

RECHERCHES SUR LA MALADIE DES « TACHES LENTICELLAIRES » DE LA POMME 'GOLDEN' (*)

(Campagne Fruitière 1965-1966)

par

Claude MOREAU

Maître de Recherches au C. N. R. S.

Mireille MOREAU

*Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Brest*

Gilbert BOMPEIX

Assistant à la Faculté des Sciences de Brest

François MORGAT

Ingénieur I. T. P. A.

RECHERCHES SUR LA MALADIE
DES « TACHES LENTICELLAIRES »
DE LA POMME 'GOLDEN'
(Campagne fruitière 1965-1966).

par C. MOREAU, Mireille MOREAU,
G. BOMPEIX, F. MORGAT (Brest).

Fruits, vol. 21, n° 9, octobre 1966, p. 467 à 488.

RÉSUMÉ. — L'époque de la contamination des fruits par le *Phlyctaena vagabunda* et l'importance du potentiel infectieux au verger sont étudiées par différentes méthodes. L'influence du niveau des fruits est précisée.

Les prévisions, établies grâce au test de diagnostic précoce, ont fourni, avec 6 mois d'avance, des indications valables sur le comportement des lots de fruits en mars et avril.

L'examen comparé des calendriers de traitements appliqués dans plusieurs vergers et des taux d'altérations de leurs fruits constatés en fin de conservation montre l'intérêt des applications fongicides poursuivies de Juillet jusqu'à la cueillette.

Les liens entre la perméabilité, la résistance mécanique, la structure des lenticelles et la susceptibilité au *P. vagabunda* de plusieurs variétés de pommes sont recherchés.

L'infection expérimentale des fruits au laboratoire et des arbres au verger a été réalisée avec succès.

Au cours de la campagne fruitière 1965-1966, nous avons poursuivi les travaux commencés pendant les campagnes précédentes et dont les résultats ont été publiés dans cette même revue.

*L'année 1965 a été, par ses conditions climatiques, particulièrement favorable aux infections des pommes au verger par le *Phlyctaena vagabunda* Desm. dans le Nord-Est du Bassin parisien d'où sont originaires les fruits utilisés dans notre expérimentation : on y a en effet noté 141 jours de pluie en 1965 (avec 851 mm d'eau) pour 99 jours en 1964 (avec 546 mm d'eau) ; pour les seuls mois de juillet-août-septembre, qui semblent jouer un rôle essentiel dans l'infection, il y a eu 276 mm d'eau en 1965 contre 114 en 1964 ; la température a été légèrement plus basse (moyenne annuelle 8,8° C en 1965 pour 9,8° C en 1964).*

Par contre la cueillette des pommes Golden en octobre 1965 s'est, dans l'ensemble, effectuée par temps sec.

(*) Voir *Fruits*, vol. 20, n° 9, 1965.

I. LA CONTAMINATION DES FRUITS AU VERGER

1° Recherche de l'époque d'infection.

La contamination par le *Phlyctaena vagabunda* étant réalisée avant l'entrée des fruits en entrepôt, nous avons essayé d'en préciser la date.

Sur 10 arbres d'un verger (V₄) reconnu très contaminé et sur lesquels les traitements fongicides sont interrompus, on ensache régulièrement (sacs de polyéthylène perforés à leur base) 10 fruits pris au hasard à 6 reprises différentes, soit 100 fruits à chaque fois. L'ensachage protège les fruits contre tout dépôt ultérieur de spores. Les fruits ensachés le plus tardivement ont donc accumulé la plus grande quantité de spores.

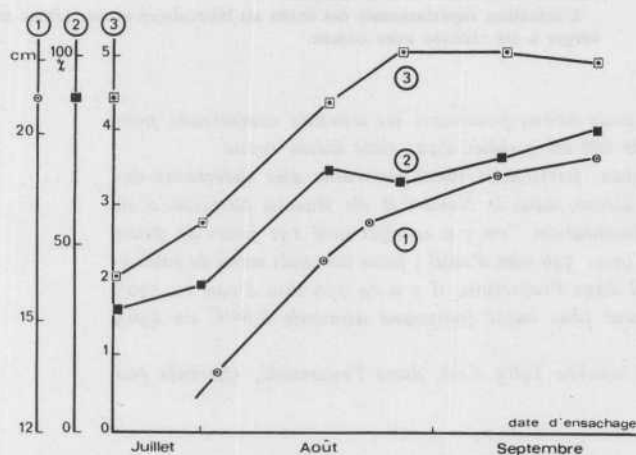
Après cueillette, les pommes sont entreposées à 2° C et contrôlées en avril : le taux de fruits tachés par le *Phlyctaena* et le nombre de taches par fruit sont ainsi déterminés en fonction de la date d'ensachage.

Dans ce même verger, l'augmentation de la taille des fruits (moyenne établie sur 10 pommes) a été suivie durant la même période. Le diagramme 1 présente ces différents résultats ; on peut observer qu'entre le 1^{er} et 17 août, alors que les fruits ont grossi rapidement, le taux de contamination a presque doublé.

Une confirmation de la contamination précoce des fruits nous est apportée par une autre méthode :

DIAGRAMME 1. — Altérations constatées en fin de stockage selon la date d'infection au verger (déterminée par ensachages successifs des fruits). Comparaison avec l'évolution du calibre des fruits pendant la période d'ensachage.

1. Calibre des fruits.
2. Taux de fruits altérés en avril en fonction de la date d'ensachage.
3. Nombre moyen de taches par fruit contaminé.



Sur les mêmes arbres, 35 des 100 fruits cueillis en août et 40 des 100 fruits cueillis en septembre, soumis à la technique du diagnostic précoce (MOREAU C. et M. et BOMPEIX, 1965) montraient, 3 semaines plus tard, de nombreuses petites taches de *Phlyctaena*.

2° Potentiel infectieux au verger.

Dans 3 vergers (V₂, V₃, V₄), 5 arbres sont choisis (les mêmes que ceux de l'expérimentation de l'année précédente). A la cueillette, les fruits sont répartis entre le fruitier ventilé (7 à 13° C, 60-90 % HR) et l'entrepôt frigorifique (2° C, 90-92 % HR). Le contrôle des fruits tachés par le *Phlyctaena* est réalisé en fin de conservation : mars ou avril selon les cas.

Les résultats sont rapportés au tableau 1.

La contamination varie d'un arbre à l'autre et surtout selon les vergers, quelque soit le mode de conservation des pommes. Le verger V₄ est incon-

DIAGRAMME 2. — Comparaison du taux d'infection des fruits provenant de 3 vergers différents, V₂, V₃, V₄ et placés dès la cueillette : — soit en fruitier ventilé (contrôle le 17 mars) ; — soit en entrepôt frigorifique (1^{er} contrôle le 17 mars, 2^e contrôle le 23 avril).

Le taux d'infection est exprimé en pourcentage de fruits présentant des attaques visibles de *Phlyctaena*.

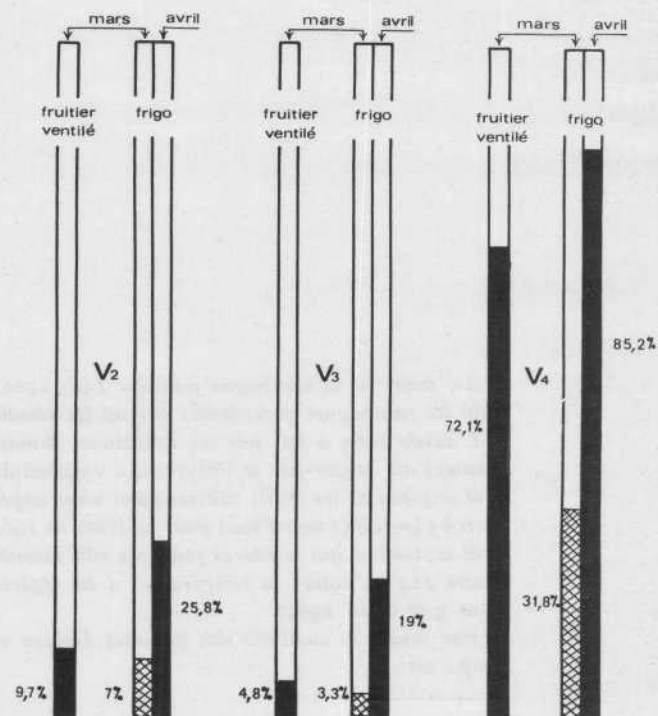


TABLEAU I. — *Altérations des fruits par le Phlyctaena vagabunda, observées en fin de conservation, selon les arbres et les conditions d'entreposage.*

CONDITIONS D'ENTREPOSAGE	VERGER	NUMÉRO DES ARBRES	TOTAL DES FRUITS EXAMINÉS	NOMBRE DE FRUITS ALTÉRÉS PAR LE PHLYCTAENA
Fruitier ventilé (contrôle en mars)	V ₂	6	148	18
		7	113	13
		8	35	8
		9	66	3
		10	81	1
			443	43 (9,7 %)
	V ₃	11	844	48
		12	642	27
		13	588	33
		14	577	28
		15	741	30
			3 392	166 (4,8 %)
V ₄	16	1 065	824	
	17	814	612	
	18	1 117	741	
	19	826	552	
	20	1 111	839	
		4 943	3 568 (72,1 %)	
Frigorifique (contrôle en avril)	V ₂	6	96	33
		7	174	28
		8	85	17
		9	133	48
			488	126 (1) (25,8 %)
	V ₃	11	830	149
		12	679	156
		13	566	89
		14	675	125
		15	670	131
			3 420	650 (1) (19,9 %)
	V ₄	16	1 176	967
17		1 230	1 101	
18		1 260	1 010	
19		847	718	
20		861	785	
		5 374	4 581 (1) (85,2 %)	

(1) V₂ : 2,4 taches en moyenne par fruit malade en avril. V₃ : 2,1 taches en moyenne par fruit malade en avril.
V₄ : 6,0 taches en moyenne par fruit malade en avril.

testablement le plus contaminé ; c'était d'ailleurs le cas l'année précédente. Les arbres examinés dans les vergers V₂ et V₃, pratiquement indemnes en 1964, sont, cette année, infectés.

Le taux de fruits altérés en fin de stockage par le *Phlyctaena*, au fruitier ventilé, est moins élevé que celui constaté en entrepôt frigorifique, mais la conser-

vation s'arrête beaucoup plus tôt. Par contre, si l'on compare les résultats obtenus en mars en fruitier ventilé et au frigorifique, ils sont nettement favorables à ce dernier (diagramme 2) (cf. MOREAU et col., 1966). A 2° C, le taux d'altération observé en avril est en général 2 à 4 fois supérieur à celui que l'on note en mars.

