis plus de 4 ans. La réalisation d'une grille de référence pour chaque année a été rendue possible grâce à un réseau de 23 vergers de référence suivit depuis plusieurs années tant sur le plan des techniques culturales, de la lutte antiparasitaire que du sol et de la fertilisation. Une comparaison des moyennes annuelles obtenues nous paraît pleinement justifiée si on compare les variations des teneurs en azote et en calcium (tableau 2).

Facteurs influençant les résultats d'analyses foliaires

Il est évident que les variétés et les porte-greffes influencent les résultats d'analyse. Nous illustrons ici cette situation par des résultats obtenus dans un essai de comparaison de porte-greffe de notre domaine de Changins (fig. 2) et une enquête faite dans le cadre du domaine arboricole (fig. 3). Nous pourrions encore démontrer l'influence de la fertilisation, de l'arrosage et de certaines techniques culturales, engazonnement, mode de taille, incision, etc.,

Interprétation des résultats

Les résultats sont exprimés en % de la matière sèche. A partir de ces données il faut qualifier l'état de fertilité de la parcelle pour chacun des éléments et prendre des dispositions pour corriger une déficience ou un excès.

En général il est possible de prévoir une correction à court terme; fumure foliaire ou technique culturale, et à long terme, modification de la fertilité du sol, changement de système de taille, etc.,

Les résultats en % de la matière sèche sont complétés par des rapports entre les éléments. (BOVAY et GALLAY, 1956).

Ces derniers mettent mieux en évidence les déséquilibres alimentaires et les phénomènes d'antagonisme entre les éléments.

Sommes N + P + K et K + Ca + Mg

Ces deux sommes facilitent l'appréciation de la fertilité de la culture. Une culture sur sol riche ou fortement fertilisé aura des sommes beaucoup plus importantes qu'une culture sur sol pauvre. De plus ces sommes permettent de calculer une répartition des éléments N, P et K, ou Ca et Mg, en fonction de leurs sommes respectives.

Triangles N, P, K et K, Ca, Mg

Le rapport $\frac{N.100}{N+P+K}$ (N (%)) représente la proportion d'azote dans le total

N + P + K, et permet l'expression graphique des résultats sur un triangle (fig. 4).

On procède de même pour le phosphore (P) et le potassium (K). Le total des trois éléments (N (%) + P (%)) est par définition égal à 100 %.

De nombreux auteurs ont proposé des schémas d'interprétation en viticulture et en arboriculture, par exemple LEVY (1971) :

Rapport $\frac{K}{Mg}$ en viticulture

Signe net de carence en potassium	< 1,5
Signe léger ou carence latente en potassium	1,5-2,0
Feuille saine	2,0-10,0
Signe léger en carence latente en magnésium	10,0-12,0
Signe net de carence en magnésium	> 12,0

Conclusion de l'interprétation

Le commentaire et les conclusions pratiques doivent se résumer en quelques phrases. Pour le réaliser, nous avons mis au point une fiche d'interprétation dans laquelle tous les résultats chiffrés se traduisent par une appréciation. Pour qu'une teneur en élément soit qualifiée d'excessive ou de déficiente, il est indispensable que l'appréciation de toutes les valeurs concernant cet élément confirme cette situation. L'exemple de la fig. 7 illustre la situation typique d'une carence en magnésium sur un verger de Suisse romande. Toutes les valeurs sont typiques de cette situation et les feuilles montrent, en fin de saison des symptômes de carence.

Conclusions :

Le diagnostic foliaire peut être vulgarisé en viticulture et en arboriculture dans la mesure où il complète les informations obtenues par l'analyse du sol. Il faut considérer deux types de diagnostic foliaire :

- l'analyse de contrôle de fertilité effectuée régulièrement à un stade phénologique précis, complétant les résultats d'analyse du sol.
- l'analyse occasionnelle faisant suite à un accident de culture; l'époque de prélèvement devient alors indifférente, mais il est nécessaire de prélever sur la même parcelle un échantillon de feuilles saines et un échantillon de feuilles malades.

La mise au point d'un schéma d'interprétation permet de qualifier l'état de nutrition de la culture analysée et de prévoir des mesures rectificatives à court et à long terme.

Deux grilles d'interprétation ont été mises au point; une pour la viticulture et l'autre pour l'arboriculture. Nous espérons pouvoir singulariser ces grilles en fonction des variétés et des porte-greffes lorsque nous aurons accumulé assez de matériel pour assurer une différenciation judicieuse des appréciations.

Résumé

Plusieurs enquêtes et campagnes d'analyses foliaires réalisées en viticulture et en arboriculture nous ont permis de mettre au point un schéma d'interprétation basé sur une appréciation de l'état de nutrition des feuilles. Les résultats des dosages sont comparés à des valeurs de référence. Les données sur les teneurs en minéraux de la matière sèche des feuilles sont complétées par une série de rapports basés sur les phénomènes d'antagonismes. La conclusion sur l'état de fertilité du végétal n'est possible que lorsque toutes les valeurs concernant un élément aboutissent à la même appréciation. Selon les cas de carences ou de déséquilibres, on peut proposer un schéma d'interprétation à court ou à long terme.

Summary

Enquiries and leaf analyses in several vineyards and orchards permitted to set up a scheme for interpreting nutritional balance of the plants on the basis of the nutritional state of the leaves. Results of dosages are compared with reference values. The informations obtained from the mineral content of leaf dry matter are completed by a series of relationships based on antagonism phenomena. The conclusion depends on the fact that there are no contradictions for the estimation concerning the same element. A definite conclusion is reached only when all criteria of estimation provide the same appreciation.

BIBLIOGRAPHIE

- BOVAY E., GALLAY R., 1956; Etude comparative par la méthode du diagnostic foliaire de l'alimentation de divers porte-greffes du Chasselas sur deux sols différents. Rev. romande agric. vitic. arboric. 12, 85-88.
- BUCHER R., 1978; Die Blattanalyse im Reben-anbau. Kritische Betrachtungen zur Interpretation ihrer Ergebnisse und Hinweise für ihre Durchführung. Landw. Forsch. 32, 1-2 47-54.
- GOUNY P., HUGUET Claire, 1964; Contribution à l'étude de la nutrition minérale des arbres fruitiers. Ana. Physiol. vég. 6 (1) 33-77.
- HALMI Magda, BOVAY E., 1972; Influence du porte-greffe sur l'alimentation du cépage blanc Chasselas Fendant roux en Suisse romande. Rech. Agron. suisse. 11 (3), 389-427.
- H.D. CHAPMANN Ed. 1966; Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, Division of agricultural sciences. 793 pages.
- JAQUINET A., RYSER J-P., 1973; L'alimentation minérale du Grézot 1. Rev. suisse vitic. arboric. hortic. (6) 171-173.
- LEMAIRE F., LUDE J-L. CHIRON F., 1980; Teneurs foliaires en N, P, K, Ca, Mg, B rencontrées dans les vergers de pommiers Golden Delicious du Maine-et-Loire. Arboriculture fruitière No 312, 47-56.
- LEVY J-F., 1971; Peut-on rationaliser la fumure de la vigne au moyen du diagnostic foliaire. France viticole No 5. 125-127.
- PETERMANN A., 1890; L'exploitation chimique de la terre arable belge. Société belge de géologie, séance du 15 juillet 1890.

Tableau 1.

ECART - TYPES A LA MOYENNE DES RESULTATS D'ANALYSES

ELEMENT	ECART-TYPES EN % DES VALEURS	
	1 prél. par 5 personnes	5 prél. par 1 personne
N en % M.S.	3,2	2,2
P en % M.S.	2,8	1,4
K en % M.S.	5,7	2,2
Ca en % M.S.	7,5	5,6
Mg en % M.S.	6,4	1,6

M.S. = matière sèche

LEGENDE DES FIGURES

Fig. 1 : En dehors des limites de carence et d'excès les symptômes sont visibles. Les zones de carence latente et de consommation de luxe ne sont décelables que par l'analyse.

Fig. 2 : Influence du porte-greffe sur le diagnostic foliaire de Chasselas Fendant roux.

Dans le triangle N, P, K nous relevons la position de trois porte-greffes d'un essai de comparaison fait à Changins. La vigueur de 5 BB est bien mise en évidence par une plus grande proportion d'azote que le 3309. Quant au G 1 il est nettement plus riche en phosphore (JAQUINET et RYSER, 1973).

Fig. 3 : Influence du porte-greffe sur le diagnostic foliaire sur Golden.

Bien que la dispersion des points d'un même porte-greffe soit assez importante, ils constituent tout de même des groupes assez distincts. Les résultats proviennent d'une enquête faite par le groupement des arboriculteurs lémaniques pratiquant les Techniques Intégrées (GALTI).

Fig. 4 : Représentation graphique de la relation entre N, P, K.

Le point A est plus riche en N que la référence, il est également plus pauvre en K. Avons-nous à faire à un excès d'azote ou à une carence en potassium ?

Fig. 5 : Représentation graphique de la relation entre K, Ca et Mg.

Le point A est plus pauvre en K que la référence, nous avons à faire à une carence en K. Pour le point B il n'y a pas de déséquilibre entre les cations donc il ne s'agit pas d'une carence en K mais de l'autre terme de l'alternative obtenue dans le triangle N, P, K. (cf. fig. 4).

Fig. 7 : Exemple de fiche de résultats de diagnostic foliaire.

Dans le cas particulier, selon la saison on peut proposer :

- à long terme, une augmentation de la fumure magnésienne.
- à court terme, des pulvérisations foliaires de sulfate de magnésium ou autres produits contenant du magnésium en concentration suffisante pour contribuer à une correction de la carence.

DIAGNOSTIC FOLIAIRE

Références pour le diagnostic foliaire en arboriculture en 1979

éléments rapports	très faible	faible	bon	élevé	très élevé
N en % M.S.	1,40 - 1,72	1,73 - 2,05	2,06 - 2,38	2,39 - 2,71	2,72 - 3,04
P " "	0,12 - 0,13	0,14 - 0,15	0,16 - 0,18	0,19 - 0,20	0,21 - 0,22
K " "	1,09 - 1,32	1,33 - 1,56	1,57 - 1,81	1,82 - 2,05	2,06 - 2,29
Ca " "	0,80 - 0,97	0,98 - 1,15	1,16 - 1,34	1,35 - 1,52	1,53 - 1,70
Mg " "	0,13 - 0,16	0,17 - 0,20	0,21 - 0,25	0,26 - 0,29	0,30 - 0,33
N+P+K	2,58 - 3,17	3,18 - 3,77	3,78 - 4,38	4,39 - 4,98	4,99 - 5,58
N (%)	34,01 - 42,16	42,17 - 50,32	50,33 - 58,49	58,48 - 66,65	66,66 - 74,81
P (%)	2,61 - 3,22	3,23 - 3,84	3,85 - 4,47	4,48 - 5,09	5,10 - 5,71
K (%)	25,92 - 32,11	32,12 - 38,31	38,32 - 44,52	44,51 - 50,72	50,73 - 56,92
K+Ca+Mg	2,02 - 2,47	2,48 - 2,93	2,94 - 3,40	3,41 - 3,86	3,87 - 4,32
K (%)	33,36 - 41,33	41,34 - 49,31	49,32 - 57,30	57,31 - 65,28	65,29 - 73,26
Ca (%)	24,68 - 30,57	30,58 - 36,47	36,48 - 42,38	42,39 - 48,28	48,29 - 54,18
Mg (%)	4,55 - 5,62	5,63 - 6,70	6,71 - 7,79	7,80 - 8,87	8,88 - 9,95
N+P / K	0,91 - 1,10	1,11 - 1,30	1,31 - 1,51	1,52 - 1,71	1,72 - 1,91
Ca / P	4,60 - 5,69	5,70 - 6,79	6,80 - 7,90	7,91 - 9,00	9,01 - 10,10
K / Ca	0,85 - 1,04	1,05 - 1,24	1,25 - 1,45	1,46 - 1,65	1,66 - 1,85
K / Mg	4,59 - 5,68	5,69 - 6,78	6,79 - 7,89	7,90 - 8,99	9,00 - 10,09
K / (Ca+Mg)	0,71 - 0,89	0,90 - 1,05	1,06 - 1,22	1,23 - 1,38	1,39 - 1,54

