

**LES CONSEQUENCES DU DESHERBAGE CHIMIQUE
DANS LES VERGERS TRAITES SELON
LE SYSTEME DES BANDES ENGAGONNEES**

par P. DELVER

Institut pour la fertilité du sol, Haren
détaché à la Station de recherches en culture fruitière,
Wilhelminadorp (Pays Bas)

Extrait du
"FRUIT BELGE" N° 369

LES CONSEQUENCES DU DESHERBAGE CHIMIQUE DANS LES VERGERS TRAITES SELON LE SYSTEME DES BANDES ENGAGONNEES

par P. DELVER

Institut pour la fertilité du sol, Haren
détaché à la Station de recherches en culture fruitière,
Wilhelminadorp (Pays Bas)

Depuis environ 1960, le rapide développement des herbicides chimiques a apporté de grands changements dans la manière d'entretenir le sol dans les vergers. Les systèmes existants de sous-culture (le sol maintenu propre pendant une partie de l'année par des façons culturales superficielles avec reverdissement 'partir de l'été, enherbement permanent sur toute la surface, engrais vert, cultures intercalaires) ont fait place au système des "bandes engazonnées". Celles-ci sont le plus souvent constituées à partir d'un développement spontané de la végétation; dans certains cas cependant, on procède à un semis de graminées. La bande de terre parfois importante, située au pied des arbres, n'est plus travaillée mais maintenue propre pendant un certain nombre de mois dans l'année par des moyens chimiques. L'herbe fauchée est le plus souvent projetée sous les arbres par le gyrobroyeur, où elle se décompose rapidement. En Hollande, il existe cependant une tendance croissante à maintenir cette herbe sur la bande enherbée.

Le système de culture en bandes engazonnées a fait de grands progrès principalement grâce à l'utilisation des herbicides. Les bandes engazonnées facilitent le passage des machines en tout temps; le nettoyage des lignes d'arbres par les herbicides se fait à peu de frais. C'est pourquoi, vu la conjoncture financière actuelle, ce système est devenu le seul acceptable.

Cependant, cette technique a entraîné des modifications dans la fertilité du sol, dans les disponibilités en eau et en matières minérales. La nature même de ces problèmes explique les difficultés que l'on éprouve à les résoudre. Nous les détaillerons ci-après.

L'aspect concurrentiel

La caractéristique la plus saillante de la culture en bandes est certainement d'une part son influence sur l'enracinement, rendu "hétérogène" sur les plans horizontal et vertical, et d'autre part, l'incidence sur les caractères de fertilité du sol. Pour comprendre les relations complexes qui existent lors du prélèvement de l'eau et des éléments nutritifs, il est nécessaire de se former une idée de leur inégale répartition. Dans la figure 1, on représente le profil d'enracinement d'un poirier, lequel est d'ailleurs également caractéristique du pommier pour une culture en bandes. La grande majorité des racines se localisent sur la ligne d'arbres et dans les couches superficielles du sol. Sous le gazon, l'enracinement est particulièrement rare dans la couche superficielle. L'explication de ces différences dans les zones plus profondes du sol ne s'explique pas a priori par le comportement normal des racines, mais bien par la différence du milieu lui-même. Par suite de l'absence de concurrence entre la croissance de l'herbe et de l'arbre, la