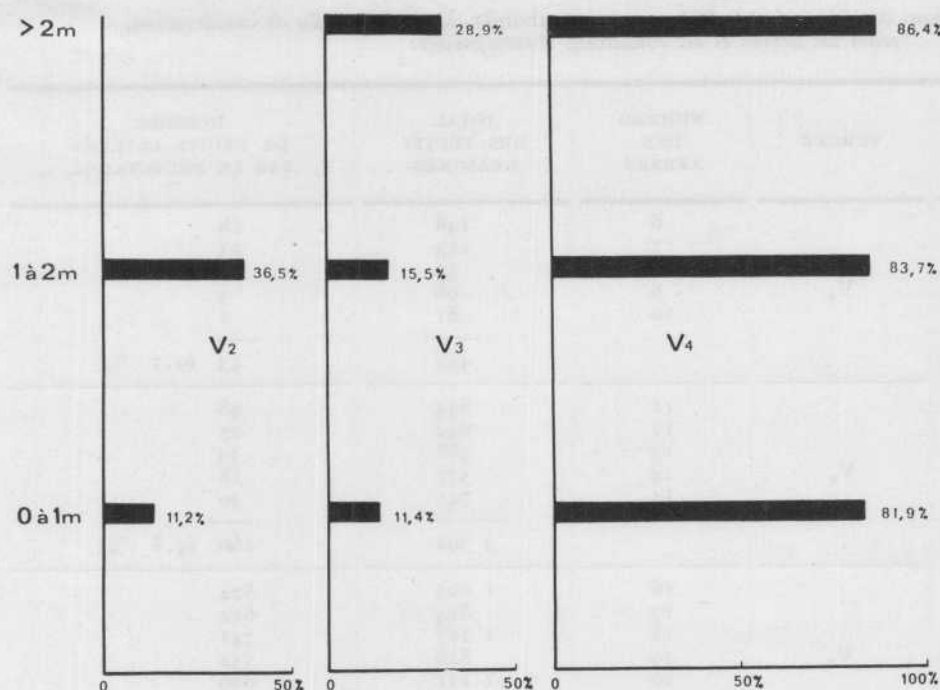


DIAGRAMME 3. — Comparaison du taux d'infection par le *Phlyctaena* des fruits provenant de 3 vergers différents, V₂, V₃, V₄ en fonction de leur niveau sur les arbres.

3° Influence du niveau des fruits sur l'arbre.

Si l'orientation des fruits sur l'arbre nous avait paru jouer un rôle négligeable l'an dernier, leur niveau, pour le seul verger V₄ suffisamment contaminé, semblait avoir une légère influence sur l'infection (MOREAU et col., 1965). Nous avons, cette année, cherché à vérifier cette observation.

A la cueillette, les fruits sont répartis pour chaque arbre selon leur niveau et entreposés à 2° C. Le contrôle du *Phlyctaena* est effectué en fin avril.

L'expérience a porté :

verger V₂ : sur 488 fruits prélevés sur 4 arbres (haie fruitière, porte-greffe EM IX) ;

verger V₃ : sur 3 392 fruits prélevés sur 5 arbres (buisson, porte-greffe EM II) ;

verger V₄ : sur les 847 fruits d'un même arbre (buisson, porte-greffe EM II).

Le nombre des fruits contaminés étant cette année beaucoup plus élevé, les résultats obtenus nous paraissent confirmer pleinement la tendance observée l'an dernier : le taux d'infection est légèrement à notablement plus élevé dans les parties supérieures des arbres (cf. diagramme 3).

L'inégale répartition des fongicides lors des pulvérisations, leur entraînement sur les branches basses par la pluie sont parmi les hypothèses à retenir pour expliquer ce résultat.

II. ESSAI DE PRÉVISION DES PERTES ET CONTRÔLE EN ENTREPÔT

Nous avons préconisé une technique capable de « révéler » précocement et dans un délai de 3 à 4 semaines l'état sanitaire des pommes : une rupture ménagée des lenticelles par un brusque changement de pression, suivie d'une maturation accélérée, permet de déterminer, à tout moment, le taux d'infection

de lots homogènes de fruits (cf. MOREAU et BOMPEIX, 1965 et MOREAU et col., 1966).

1° Diagnostic précoce.

Nous avons choisi dans les vergers V₂, V₃, V₄,

10 arbres voisins des 5 arbres déjà cités. Sur chaque arbre, on cueille régulièrement 10 fruits pris au hasard, soit 100 fruits à chaque prélèvement (20 août, 20 septembre, 15 octobre). Ces fruits sont aussitôt soumis à la technique de rupture ménagée des lenticelles afin de connaître rapidement leur potentiel infectieux.

A la récolte, une caisse de fruits pour chacun de ces arbres (soit au total 30 caisses) est entreposée à 2° et le contrôle des taches lenticellaires est effectué les 17 mars et 23 avril.

Au tableau 2, les résultats expriment d'une part l'évolution du potentiel infectieux au verger, d'autre part (en octobre) la prévision de perte, révélée par notre technique, comparée au taux d'infection noté en entrepôt en fin de conservation.

Les prévisions établies dès octobre correspondent sensiblement aux pertes observées en mars suivant. Par contre, le taux de fruits tachés entre mars et avril augmente brutalement et dépasse de beaucoup les prévisions établies à la cueillette. Nous pensons que la maturation accélérée, provoquée en laboratoire, ne permet pas, malgré le traitement physico-chimique, d'exprimer la totalité du potentiel infectieux; la réceptivité du fruit paraît moindre que lors de sa maturité naturelle. Néanmoins, les prévisions fournissent d'intéressantes indications pour un stockage de 5 mois; pour une plus longue conservation, il convient de prévoir une augmentation importante des pertes.

Les fruits prélevés en août permettaient de prévoir, 1 mois avant la récolte, dans le verger V₄, de graves dégâts au cours du stockage.

2° Prévisions à la cueillette.

Pour apprécier la valeur pratique de notre technique, 6 lots de 50 fruits, issus chacun d'un verger

différent, sont prélevés, peu après la récolte et soumis au test. Au moment des ventes de mars et avril le taux des fruits tachés a été constaté pour chaque verger et comparé aux prévisions. Les résultats sont exprimés au tableau 3.

TABLEAU 3. — Comparaison entre les prévisions d'altération par le *Phlyctaena* établies sur 50 fruits, au laboratoire, peu après la récolte et le tonnage de pertes réelles constatées en entrepôt au moment des ventes tardives. Les prévisions sont établies au risque d'erreur de 5 %.

VERGER	PRÉVISIONS D'ALTÉRATION	TAUX D'ALTÉRATION CONSTATÉ A LA VENTE
V ₅	0 à 7 %	4,7 % (sur 63 t en avril)
V ₆	12 à 34 %	10,6 % (sur 21 t en mars) (dont 5,7 % sur 17 t le 3 mars et 22,2 % sur 4 t le 12 mars)
V ₇	0,5 à 14 %	5,2 % (sur 21 t en avril)
V ₈	0 à 7 %	0,3 % (sur 22 t en mars)
V ₉	1 à 17 %	5,1 % (sur 27 t en avril)
V ₁₀	1 à 17 %	0,7 % (sur 47 t en mars)
		9,6 % (sur 16 t en avril)
		0,6 % (sur 40 t en mars)

Les pertes constatées en mars-avril s'intègrent donc bien dans les marges d'altération prévues dès novembre. Les fruits du verger V₆, qui étaient reconnus très contaminés, ont été effectivement les plus altérés dès le début de mars, au moment des dernières ventes; si celles-ci avaient été différées jusqu'en fin avril, il était logique de s'attendre à des pertes beaucoup plus lourdes. Le test de prévision a donc, dès cette année, permis de connaître les risques encourus par le lot V₆ et de procéder à une vente prématurée. Par contre, d'autres lots ont pu atteindre les plus hauts cours grâce à une vente tardive avec un faible pourcentage de pourritures.

TABLEAU 2. — Évolution du potentiel infectieux au verger (10 arbres par verger, 100 fruits par prélèvement); prévision de pertes révélée dès la récolte et taux d'infection observé en mars et avril.

VERGER	DIAGNOSTIC PRÉCOCE			CONTRÔLE EN ENTREPÔT		
	20 août	20 septembre	15 octobre	Nombre de fruits	Fruits tachés	
					en mars	en avril
V ₂	6 %	10 %	11 %	770	9,1 %	28,3 %
V ₃	2 %	6 %	10 %	744	3,8 %	18,6 %
V ₄	35 %	40 %	47 %	971	47,5 %	88,3 %

III. INFLUENCE DES TRAITEMENTS FONGICIDES AU VERGER

L'infection des fruits au verger commençant plusieurs mois avant la cueillette, il paraît logique d'effectuer à ce stade des traitements fongicides.

1° Efficacité des traitements.

Au verger V₄, la parcelle comprenant les arbres utilisés pour notre expérimentation (5 pommiers d'une part, 10 d'autre part signalés plus haut) n'a reçu aucun traitement fongicide à la fin juillet. Par contre, le reste du verger a reçu les traitements suivants (exprimés en grammes de matière active par hectolitre) :

19 juillet	: zirame (160 g/hl), dinocap (80 g/hl)
5 août	: carbatène (75 g/hl)
21 août	: phaltane (100 g/hl)
9 septembre	: phaltane (100 g/hl)
6 octobre	: phaltane (100 g/hl)

Les taux d'altération observés après stockage correspondant à ces diverses conditions figurent au tableau 4.

TABLEAU 4.

Comparaison des taux d'altération observés après conservation en entrepôt frigorifique de fruits cueillis sur arbres non traités et sur arbres traités.

VERGER	ARBRES NON TRAITÉS		ARBRES TRAITÉS	
	Contrôles			
	du 17 mars	du 23 avril		
V ₄	Sur 5 374 fruits	31,8 %	85,2 %	(22 t de fruits vendus le 19 avril) 8,2 %
	971 fruits	47,5 %	88,3 %	

Les fruits issus d'arbres différents révèlent des taux d'altération très comparables, reflet d'un potentiel infectieux homogène sur les arbres non traités.

Les faibles pertes en fin d'entreposage sont nettement liées à l'efficacité des traitements fongicides.