Tableau 4

SOL - CONSEIL

R A C

D I A G N O S T I C F O L I A I R E

Références pour le diagnostic foliaire en viticulture en 1979

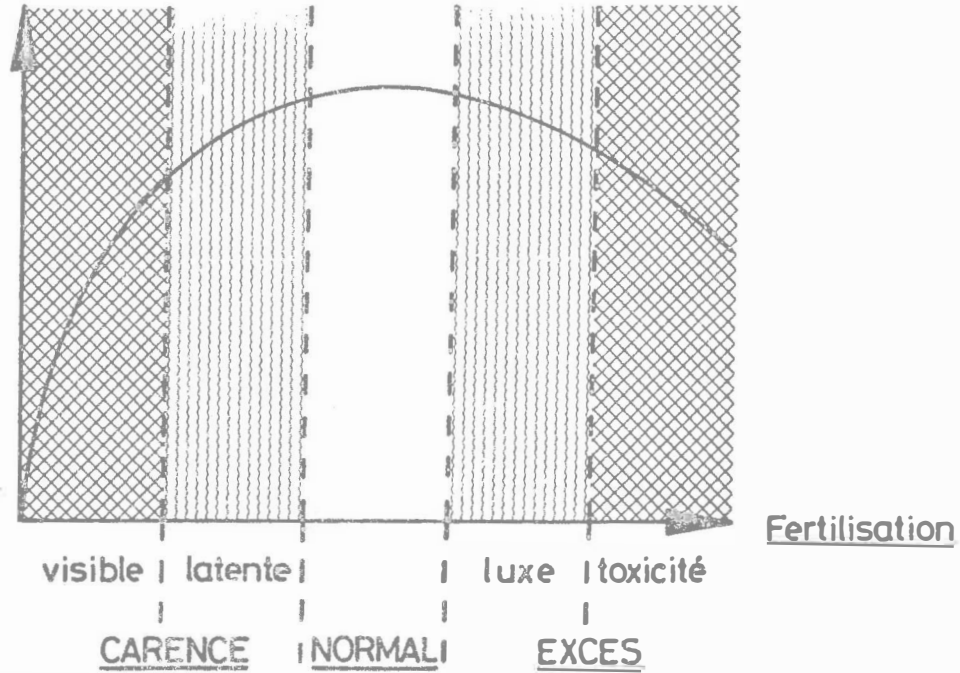
éléments rapports	très faible	faible	bon	élevé	très élevé
N en % M.S.	1,44 - 1,77	1,78 - 2,11	2,12 - 2,45	2,47 - 2,80	2,81 - 3,14
P " "	0,13 - 0,14	0,15 - 0,16	0,17 - 0,19	0,20 - 0,21	0,22 - 0,23
K " "	1,11 - 1,36	1,37 - 1,62	1,63 - 1,89	1,90 - 2,15	2,16 - 2,41
Ca " "	1,62 - 1,99	2,00 - 2,37	2,38 - 2,76	2,77 - 3,14	3,15 - 3,52
Mg " "	0,14 - 0,17	0,18 - 0,21	0,22 - 0,26	0,27 - 0,30	0,31 - 0,34
N+P+K	2,66 - 3,29	3,30 - 3,91	3,92 - 4,54	4,55 - 5,16	5,17 - 5,78
N (%)	33,84 - 41,95	41,96 - 50,07	50,08 - 58,20	58,21 - 66,32	66,33 - 74,44
P (%)	2,70 - 5,31	3,32 - 3,93	3,94 - 4,56	4,57 - 5,18	5,19 - 5,80
K (%)	26,01 - 32,24	32,25 - 38,48	38,49 - 44,73	44,74 - 50,96	50,99 - 57,22
K+Ca+Mg	2,87 - 3,54	3,55 - 4,22	4,23 - 4,91	4,92 - 5,59	5,60 - 6,27
K (%)	24,11 - 29,85	29,87 - 35,62	35,63 - 41,39	41,40 - 47,15	47,16 - 52,91
Ca (%)	35,19 - 43,60	43,61 - 52,02	52,03 - 60,45	60,46 - 68,87	68,88 - 77,29
Mg (%)	3,30 - 4,07	4,08 - 4,85	4,86 - 5,64	5,65 - 6,42	6,43 - 7,20
N+P /K	0,90 - 1,09	1,10 - 1,29	1,30 - 1,50	1,51 - 1,70	1,71 - 1,90
Ca /P	8,93 - 11,06	11,07 - 13,20	13,21 - 15,35	15,36 - 17,49	17,50 - 19,63
K /Ca	0,43 - 0,52	0,53 - 0,62	0,63 - 0,73	0,74 - 0,83	0,84 - 0,93
K /Mg	4,64 - 5,71	5,71 - 6,78	6,79 - 7,87	7,88 - 8,95	8,96 - 10,03
K / (Ca+Mg)	0,42 - 0,49	0,50 - 0,57	0,58 - 0,66	0,67 - 0,74	0,75 - 0,82

Fig. 1

COURBE DE RENDEMENT

(Effet de STEENBJERG)

Accroissement
des rendements



DIAGNOSTIC FOLIAIRE

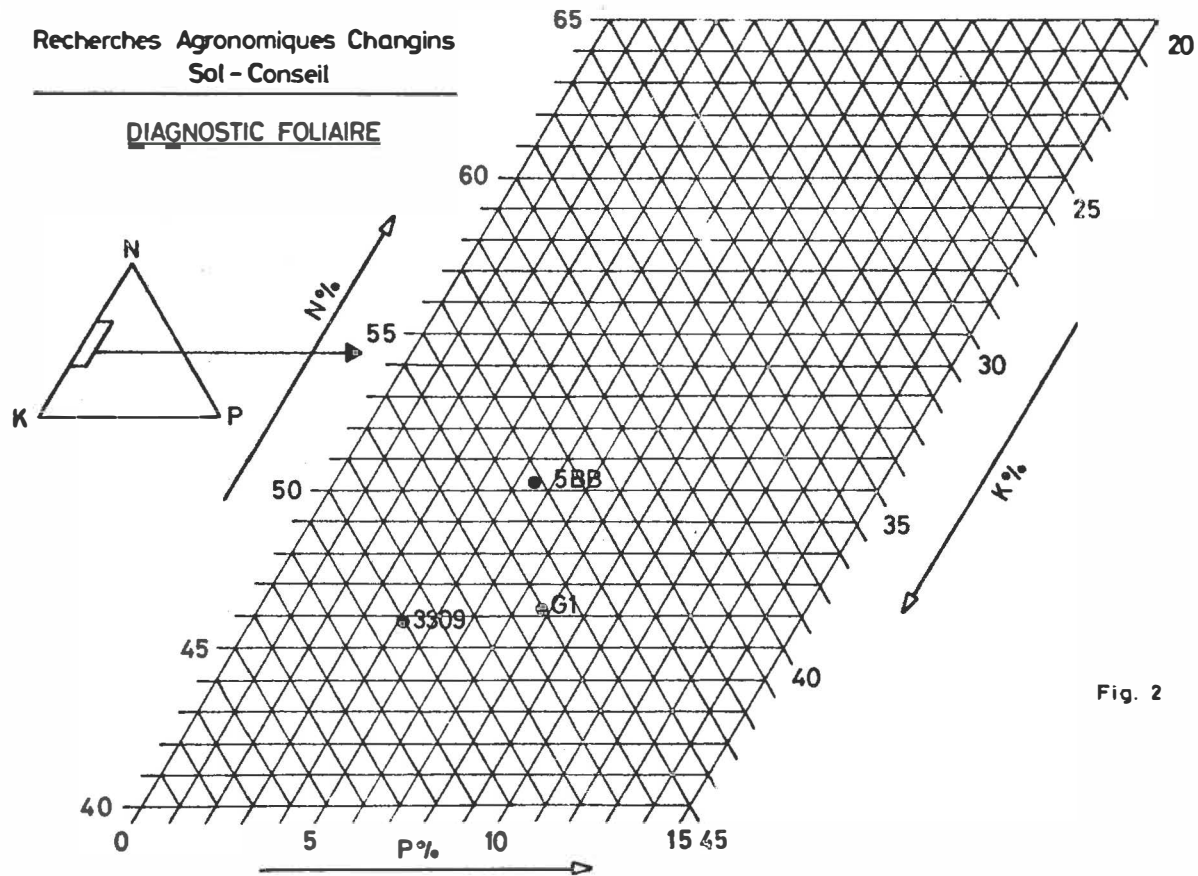


Fig. 2

DIAGNOSTIC FOLIAIRE

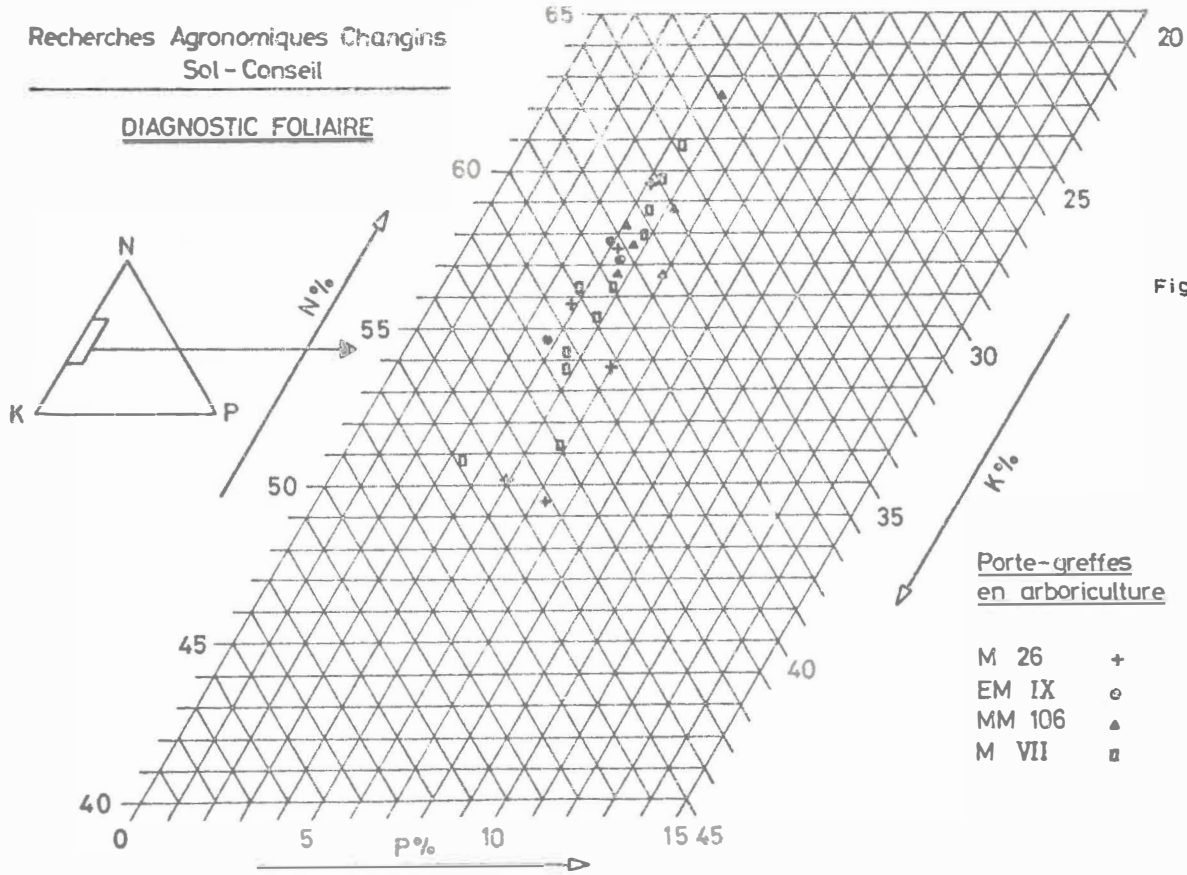


Fig. 3

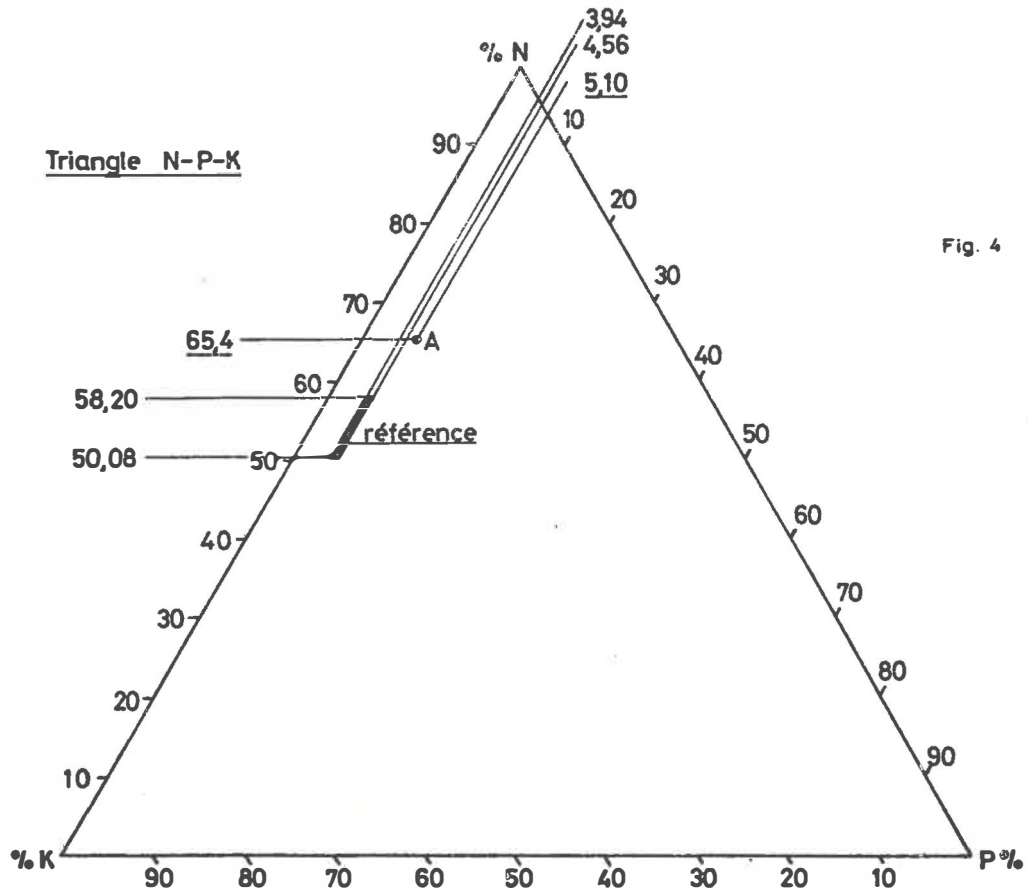
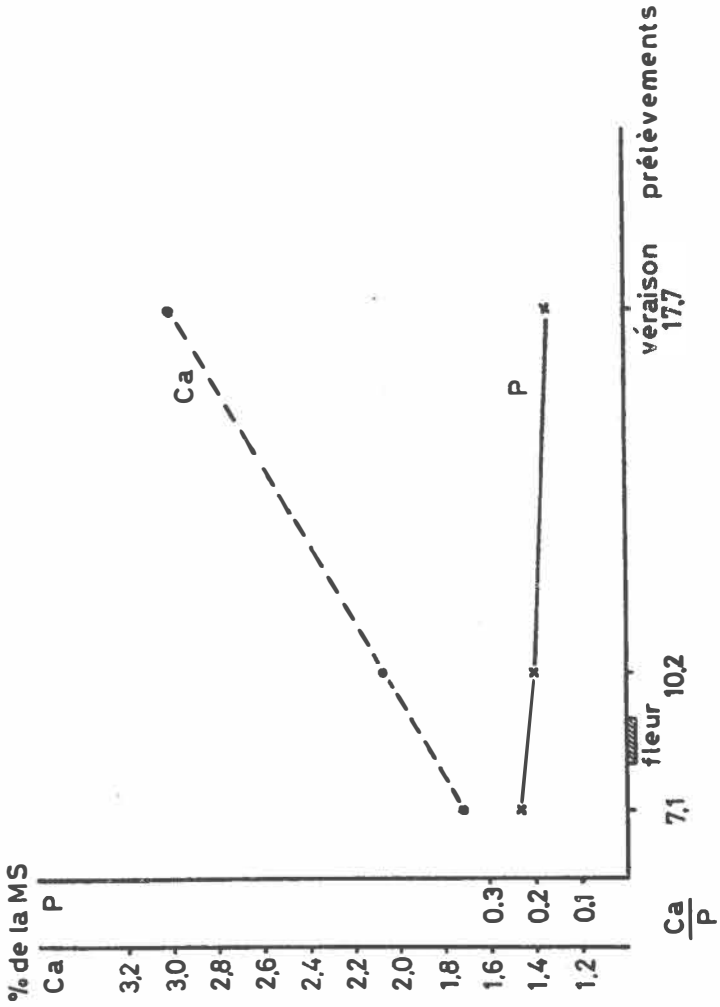