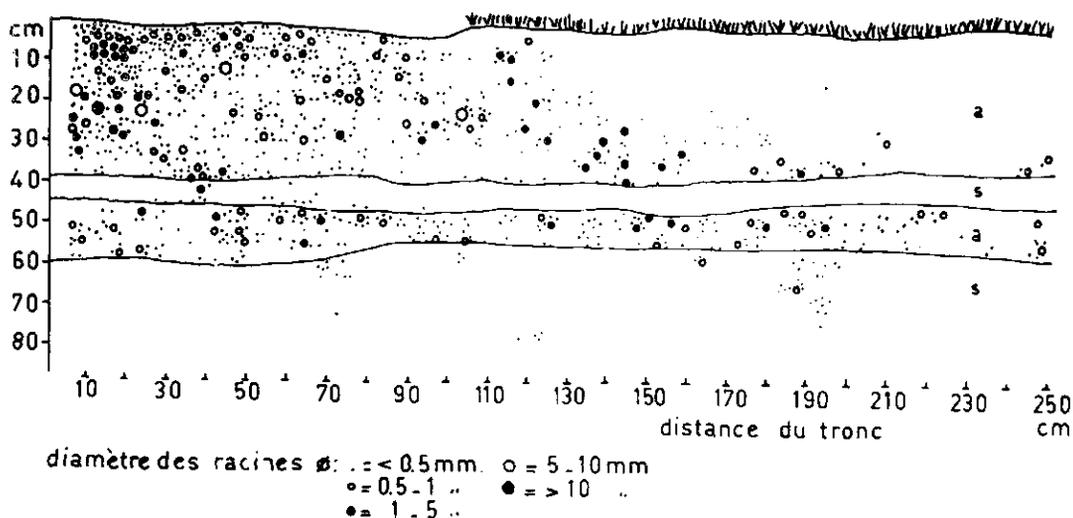


Figure 1

Distribution de l'enracinement de poiriers CONFERENCE, âgés de 9 ans, sur Cognassier A, dans une culture sur bande engazonnée, en sable ou argile sableuse à faibles possibilités de développement racinaire en profondeur.

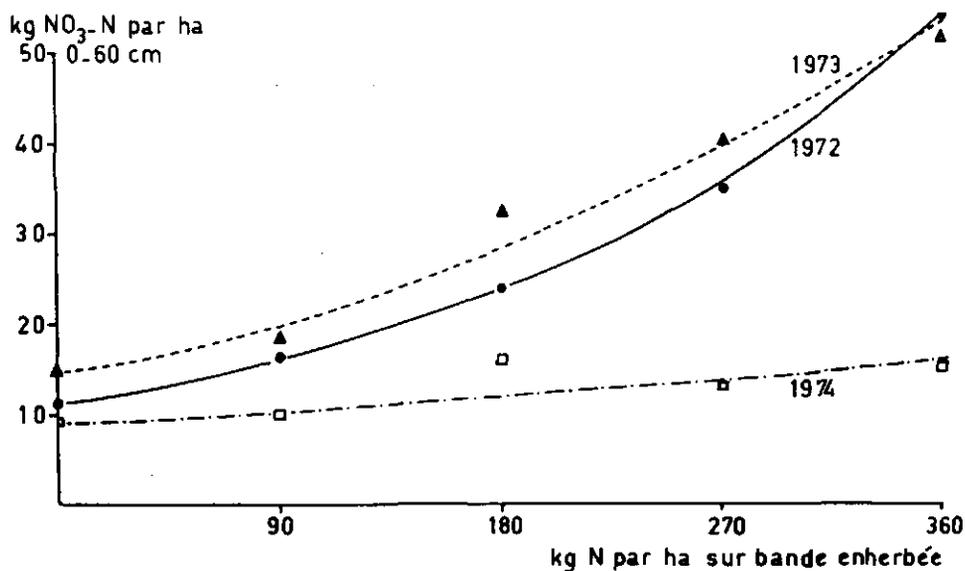


Figure 2

Concentrations azotées nitriques (moyennes pour l'année) sur la bande noire non fumée mais avec apport d'herbe mulchée, pour diverses applications d'azote sur la partie enherbée. (1974 = fumure supprimée), terrains argilo-sableux de WILHELMINADORP.

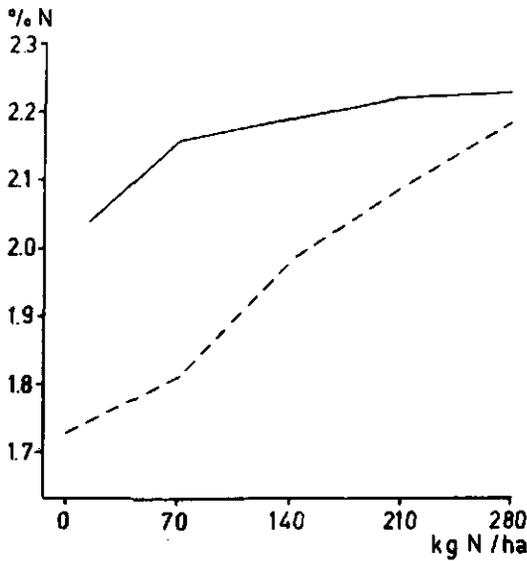


Figure 3

Evolution de la teneur en azote des feuilles de pommiers de BELLE DE BOSKOOP, âgés de 2 ans, sur M.9, en fonction d'une fumure appliquée sur toute la surface, dans le cas de bandes étroites (40 cm) ou larges (150 cm).