A titre comparatif, les fruits issus du verger V₆, qui n'a reçu qu'un seul traitement de thirame (160 g/hl) + dinocap (25 g/hl) le 21 juillet et un de doguadine (90 g/hl) le 14 septembre, ont présenté :

le 3 mars 5,7 % d'altération (sur 17 t de fruits) et le 12 mars 22,2 % d'altération (sur les 4 dernières tonnes).

Une caisse de fruits conservée jusqu'en avril a montré 80,3 % des fruits infectés présentant chacun en moyenne 5,3 taches.

Non seulement le nombre de traitements a été insuffisant (aucun traitement pendant la période où le taux d'infection s'accroît rapidement !) mais encore le traitement de septembre a été réalisé avec une substance reconnue comme peu active contre le *Phlyctena* (ROSS et LOCKHART, 1960 ; ROSS, 1964).

2° Rythme de traitement et produits phytosanitaires.

Nous avons effectué un essai portant sur 4 parcelles d'un même verger :

1. applications de captane et phaltane régulières jusqu'au 15 août puis cessées,
2. applications exclusives de captane (150 g de matière active/hl) jusqu'à la cueillette,
3. applications exclusives de mancozèbe (160 g matière active/hl) jusqu'à la cueillette,
4. applications exclusives de doguadine (60 g matière active/hl) jusqu'à la cueillette.

Les pourcentages de fruits pourris sont respectivement :

1. 18,9 % (sur 656 fruits) ; 2. 4,5 % (sur 399 fruits) ;
3. 29,2 % (sur 605 fruits) ; 4. 28,4 % (sur 541 fruits).

Le diagramme 4 permet de comparer les traitements effectués entre juillet et octobre dans 6 vergers voisins pour lesquels la pluviométrie est relevée, et d'autre part les taux d'altération des fruits observés en mars et avril selon les ventes.

En outre, l'examen des traitements et l'évolution des altérations dans 11 vergers nous semblent indiquer que, dans nos conditions particulières d'expérimentation, les meilleurs résultats sont obtenus par l'application de 2 traitements au cours de chacun des 3 mois précédant la cueillette. Parmi les substances utilisées, le phaltane, le captane et le thirame se montrent associées aux moindres pertes.

L'intérêt des phtalimides dans la lutte contre les pourritures lenticellaires a déjà été souligné par divers auteurs, notamment MOORE et EDNEY (1958), ROSS (1964), CESSARI et VICENZI (1966).

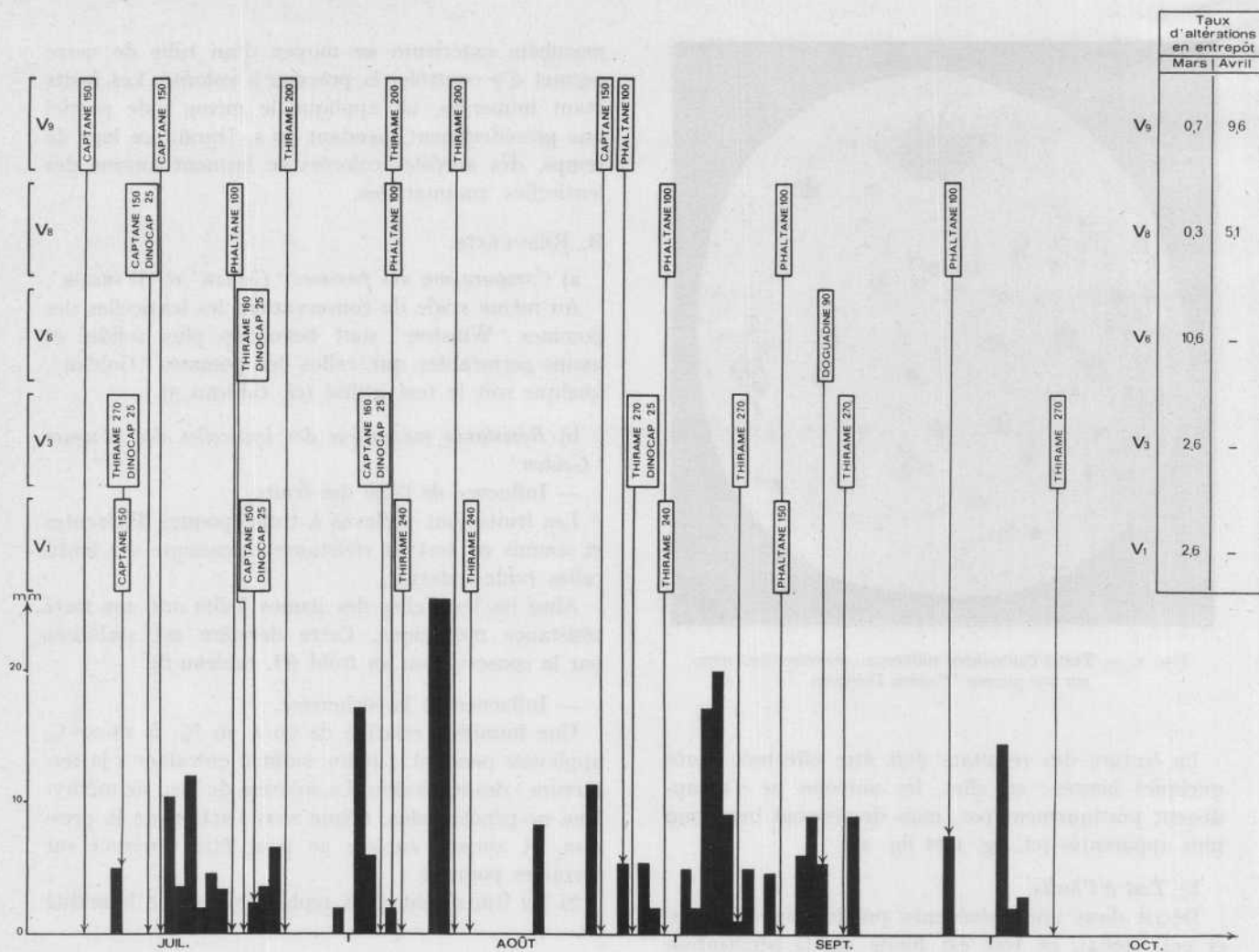


DIAGRAMME 4. — Pluviométrie et calendrier des traitements dans 5 vergers voisins au cours des derniers mois précédant la cueillette. Les taux d'altération constatés en entrepôt lors des ventes de mars et avril sont respectivement indiqués pour chaque verger. Les nombres mentionnés après chaque produit de traitement indiquent la quantité de matière active en g/hl.

Cependant, tout en diminuant les pourritures en entrepôt, ces substances apparaissent insuffisantes pour éliminer le parasite du verger. De plus, l'abus

d'un même fongicide risque d'entraîner une accoutumance du parasite et l'apparition de désordres physiologiques.

IV. ÉTUDE COMPARÉE DES LENTICELLES CHEZ LA POMME GOLDEN ET QUELQUES AUTRES VARIÉTÉS

1° Perméabilité et résistance mécanique des lenticelles.

A. TECHNIQUES.

a) Test à l'anhydride sulfureux.

L'anhydride sulfureux provoque sur les pommes

la formation d'auréoles décolorées autour des lenticelles perméables aux gaz.

La concentration de 5 p. 1000 en volume appliquée pendant 1 h donne les meilleurs résultats, c'est-à-dire des auréoles bien individualisées, non coalescentes, permettant un comptage aisé.

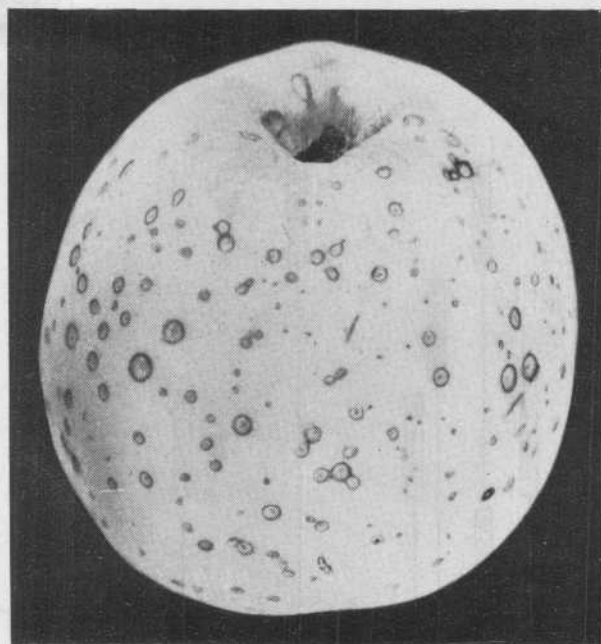


FIG. 1. — Test à l'anhydride sulfureux : auréoles décolorées sur une pomme 'Golden Delicious'.

La lecture des résultats doit être effectuée après quelques heures ; en effet, les auréoles ne s'agrandissent pratiquement pas, mais deviennent beaucoup plus apparentes (cf. fig. 1 et fig. 2).

b) Test à l'huile.

Décrit dans une précédente publication (MOREAU et col., 1964), ce test est fondé sur la pénétration d'huile par capillarité dans les lenticelles ouvertes.

c) Test de résistance mécanique.

La pénétration d'une solution aqueuse de bleu de méthylène (1 p. 1000) dans les lenticelles, sous l'action de la pression, permet d'évaluer leur résistance mécanique. Deux méthodes sont utilisées :

— Vide externe :

Un vide partiel ($\Delta_p = 70$ cm Hg) est progressivement appliqué (10 mn), et maintenu 5 mn, au-dessus de fruits plongés dans la solution de bleu de méthylène. La plus grande partie des gaz contenus dans les fruits sort facilement par les lenticelles. La pression atmosphérique est alors brusquement rétablie, les fruits sont retirés après 3 mn, temps nécessaire à la pénétration de la solution colorante sous l'action de la dépression préalablement obtenue à l'intérieur des fruits.

— Vide interne :

La communication des loges carpellaires avec l'at-

mosphère extérieure au moyen d'un tube de verre permet d'y contrôler la pression à volonté. Les fruits étant immergés, on applique le même vide partiel que précédemment, pendant 30 s. Durant ce laps de temps, des auréoles colorées se forment autour des lenticelles traumatisées.

B. RÉSULTATS.

a) Comparaison des pommes 'Golden' et 'Winston'.

Au même stade de conservation, les lenticelles des pommes 'Winston' sont beaucoup plus solides et moins perméables que celles des pommes 'Golden', quelque soit le test utilisé (cf. tableau 5).

b) Résistance mécanique des lenticelles des pommes 'Golden'.

— Influence de l'âge des fruits.