Fig. 4

Fig. 6



Evolution des teneurs en Ca et P de la matière sèche durant la période de végétation. Il s'agit de vigne de Chasselas sur 3309 (selon Halmi et Bovey 1972), les prélèvements ont eu lieu 10 jours avant et après floraison et à la véraison. On relève l'évolution du rapport Ca/P en relation avec l'époque de prélèvement.

Recherches Agronomiques Changins

Fig. 7

Sol - Conseil

INTERPRÉTATION DES RESULTATS
D'ANALYSE DE VEGETAUX

DESTINATAIRE :

Concerne échantillon no :

Date de prélèvement :

Matériel végétal :

ELEMENTS	RESULTATS	REFERENCE	APPRECIATION					
			très faible	faible	bon	élevé	très élevé	
MAJEURS	N % MS	2,28	2,28			X		
	P % MS	0,16	0,17			X		
	K % MS	1,89	1,87			X		
	Ca % MS	1,20	1,19			X		
	Mg % MS	0,16	0,21	(X)				
$\begin{matrix} N \\ \triangle \\ K \quad P \end{matrix}$	N + P + K	4,33	4,32			X		
	N (%)	52,65	52,77			X		
	P (%)	3,69	3,93			X		
	K (%)	43,64	43,28			X		
$\begin{matrix} K \\ \triangle \\ Mg \quad Ca \end{matrix}$	K + Ca + Mg	3,25	3,27			X		
	K (%)	58,15	57,18			X		
	Ca (%)	36,92	36,39			X		
	Mg (%)	4,92	6,42	(X)				
RAPPORTS	(N+P) / K	1,29	1,31			X		
	Ca / P	7,50	7,00			X		
	K / Ca	1,57	1,57			X		
	K / Mg	11,81	8,90					(X)
	K / (Ca+Mg)	1,38	1,33			X		
MINEURS	Fe % MS							
	B % MS							
	Mn % MS							

Commentaire et conclusions pratiques :

(X) Cas exemplaire de carence en Mg

Date :

Signature :

LA TACHE AMERE DES POMMES : RESULTATS POUR SA PREVENTION AU MOYEN DE
TRAITEMENT DE SELS DE CALCIUM

Prof. Fausto GORINI
Istituto Sperimentale
per la Valorizzazione
Technologica dei Prodotti
Agricoli
20133 M I L A N O

Introduction

Les études effectuées dans le but de prévenir l'apparition de la tache amère des pommes se comptent par centaine car c'est dans le monde entier que se poursuivent des travaux sur cette altération qui pèse lourdement sur les résultats économiques de la conservation des pommes. Des séminaires particuliers, périodiquement fixés font le point des études sur l'argument à niveau mondial; en sont un exemple les séminaires tenus à Haren en 1969, à Bonn en 1974 et à Canterbury en 1979. Grâce à l'emploi de sels de calcium traités sur la plante ou utilisés après la récolte, on a obtenu en général de sensibles réductions de la tache amère quoique l'on ne soit jamais parvenu au contrôle total de l'altération. Les recherches sont orientées vers l'identification du sel qui se révèle adéquat, vers la détermination de la concentration optimale de la solution, la fixation d'un calendrier quant au nombre et à l'époque des interventions. En Italie, l'altération se manifeste en mesure variable de région en région en fonction de l'âge de la plante et de la variété. Elle est en effet particulièrement grave pour les plantes jeunes, spécialement des espèces : Granny Smith, Golden Delicious, Starking, Stayman et se diffuse plus fréquemment dans la Vénétie. On rapporte ici les résultats obtenus après une série de recherches effectuées dans le but d'éclaircir quelques-uns des thèmes déjà mentionnés.

EPREUVE N.1

TRAITEMENT AU CHLORURE DE CALCIUM DES POMMES GRANNY SMITH

1976 - 1977

Cette étude a pour but de déterminer si le traitement précoce de calcium avec accumulation présumée de Ca dans les tissus permettait de limiter l'incidence des altérations. Des traitements de chlorure de calcium (produit commercial Antistipp à la dose de 800 g./hl) ont été effectués selon le calendrier suivant :

Lot	date de traitements à partir de la pleine floraison		
	10 jours	19 jours	31 jours
1	x	-	-
2	x	x	-
3	-	x	-
4	-	x	x
5	-	-	x
6	x	-	x
7	x	x	x
8 (test)	-	-	-

Les pommes ont été cueillies sur 11 arbres opportunément choisis le long de la rangée le 10 octobre 1976 et immédiatement traitées par immersion dans une solution de Benomyl (Benlate 200 g./hl) et de éthoxyquine (Riscald control 350 g./hl). Après un séjour de 12 jours dans un entrepôt à température ambiante elles ont été déposées en cellule frigorifique à 0 °C et 85 % de U.R.

L'examen pour déterminer l'incidence de la tache amère fut effectué à la fin janvier, il précise la quantité de fruits altérés ainsi que la quantité de lésions par fruit soit 1-2-3 ou plus îlots subéreux. La conservation a été prolongée pendant encore 40 jours après quoi on a déterminé l'augmentation du nombre de fruits affectés de tache amère dans les différents lots.

Tableau - Pourcentage de fruits sains et altérés

LOT	Fruits sains après 130 jours à dater de la récolte %	Augmentation des fruits altérés après 40 jours %	Tache amère au terme de la conservation			
			Lésions			
			1	2	3	plus de 3
1	76,7 ab *	5,5	13,2	3,7	1,7	4,7
2	70,5 ab	11,4	8,9	5,1	4,1	11,4
3	76,0 ab	9,7	8,3	6,0	2,5	7,2
4	62,7 ab	11,8	10,4	6,2	4,9	15,8
5	80,4 b	7,5	9,0	5,2	2,6	2,8
6	72,6 ab	8,3	7,9	3,5	2,7	13,3
7	56,6 a	8,3	6,6	5,1	2,8	28,9
8(test)	57,3 a	8,4	10,7	5,1	3,7	18,2

* A des lettres diverses correspondent des moyennes significativement différentes pour P = 0,05 (test de Tukey).

Les fruits des arbres traités une seule fois, en particulier ceux du lot 5 traités à 30 jours de la pleine floraison ont présenté le plus haut pourcentage de fruits exempts de tache amère. Supérieur le pourcentage de fruits altérés dans le cas de deux traitements; le pourcentage de fruits altérés est également supérieur pour les fruits ayant subi les trois traitements dans la période post-floraison. Dans ce lot on a également des pourcentages analogues à ceux des pommes non traitées. A noter que les fruits de ces lots sont également ceux qui présentent les pourcentages les plus élevés de lésions par fruit.

Comme confirmation de l'appréciation macroscopique de l'efficacité des traitements on a procédé à l'évaluation des différences de contenu en calcium présent dans la pulpe des fruits sains et des fruits altérés de quelques lots.

A titre d'exemple on rapporte ci-dessous les résultats du contenu en calcium des pommes non traitées (lot 8) des pommes traitées une seule fois (lot 5), ou deux fois (lot 6) ou trois fois (lot 7).

Pommes	1 traitement	2 traitements	3 traitements	non traitées
Saines	3,89 mg/100 g.	3,84 mg	3,57 mg	3,62 mg
Altérées	3,21 mg	3,19 mg	3,16 mg	3,28 mg

Le contenu en calcium toujours inférieur dans les pommes frappées de tache amère est mis en évidence par les résultats exposés. La différence entre les lots est insignifiante et ceci pourrait expliquer les modestes différences de tache amère constatées.

EPREUVE N. 2

TRAITEMENT AU CHLORURE DE CALCIUM DES POMMES GOLDEN DELICIOUS

1977 - 1978

Le but de la recherche consiste à mettre en évidence les bénéfices liés au nombre de traitements et en même temps à sonder l'effet de la méthode d'exécution.

On a effectué des traitements au chlorure de calcium (produit commercial Antistipp avec 28 % de Ca Cl₂) à doses variables et en quantité variable, selon le calendrier d'intervention suivant :

Lot	Date : 6 mai	20 mai	14 juin	11 juil.	6 août	3 septembre
	Dose : 600 g/hl	800 g/hl	800 g/hl	800 g/hl	1000 g/hl	1000 g/hl
1	x	-	-	-	-	-
2	x	-	-	-	-	x
3	x	-	x	-	x	-
4	-	x	-	x	-	x
5	x	x	x	x	x	x
6(test)	+	-	-	-	-	-

Pour chaque lot on a choisi une rangée dans une plantation d'arbres vieux de 5 ans greffés sur M 9, bien vigoureux et d'une portée productive moyenne (environ 60 fruits par arbre).

A la récolte, effectuée le 8 septembre 1977 on a détaché et séparé les fruits de 10 arbres et les pommes ont été mises immédiatement en cellule à 1-2 °C et 90 % d'U.R.

L'examen des résultats s'est fait le 1er février 1978 à la fin de la conservation :

Lot	n.	1	2	3	4	5	6
% de tache amère	16 b*	13 ab	8 a	9 a	9 a	17 b	

* A des lettres différentes correspondent des moyennes significativement différentes pour P = 0,05 (test de Tukey).

Le pourcentage de tache amère relevé dans les lots ayant subi trois traitements ou davantage est résulté limité de façon satisfaisante, alors qu'avec un ou deux traitements, même effectués précocement au moment où l'on présumait que soit facilitée l'absorption du calcium par le fruit, le traitement n'a porté aucun bénéfice.

La présence de calcium augmente dans les pommes saines avec des différences assez modestes entre les lots; là où les pourcentages de pommes saines sont les plus élevés plus grande est la quantité de calcium, alors qu'elle est plus ou moins égale pour les pommes des lots ayant subi trois traitements et les pommes non traitées parmi lesquelles le pourcentage de pommes saines est aussi égal.

EPREUVE N. 3

TRAITEMENT AU CHLORURE DE CALCIUM DES POMMES GRANNY SMITH

1977 - 1978

La recherche se proposait de mettre en évidence les bénéfices liés au nombre de traitements et à la diversité des méthodes d'exécution. On a effectué des traitements au chlorure de calcium (produit Antistipp) à doses variables selon le calendrier d'intervention suivant sur des arbres de 5 ans ayant une production très limitée (environ 30 fruits par arbre).

Lot	Date :	6 mai	20 mai	14 juin	11 juil.	6 août	3 sept.	25 sept.
	Dose :	600	800	800	800	1000	1000	1000
		g./hl	g./hl	g./hl	g./hl	g./hl	g./hl	g./hl
1		x	-	-	-	-	-	-
2		x	x	-	-	-	-	-
3		x	-	-	-	-	-	x
4		x	-	x	-	x	-	x
5		-	x	x	x	x	x	x
6(test)		-	-	-	-	-	-	-

Les pommes ont été cueillies le 9 octobre 1977 en séparant la production de chacun des 20 arbres échantillonnés. Le jour suivant la récolte, le traitement s'est effectué par immersion dans le Benomyl (200 g. de Benlate) et éthoxyquine (400 g. de Stop scald), chlorure de calcium (3 kg de Antistipp) puis, après une permanence de 12 jours en entrepôt, elles ont été portées dans des cellules à 0-1 °C et 90 % d'U.R. On a procédé à l'évaluation de l'incidence de la tache amère tant à la récolte que le 1er février 1978.

Les ilôts subéreux externes de la tache amère notés lors de la récolte apparaissent très étendus et s'enfoncent décidément dans la pulpe, alors qu'au terme de la conservation on a noté d'autres taches mais bien plus superficielles. Dans de nombreux cas elles se manifestent exclusivement dans la zone de la cavité du calice et ne s'enfoncent pas au-delà d'une paire de millimètres dans la pulpe. Les pourcentages de tache amère relevés au moment des examens sont les suivants :

Lot	A la récolte	A la fin de la conservation
1	35 a *	51 a *
2	33 a	50 a
3	43 a	59 a
4	38 a	54 a
5	40 a	53 a
6	39 a	79 b

* A des lettres diverses correspondent des moyennes significativement différentes pour $P = 0,05$ (test de Tukey).