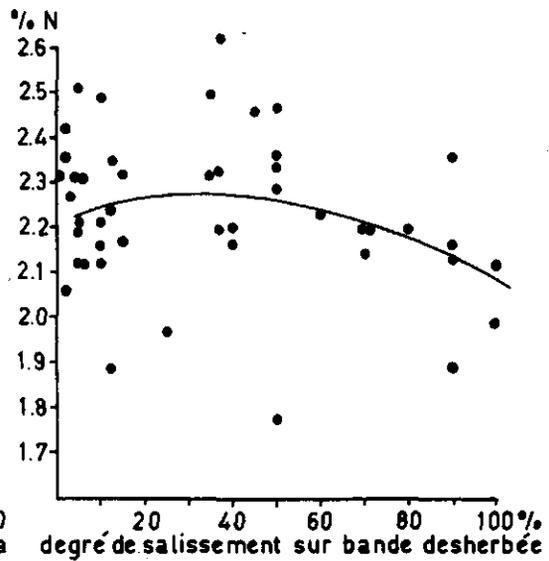


Figure 4

Teneur en azote des feuilles de GOLDEN DELICIOUS sur M.9, au cours de la première quinzaine de septembre pour diverses intensités d'envahissement des bandes de terre sous les arbres par la végétation adventice, à un même moment. Exploitations fruitières zélandaises.

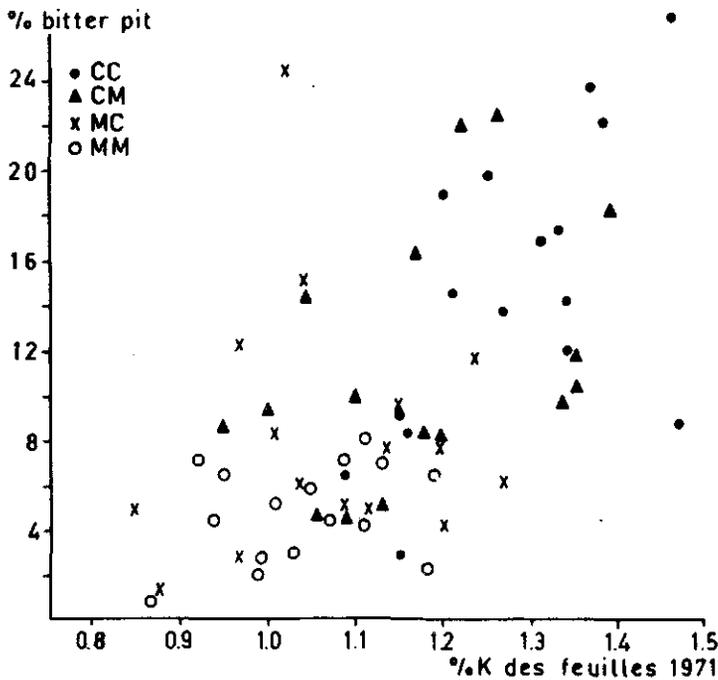


Figure 5

Rapports entre la teneur en potasse des feuilles de COX'S ORANGE PIPPIN et le pourcentage de points liégeux après la conservation en milieu réfrigéré. Traitements CC, CM, MC, MM.

bande au pied des arbres est beaucoup plus humide, d'avril à juillet, que la bande enherbée. Ce phénomène est encore renforcé par le mulching et l'ombrage qui ont une action préservatrice sur l'humidité. Tout cela a un effet favorable sur l'enracinement.