Les fruits sont prélevés à trois époques différentes et soumis au test de résistance mécanique des lenticelles (vide externe).

Ainsi les lenticelles des jeunes fruits ont une forte résistance mécanique. Cette dernière est stabilisée par la conservation au froid (cf. tableau 6).

— Influence de la sécheresse.

Une humidité relative de 60 à 70 %, à 18-20° C, appliquée pendant 4 jours, suffit à entraîner « la fermeture » des lenticelles. La solution de bleu de méthylène ne pénètre plus, même sous l'action de la pression, et aucune auréole ne peut être observée sur certaines pommes.

Si les fruits sont alors replacés sous une humidité

FIG. 2. — Dispositif utilisé pour le test de perméabilité des lenticelles à l'anhydride sulfureux.

1. Les robinets R_2 , R_4 , R_5 , étant fermés, on ouvre R_1 et R_3 pour vider l'air du sac de polyéthylène S au moyen d'une trompe à eau.
2. R_3 étant fermé, on ouvre R_5 doucement pour gonfler le sac S avec le SO_2 .
3. R_3 et R_5 sont fermés ; R_1 , R_2 , R_4 sont ouverts, et une dépression de $\frac{5 \times Pa \times 13,5}{1000} = X$ cm d'eau est établie (Pa = pression atmosphérique locale en cmHg), mesurée par le manomètre à eau M (environ 5 cm).
4. R_1 , R_5 sont fermés ; R_2 , R_4 ouverts ainsi que R_3 , qui permet l'admission de SO_2 à la pression atmosphérique ; sitôt la pression équilibrée ($\Delta p = 0$), R_3 est fermé.

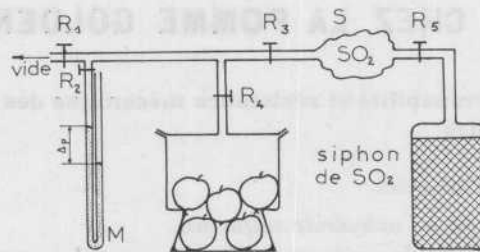


TABLEAU 5. — *Perméabilité et résistance mécanique des lenticelles des pommes 'Golden' et 'Winston' en février après conservation au frigorifique dans les mêmes conditions.*

		GOLDEN		WINSTON	
Résistance mécanique	vide interne	Numéro des fruits	Nombre d'auréoles par fruit	Numéro des fruits	Nombre d'auréoles par fruit
		1	104	1'	0
		2	122	2'	0
		3	127	3'	0
	4	175	4'	0	
	vide externe		Taux d'auréoles, zone équatoriale		Taux d'auréoles, zone équatoriale
		5	87 %	5'	9,5 %
6		93 %	6'	19 %	
	7	95 %	7'	20 %	
Test à l'huile		Taux d'auréoles, zone équatoriale		Taux d'auréoles, zone équatoriale	
	8	88 %	8'	37 %	
	9	99 %	9'	42 %	
	10	99 %	10'	69 %	
	11	100 %	11'	72 %	
	12	100 %	12'	77 %	
Test à l'anhydride sulfureux		Nombre d'auréoles par fruit		Nombre d'auréoles par fruit	
	13	50	13'	0	
	14	64	14'	2	
	15	80	15'	6	
	16	140	16'	12	

TABLEAU 6. — *Résistance mécanique des lenticelles des pommes 'Golden'.*

DATE DE L'ESSAI	NOMBRE DE FRUITS	DIAMÈTRE DES FRUITS (en cm)	NOMBRE MOYEN D'AURÉOLES D'INFILTRATION par fruit	DIAMÈTRE DES AURÉOLES (zone équatoriale) (en mm)	ÉCART-TYPE
Deux mois avant la récolte (10 août).....	47	4,5 à 5	58,1	1 à 2	43,6
Immédiatement après la cueil- lette.....	34	7 à 7,5	167,3	2 à 4	48,5
Après trois mois de stockage au froid.....	15	7 à 7,5	125,4	2 à 4	50,3

TABLEAU 7. — Taux de lenticelles ouvertes dans la zone équatoriale des fruits (début septembre) (1).

TESTS	J. G.	T. E. W.	R. R.	C. O.
Résistance mécanique (vide interne) :				
Taux.....	53,4 à 92,9 %	60,0 à 86,0 %	9,3 à 38,2 %	12,2 à 27,4 %
Diamètre moyen.....	4 mm	2,5 mm	1 mm	1 mm
Diamètre maximum.....	7 mm	4 mm	1,5 mm	1,5 mm
Anhydride sulfureux :				
Taux.....	82,7 à 84,0 %	53,8 à 55,3 %	86,6 à 90,0 %	33,0 à 53,9 %
Diamètre moyen.....	3 mm	1,5 mm	2,5 mm	1 mm
Diamètre maximum.....	8 mm	4 mm	5 mm	2,5 mm
Huile :				
Taux.....	67,9 à 94,8 %	0,7 à 1,4 %	57,8 à 65,9 %	41,0 à 66,6 %

(1) Les pommes C. O. (diamètre 5 à 5,5 cm) et R. R. étaient cueillies prématurément, ce qui peut expliquer partiellement les taux relativement bas observés.

saturante pendant deux jours, aucune amélioration ne peut être constatée. La variété 'Tydeman Late Orange' fournit la même réponse.

Les arboriculteurs constatent fréquemment que les fruits ridés « ne tachent plus » ; ils possèdent alors des lenticelles imperméables et résistantes, mais subissent malheureusement une importante dépréciation commerciale.

c) Variétés précoces et de moyenne conservation.

Les techniques précédemment exposées sont ici appliquées à diverses variétés :

'Jame's Grieve' (J. G.) (précoce) ;

'Tydeman early Worcester' (T. E. W.), (précoce) ;

'Reine des Reinettes' (R. R.), (moyenne conservation) ;

'Cox's Orange' (C. O.), (moyenne conservation).

TABLEAU 8. — Nombre et diamètre des auréoles observées sur diverses variétés après application du test à l'anhydride sulfureux.

VARIÉTÉ	NOMBRE DE FRUITS	DIAMÈTRE (en mm)	NOMBRES LIMITES	MOYENNE PAR FRUIT
Kidd's Orange.....	7	1 à 2	14 à 36	28,6
Winston.....	6	0,5 à 1	17 à 45	30,1
Canada gris.....	9	0,5 à 3	19 à 63	32,6
Jonathan.....	4	0,5 à 3	98 à 145	124,5
Staymared.....	5	1,5 à 2,5	134 à 235	154,4
Golden delicious.....	9	1 à 7	410 à 650	520,0

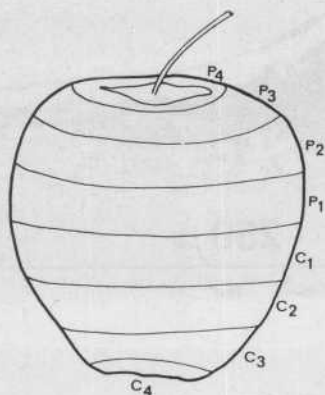


FIG. 3. — Localisation des zones étudiées sur les pommes (Cf. Moreau et col., 1964).

Les résultats obtenus figurent au tableau 7.

Au test de résistance mécanique, les variétés les plus précoces fournissent les auréoles les plus grandes et les plus nombreuses.

Sous l'effet de l'anhydride sulfureux, les plus grandes auréoles se forment sur la variété J. G.

Les petites lenticelles, à peine visibles, de la variété T. E. W. retiennent peu l'huile, d'où les faibles taux observés; au contraire, dans les lenticelles des pommes J. G., de taille légèrement supérieure à celles des 'Golden', l'huile pénètre facilement.

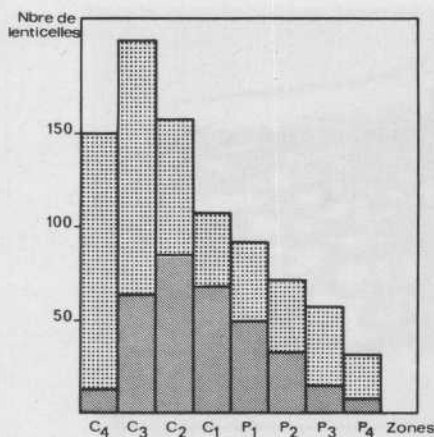


DIAGRAMME 5. — Nombre de lenticelles par zone (moyenne de 30 pommes Golden).
 — en pointillé : nombre total de lenticelles;
 — en hachures : nombre de lenticelles ouvertes.

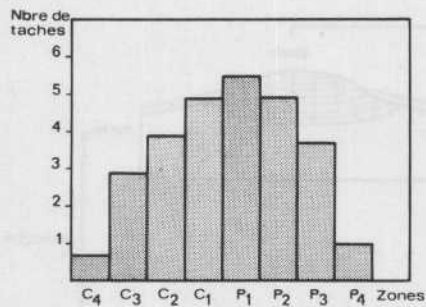


DIAGRAMME 6. — Répartition des taches dues au *P. vagabunda* sur 69 pommes 'Golden' issues d'un verger très contaminé.
 — ordonnées : nombre de taches moyen par fruit d'un diamètre supérieur à 5 mm;
 — abscisses : zones considérées.

d) Comparaison de diverses variétés après conservation à 12° C.

Six variétés sont comparées après environ 4 mois de conservation au moyen du test à l'anhydride sulfureux.

Les résultats sont exprimés au tableau 8.

Les fruits des trois premières variétés montrent relativement peu de lenticelles ouvertes, les valeurs obtenues pour la 'Staymared' sont les plus voisines de celles de la pomme 'Golden'.

e) Perméabilité et répartition des taches fongiques.

Des pommes 'Golden' mûres (diamètre : 6,5 à 7 cm) subissent le test au bleu de méthylène (ROSPERS, 1957). Le diagramme 5 montre un maximum de lenticelles ouvertes dans les zones C₃, C₂, C₁ (cf. fig. 3).

Si la quantité de lenticelles présentes dans chacune des zones semble de peu d'importance quant à l'évolution de la maladie, le nombre de lenticelles ouvertes varie dans le même sens que celui des taches lenticellaires. Le maximum de taches fongiques est observé dans la zone P₁ où la surface des auréoles colorées est la plus grande.

2° Structure et répartition des lenticelles.

A. MORPHOLOGIE ET RÉPARTITION.

a) Examen externe.

L'observation des lenticelles au microscope stéréoscopique ne permet pas de distinguer les variétés de fruits sensibles des variétés résistantes.