L'augmentation au cours de la période de conservation des fruits altérés est limité à environ le 15 % sauf pour le lot non traité où l'on vérifie une augmentation de 40 % environ.

L'effet des traitements à la fin de la conservation apparaît satisfaisant par rapport au lot test bien qu'il n'y ait pas de différence entre les lots. A la récolte aucune différence n'a été mise en évidence pas même par rapport au test ce qui laisse supposer un effet plus marqué du traitement post-récolte pour les fruits provenant d'arbres peu productifs.

EPREUVE N. 4

TRAITEMENT AU CHLORURE DE CALCIUM DES POMMES STAYMAN

1976-1977

Cette épreuve a un but semblable à celui de l'épreuve N. 1. On s'est proposé d'examiner la possibilité effective de traitement dans la période de post-floraison. On a procédé à des dates différentes à des traitements de chlorure de calcium (produit commercial Antistipp à la dose de 800 g./hl) dans différentes parcelles constituées de rangées d'arbres vieux de 6 ans, d'excellente vigueur végétative, avec une production d'environ 50 fruits par plante.

Les lots confrontés étaient les suivants :

- LOT a : un traitement 10 jours après la pleine floraison
- LOT b : un traitement 20 jours après la pleine floraison
- LOT c : deux traitements à 10 et 20 jours
- LOT d : test non traité

Les pommes ont été récoltées le 8 octobre sur 15 arbres, en séparant le produit de chacun.

En entrepôt, elles ont été immergées dans une solution de Benomyl (200 g. /hl de Benlate) et d'éthoxyne (600 g. /hl de Rexoquin) et après un délai de 10 jours elles ont été réfrigérées à 2 °C et 95 % d'U.R.

Au terme de la conservation, prolongée jusqu'à la mi-février, on a déterminé les pourcentages de tache amère et d'éclatement de l'épiderme. Les pommes caractérisées par des éclatements graves présentent une crevasse de la peau et des lésions qui s'enfoncent dans la pulpe de telle façon que l'on doit mettre ces fruits au rebut. Les pommes caractérisées par de légères crevasses présentaient des fissures de quelques millimètres de longueur qui n'intéressaient que l'épiderme. Les lésions graves étaient déjà présentes à la récolte, alors que les lésions légères se sont manifestées, dans la plupart des cas, au cours de la conservation.

LOT	% de tache amère	% d'éclatement	
		grave	légère
A	2,80 a*	1,44 a*	4,98 a*
B	3,24 a	1,07 a	4,49 a
C	7,03 b	1,92 a	4,54 a
D	5,84 ab	2,87 a	6,96 a

* A des lettres diverses correspondent des moyennes significativement différentes pour P = 0,05 (test de Tukey).

Le pourcentage de pommes affectées de tache amère est très modeste, toutefois il est possible de mettre en évidence que les traitements effectués 10 ou 20 jours après la pleine floraison ont permis de contenir valablement l'altération. Le double traitement a, au contraire, augmenté le pourcentage de tache amère qui est résulté plus élevé que celui des mêmes pommes de contrôle non traitées. Quant à l'éclatement de l'épiderme, les traitements n'ont pas eu d'influence sur l'intensité des pourcentages d'altération sinon de manière négligeable d'autant plus que ces mêmes crevasses peuvent être considérées d'un pourcentage assez réduit étant donné la sensibilité de la variété à ce genre d'altération.

EPREUVE N. 5

TRAITEMENT AU PHOSPHATE MONOCALCIQUE DES POMMES GRANNY SMITH

1978 - 1979

On n'ignore plus désormais que les manifestations de tache amère sont plus graves pour les fruits ayant un modeste contenu en calcium. Dans les plantes on vérifie une faible mobilité du calcium qui tend à rester dans les feuilles; par conséquent on s'est orienté vers des recherches avec des sels de facile assimilation aptes à enrichir le contenu en calcium de la plante et du fruit grâce à des traitements du fruit sur l'arbre.

Le chlorure a été parmi les premiers sels employés et est encore aujourd'hui le plus largement utilisé, toutefois on en a essayé d'autres, même si en général, ils provoquent des brûlures plus ou moins graves aux feuilles et aux fruits.

Dans le but d'examiner les possibilités d'emploi de sels de calcium on a procédé à un essai de traitement au phosphate monocalcique. Les traitements ont débuté 10 jours après la pleine floraison sur 3 rangées de pommes Granny Smith cultivées en vase. La solution de phosphate monocalcique a été préparée à 0,5 %, le traitement a été répété 10 jours après sur 2 rangées, sur la troisième après dix autres jours à avoir dans l'ensemble 1-2 ou 3 traitements.

Le 14 octobre on a procédé à la récolte prélevant la valeur d'une grosse caisse de fruits sur 4 arbres apparemment homogènes entre eux. Les fruits ont été conservés à 0 °C pendant 100 jours après quoi on a prélevé 4 échantillons (un par arbre) chacun composé de 10 fruits de façon à établir le contenu en calcium de la pulpe. Les résultats moyens des 4 échantillons et le déchet relatif sont les suivants :

- test non traité	1,0 ±	15 mg/100 g. de calcium
- 1 traitement	1,10 ±	23 mg/100
-2 traitements	1,12 ±	30 mg
-3 traitements	1,59 ±	47 mg

L'augmentation en calcium à la suite des traitements est apparue relativement modeste, même si en pourcentage elle peut sembler élevée. En effet, on n'a noté aucune différence dans les pourcentages de tache amère relevés dans 30-40 % des fruits échantillons. Un pourcentage aussi élevé peut être justifié par le très bas contenu en calcium de ces fruits.

CONCLUSIONS

On a étudié l'effet des traitements de sols de calcium (chlorure pour plusieurs épreuves et phosphate pour 1 épreuve) en effectuant les traitements selon des calendriers d'intervention différenciés; ou très précocement dans des périodes immédiatement successives à la pleine floraison ou bien distribués dans le courant du printemps-été en effectuant une, ou quelques, ou de nombreux traitements.

À partir des cinq études poursuivies pendant trois ans il a été possible de mettre en évidence les effets qui mettent en évidence les modalités d'intervention qui peuvent concourir à contenir la tache amère. Effectuer un traitement précoce, 15 jours après la pleine floraison ne permet pas d'obtenir une réduction de la tache amère. L'inaction des traitements précoces à fin de contenir la tache amère, alors qu'elles sont effectuées au cours des 30 premiers jours de la pleine floraison, est également confirmée par l'épreuve N. 1 où l'on a rencontré des pourcentages de tache amère supérieurs pour les lots ayant subi un ou plusieurs traitements précoces par rapport au lot témoin non traité. De même un double traitement sur pommes Stayman, effectué dans la période de post-floraison, augmente les manifestations de tache amère, alors que l'on note une légère diminution avec un seul traitement (épreuve N. 4). Les bénéfices se manifestent seulement lorsque sont effectués les traitements au cours de toute la saison végétative (épreuve N. 2). Le nombre ne peut en être à l'avance déterminé, en effet pour l'épreuve N. 2 ou 3 ou 6 traitements le pourcentage est apparu le même.

Les pommes cueillies sur des plantes peu productives présentent des pourcentages de tache amère élevés et les traitements, quels qu'en soient le nombre et l'époque, n'influencent pas le pourcentage de tache amère relevé à la récolte (épreuve N. 3). Le traitement post-récolte est au contraire avantageux dans la mesure où au terme de la conservation les pourcentages de tache amère résultent inférieurs par rapport au lot témoin non traité.

Les manifestations de tache amère à la récolte et celles qui se sont manifestées au cours de la conservation sont différentes : les premières sont constituées d'ilôts subéreux importants qui s'enfoncent dans la pulpe, les secondes sont bien plus superficielles et souvent de dimensions très réduites.

On n'a relevé aucune augmentation de calcium dans les tissus des fruits lorsque l'on a effectué des traitements précoces (expérience N. 1) alors que l'on a eu confirmation du moindre contenu en calcium dans la pulpe des fruits altérés par rapport aux fruits sains.

Il semble que le phosphate monocalcique ne soit pas facilement absorbé par les fruits étant donné que l'on n'a relevé qu'une relativement modeste augmentation de calcium dans la pulpe à la suite des traitements effectués dans la période de post-floraison. En effet, aucune modification du pourcentage de tache amère n'a été mise en évidence (épreuve N. 5).

Les traitements aux sels de calcium ne semblent pas avoir d'influence sur les phénomènes d'éclatements des pommes Stayman (épreuve N. 4).

CAUSES POSSIBLES DES MALADIES PHYSIOLOGIQUES
SUR POMMIER

Par R. SCHUMACHER
Eidg. Forschungsanstalt
Wädenswil

Texte traduit par J.P. Ryser

La plupart des maladies physiologiques du pommier sont en relation avec des dérangements du régime du calcium. Le calcium est un élément constitutif important de la cellule, en particulier pour la structure de la paroi cellulaire. Il entre également pour une part importante dans la composition de la lamelle pectique. Lorsqu'il y a carence en calcium la perméabilité de la paroi cellulaire augmente. Les conséquences typiques d'une carence en calcium se caractérisent par un effondrement des parties tissulaires qui s'oxydent et brunissent. Les symptômes visibles de ces troubles physiologiques sont le bitter pit, la brunissure, la vitrosité, l'amollissement etc.

Afin d'étudier les phénomènes de troubles physiologiques, il a été nécessaire de connaître le mieux possible la position des fruits sur l'arbre. Cinquante arbres observés en verger, ont été dessinés à l'échelle 1:10 et chaque fruit positionné. Tous les fruits récoltés et étiquetés ont été entreposés, observés et analysés. Il était important de connaître où poussent les fruits sains et les fruits malades.

Les résultats présentés au tableau 1 proviennent d'une plantation de Gravenstein plantée en haie fruitière à trois axes. Le poids moyen d'un fruit ainsi que la proportion de bitter pit diminue lorsqu'on passe du haut en bas de la couronne alors que le rapport potassium/calcium augmente.

Tableau 1. INFLUENCE DE LA POSITION DES FRUITS DANS L'ARBRE SUR LE BITTER PIT, SUR LE RAPPORT K/Ca ET SUR LE POIDS MOYEN DU FRUIT POUR GRAVENSTEIN CONDUITE EN HAIE FRUITIERE A TROIS BRANCHES PRINCIPALES.

Partie de l'arbre	% bitter pit	K/ca	Poids moyen des fruits en g.
<u>NON TRAITE</u>			
sommet	58	48	163
milieu	37	43	149
base	22	39	140
<u>4 x CaCl₂</u>			
sommet	6	38	159
milieu	4	36	149
base	0	36	135

On relève la très bonne efficacité des traitements au chlorure de calcium. Par ce traitement le rapport K/Ca et la proportion de bitter pit ont été diminués.

Les mêmes observations ont été effectuées sur des fuesaux et nous avons remarqué qu'ils se comportent différemment (voir tableau 2). Dans ce cas, en moyenne de tous les arbres observés, il n'y a pas de différence, dues à la position des fruits dans l'arbre, tant dans la proportion de bitter pit que dans la composition minérale des fruits. Par contre on relève des différences importantes entre les arbres pris individuellement. On trouve des arbres qui ont le même comportement que ceux de la haie fruitière à trois axes et certains qui ont une proportion de fruits sensibles au bitter pit importante sur les branches proches du sol. Ces derniers ont un rapport K/Ca nettement plus élevé. Les arbres représentés sur la figure 1 sont trois exemplaires proches d'un même verger.

Tableau 2. REPARTITION DES FRUITS ATTEINTS DE BITTER PIT SUR LES DIFFERENTES PARTIES DE L'ARBRE. OBSERVATIONS FAITES SUR MAIGOLD DE 8 ANS CONDUITE EN BUISSON. ARBRES NON TRAITES.

Partie de l'arbre	Poids moyen du fruit en mg	Bitter pit en %
Haut	171	45,0 %
Milieu	173	45,4 %
Bas	176	45,5 %

L'arbre qui a la plus faible croissance (à droite) forme des fruits nettement plus petits et par conséquence moins sensibles au bitter pit que les deux autres. Ces derniers ne se différencient que très peu par le poids des fruits mais de manière importante par leur croissance végétative. Cette figure démontre clairement l'importance respective de la croissance végétative et de la grosseur des fruits sur l'apparition du bitter pit. Le tableau 3 montre que l'âge de la branche à fruits influence aussi le risque de maladie. Les fruits formés sur du bois de deux ans, c'est-à-dire qu'il fructifie pour la première fois, montrent en moyenne une proportion plus importante de bitter pit que ceux produits sur bois de trois ans ou plus. Le poids moyen d'un fruit est indiscutablement plus faible. Si on compare uniquement des fruits de poids semblables, on remarque que ceux produits sur du bois fructifiant pour la première fois sont plus sensibles au bitter pit.

Tableau 3. INFLUENCE DE L'AGE DU PORTEUR SUR LE BITTER PIT

Observations	2 ans	3 ans	plus âgé
Bitter pit %	50	44	46
Poids moyen du fruit en g	160	180	181

L'arbre est constitué par divers types de pousses. La position de ces pousses dans l'arbre (topophysis) est déterminante pour l'alimentation de leurs fruits respectifs. De ce fait on relève une grande dispersion des résultats obtenus au sein d'un arbre.