Dans les bandes de terre nue, il y a également beaucoup plus d'azote disponible, de nouveau parce que la concurrence fait défaut. Grâce à une plus grande humidité, l'apport aux racines est meilleur. En outre, l'herbe mulchée, projetée vers la partie nue, constitue des apports d'azote, proportionnels à la masse d'herbe produite. L'effet de ces apports est de courte durée : il prend naissance à la suite d'une rapide décomposition de l'herbe fauchée et se manifeste par des niveaux plus élevés d'azote sur la ligne d'arbres aussi longtemps que la production d'herbe est maintenue à un haut niveau par la fumure. De ce fait, la teneur en nitrates sur la ligne d'arbres est de 5 à 10 fois plus élevée que sur la bande enherbée.

Dans ces conditions, il est évident que les arbres réagissent relativement fort aux disponibilités en eau et en matières minérales sur la bande non enherbée. Ces disponibilités sont influencées par la largeur de la bande traitée par herbicides ainsi que par une éventuelle réinstallation des mauvaises herbes. La figure 3 permet de constater que les besoins en azote des arbres sont d'autant plus grands que la bande enherbée est plus large et que la bande de terre non travaillée se rétrécit. La figure 4 a trait à un essai pratique en vergers avec des bandes non enherbées d'au moins 1 m de large (moyenne 175 cm) qui présentaient en septembre diverses densités d'envahissement par les mauvaises herbes. Si, en cette période, se produit une forte croissance des mauvaises herbes, et surtout de chiendent, on constate alors une diminution de la teneur des feuilles en azote. Jadis, une telle conséquence d'une poussée de mauvaises herbes pouvait également s'observer au printemps. On utilisait alors encore peu d'amaritrol à l'automne et la végétation spontanée était parfois désherbée trop tard au printemps, si bien que l'azote disponible était absorbé déjà tôt dans la saison par les plantes de la sous-culture.

Plus de pommes liégeuses (stip) lorsque la ligne d'arbres n'est pas travaillée

Bien vite après la généralisation de la pratique de la culture en bandes, on enregistra des doléances concernant une fréquence accrue du "stip" chez les variétés sensibles. On formula l'hypothèse d'une liaison avec le changement de méthode d'entretien du sol, à savoir le mulching et le fait de ne plus travailler la partie de terre située sous les arbres. C'est pourquoi un champ d'essais fut établi à Oosthuizen (N-Holland) en 1966, avec la variété Cox's Orange Pippin sur M.9. Ce champ d'essais fut la source de beaucoup d'enseignements. Interviennent dans l'essai, dès la plantation, les différents traitements possibles d'une culture en bandes, c'est-à-dire :

CC : Désherbage chimique, pas de travail du sol sur la ligne d'arbres; l'herbe fauchée dans la bande enherbée est mulchée sur la ligne d'arbres.

CM : Idem, mais l'herbe fauchée reste sur la partie enherbée.

MC : Destruction mécanique des mauvaises herbes par trois fraises annuels dans la ligne d'arbres, herbe mulchée sur la ligne d'arbres.

MM: Idem, mais l'herbe fauchée reste sur la partie engazonnée.

Selon toute évidence, ces traitements ont une action sur le sol, d'une part parce que le travail du sol interdit tout enracinement dans les 6-8 cm su-

périeurs, d'autre part parce que les éléments minéraux présents dans l'herbe mulchée aboutissent soit sur la ligne d'arbre à enracinement dense, soit sur la bande engazonnée, plus sèche et moins prospectée par les racines. L'essai comporte en outre divers niveaux de fumure azotée qui ont toutefois jusqu'à présent eu peu d'influence et dont les résultats ne seront pas commentés.

La partie supérieure du sol est une argile lourde humifère (12 % de matière organique, 40 % d'argile : particules inférieures à 0,002 mm). Le régime hydrique est bon et l'enracinement de la Cox's atteint au cours des ans une profondeur de 1,20 m. On n'applique ni fumure phosphatée ni fumure potassique.

Depuis 1971, des essais de conservation sont également réalisés. Après la conservation en chambre froide, on détermine le pourcentage de points liégeux. Les rendements et les résultats de la conservation sont repris dans le tableau 1. Le travail du sol (MC + MM) comparé au désherbage chimique s'est traduit par une diminution moyenne de 4 % de récolte, ce pourcentage étant la moyenne de toutes les années d'essais.