Un simple classement en deux types de structures peut être effectué avec les variétés examinées :

— 'Reinette de Caux', 'Reinette de l'Estre' : les lenticelles apparaissent très subérisées avec formation d'un cratère nettement surélevé et comblé de liège, d'aspect presque tumoral, ce que confirme l'étude histologique.

— 'Golden delicious', 'Calville blanc', 'Reine des Reinettes', 'Cox's Orange pippin', 'Tydeman Late Orange', 'Winston' : ici, au contraire, les lenticelles apparaissent comme des trous dans l'épiderme dont le fond est tapissé de liège pulvérulent; il y a assez peu de différences d'une variété à l'autre. Les bords de l'ostiole sont très légèrement redressés.

Souvent on rencontre sur ces fruits un suber d'importance très variable d'une lenticelle à l'autre. Un même fruit présente ainsi toute une gamme de structures lenticellaires différentes.

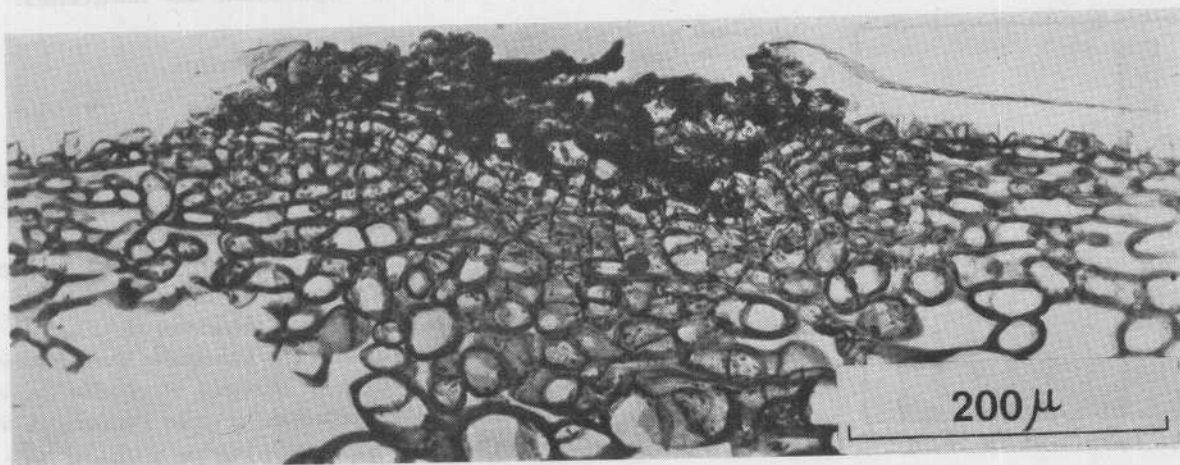
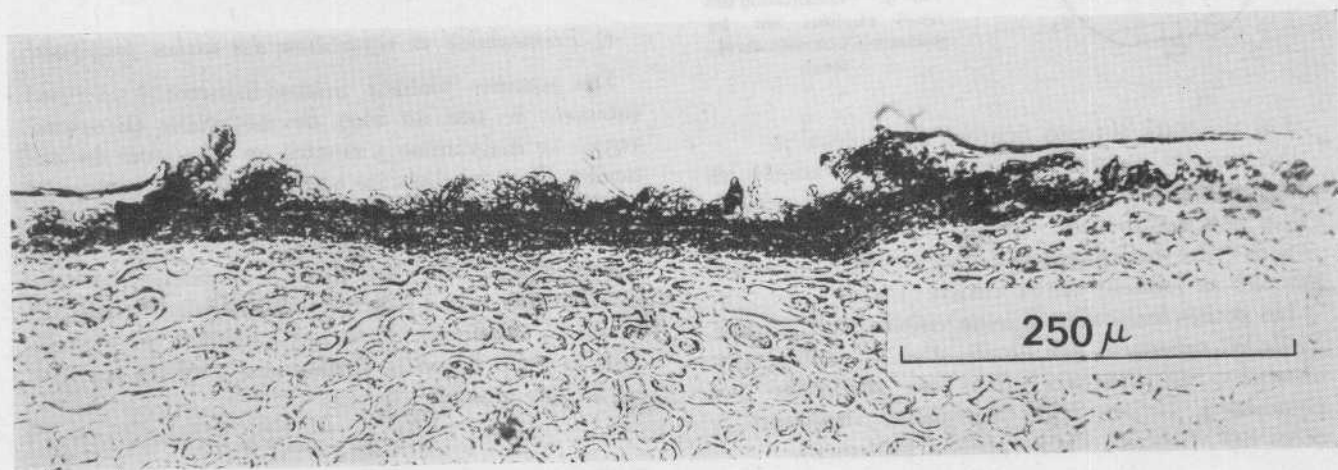
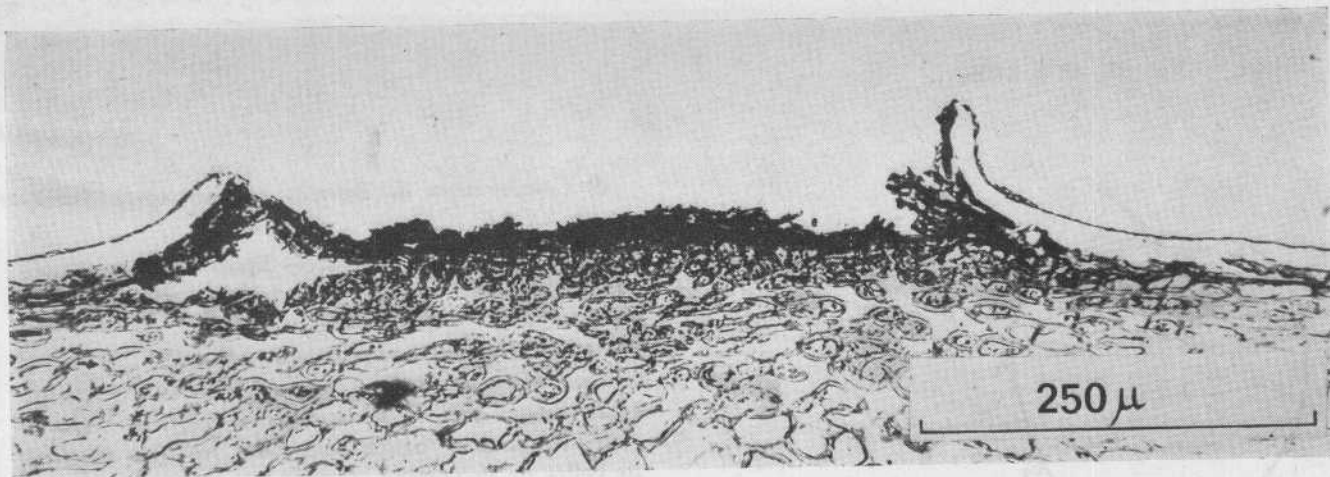
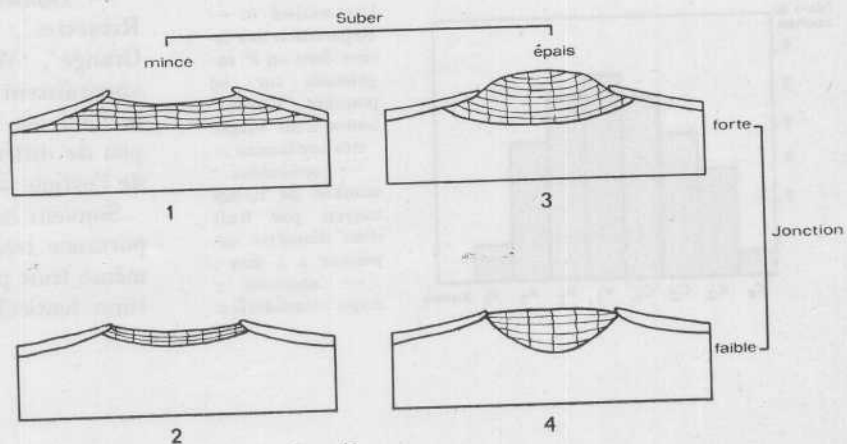


FIG. 4. — Anatomie des lenticelles :

1. Pomme 'Golden'.
2. Pomme 'Winston'.
3. Pomme 'Reinette de l'Estre'.

FIG. 5. — Types de structures des lenticelles :

1. Suber mince, jonction forte : 'Winston'.
2. Suber mince, jonction faible : 'Golden delicious', 'Calville blanc', 'Tydeman Late Orange'.
3. Suber épais, jonction forte : 'Reinette de Caux', 'Reinette de l'Estre'.
4. Suber épais, jonction faible : 'Coquette'.



La forme générale de l'ostiole est celle d'une étoile à plusieurs branches à pointes généralement effilées.

b) *Taille de l'ostiole lenticellaire.*

Sur les pommes 'Golden', les lenticelles des zones C₂ à P₄ sont facilement visibles à l'œil nu. Chez de nombreuses variétés, les lenticelles sont plus petites près du calice et d'autant plus grandes que le fruit est plus gros. Pourtant leur taille n'est pas rigoureusement liée au calibre des fruits (les plus grandes que nous ayons observées, 4,1 mm², se trouvaient sur une pomme 'Golden' de diamètre 6-6,5 cm).

Les gros fruits sont trouvés plus sensibles à la pourriture due au *Cryptosporiopsis malicorticis* par EDNEY (1958), cependant que SHARPLES (1964) pense que ce facteur est sans importance.

Les infections expérimentales n'ont pas montré de différences de réponses sensibles entre les petites et grandes lenticelles situées sur un même « parallèle » ; au contraire, de grandes variations sont observées d'une zone à l'autre (C₄ à P₄).

En outre, des variétés très sensibles 'Calville blanc', 'Golden delicious' et très résistantes 'Winston' peuvent avoir des lenticelles de taille voisine.

Nous pensons, par hypothèse, que de nombreux facteurs entrent en jeu tenant à la conduite du verger et aux conditions climatiques lors de la croissance du fruit ; deux pommes d'une même variété, prises dans le même état physiologique, sont aussi sensibles l'une que l'autre, malgré de grandes différences entre leurs dimensions et donc leurs lenticelles.

c) *Nombre et densité des lenticelles.*

Entre certaines limites le nombre de lenticelles est une caractéristique variétale.

Malgré un nombre de lenticelles environ double de celui des pommes 'Golden', les pommes Winston sont beaucoup plus résistantes à l'infection.

Il n'y a aucune relation apparente entre le nombre et la densité des lenticelles d'une part et la susceptibilité à l'infection par le *Phlyctaena* d'autre part.