La position naturelle d'une pousse dans l'arbre détermine la répartition des éléments nutritifs. Les jeunes feuilles évaporent de grandes quantités d'eau qui doivent être compensées par le flux de sève. L'eau absorbée par les racines entraîne avec elle les éléments minéraux principalement vers les secteurs où la transpiration est la plus intense. Les arbres riches en longues pousses et portant une grande quantité de jeunes feuilles évaporent de très grandes quantités d'eau, en particulier au printemps. Cette situation est très néfaste pour les fruits. Ces jeunes pousses concurrencent les assimilats, l'eau et les éléments destinés aux fruits. Dans les jeunes feuilles et au sommet des pousses on trouve beaucoup de cellules en multiplication. Ces tissus contiennent de grandes quantités de substances hormonales qui exercent également une attraction sur les éléments nutritifs. Ainsi nous comprenons pourquoi sur les arbres à forte croissance, bien fournis en jeunes pousses et en jeunes feuilles, les fruits sont fortement concurrencés. Cette concurrence se manifeste surtout au printemps, au moment où les fruits sont alimentés en calcium. Le fait que les fortes pousses dominent toujours sur les faibles est imputé à l'action réciproque entre les substances hormonales et la croissance végétative. L'action prédominante des pousses longues (dominance apicale) a un effet déterminant sur la fertilité des pousses. Lorsque la croissance est importante, les fruits ne sont pas suffisamment pourvus en éléments nutritifs, ce qui conduit à une chute naturelle des fruits plus forte. Certaines pousses ne portent qu'un seul fruit alors que leur surface foliaire et leur position dans l'arbre permettent d'en nourrir convenablement deux, voir même trois. Durant la deuxième période de végétation, les arbres à forte croissance produisent une grande quantité d'assimilats qui provoque une trop forte croissance des fruits. L'augmentation du volume du fruit engendre une dilution conséquente du calcium. En résumé, c'est pendant la phase de croissance des pousses que la végétation concurrence et domine la fructification. Les assimilats et la sève y compris le calcium sont transportés au point de croissance au détriment des fruits. Plus tard les fruits bénéficient de plus d'assimilats et deviennent trop gros, mais ils n'accumulent plus de calcium.

Dans un autre essai (voir tableau 4) nous avons contrôlé l'influence de la taille et du traitement avec Alar sur la sensibilité au bitter pit. En hiver les grandes pousses ont été taillées au niveau de 2 à 3 yeux de la base et des pousses témoins sont laissées libres. La taille a fortement stimulé la croissance aussi bien sur les arbres traités avec Alar que sur les témoins. Sur les pousses taillées, la croissance végétative moyenne par fruit est de 200 % de celle des pousses non taillées. Le taux de calcium des fruits des pousses taillées est indiscutablement plus élevé que sur les non taillées aussi bien sur les arbres traités que sur les témoins.

Tableau 4. INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LE BITTER PIT ET LA SENSIBILITE AUX MALADIES PHYSIOLOGIQUES

Traitement	Observations	Pousses non taillées	Pousses taillées
Témoin	longueur de	288	365
Alar.	pousses	173	247
Témoin	poids moyen	143	151
Alar.	du fruit en g	128	136
Témoin	% de bitter pit	47	49
Alar.		21	34
Témoin	Ca %	33,7	29
Alar.		27,6	24
Témoin	K/Ca	31	38
Alar.		36	38

Cette diminution du taux de calcium est vraisemblablement provoquée par la concurrence de la croissance sur le fruit. La taille a amélioré la fertilité des fleurs. Dans ce cas, le même nombre de fleurs engendre plus de fruits que sur les pousses non taillées. Sur ces mêmes pousses taillées on remarque que les fruits sont plus gros à cause d'une plus forte production d'assimilats (grande surface foliaire). Les pousses non taillées produisent aussi des fruits sur le bois d'un an qui a la réputation de former des fruits plus petits et plus sensibles au bitter pit. Si on compare les deux traitements, on remarque qu'en moyenne les fruits sont également atteints par le bitter pit. La sensibilité naturelle des fruits au bitter pit sur bois d'un an est donc comparable à l'effet négatif de la taille. La forte stimulation de la végétation peut être évitée si on élimine par la taille le bois d'un an jusqu'au niveau du bois de deux ans au lieu de revenir jusqu'au yeux de la base. On relève au tableau 3 que les pousses fructifiant pour la première fois (2 ans) produisent des fruits plus petits mais plus sensibles au bitter pit que les pousses plus âgées.

Nos investigations montrent clairement qu'en vertu de la grande diversité des pousses la répartition du calcium et la sensibilité au bitter pit des fruits est très variable à l'intérieur de l'arbre. Des enquêtes ont montré que le calcium disponible au niveau des racines n'est pas nécessairement déterminant pour la sensibilité au bitter pit des fruits, mais bien celui qui est transporté dans les fruits. Nous ne pouvons pas affirmer dans tous les cas que le potassium joue aussi un rôle sur la sensibilité au bitter pit des fruits. Quelques essais ont même clairement démontré qu'il n'y a pas plus de fruits atteints de bitter pit sur des sols riches que sur des sols pauvres en potassium.

Le plus souvent ce sont le poids moyen de fruits et la croissance qui sont déterminant pour l'apparition du bitter pit.

Toutes les mesures qui stimulent la croissance et qui diminuent la fructification provoquent une augmentation de la sensibilité des fruits au bitter pit (voir fig. 2). Les résultats d'essais du tableau 5 confirment également cette situation. La taille d'hiver stimule la croissance alors que la taille d'été a un effet freinant.

L'élimination des longues pousses en été diminue la surface foliaire et par conséquent la production des assimilats, les fruits formés seront plus petits, donc tellement moins sensibles à la maladie. Sur les arbres non taillés en hiver les jeunes fruits subissent moins de concurrence de la pousse. Il y a lieu d'éviter une taille d'été trop vigoureuse. En diminuant la surface foliaire les fruits risquent d'être insuffisamment pourvus en assimilats et leur qualité interne et externe peut être diminuée.

Tableau 5. INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LE RENDEMENT, LA GROSSEUR DU FRUIT ET L'APPARITION DU BITTER PIT SUR MAIGOLD

Procédés	Récolte en kg par arbre	Poids moyen du fruit en g.	Bitter pit %	Poids des fruits sains kg/arbre
Seul. taille d'hiver	26,8	166	41,8	15,6
Taille d'hiver + été	23,6	159	31,2	16,2
Taille d'hiver (scie) + été	23,8	128	11,4	21,1
Seul. taille d'été	21,8	126	6,3	20,4

Au tableau 6, on peut remarquer la bonne efficacité des traitements au chlorure de calcium. Par rapport aux témoins, les arbres traités ont un rapport potassium / calcium de la chair nettement plus bas et la sensibilité au bitter pit diminue également de manière conséquente. Les fruits traités 4 fois au chlorure de calcium ont un rapport potassium / calcium de la chair de 36. Dans d'autres essais nous avons remarqué que le seuil critique au dessus duquel le risque de bitter pit est élevé, peut varier. Cette valeur de 36 représente la moyenne de tous les fruits d'un arbre. Si le rapport potassium / calcium des fruits d'un arbre se situe en dessous de cette valeur, il n'est pas exclu qu'il n'y ait pas de fruits atteints de bitter pit. En plus du rapport potassium / calcium le taux de calcium du fruit est également déterminant.

Tableau 6. INFLUENCE DES TRAITEMENTS AU CHLORURE DE CALCIUM (CaCl₂) SUR L'APPROVISIONNEMENT DES FRUITS EN K ET Ca ET SUR LA FORMATION DU BITTER PIT. EXPERIENCE CONDUITE SUR UNE HAIE FRUITIERE A TROIS BRANCHES PRINCIPALES, DE 10 ANS. GRAVENSTEIN SUR M7.

Traitement	Poids moyen du fruit en g.	Rapport K/Ca	Bitter pit %
Témoin	147	42,0	34,4
4 x CaCl ₂	146	35,8	3,2

Il y a une relation entre la croissance de l'arbre et la grosseur des fruits. Les arbres à forte croissance ont de gros fruits. L'alternance joue également un rôle important sur les maladies physiologiques. Au tableau 7 on trouve les résultats d'une enquête faite sur 60 exploitations. La sensibilité des fruits aux maladies physiologiques augmente avec le poids moyen des fruits.

Tableau 7. PROPORTION DES FRUITS ATTEINTS DE BRUNISSURE, RESULTATS OBTENUS SUR 180 ARBRES DE LA VARIETE JONATHAN

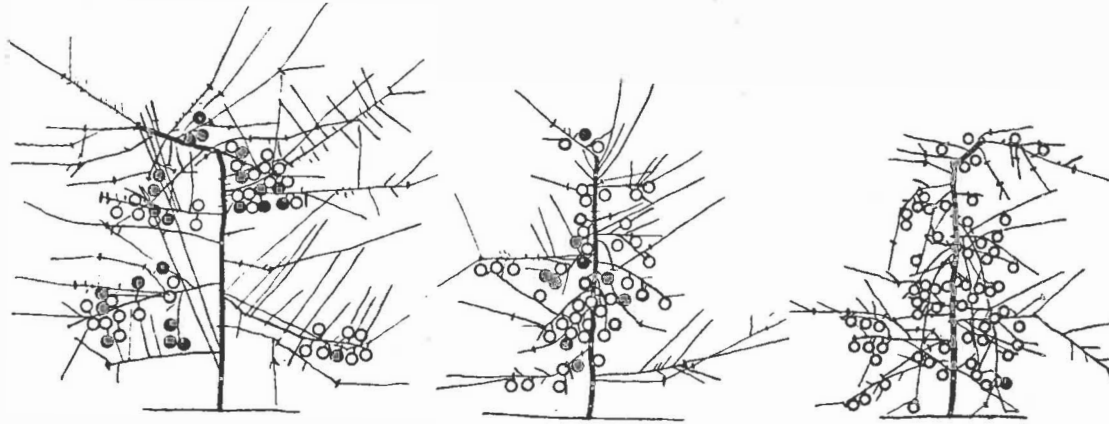
	Proportion d'arbres dont le calibre des fruits a atteint		
	67,5 mm	70 mm	70 mm
Arbre avec 40 % de fruits malades	12 %	40 %	83 %
Arbre avec 40 % de fruits malades	88 %	52 %	17 %

Des résultats semblables ont été obtenus en ce qui concerne la sensibilité au bitter pit pour différentes variétés. Comme la maladie physiologique apparaissant surtout sur les gros fruits il est indispensable de maîtriser la fructification.

Un éclaircissage trop important ou une fructification trop faible engendre le plus souvent une dégradation de la qualité intrinsèque des fruits. Il y a lieu d'être prudent lors de l'éclaircissage sur les sortes sensibles aux maladies physiologiques, par exemple Boskoop, Cox orange, Graevenstein, Jonathan, etc.,

Sur Golden par contre l'éclaircissage chimique est pratiquement une mesure indispensable. Après la chute de juin, un éclaircissage manuel est souvent nécessaire.

Fig. 1



Kg./Baum **9.2**

Ø Fruchtgew. **170.1**

% Stippe **44.4**

7.7

164.2

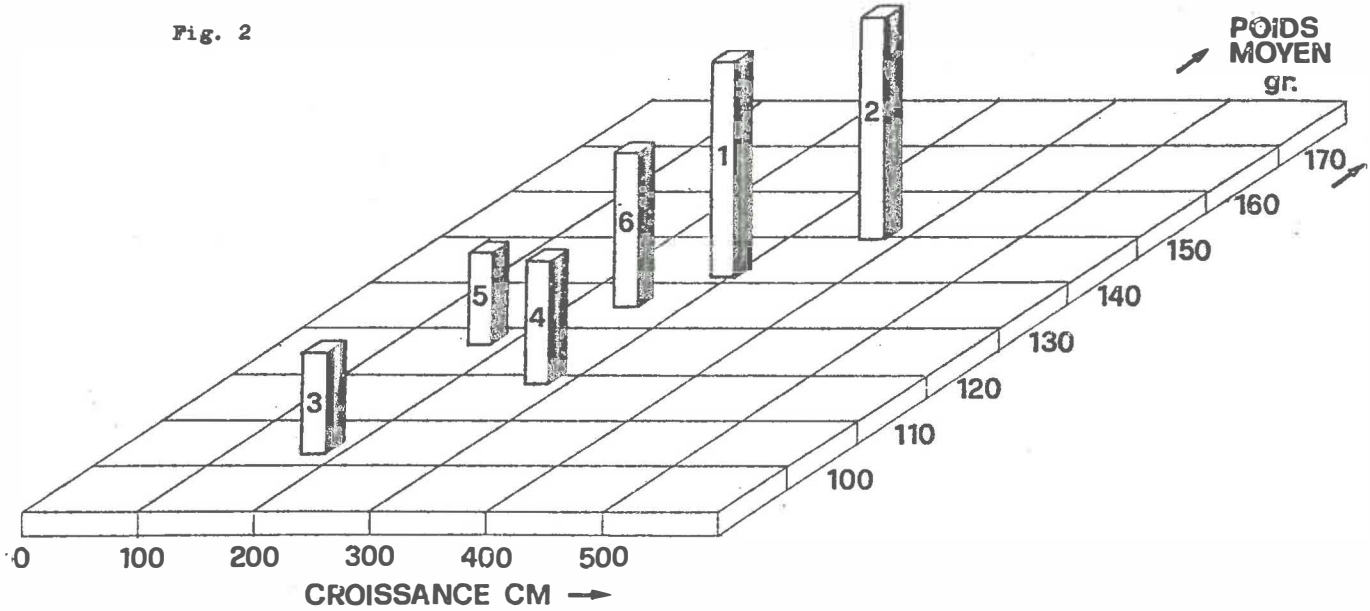
19.1

8.0

121.3

1.5

Fig. 2



L'ANALYSE MINÉRALE DES FRUITS EN VUE DE PRÉVOIR LEUR CONSERVABILITÉ :
BILAN DE SIX ANNÉES D'ACTIVITÉ D'UN SERVICE PRATIQUE,

R. Marcelle et W. Porreye
Opzoekingsstation van Gorsem (I.W.O.N.L.)
B-3800 Sint-Truiden (Belgique)

Il est un fait qu'il n'est plus nécessaire de démontrer : la production de fruits de qualité est une condition nécessaire à la rentabilité des exploitations fruitières. Lorsqu'il s'agit de fruits destinés à la conservation, cette nécessité est plus impérieuse encore : ne devraient entrer dans les frigos que des fruits pour lesquels on a l'assurance d'une conservation garantie jusqu'à une date donnée, et ce avec un risque minimum de pertes dues aux diverses maladies de conservation d'ordre physiologique. Or, depuis plusieurs années, il est bien connu que la composition minérale d'un fruit conditionne dans une large mesure sa conservabilité. Il était donc intéressant et utile pour l'arboriculteur d'essayer de créer un système qui permettrait de prévoir la conservabilité d'un fruit à partir des résultats d'analyse de sa composition minérale.