Tableau 1. Rendements et résultats de la conservation dans un essai de traitement du sol, pour la variété Cox's Orange Pippin sur M.9 à Oosthuizen

Code des traitements	production en kg par arbre								‰ points liégeux			‰ échaudure	
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	moy.	1972 (*)		1973		1971
									1	2			
CC	5,2	23,6	22,6	23,3	19,1	37,6	41,8	24,7	14,7	10,6	0,9	6,1	5,5
CM	5,2	22,2	22,2	22,5	17,3	40,1	40,3	24,3	12,2	7,9	1,6	3,5	6,2
MC	3,6	21,5	22,3	23,0	17,1	39,3	38,1	23,6	8,6	5,2	1,2	3,4	3,8
MM	4,3	21,3	21,9	23,3	17,3	40,2	36,6	23,6	4,7	5,6	0,4	1,8	2,0

(*) arbres à faible rendement (1) et arbres à bon rendement (2) récoltés à part et récoltes conservées séparément, récoltes respectives de 13 et 24 kg/arbre.

En 1974, cet effet fut plus marqué (9 %) que les années précédentes (1968-1973: 2 %) ce qui est vraisemblablement en corrélation avec le printemps sec de 1974 (avril et mai) et l'été sec de 1973 (août et septembre). L'effet du mulching fut faible et s'extériorisa en 1974 seulement, par un avantage minime de 4 % à l'actif du mulching sur la ligne d'arbres (CC + MC).

D'une manière générale, lorsque l'on compare désherbage chimique et désherbage mécanique, on en arrive à conclure, dans les publications, à des effets plus défavorables du travail du sol sur la ligne se traduisant par une perte de rendement de 10 % environ. Il est bien évident que la façon de travailler et l'état du sol jouent ici un rôle important. Dans l'essai de Oosthuizen, on disposait d'un sol exploité en profondeur par les racines et rétentif en eau. Les arbres des parcelles MC et MM étaient déjà, dès l'année de la plantation, aptes à supporter un travail du sol, et la fraise (80 cm de largeur et 6 à 8 cm de profondeur) ne s'approchait pas à moins de 20 cm des arbres. Sur des profils à enracinements plus superficiels et plus secs, et surtout si le travail du sol concerne de vieilles plantations qui n'ont pas connu ce genre d'intervention antérieurement (et où de ce fait beaucoup de racines sont coupées), il faut s'attendre, par la force des choses, à de plus fortes réductions de récolte.

Les résultats de la conservation sont très importants : le travail du sol, surtout en combinaison avec la pratique consistant à laisser l'herbe fauchée sur

la bande engazonnée (MM), se traduit statistiquement par un pourcentage significativement plus faible de points liégeux et d'échaudure, allant jusqu'à moins de la moitié par rapport à des parcelles à sol non travaillé et avec mulching dans la ligne d'arbres (CC). De même un petit essai à Wilhelminadorp et une observation dans une exploitation en Zélande, firent ressortir que le travail du sol allait de pair avec une forte diminution du pourcentage de fruits liégeux. On doit donc en conclure que, dans la culture en bandes, le remplacement du travail mécanique du sol par le désherbage chimique a une part importante de responsabilité dans les pertes dues aux points liégeux.

Liaison entre les points liégeux et l'alimentation en potasse

Comment peut-on expliquer l'influence favorable sur les points liégeux du travail du sol et du mulching sur la bande de roulage ? Les points liégeux sont une forme de carence en calcium qui survient surtout chez les fruits volumineux. Sauf dans le cas d'absorption ou de transport trop faibles du calcium vers le fruit, il est également favorisé par une haute teneur en potassium et en magnésium. Dans un rapport élevé $K + Mg/Ca$ des feuilles, on peut également voir un indice d'apparition de points liégeux en conservation (ou même avant).