TABLEAU 9. — *Densité des lenticelles dans la zone P₁.*

VARIÉTÉ	DIAMÈTRE DE FRUITS (en cm)	DENSITÉ MOYENNE (5 fruits)	SUSCEPTIBILITÉ AU <i>Phlyctaena</i>
Golden.....	7 à 7,5	2,3/cm ²	+++
Calville blanc....	6,5 à 7	2,6	++
Reinette de Caux	6 à 6,5	2,7	—
Reine des Reinettes.....	5,5 à 6	4,2	±
Winston.....	7 à 7,5	5,0	—

B. HISTOLOGIE.

La comparaison des structures lenticellaires de diverses variétés nous a rapporté d'utiles précisions sur leur importance dans la résistance à l'infection.

Ces structures ont été classées en quatre types :

- suber mince « jonction épiderme-liège solide 1
- « jonction épiderme-liège faible 2
- suber épais « jonction épiderme-liège solide 3
- « jonction épiderme-liège faible 4

La figure 4 montre des microphotographies de coupes de lenticelles des types 1, 2, 3 ; à la figure 5 sont schématisés les résultats obtenus.

Ainsi, les pommes présentant une jonction épiderme-liège faible sont toutes sensibles à l'infection, par contre l'épaisseur du liège ne semble pas être un facteur important.

Nous avons d'ailleurs remarqué que les auréoles dues au bleu de méthylène et les très petites taches fongiques sont souvent centrées sur les parties les plus pointues des lenticelles.

Ces observations confirment l'importance de la liaison épiderme-suber. Malheureusement les structures lenticellaires de la plupart des variétés relèvent de types intermédiaires.

V. INFECTIONS EXPÉRIMENTALES DES POMMES AU LABORATOIRE

Outre l'infection par immersion des fruits dans une suspension aqueuse de spores, nous avons utilisé deux méthodes assurant plus d'efficacité (cf. BOMPEIX, 1966) :

— Inoculation individuelle des lenticelles (méthode I. I.).

— Rupture ménagée des lenticelles (méthode R. M.).

1° Évolution de la pourriture et localisation des taches.

Après infection, fin novembre, par la méthode R. M. (0,5 × 10⁶ spores/ml) 39 fruits sont placés à 2° C, en humidité saturante. On élimine au fur et à mesure les fruits les plus altérés.

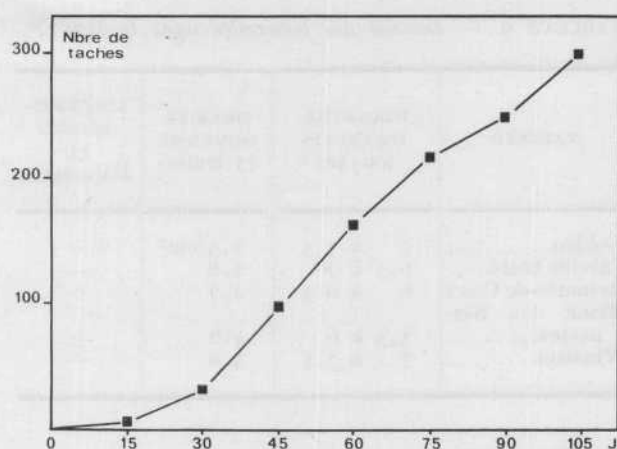


DIAGRAMME 7. — Évolution du nombre total de taches à 2° C (méthode R. M.).
— en abscisses : nombre de jours de conservation ;
— en ordonnées : nombre total de taches observées.

Le diagramme 7 indique le nombre total de taches (cumulatif) : une légère accélération se produit après 2 mois et au moment de la sénescence.

Le tableau 10 indique la répartition des taches lenticellaires sur 72 fruits infectés à 2 et 12° C par la méthode R. M. ; nous remarquons, comme pour l'infection naturelle, la grande sensibilité de la zone équatoriale des fruits ; nous y observons également de grandes et nombreuses auréoles colorées par application du test de résistance mécanique.

TABEAU 10. — Localisation des taches lenticellaires des fruits infectés par la méthode R. M. à 2 et 12° C.

ZONES	NOMBRE DE TACHES
C ₄	22
C ₃	23
C ₂	29
C ₁	80
P ₁	202
P ₂	99
P ₃	31
P ₄	6

} 154
} 338

2° Relation entre la date de cueillette et la susceptibilité à l'infection.

EDNEY (1958) a constaté que les fruits tôt cueillis sont plus résistants aux maladies de conservation.

Dans cette expérimentation, nous avons voulu évaluer la résistance à l'envahissement fongique de

très jeunes pommes, cueillies 2 mois avant la récolte habituelle.

10 pommes 'Tydeman Late Orange' (non résistantes au *Phlyctaena*)

10 pommes 'Golden delicious' (non résistantes au *Phlyctaena*)

10 pommes 'Reinette de l'Estre' (résistantes) sont infectées par la méthode R. M. avec 5.10^5 spores/ml le 10 août et conservées en sac de polyéthylène à 2-4° C sous une humidité saturante.

Les auréoles d'infiltration se signalent par une coloration d'un vert plus soutenu que celui de l'épiderme. Des tests au bleu de méthylène sont effectués parallèlement.

Le tableau 11 indique les résultats obtenus.

Après 12 jours on observe déjà des symptômes morbides, mais seulement sur les pommes 'Golden'.

L'observation microscopique des grattages à la surface des fruits montre les spores du *Phlyctaena* pendant 30 jours ; passé ce laps de temps, les éléments colorables au bleu Coton C 4 B deviennent difficilement identifiables.

Sur les pommes 'Golden', les taches apparues entre le 30^e et le 40^e jour (1-3 mm, brun très foncé) ne s'agrandissent pas pendant environ 7 mois. (C'est ici un temps de latence au sens strict.)

Ce curieux résultat est obtenu aussi sur les pommes 'Tydeman Late Orange' et 'Reinette de l'Estre', mais d'une manière moins spectaculaire.

Des coupes à congélation effectuées perpendiculairement à la surface des fruits ne montrent pas la formation de zone cicatricielle. La résistance des fruits est passive.

Les taches « stables » observées entre le 40^e et le 200^e jours sont circonscrites, en surface comme en profondeur, à la zone d'infiltration faiblement traumatisée.

Les pommes 'Tydeman Late Orange' semblent comparables aux pommes 'Golden', quoique légèrement plus résistantes. Les pommes 'Reinette de l'Estre' sont capables de pourrir, mais l'apparition des taches est très tardive.

3° Infection comparée de diverses variétés.

a) Comparaison des pommes 'Golden' et 'Winston' au cours de leur conservation.

10 pommes 'Winston' et 6 pommes 'Golden' sont infectées par la méthode I. I. (75.10^6 spores/ml), le 20 février, après leur sortie de l'entrepôt frigorifique (2-4° C).

TABLEAU II. — Évolution du nombre et de la taille des taches apparues sur des fruits cueillis deux mois avant la récolte.

VARIÉTÉS	40 JOURS		200 JOURS		240 JOURS		290 JOURS
	< 3 mm 22 (6 fruits)	> 3 mm 0	< 3 mm 186 (10 fruits)	> 3 mm 0	< 3 mm 264 (10 fruits)	> 3 mm 8 (5 fruits)	
Golden delicious							Taches de 5 à 30 mm sur tous les fruits
Tydeman Late Orange	0	0	20 (5 fruits)	0	59 (9 fruits)	1 (1 fruit)	Taches de 5 à 30 mm sur 8 fruits
Reinette de l'Estre	0	0	8 (3 fruits)	0	37 (7 fruits)	2 (2 fruits)	Taches de 2 à 10 mm sur tous les fruits

TABLEAU 12. — Comparaison de la résistance des pommes Golden et Winston au *P. vagabunda*.

VARIÉTÉ	NOMBRE DE LENTICELLES INFECTÉES	NOMBRE DE TACHES APPARUES (1 à 2 mm minimum)			
		10 jours	70 jours	100 jours	200 jours
Winston.....	623	0	0	0	93 (3 à 40 mm)
Golden.....	268	13	58 (3 à 20 mm)	— (1)	—

(1) Les fruits sont entièrement pourris.

TABLEAU 13. — État des fruits, 30 jours après l'infection, 12° C, sous un courant d'air saturé d'humidité.

	J. G.	T. E. W.	R. R.	C. O.
<i>Méthode R. M.</i> Nombre moyen de taches par fruit.....	27,7	15,7	15	0
<i>Méthode I. I.</i> Taux de lenticelles malades dans la zone équatoriale.....	13,7 % (sur 590) dont 16 % de grosses taches (1)	19,6 % (sur 717) dont 8 % de grosses taches	18,5 % (sur 787) 0 %	0 % (sur 651) 0 %

(1) Grosses taches = taches de 10 à 30 mm de diamètre.

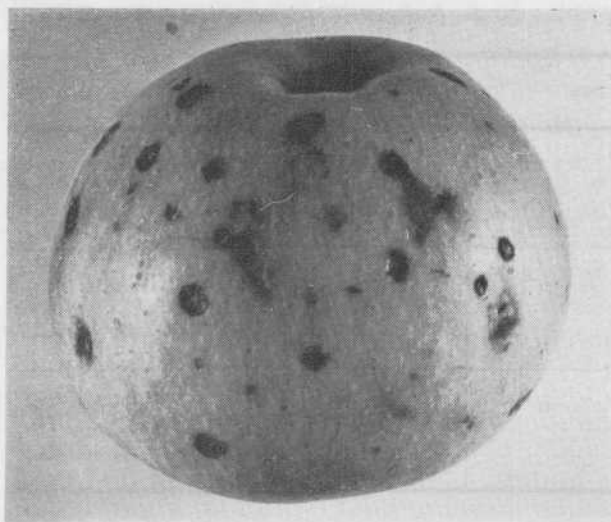


FIG. 6. — Pomme 'Cox's Orange' présentant des taches de Bitter-pit avec attaque parasitaire superposée (de *Phlyctaena* notamment).

Les fruits sont placés ensuite en humidité saturante à 12° C.

Les pommes 'Golden' présentent toutes des pourritures étendues 70 jours après l'infection et des lenticelles malades sont visibles dès le 10^e jour. Il faut attendre près de 7 mois pour constater des taches sur les pommes 'Winston' (cf. tableau 12).