Un tel service pratique a été mis sur pied en 1975 au Centre de Recherches de Gorsem après une expérience acquise lors d'essais antérieurs. Le but de ce service est double :

- d'une part, dresser une échelle de valeur, du point de vue conservabilité, entre différents lots d'un même arboriculteur (ou d'une coopérative) afin d'établir un plan de cueillette basé sur des données objectives;
- d'autre part, prévoir la conservabilité de lots de fruits provenant de diverses parcelles et aider ainsi les personnes chargées de la conservation à établir un plan raisonné pour l'organisation de la vente des divers lots conservés.

Ce service fonctionne depuis six saisons, à la satisfaction de ses clients.

La méthode de prélèvement des échantillons de fruits sur le terrain sera décrite ainsi que les méthodes utilisées au laboratoire pour la préparation de ces échantillons. Sur le terrain, différentes caractéristiques du verger sont relevées, telles que : la charge en fruits, le calibre et l'emplacement des fruits, la croissance végétative (faible ou forte, arrêtée ou pas,...) le type de taille utilisé, etc...

Les échantillons sont prélevés début juillet afin d'avoir suffisamment de temps pour réaliser les analyses et les diagnostics. Vers le 15 - 20 août, les clients reçoivent nos avis, c'est-à-dire à un moment où des mesures peuvent encore être prises pour améliorer un peu la situation comme par exemple les pulvérisations de calcium.

Il apparaît clairement de l'ensemble de nos résultats quelques faits importants :

- 1° un contenu élevé en potassium entraîne une diminution de la conservabilité alors qu'un contenu élevé de calcium l'améliore, grâce à l'action retardatrice du calcium sur tous les processus de la sénescence;

- 2° le contenu en phosphore doit être suffisamment élevé si l'on veut des fruits résistants aux basses températures et qui conservent une bonne fraîcheur de goût. Dans beaucoup de cas, la nécessité d'un léger apport de phosphore directement assimilable par le fruit se fait sentir;
- 3° l'azote ne joue qu'un rôle secondaire et indirect sur la conservabilité du fruit : ce rôle est dû à son effet sur la croissance végétative.

Notre expérience nous a cependant persuadé que la composition minérale du fruit n'est pas tout le noeud de la conservabilité; les mesures culturales sont un facteur très important et justement celui sur lequel nous pouvons avoir la plus grande action. Par le contact individuel, on tente de trouver les raisons des déséquilibres éventuels et des avis sont donnés en vue de prévenir dans l'avenir les perturbations.

Le Ca des fruits augmente linéairement jusqu'à environ 6 semaines après fleur. L'analyse du jeune fruit s'effectue après ces 6 semaines c'est-à-dire vers le début juillet. Dès cette date l'évolution jusqu'à la récolte étant linéaire il est possible de définir le taux de Ca à la récolte. Sur le terrain le prélèvement doit être effectué par une seule personne qui cueille 50 fruits par parcelle à hauteur moyenne et réparti en fonction de l'âge des pousses et de la charge. On tiendra également compte de l'intérieur et de l'extérieur de l'arbre ainsi que des fruits au soleil et à l'ombre. En principe le prélèvement se limite à 1 fruit par arbre.

Au laboratoire, on détermine le poids moyen et le calibre du fruit. L'analyse se limite à la chair et à la pelure.

Le séchage s'effectue à 80 °C. Les résultats sont calculés en % du poids frais en mg/100 g. de fruit frais et en mg / fruit.

Dans l'interprétation, les observations en vergers comptent pour 50 %.

- RELATION FERTILITE ET ENNEMIS DES PLANTES -

INFLUENCE DE LA VIGUEUR DE L'ARBRE SUR LES PULLULATIONS D'ACARIENS ROUGES
(P. ULMI) EN VERGER DE POMMIER

Par A. STAUBLI, Station fédérale de recherches agronomiques de Changins
1260 NYON

Cet essai a été réalisé à Bex (Plaine du Rhône) dans un domaine pratiquant les techniques intégrées (DTI), sur une parcelle de 216 ares de Gravenstein, plantée en 1972.

Dans cette parcelle, la situation initiale était la suivante : lors de la mise en place de la culture, les distances de plantation (5,0 x 3,5 m) avaient été mal adaptées à la vigueur du porte-greffe 106, si bien que les arbres ont rapidement occupé plus de place que prévu. Dès 1978, l'arboriculteur a manifesté son intention d'arracher un arbre sur deux afin de laisser les autres se développer plus librement. En juin 1979, il lui a été conseillé d'effectuer, à titre expérimental, dans 5 lignes sur 14, une intervention à la scie sur les troncs d'un arbre sur deux, ceci afin de freiner la vigueur et de favoriser la mise à fruit.

Les différents spécialistes de la Station ont ainsi pu étudier l'influence de cette intervention sur des paramètres tels que l'analyse des feuilles et des fruits, l'équilibre feuille-fruit, etc. Dans ce contexte, il nous a paru intéressant de pouvoir comparer les populations d'acariens entre les arbres "sciés" et les arbres "non sciés".

Méthode expérimentale

L'intervention sur les troncs s'est faite en juin 1979 à l'aide d'une "scie-botte", sur toute la circonférence de ceux-ci, avec une profondeur moyenne d'incision de 1 à 1,5 cm, donc dans la zone du cambium.

Le contrôle des acariens s'est fait en hiver sur des bois de deux ans, selon la méthode des classes (BAILLOD, 1979), utilisée actuellement dans la pratique pour l'estimation du nombre d'oeufs d'hiver de l'acarien rouge (P. ulmi) : sur chaque arbre, on a prélevé 2 portions de rameau de 20 cm, sur chacun desquels on a contrôlé à la loupe binoculaire, 2 "obstacles" consécutifs et opposés; le nombre des oeufs par "obstacle" a été estimé par classe, soit 0; 1-5; 6-20; 21-50; 51-100; 101-200 et plus de 200. Un contrôle identique a été fait également sur 50 arbres dans des lignes de la même parcelle ne comprenant pas d'arbre scié.

Résultats et discussion

Les résultats de cet essai sont consignés dans le tableau 1 sous forme de tableau de fréquences. Pour chacun des 50 arbres par variante, on a recensé le nombre moyen d'oeufs de P. ulmi, calculé sur 4 obstacles. Pour la comparaison des moyennes, on a utilisé un test t, avec, pour les lignes comportant en alternance des arbres "sciés" et "non sciés", le test t effectué sur des paires de variables.

Un tableau récapitulatif met également en parallèle les moyennes obtenues avec divers résultats d'analyses effectués en cours de saison sur du matériel végétal des variantes correspondantes.

Ces résultats nous amènent aux considérations suivantes :

- L'intervention à la scie sur les troncs des arbres, en vue de freiner la vigueur de ceux-ci, a provoqué une diminution très nette du nombre d'oeufs de P. ulmi par rapport aux arbres "non sciés" situés dans la même ligne. On a en effet enregistré une moyenne de 8,68 oeufs/obstacle pour les arbres "sciés" contre 32,22 pour les non "sciés".
- Aucune différence significative n'a été trouvée entre la moyenne des résultats des arbres "non sciés" dans les lignes de l'essai (32,22 oeufs/obstacle) et celle des arbres du témoin (27,68). Cela tendrait à montrer qu'il n'y a pas eu migration des acariens des arbres "sciés" sur les arbres "non sciés" contigus, mais qu'il s'agit bien d'une influence directe de l'état physiologique de l'arbre sur le développement des populations de P. ulmi.
- Une comparaison entre la moyenne de tout l'essai (20,45 oeufs/obstacle) et celle du témoin (27,68) montre également une différence au seuil de signification 0,05, soit un frein au développement des acariens dans les lignes ayant subi un coup de scie un arbre sur deux.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLOD, M., 1979 - La technique et l'utilité du contrôle d'hiver des pontes de l'araignée rouge (P. ulmi) sur bois de taille en arboriculture fruitière. - Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic., Vol. 11 (2) : 89-92

Tableau 1 : Comparaison entre les populations hivernantes de *P. ulmi* sur pommiers avec troncs "sciés" et celles sur pommiers aux troncs "non sciés" : tableau de fréquences.

Nombre d'oeufs par obstacle	Nombre d'arbres			X + Y
	troncs "sciés"	troncs "non sciés"	témoin "non sciés"	
Classe	X	Y	T	
1- 10	32	4	6	8
11- 20	15	13	13	24
21- 30	2	18	14	10
31- 40	—	6	10	4
41- 50	1	3	2	2
51- 60	—	2	3	—
61- 70	—	1	1	—
71- 80	—	1	—	1
81- 90	—	—	1	1
91-100	—	—	—	—
101-110	—	—	—	—
111-120	—	—	—	—
121-130	—	—	—	—
131-140	—	—	—	—
141-150	—	1	—	—
151-160	—	1	—	—
Nombre total d'arbres	50	50	50	50
Nombre moyen d'oeufs par obstacle	a) 8,68	b) 32,22	b) 27,68	c) 20,45
	t= 5,33 dl= 98	t=0,92 dl= 98	t=2,20 dl= 98	

a, b, c : différences assurées au seuil de signification 0,05

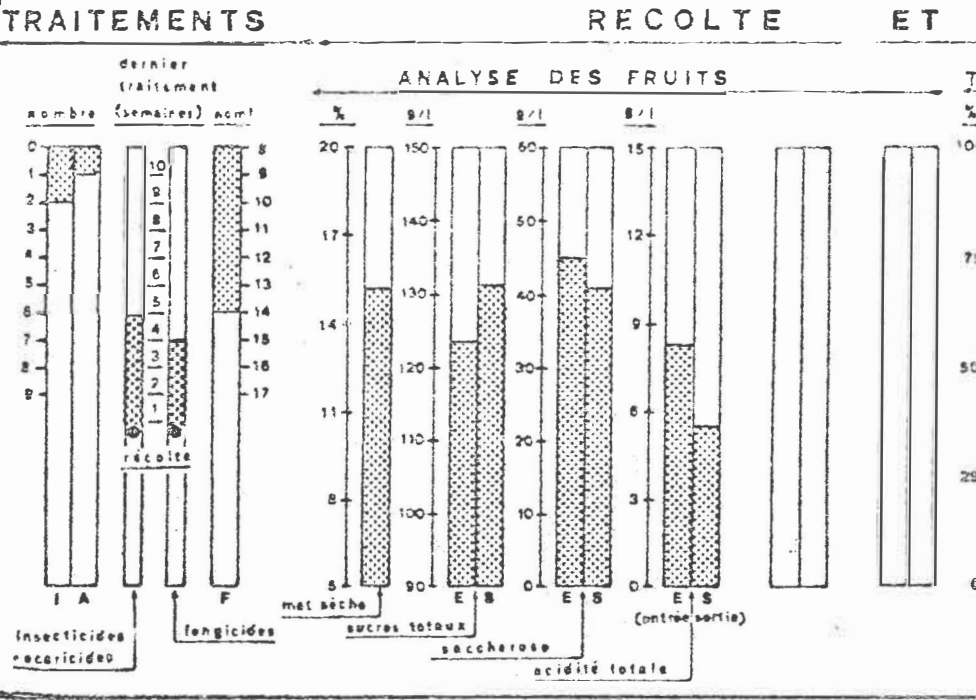
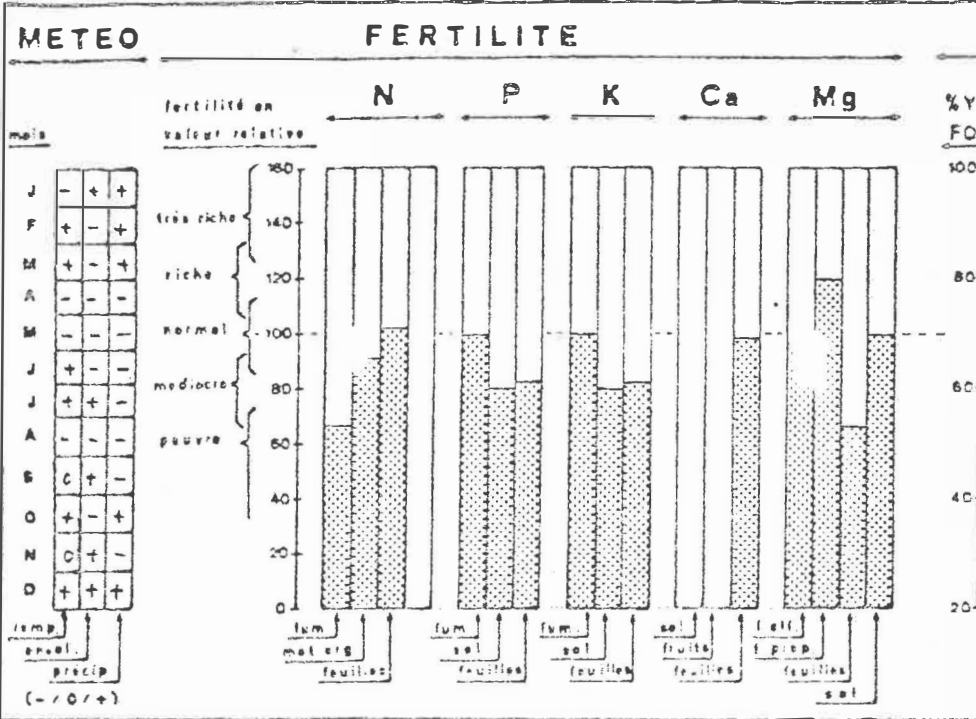
Tableau 2 : Comparaison, entre arbres "sciés" et "non sciés", dans diverses analyses N, P, K, Ca, Mg, sur feuilles et sur fruits, en relation avec les populations d'araignées rouge (P. ulmi)