Les analyses de feuilles et les résultats de conservation de 64 parcelles expérimentales à Oosthuizen font apparaître une corrélation positive nette entre le pourcentage de points liégeux et la teneur en potassium (figure 5), tandis qu'il semblait en outre que le travail du sol aurait provoqué une diminution nette de la teneur en potassium (tableau 2). Là où le sol n'était pas travaillé, l'herbe "mulchée" sur la ligne d'arbres, favorisait nettement le prélèvement en potassium. Sur le sol travaillé, ce phénomène ne se manifestait que des années plus tard et toujours avec beaucoup moins d'intensité. De plus, il ressort qu'une production fruitière moins importante va de pair avec une teneur en potasse plus élevée (données de 1972). Le pourcentage de points liégeux ne laissait pas apparaître de liaison avec la teneur en calcium de la feuille, si bien que nous devons admettre que l'influence du traitement du sol, dans cet essai, a été effective pour une bonne part via l'alimentation potassique ou un facteur corrélé avec celle-ci.

Tableau 2 : teneur en potasse des feuilles de la base des pousses, dans l'essai de Oosthuizen

Code des traitements	%o de K de la matière sèche des feuilles					
	1969	1970	1971	1972 (*)		1973
				1	2	
CC	1,40	1,23	1,28	1,49	1,42	1,25
CM	1,34	1,17	1,18	1,33	1,24	1,13
MC	1,21	1,01	1,07	1,31	1,23	1,07
MM	1,20	1,03	1,04	1,20	1,04	1,02

(*) 1972 : voir tableau 1.

Traitement du sol et régime potassique

Par l'emploi du gyrobroyeur, qui rejette l'herbe sur la ligne d'arbres, des quantités relativement importantes de substances minérales sont déplacées de la bande engazonnée vers la ligne d'arbres. Dans un essai de fumure à Wilhelminadorp, l'herbe fauchée dans les entre-lignes (*Poa pratensis*), comportait au total par ha de surface enherbée 193 kg N, 185 kg K_2O , 13 kg MgO , 53 kg P_2O_5 et 53 kg CaO . L'herbe avait reçu 120 kg d'azote et produisait 5.700 kg

de matière sèche par ha de surface gazonnée. Certainement deux tiers de ces matières minérales arrivent normalement sur la ligne d'arbres. La potasse se libère sans difficulté de l'herbe rapidement consommée et représente une solide fumure annuelle, laquelle, dans un sol non travaillé, reste dans les couches supérieures et les enrichit. Il en résulte un profil vertical très hétérogène, comme le démontre la figure 6. Le niveau de ces "profils à potasse" est essentiellement lié à la production d'herbe et donc à la fumure azotée de l'herbe. De même, lorsqu'on ne mulche pas, il se produit une accumulation dans les centimètres supérieurs ou à un niveau plus bas. De même des "profils potassiques" se constituent dans la bande engazonnée (B), mais la haute teneur dans les couches superficielles est dans ce cas de faible importance parce que peu de racines s'y rencontrent et que cette zone est assez sèche.

En fraisant sur la ligne d'arbres à une profondeur de 6-8 cm à peine, on soustrait à la prospection des racines une couche très riche en potasse. On peut s'étonner que cela soit de si grande importance sur l'alimentation potassique, comme cela apparaît dans le tableau 2, alors que dans l'essai de Oosthuizen les arbres sont enracinés jusqu'à 1,2 m de profondeur et donc pourraient facilement prélever la potasse nécessaire dans les couches plus profondes. Cependant, la disponibilité dans les couches superficielles est, outre la potasse, encore renforcée par la teneur plus élevée en matière organique consécutive au mulching. Le potassium lié à la matière organique est beaucoup plus facilement assimilable que le potassium lié à l'argile. En outre l'humidité apportée par les pluies estivales, si utile pour permettre l'absorption, se limite souvent aux couches supérieures. Ce phénomène est également supprimé en partie par le travail du sol.

L'influence de l'enracinement en surface sur la sensibilité aux points légers doit enfin se justifier partiellement par la richesse en azote de cette couche, par suite de la présence d'herbe riche en albumine et de l'accumulation de matières organiques.

Essai en vases

En 1974 furent effectués des essais en vase afin d'étudier de plus près le rôle des couches de terre de plus en plus profondes sur l'alimentation des plantes. Quelques résultats provisoires de ces essais seront présentés ci-après.