« Les tests lenticelles » donnent des résultats tout à fait parallèles. On remarque une très grande résistance innée des tissus des pommes 'Winston'. En effet le dépôt de spores du *Phlyctaena* sur les blessures de l'épiderme nécessite une attente de 100 à 150 jours pour observer les taches de pourriture sur les fruits infectés par piqûres.

b) Variétés précoces et de moyenne conservation.

Au début de septembre, 15 pommes de chaque variété sont infectées par la méthode R. M. (8.10^4 spores/ml) et 15 autres par la méthode I. I. (8.10^4 spores/ml). Les fruits sont ensuite conservés à 12-15° C sous un courant d'air saturé d'humidité.

Le tableau 13 montre que les variétés précoces sont aussi capables de pourrir par le *Phlyctaena* que les plus tardives.

Les taux de pourriture semblent ici fonction de la précocité des fruits ; cependant, les pommes 'Reine des Reinettes' donnent rapidement de petites taches s'agrandissant peu après alors que les pommes 'Cox's Orange', réputées susceptibles à la maladie, mais cueillies prématurément, se sont montrées résistantes.

Remarque :

La même variété 'Cox's Orange', cueillie dans un autre verger, présentait, dès la fin septembre, des taches ayant l'apparence du Bitter-pit ; pourtant après ensemencement, si toutes les taches inférieures à 4 mm de diamètre se sont révélées stériles, les plus grandes étaient envahies par des mycéliums parasites en particulier le *Phlyctaena vagabunda* et le *Cryptosporiosis malicorticis* (fig. 6). Dans cet exemple, la maladie physiologique a favorisé très précocement l'installation des parasites.

c) Résistance comparée de diverses variétés à la limite de leur conservation.

133 fruits sont infectés par une immersion de quelques secondes dans une suspension de 5.10^6 spores/ml et placés à 12° C sous un courant d'air saturé d'humidité.

Une partie est soumise à une brutale variation de pression dans l'air analogue au test de prévision des pertes (MOREAU et BOMPEIX, 1965).

Les fruits sont conservés à 12° C jusqu'à la date de leur infection et sont déjà à la limite de leur conservation normale, c'est pourquoi de nombreuses pourritures, dues au *Penicillium expansum*, perturbent quelque peu l'expérience.

Le tableau 14 montre d'une part l'accélération du processus infectieux sur toutes les variétés, par l'action de la pression, d'autre part de notables différences de sensibilité aux agents de pourriture d'une variété à l'autre.

Il est à remarquer que le classement des fruits selon leur sensibilité au *Phlyctaena* et selon le test SO_2 sont comparables.

sensibilité croissante au <i>Phlyctaena</i>		test au SO_2 (nombre d'auréoles par fruit)	
Canada gris	— —	Kidd's Orange	} 28 à 32
Winston		Winston	
Kidd's Orange	±	Canada gris	} 124
Jonathan	+	Jonathan	
Stayman Red	++	Staymared	154
Golden	+++	Golden	520

Ainsi, pour une même perméabilité lenticellaire, les pommes 'Kidd's Orange' doivent posséder une moindre résistance biochimique, ce qui permettrait d'étudier ce facteur séparément.

Les variétés 'Canada gris' et 'Winston' allient une grande résistance mécanique des lenticelles et biochimique des tissus à la pourriture. D'ailleurs, le *P. vagabunda* ne provoque sur le 'Canada gris' que des taches superficielles.

TABLEAU 14. — Infections de fruits préalablement conservés à 12° C en mars.

VARIÉTÉ	NOMBRE DE FRUITS INFECTÉS	TECHNIQUE	NOMBRE DE JOURS APRÈS L'INFECTION						Fruits restés sains
			25		40		60		
			Phlyct.	Pen.	Phlyct.	Pen.	Phlyct.	Pen.	
Golden	10	<i>i</i>	0	7	1	2	—	—	0
	10	<i>p</i>	0	10	—	—	—	—	0
Staymared	11	<i>i</i>	6	2	0	1	2	—	0
	14	<i>p</i>	11	0	3	—	—	—	0
Canada gris	8	<i>i</i>	0	1	2 ⁽¹⁾	0	3 ⁽¹⁾	0	2
	10	<i>p</i>	0	4	3 ⁽¹⁾	1	0	0	2
Jonathan	7	<i>i</i>	1	2	2	0	2	—	0
	11	<i>p</i>	4	6	1	—	—	—	0
Winston	17	<i>i</i>	0	6	3	2	0	3	3
	20	<i>p</i>	5	6	2	0	2	2	3
Kidd's Orange	6	<i>i</i>	0	4	0	1	1	—	0
	9	<i>p</i>	2	0	5	2	—	—	0

i = immersion simple dans une suspension de spores ;
p = immersion suivie d'une brutale variation de pression ;
 (cf Moreau et Bompeix, 1965).

Phlyct. = *Phlyctaena vagabunda* ; Pen. = *Penicillium expansum*.

(1) Pas de vraies taches, traînées brunâtres superficielles ; après 60 jours (1^{er} juin) il reste quelques fruits indemnes des variétés Canada Gris et Winston même après traitement par le vide.

VI. INFECTIONS EXPÉRIMENTALES AU VERGER

1° Infection des fruits.

Elle est effectuée fin août par trempage individuel des fruits (à 10 reprises successives) dans une suspension de spores de *P. vagabunda*. Chaque fruit est ensuite protégé par un sac plastique.

Trois conditions sont choisies :

1° une suspension contenant 225 000 spores/ml, issue d'une seule culture sur milieu à l'avoine, âgée de 2 mois (arbre n° 1, 74 fruits) ;

2° une suspension contenant 500 000 spores/ml, issue d'un mélange de jeunes et de vieilles cultures sur divers milieux nutritifs (arbre n° 2, 74 fruits) ;

3° dilution de la précédente contenant 50 000 spores/ml (arbre n° 3, 56 fruits).

Après l'infection des fruits, les traitements fongicides sont supprimés sur les arbres, les fruits témoins sont donc soumis à la contamination naturelle.

Dans chaque condition, à la cueillette, en plus des fruits infectés, 2 caisses témoins sont prélevées ; l'en-



7

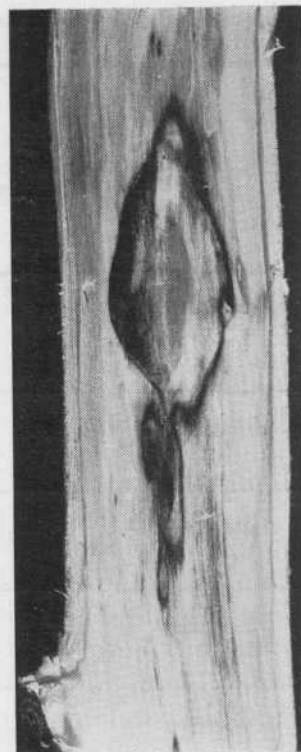
FIG. 7. — Chancres obtenus sous « albuplast » après infection par du mycélium sur un rameau âgé.

FIG. 8. — Altération profonde des tissus ligneux avec « trainées » brunes.

FIG. 9. — Chancres obtenus sans protection après infection par du mycélium. Des pycnides sont visibles sur le bois au fond de la crevasse.

FIG. 10. — Même chancre que sur la fig. 9 ; après avoir enlevé l'écorce on peut observer les diverses zones de tissus nécrosés.

FIG. 11. — Altérations profondes des tissus ligneux sous le chancre de la fig. 9. (Clichés H. de Merleire).



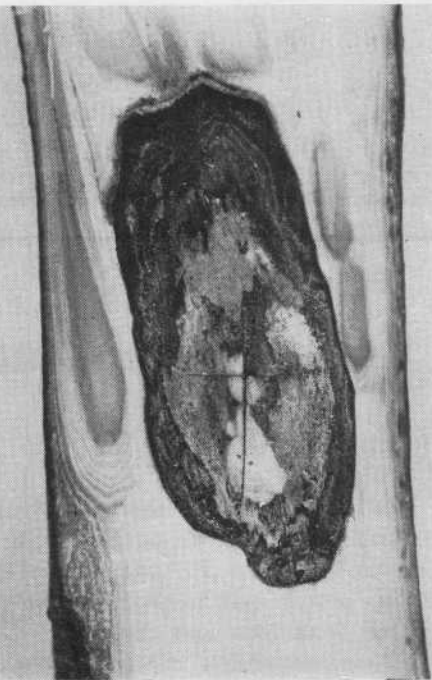
8



9



10



11

semble est entreposé au frigorifique et contrôlé en mars et avril.

Les taux des fruits altérés figurent au tableau 15. La meilleure infection, pour la concentration de

spores la plus élevée, est obtenue avec un mélange de cultures d'âges différents. Toutefois, le nombre moyen de taches par fruit reste faible et confirme le médiocre rendement de ce mode d'infection.

TABLEAU 15. — Taux d'altération en mars et avril des fruits infectés au verger, comparés à leurs témoins.

	MARS		AVRIL	
	Infectés	Témoins	Infectés	Témoins
Arbre 1	4 %	0,4 %	54,0 % (1,9) ⁽¹⁾	6,4 % (1,1) ⁽¹⁾
Arbre 2	75 %	1,9 %	96,4 % (4,3) ⁽¹⁾	19,4 % (1,6) ⁽¹⁾
Arbre 3	4 %	0,6 %	43,2 % (2,1) ⁽¹⁾	21,2 % (2,4) ⁽¹⁾

(1) Nombre moyen de taches par fruit.

2° Infection des arbres.

Les infections sont effectuées fin août, dans un verger de pommiers 'Golden delicious', en buissons, reconnus peu contaminés antérieurement. Selon les cas, nous avons utilisé du mycélium ou des spores de *P. vagabunda* obtenus en culture pure, à partir de fruits pourris, pour infecter divers éléments de l'appareil végétatif. Les arbres sont régulièrement examinés et, fin avril, une partie du matériel est prélevé pour étude pathologique.

A. INFECTIONS PAR MYCÉLIUM.

En avril, toutes les infections réalisées sont visiblement suivies de symptômes pathologiques graves.

a) Pousses de l'année :

Sur 50 rameaux non aoûtés, l'écorce est soulevée pour déposer le mycélium. Une gaze protège la plaie.

En avril, la pourriture a envahi tous les tissus au niveau de la blessure et la partie du rameau située au-delà de l'infection (soit de 15 à 20 cm) n'a pas « débourré ».

Le *Phlyctaena* est réisolé dans tous les cas examinés, soit pur soit en mélange avec des mycéliums variés (BONDOUX, 1965), selon le lieu du prélèvement.

b) Rameaux âgés :

Sur 50 rameaux, de 10 à 25 mm de diamètre, on pratique une blessure en croix, le mycélium est glissé au niveau du cambium ; une bande adhésive (albu-plast) protège la plaie.