		troncs "sciés"	troncs "non sciés"	
Nombre moyen d'oeufs d'hiver par obstacle		8,68 *	32,22	
Analyses : en % de la MS				
1979	Feuilles	N	1,10 *	2,00
		P	0,09 *	0,21
		K	1,15 *	1,58
		Ca	0,40 *	1,62
		Mg	0,13 *	0,25
	Fruits mûrs	N	0,28 *	0,41
		P	0,08 *	0,10
		K	0,93 *	1,27
		Ca	0,05 *	0,06
		Mg	0,04 *	0,06
1980	Feuilles	N	2,106	2,152
		P	0,218	0,217
		K	1,537	1,531
		Ca	0,920 *	1,065
		Mg	0,222 *	0,244
	Fruits verts (6 sem. après fleur)	N	1,307	1,293
		P	0,196	0,194
		K	1,548	1,512
		Ca	0,216	0,216
		Mg	0,218 *	0,148

*) différences assurées au seuil de signification 0,05

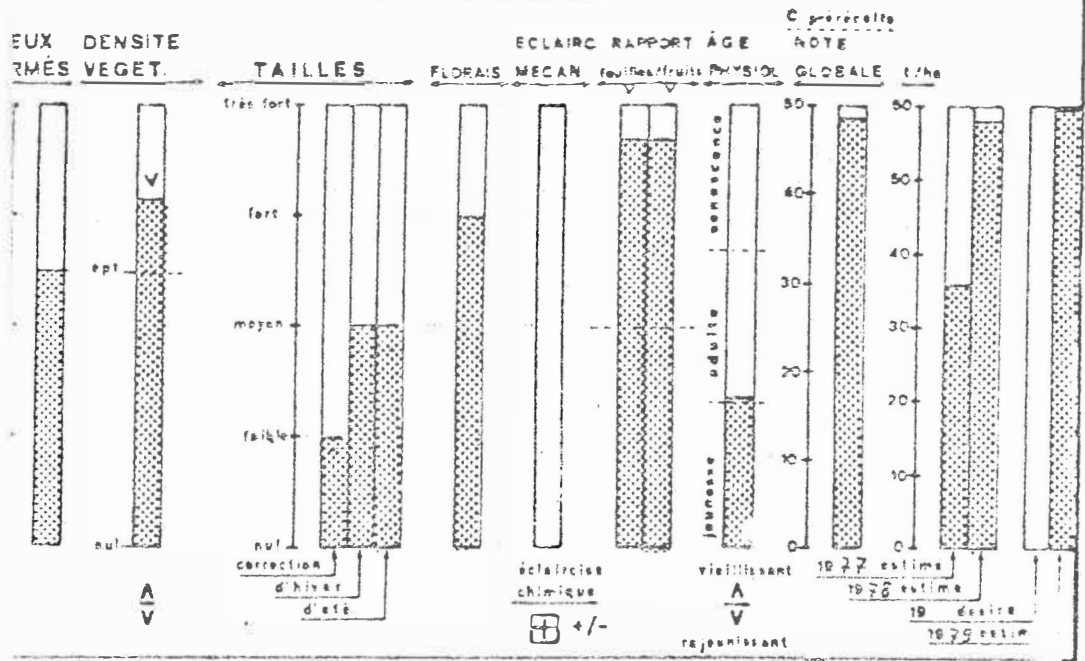
Année : 1979
 Propriétaire : HALDIMANN

BILAN

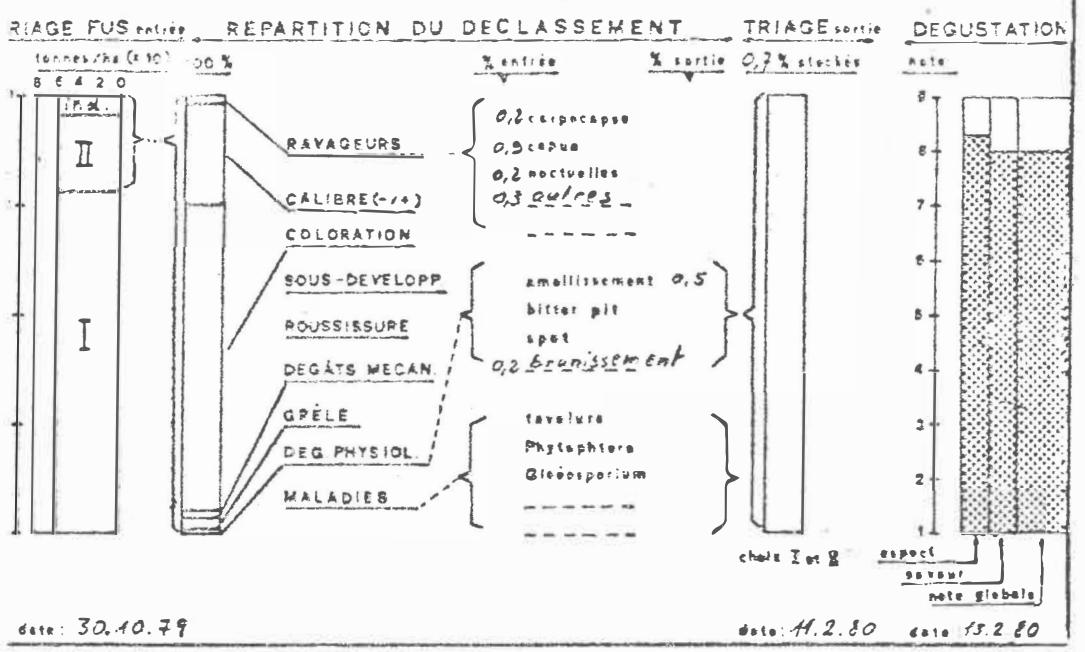


PARCELLES DTI Parcelle N° VD 2 F'ared

PHYSIOLOGIE (état phys. + interventions) RENDEMENT



CONSERVATION



date: 30.10.79

date: H. 2. 80 date 15.2.80

FUMURE ET FREQUENCE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES CHEZ

LE POMMIER

Th, Wildbolz, Station Fédérale de Recherches en Arboriculture, Viticulture
et Horticulture

CH-8820 WAEDENSWIL

Les conditions de développement des arthropodes nuisibles et des maladies cryptogamiques du pommier ont été fondamentalement modifiées pendant ces 30 dernières années par l'évolution du verger traditionnel extensif à haute-tige à la plantation basse-tige de haute productivité. Quelques ravageurs sont devenus plus rares, beaucoup d'autres ont été favorisés et causeraient maintenant - sans mesures de lutte - des pertes plus régulières et plus graves qu'autrefois.

Les causes de ce phénomène sont complexes. D'une part, les ennemis naturels des ravageurs ont été réduits ou éliminés par l'emploi répété des pesticides. D'autre part, les arbres comme lieu de développement et de nourriture des ravageurs ont été modifiés fondamentalement. La fumure est un facteur important pour ces changements parmi d'autres, comme le porte-greffe, la variété, la forme de l'arbre et la densité de la plantation, mais l'importance du facteur fumure à lui seul est difficile à quantifier.

Le feuillage dense des plantations modernes de pommiers est peu aéré et sèche plus lentement que les feuilles des arbres à haute-tige, ce qui favorise les maladies cryptogamiques comme la tavelure, Venturia inaequalis.

L'oïdium du pommier, Podosphaera inaequalis, les pucerons et la cécidomyie des feuilles du pommier, Dasineura mali, ne se multiplient bien que sur les feuilles et pousses en croissance.

C'est pourquoi ces ravageurs trouvent de meilleures conditions dans le verger moderne où la croissance est constante du printemps à l'automne, tandis qu'autrefois celle-ci s'arrêtait peu après la floraison (Wildbolz, 1965).

La présence de jeunes feuilles, en été, favorise aussi la tavelure tardive ainsi que les générations estivales des mineuses et des tordeuses du feuillage. Ce facteur joue un rôle important dans l'augmentation générale du niveau des populations de capua, Adoxophyes orana (de Jong 1981).

Les causes de la multiplication des acariens sont très complexes et les facteurs de nutrition y contribuent. Pour les détails, la littérature est souvent contradictoire, mais il en ressort qu'un bon approvisionnement des feuilles avec l'azote et des substances azotées solubles favorise ces ravageurs (van de Vrie et al. 1972).

Des champignons pénétrants par les plaies comme le chancre, Nectria galligena, et des champignons causants des pourritures comme l'antracnose, Gloeosporium sp., et la moniliose, Monilia sp., préfèrent des arbres ayant reçu une fumure trop riche en azote. Les téguments étant fragiles et les tissus spongieux, la pénétration et le développement des champignons est favorisé.

Alors, comment utiliser ces rapports fumure-attaque dans la pratique arboricole ? Toute mesure qui aide à éviter une croissance excessive et prolongée des arbres - y compris une fumure plutôt faible en azote - réduira le danger des pucerons, de la cécidomyie et de l'oïdium. Une fumure bien équilibrée aidera également à limiter les attaques du chancre et des pourritures. D'autre part, il est probable que des effets semblables peuvent être obtenus dans bien des cas pour les acariens.

Littérature

De Jong D.J. and Minks A.K. 1981. Studies on Adoxophyes orana, the major leaf roller in apple orchards in the Netherlands. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 54 : 205-214.

Van de Vrie M., Mc Murtry J.A. and Huffaker C.B. 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. Hilgardia 41 : 343-432.

Wildbolz Th. 1965. On the influence of horticultural practices on apple aphids. Proc. 13th Int. Congr. Ent. London, 589.

ACTION DE LA FUMURE AZOTÉE SUR LA MULTIPLICATION DE L'ACARIEN
ROUGE MANONYCHUS ULMI

J. Bosch, Landesanstalt für Pflanzenschutz
Stuttgart

Dans le cadre d'une recherche sur les effets trophiques, l'influence de la fumure azotée sur la multiplication de l'acarien rouge sur pommier a été étudiée en 1970, lors de trois essais en laboratoire.

Une tendance générale s'est dégagée, selon l'exemple suivant :

Caractéristiques de l'essai :

Essence : pommier EM IV (clone), scions d'une année placés dans des containers de 2 litres avec substrat tourbeux (TKS 1), sous éclairage artificiel d'environ 200 lux (OSRAM L 15 et L 32).

Variantes :

1. fumure de base sans apport d'azote
2. fumure de base avec 20 mg $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ par plante et par semaine
3. fumure de base avec 40 mg $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ par plante et par semaine

Quatre semaines après le début de l'essai, on a déposé sur chaque plante 10 jeunes larves de P. ulmi.

Quatre semaines plus tard, les acariens ont été dénombrés sur chaque plante d'essai avec la méthode calandrage. A la même occasion, des autres feuilles ont été prélevées pour analyse.

Les composants suivants ont été déterminés :

sucre : au moyen de la chromatographie sur couche mince

azote : selon Kjeldahl

Résultats : voir tableau en annexe

Nombre d'acariens et analyse foliaire sur pommier selon différentes fumures azotées, quatre, respectivement huit semaines après le début de l'essai.

Nombre de <i>P. ulmi</i> (adultes et larves)	Fumure de base	Fumure de base + 20 mg NH_4NO_3	Fumure de base + 40 mg NH_4NO_3
par plante	1286	1912	2284
par feuille	61	66	76

Composants en % de la matière sèche	Fumure de base	Fumure de base + 20 mg NH_4NO_3	Fumure de base + 40 mg NH_4NO_3
Glucose	2,21	2,60	3,31
Fructose	traces	0,40	0,36
Saccharose	traces	0,68	0,67
Sucres totaux	env. 2,50	3,68	4,34
Azote total	1,94	2,40	2,61

BILAN DE LA REUNION

Organisée par le Groupe de Travail de l'OILB "Protection intégrée en verger" que dirige le Dr. Steiner, la réunion de Changins s'inscrit dans le cadre des activités de la "Commission pour la valorisation de la production intégrée".

S'inspirant du "Message d'Ovronnaz" (Bulletin SROP, 1977/4), cette Commission s'efforce d'améliorer la valeur de la production agricole en appliquant les principes de la protection intégrée à toutes les techniques de production.

Travaillant dans le secteur de l'arboriculture, où, en appliquant la "lutte raisonnée" on a donné la preuve des possibilités offertes par l'utilisation de méthodes de travail plus respectueuses des exigences de l'écologie, cette Commission vise la valorisation de l'ensemble de la production agricole.

Si ces buts spécifiques concernant surtout la mise au point de "Directives" permettant de normaliser les méthodes de production aboutissant à la "production intégrée", ainsi que l'amélioration et la certification qualitative de cette production, son principal souci reste cependant celui de promouvoir les méthodes culturales susceptibles de "faire" cette meilleure qualité qu'elle veut valoriser. C'est ainsi que l'OILB, habituellement préoccupée par des problèmes d'ordre phytosanitaires, a été, cette fois, l'animatrice d'une rencontre consacrée à l'étude de problèmes liés à la nutrition des arbres fruitiers, retenue à juste titre, un des facteurs de qualité de première importance.

Les exposés présentés et discutés dans l'Aula de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, ainsi que la visite commentée dans une culture fruitière à Eysin (VD), ont été riches d'enseignements.

Ces travaux ont permis en particulier :

- d'apporter une contribution notable dans la recherche des possibilités d'appréciation de la fertilité d'un verger. L'utilisation conjointe de l'analyse foliaire et de l'analyse du sol semble pouvoir permettre l'emploi de schémas ou de grilles d'interprétation, aisément utilisables par l'arboriculteur.
- de mettre en évidence les limites des méthodes d'investigation analytiques en vue de l'application de la fumure optimale, ainsi que la nécessité de poursuivre ces études sur des bases pluridisciplinaires.
- d'étudier les causes et les possibilités de lutte contre les troubles physiologiques les plus graves (on a considéré en particulier les problèmes de "taches amères" des pommes), ainsi que les possibilités offertes par l'analyse minérale des fruits dans le but d'en prévoir la conservabilité.
- de mettre en évidence, une fois de plus, l'incidence des techniques culturales sur l'état physiologique de la plante, dont l'équilibre est déterminant pour atteindre l'amélioration qualitative et quantitative (l'optimalisation) souhaitée.

Cet équilibre ne peut être que le résultat de l'ensemble des activités d'un cultivateur averti.

Elles commencent avec le choix du terrain et les soins à la plantation, se poursuivent par la mise en oeuvre d'un mode de conduite (taille et éclaircissage notamment) tenant compte des lois de la végétation, se complètent par l'application d'une fumure équilibrée et d'une protection raisonnée (l'état sanitaire d'une plante n'est pas sans influence sur sa physiologie), pour aboutir enfin à une cueillette faite au bon moment.

C'est ainsi que les participants à la réunion de Changins s'accordent pour encourager les efforts entrepris, notamment à Changins et à Wädenswil dans des cultures pilotes (les Domaines à Techniques Intégrées), où l'on tâche de tenir compte des principaux facteurs de qualité, dans le but d'en mesurer l'influence sur la production.

La constitution d'une équipe de travail s'occupant, au sein de l'OILB, des problèmes liés à la physiologie de l'arbre fruitier, pourrait être un excellent moyen pour encourager ces importantes recherches pluridisciplinaires.

M. Baggiolini

LISTE DES PARTICIPANTS

AERNY J. RAC, Changins, 1260 NYON. CH
BAGGIOLINI M. Rte des Tattes-d'Oies, 1260 NYON. CH
BALLESTRAZ A. Station cantonale d'arboriculture, 1950 CHATEAUNEUF-SION.
CH
BASSINO J-P. ACTA, Quartier St-Joseph, 04100 MANOSQUE. F
CACCIA R. RAC, sous-Station de Cadenazzo, 6593 CADENAZZO. CH
CATZEFLIS J. RAC, sous-Station des Fougères, 1964 CONTHEY. CH
CHAPPUIS Ph. Station cantonale d'arboriculture, Caroline 11,
1000 LAUSANNE. CH
COLLET G. RAC, Changins, 1260 NYON. CH
EVEQUOZ M. RAC, sous-Station des Fougères, 1964 CONTHEY. CH
FADY Cl. C.I.G.R.E.F. Division des cultures spéciales. Groupement
d'Aix-en-Provence, Boîte postale 92, 13603 AIX-EN-PROVENCE.
F
FAVRE G. Station cantonale d'arboriculture, Caroline 11,
1000 LAUSANNE. CH
FORT A.C.I.A. Chambre d'Agriculture, Rue du Château 1,
73000 CHAMBERY. F
GAGNARD J. Résidence de France-Dauphiné 2, 174 rue Guillaume Janvier
34100 MONTPELLIER. F
GENDRIER J-P. A.C.I.A. Domaine de Gotheron, 26320 SAINT-MARCEL-LES-
VALENCE. F
GONVERS O. Président du GALTI, 1111 LUSSY s/Morges. CH
GORINT F. Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica
dei Prodotti Agricoli, Via Venezian 26, 20133 MILANO. I
GYSI Ch. FAW Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein und Gartenbau
8820 WADENSWIL. CH
KUHNIS A. Station cantonale d'arboriculture, 1950 CHATEAUNEUF-SION.
CH
MARCELLE R. Laboratory of Plant Physiology Research Station of Gersem
B 3800 SINT-TRUIDEN. B
MATHYS G. Directeur O.E.P.P. Rue Le Nôtre 1, 75016 PARIS XVIème. F
MILAÏRE H. INRA, Station de Zoologie, Etoile de Choisy, Rte de St-
Cyr, 78000 VERSAILLES. F
MONICO P-Y. Sol-Conseil, case postale 188, 1260 NYON. CH
PFAMMATER W. RAC, sous-Station des Fougères, 1964 CONTHEY. CH
ROCHAIX M. Directeur RAC, Changins, 1260 NYON. CH
RYSER J-P. RAC, Changins, 1260 NYON. CH
SEMOROZ J-L. Centre fruitier, Perroy, 1166 PERROY. CH
SCHUMACHER R. RAW. Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein und Gartenbau
8820 WADENSWIL. CH
SCHMID A. Service phytosanitaire cantonal, 1950 CHATEAUNEUF-SION. CH
SCHWARZ A. RAC, sous-Station des Fougères, 1964 CONTHEY. CH
SCHWARZ J-J. RAC, Changins, 1260 NYON. CH
STAUBLI A. RAC, Changins, 1260 NYON. CH
STEINER H. Landesanstalt für Pflanzenschutz, Reinsburgstr. 107
D 7000 STUTTGART 1. D

STOLL	FAW Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein und Gartenbau 8820 WADENSWIL. CH
WILBOLZ	FAW Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein und Gartenbau 8820 WADENSWIL. CH
ZWINGLI H.	Obstbauzentrale, 3425 OESCHBERG-KOPPIGEN. CH

INTEGRATED PRODUCTION OF APPLES

Report of a workshop held at Wädenswil, Switzerland,
on June 15th - 16th, 1982.

Suggestion of the meeting

The working group "Integrated Pest Control in Orchards" of IOBC/WPRS made the suggestion to R. Schumacher at Wädenswil to invite European pomologists for a workshop on integrated production of apples. The relationships between orchard management, physiology of the tree, development of pests and diseases, occurrence of physiological disorders and fruit quality should be discussed. The aim was to find a good way of cooperation between European research workers concerned with fruit quality in the latest sense and to discuss about the need to form a working group for integrated production of apples.

Participants

Pomologists from Belgium (R. Marcelle), England (R.O. Sharples), France (J. Huguard), Germany (F. Lenz), Italy (G. Costa), Netherlands (R.K. Elema) and Switzerland (A. Aepli, F. Fankhauser, W. Pfammatter, R. Schumacher, K. Stoll) participated at the meeting. The working group "Integrated pest control" was represented by H. Steiner (Germany), A. Stäubli and Th. Wildbolz (Switzerland).

The concept of integrated production of apples

Th. Wildbolz showed the historical development of integrated pest control in orchards. Modern integrated pest management means the integration of all production methods to keep pests below the economic threshold. By using as much prophylaxis as possible, the application of direct control methods is to limit to a minimum. Therefore, integrated control in the latest sense leads to integrated production, which means the use of all efforts to produce high quality fruits with ecologically acceptable methods.

The influence of the physiology of the tree on fruit quality was discussed by R. Schumacher. The causes of physiological disorders have to be influenced by all production methods which help to approach the physiological equilibrium of the tree. Agrochemicals, i.e. growth regulators, should only be used when all other possibilities have been applied. Much attention has to be paid to pruning methods, fertiliser application, fruit thinning, shoot growth, fruit

size, Ca-supply.

"Integrated production of apples" is not a system but more an approach. The optimal combination of all production factors has to be found. The efforts have to be concentrated on the objective to achieve fruits of high eating quality by using a minimum of agrochemicals.

Prevailing approaches in integrated production of apples

A. Stäubli presented the activities in integrated apple production in the western part of Switzerland. On the level of experimentation, numerous trials in "integrated plots" are done in an interdisciplinary research program considering soil and fertilisation, plant physiology, plant protection, intrinsic fruit quality and agroclimatology. The level of demonstration comprehends the application of integrated production techniques on DTI plots by fruit farmers under the advice of the research station Changins, careful observation of the orchard during the season and a quality control of the fruits. On the level of popularization, the fruit farmers association "GALTI" is practising integrated production on 72 farms. The apples produced in GALTI plots are sold with a special label. GALTI apples have no better price, but they are very good sold on the Swiss market.

K. Stoll showed the efforts of the Migros-S-production program since 1972 to produce vegetables and fruits with good intrinsic quality. A good advisory system, numerous soil and fruit analyses, storage experiments and degustations are involved in this program. The Migros-S-products are not sold at higher prices, but the growers get advices without any charges and have selling guaranties. The storage quality of apples has been improved and the pesticide contamination on the products has been reduced.

F. Fankhauser presented an experimental program for integrated production in the eastern part of Switzerland. Samples for soil, leaf and fruit analyses are collected in 60 orchards, the development of the trees is assessed during the growing season and fruit samples are investigated during the storage period. The varieties Golden Delicious, Gravenstein and Jonathan are considered. The very complex interrelationships between more than 100 variables for each tree are investigated by multivariate analysis methods.

What is a "good apple" ?

K. Stoll gave an introduction to the factors influencing fruit quality. Important growing factors are the climate, good pollination, balanced water and nutritional supply, light in the crown, optimal leave: fruit ratio and optimal

picking time. The assessment of the correct picking time has to be based on the combination of a number of factors: the minimal duration of the growing period, changes in coloration, easy separation of the fruit from the tree, loss of fruit firmness, the iodine-starch-test. The full morphological-biochemical development of the fruit is related to a minimal size of the fruit, a minimal development of the calyx-basin, a minimal percentage of red colour and a minimal content of sugars and acids of the fruit.

The discussion showed that it is difficult to find objective criteria to describe fruit quality for different varieties in different growing areas. The shape of the fruit is significantly influenced by the growing conditions i.e. more elongated fruits occur in more cool climate. The use of growth regulators can alter the optimal picking time. The physiological maturity is often quite another thing than minimum quality factors as size, part of red colour, sugars and acidity. The influence of light in the orchard on intrinsic fruit quality should be investigated further on.

The methods of prediction of fruit quality before harvest can only be improved by more basic research. Mineral analyses of soil and leaves are only good for fertiliser management but are not related to the fruit quality. The assessment of the fruit quality has to be done on the tree, considering fruit load, shoot growth, fruit size, position of the fruits etc. The indice Thiault is not applicable for every variety and not for different growing areas in the same way. The fruit size has to be assessed in relation to the genetical predisposition of each variety. Chemical and physical investigations of fruit quality have always to be accompanied by a sensory assessment of the fruits.

Cooperation of European pomologists

At the end of the meeting, the need to form a working group for integrated production of apples was discussed. The participants agreed to form an open group without much formalities for the beginning. In a large sense, all pomological research should help to come to more comprehensive integrated production techniques. The big problems with the decreasing fruit quality on the market in European countries should be a warning light and an encouragement for all research stations to make efforts to save quality. More cooperation in the field of factors influencing fruit quality could help to find optimal producing methods. It would be dangerous to look only for the most cheap method of production by using more and more agrochemicals and by maximising the yields.

As a next step, F. Lenz will invite European pomologists in autumn 1984 to Bonn.

Papers on intrinsic fruit quality should be submitted there. It is possible that the meeting at Wädenswil may prove to have been the beginning of an important new development of pomological research in Europe. In the meantime, R. Schumacher will be the chairman of this open and independent working group and he will be the relator to the working group "Integrated pest control" of IOBC.

A. Aepli

The following summary and conclusions have been accepted by the participants at the end of the meeting:

Summary and Conclusion

A group of pomologists from seven European countries were invited by Dr. R. Schumacher to meet in Switzerland at Wädenswil on the 15 and 16 June 1982 to discuss the influence of production methods on apple quality. The meeting had been suggested by the working group "Integrated Plant Protection in Orchards" of IOBC/WPRS.

The participants agreed:

- 1) that it is difficult to achieve consistent production of apples of high intrinsic quality and that certain modern methods of production may increase the occurrence of physiological disorders and reduce eating quality,
- 2) that the criteria to describe quality should be defined more clearly and measured objectively for both scientific and commercial purposes,
- 3) that the methods of prognosis of fruit quality before and at harvest must be developed further for the main varieties and tested in different growing regions,
- 4) that apple production systems should be acceptable in both ecological and economical terms and suitable for use over periods of several decades,
- 5) that residues on fruit must be minimized as far as possible and that agrochemicals should be used in ways which protect the ecosystem,
- 6) that such efforts are in accordance with consumers' demands for a "good apple", particularly in terms of safety and eating quality,
- 7) that such an objective can only be realized by comprehensive integrated fruit production (i.e. the production of good quality apples by economically and ecologically acceptable methods).

8) that research, grower and marketing organizations should give high priority to integrated fruit production.

A workshop on fruit production methods and apple quality should be held in autumn 1984 at Bonn/Germany.

A. Aepli (Wädenswil)