En avril, l'écorce s'est généralement conservée, mais une dépression circulaire, débordant très largement les dimensions de la lésion d'infection, s'est formée (fig. 7). Sous l'écorce nous avons observé à plusieurs reprises des pycnides sporulées parmi les tissus désagrégés.

A la limite de la nécrose de couleur violacée, l'écorce présente des fentes très caractéristiques.

Les tissus ligneux sont très profondément altérés et des traînées brunes s'étendent dans les vaissaux, de 5 à 20 cm en amont et en aval de la limite de la lésion, au cœur du rameau, alors que le plus souvent le cambium et les couches superficielles du xylème paraissent indemnes (fig. 8).

De tous les tissus nécrosés, tant à proximité de la blessure originale qu'au front de la lésion, le *Phlyctaena* est isolé normalement à l'état pur.

Par contre, les prélèvements profonds dans les tracés vasculaires bruns, distants de la lésion, restent le plus souvent stériles (action toxique à distance ?) ; toutefois, dans quelques cas, le parasite a été isolé de ces traînées, à 20 cm (amont et aval) de la lésion.

c) Rameaux âgés, branches charpentières et troncs :

50 blessures en fentes, atteignant les couches superficielles du xylème ne sont pas protégées après infection. Les chancres obtenus ont un aspect différent des précédents : le dessèchement du cambium a entraîné la rétraction des tissus latéraux et de longues et profondes crevasses apparaissent (fig. 9).

Nous avons observé les fructifications du champignon sur plusieurs chancres, sinon elles se sont formées après un court séjour au frigorifique en atmosphère humide, le plus souvent d'ailleurs en mélange avec des pycnides d'un *Phoma* sp. Les altérations profondes du xylème sont comparables à celles précédemment décrites (fig. 10 et fig. 11).

Dans les tissus nécrosés, alors même qu'on peut l'observer fructifié, le *Phlyctaena* est obtenu en mélange avec la flore endémique des rameaux qui parfois d'ailleurs le domine en culture.

La non-protection des plaies après l'infection explique l'installation facile de ces multiples parasites de blessures. On comprend mieux ainsi les difficultés rencontrées pour recenser exactement le *Phlyctaena* dans les vergers.

B. INFECTIONS PAR SPORES.

En avril, les infections présentent peu de réactions pathologiques visibles.

1° Infection massive par cirrhes prélevés sur pycnides mûres.

a) Pousses de l'année :

Une fente longitudinale traverse chacun des 50 rameaux de part en part ; les tissus vasculaires et médullaires sont blessés, les spores sont déposées dans la plaie qui est ensuite protégée par « albuplast » (fig. 12, 13, 14).

En avril, les rameaux sont encore vivants, mais les tissus sont nécrosés sur le pourtour de la lésion et le *Phlyctaena* y est présent, souvent dominé par des espèces endémiques.

b) Rameaux âgés :

Sur 50 rameaux, on pratique une fente longitudinale profonde ; protection par « albuplast ».

Le parasite est isolé dans les tissus nécrosés entourant les lésions.



FIG. 12. — Infection d'un rameau de l'année.

FIG. 13. — Protection par albuplast.

FIG. 14. — Repérage des infections expérimentales.

2° Infection par une suspension aqueuse de spores ($2,5 \times 10^6$ /ml) provenant de plusieurs cultures ; piqûres à la seringue.

a) Bourses :

La piqûre est effectuée sur 50 bourses, la zone médullaire est atteinte soit directement (par la cicatrice d'un pédoncule), soit latéralement.

Une pourriture sèche est limitée autour du tracé de l'aiguille dans le parenchyme médullaire. Le *Phlyctaena* s'y trouve le plus souvent, en mélange avec la flore endémique.

b) Bourgeons :

50 bourgeons sont traversés par l'aiguille. Leur

développement est entravé et, dans les tissus nécrosés, le *Phlyctaena* est retrouvé.

Les réactions pathologiques consécutives à l'infection par les spores sont moins violentes ou moins précoces que celles obtenues par le mycélium ; toutefois le *Phlyctaena* est retrouvé dans toutes les conditions, plus fidèlement quand les plaies sont protégées.

CONCLUSIONS

— Au cours de cette campagne fruitière, deux méthodes différentes (ensachage régulier des fruits, test de diagnostic précoce) prouvent que les premières contaminations de lenticelles sont déjà réalisées à la fin juillet et que le potentiel infectieux augmente jusqu'à la cueillette ; un parallélisme apparaît avec l'accroissement de la taille des fruits.

— Le potentiel infectieux recélé par les fruits dépend étroitement de leur origine précise (verger, arbre, niveau) mais l'importance relative des pourritures est fonction du mode de conservation (température, hygrométrie). Seuls les fruits faiblement contaminés subissent sans dommage une conservation prolongée avec une hygrométrie élevée. Les fruits cueillis dans les parties hautes des arbres sont les plus atteints.

— L'application du « test de diagnostic précoce » permet de prévoir, dès la cueillette, les possibilités de conservation prolongée d'un lot de pommes. De plus, effectué au cours des mois d'été, ce test devrait faciliter le choix de traitements opportuns pré- ou post-cueillette.

— L'application régulière de fongicides jusqu'à la cueillette a assuré une réduction importante des pertes. L'intérêt connu des phthalimides est confirmé.

— La perméabilité et la résistance mécanique des lenticelles présentent de grandes différences selon les variétés et le degré de maturation des fruits. Dans les divers tests utilisés, la pomme 'Golden' se révèle particulièrement fragile.

— Si le nombre total des lenticelles par fruit et leur densité relative apparaît sans rapport avec la susceptibilité d'une variété à l'infection, leur structure (épaisseur du suber et son mode de jonction avec l'épiderme) semble un facteur important.

— L'infection expérimentale des fruits, au laboratoire, par deux méthodes (infection individuelle, rupture ménagée) permet d'apprécier la susceptibilité de la pomme 'Golden' et de diverses variétés selon leur date de cueillette, leurs conditions de conservation et leurs caractéristiques lenticellaires. L'infection est possible même sur des variétés ne présentant pas normalement de pourritures à *Phlyctaena vagabunda* en entrepôts.

— L'infection expérimentale des fruits, au verger, est obtenue par trempage dans une suspension de spores ; la suspension la plus riche, issue d'un mélange de cultures, est la plus efficace. Toutefois, le taux d'altération reste nettement plus faible que celui réalisé au laboratoire par d'autres méthodes.

— Divers éléments de l'appareil végétatif du pommier 'Golden delicious' ont été infectés avec succès par mycélium et spores prélevés sur des cultures de *P. vagabunda*. Non seulement le parasite a été fidèlement réisolé des tissus malades, à distance du point d'inoculation, mais encore il a sporulé sur les lésions.

— Les symptômes pathologiques associés aux attaques du *Phlyctaena* sont précisés à partir de plaies protégées dès l'infection et d'où le parasite est réisolé à l'état pur.

(Laboratoire de Biologie végétale
Faculté des Sciences, Brest.)

Ce travail a été réalisé avec l'aide du Fonds National de Développement de la Recherche Scientifique avec la collaboration technique de J.-P. GUIAVARCH et A. MONBUREAU. Nous remercions les Coopératives, Sociétés fruitières et arboriculteurs qui ont facilité notre expérimentation.

BIBLIOGRAPHIE

- BOMPEIX (G.). — Contribution à l'étude de la maladie des taches lenticellaires des pommes « Golden delicious » en France. *D. E. S. Sci. Nat. Fac. Sci. Rennes* (1966), 120 p.
- BONDOUX (P.). — Les sources de contamination dans le cas des maladies cryptogamiques des poires et des pommes en conservation. *Acad. Agric. France* (1965), 51, 797-804.
- CESSARI (A.) et VICENZI (M.). — Aspects biologiques des traitements anti-Gloeosporium par le captane, sur la « Golden delicious ». *Coll. Inst. Int. Froid*, Comm. 4, Bologne (juin 1966), 5 p.
- EDNEY (K. L.). — Observations on the infection of Cox's Orange Pippin apples by *Gloeosporium perennans* Zeller and Childs. *Ann. Appl. Biol.* (1958), 46, p. 632.
- MOORE (M. H.) et EDNEY (K. L.). — The timing of spray treatments for the control of storage rot of apple caused by *Gloeosporium spp.* *Ann. Rept. East Malling. Res. Stn.* 1958 (1959), 106-109.
- MOREAU (C. et M.) et BOMPEIX (G.). — Maladie des taches lenticellaires de la pomme Golden : recherche d'un test pour prévoir les pertes en entreposage. *C. R. Acad. Agric. France* (1965), 51, 1010-1013.
- MOREAU (C. et M.), BOMPEIX (G.) et MORGAT (F.). — Recherches sur la maladie des « taches lenticellaires » de la pomme Golden (Campagne fruitière 1964-1965). *Fruits* (1965), 20, 9, 462-472.
- MOREAU (C. et M.), BOMPEIX (G.) et MORGAT (F.). — Quelques problèmes phytopathologiques posés par la conservation prolongée des pommes Golden. *Coll. Inst. Int. Froid*, Comm. 4, Bologne (juin 1966), 9 p.
- MOREAU (C. et M.), CHOLLET (M.-M.) et BOMPEIX (G.). — Recherches sur la maladie des « taches lenticellaires » de la pomme Golden (Campagne fruitière 1963-1964). *Fruits* (1964), 19, 9, 507-519.
- ROSPERS (A.). — Recherches sur le développement du fruit chez quelques variétés du poirier (*Pirus communis* L.) et du pommier (*Pirus Malus* L.). *Thèse Fac. Sci. Paris* (1957), 94 p.
- ROSS (R. G.). — Control of *Gloeosporium album* rot and storage scab of apples with orchard fungicides. *Can. Pl. Dis. Surv.* (1964), 44, 2, 109-112.
- ROSS (R. G.) et LOCKHART (C. L.). — Influence of orchard fungicides on *Gloeosporium album* rot and storage scab of apples. *Can. Pl. Dis. Surv.* (1960), 40, 1, 10-14.

LES POTASSES D'ALSACE

**Au Service de l'Agriculture
pour une meilleure production
par le rendement
et la qualité des cultures**

Les engrais potassiques :

Chlorure Nitrate Sulfate



Société Commerciale des
POTASSES D'ALSACE 11, avenue de Friedland PARIS 8°

LES POTASSES D'ALSACE