Dans un essai de fumure sur sol graveleux (25 % d'argile), où les lignes engazonnées avaient été fumées ou non à l'azote pendant 10 ans et où les profils potassiques s'étaient développés, comme indiqué dans la figure 6 C, on préleva, en février 1974, de minces couches de terre selon leurs assises successives. Celles-ci furent, dans cet ordre, transférées dans des vases de végétation d'une contenance de 33 litres. Les arbres qui y furent plantés — des sujets de 2 ans de la variété Belle de Boskoop sur M.9, jusqu'alors normalement nourris — reçurent une légère fumure azotée. D'autre part, une moitié ne reçut pas de fumure potassique, tandis que l'autre moitié recevait 4000 mg de K_2O par vase.

De l'analyse de feuilles de jeunes pousses, il apparut que la teneur en potasse des feuilles était remarquablement liée à la teneur en potasse et à la profondeur de l'assise de sol utilisée. Les arbres qui ne reçurent aucune fumure potassique et qui se trouvaient dans la terre prélevée entre 0 et 2 cm de profondeur (teneur en K_2O égale à 48 mgr/100 g de terre), présentaient une richesse moyenne des feuilles en potasse de 1,86 %. Quant aux arbres cultivés dans du sol prélevé entre 20 et 30 cm (teneur K_2O = 18 mg/100 g de terre), cette teneur était déjà tombée à 0,93 % de potasse. La disponibilité de la potasse sur la ligne d'arbres diminue donc rapidement avec la profondeur.

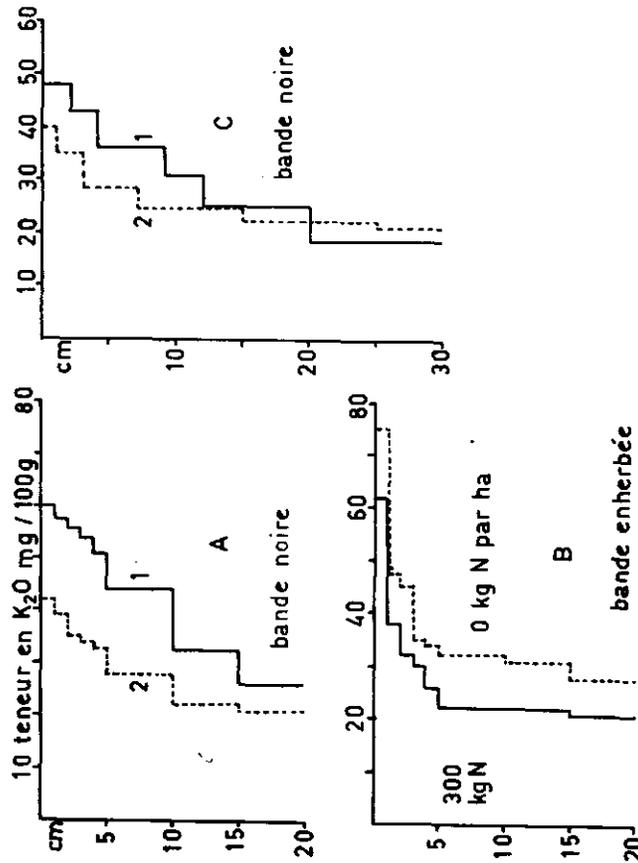


Figure 6

Quelques exemples de profils potassiques dans des essais de fumure : dans le sol noir (A et C) et dans les entrealignes (B).

A : influence de la méthode de fauchage : teneur en potasse plus élevée sur la ligne d'arbres dans le cas de mulching sur la ligne d'arbres avec une herbe bien fumée (1) que dans le cas de l'herbe mulchée sur la bande gazonnée (2).

B : exportations potassiques plus importantes sur la bande enherbée par forte fumure de l'herbe et mulching sur la ligne d'arbres (300 kg d'azote par ha contre 0 kg).

C : teneur potassique plus élevée des bandes d'arbres mulchées, dans le cas de forte fumure de la bande gazonnée (1), comparée à la non fumure de cette bande (2).

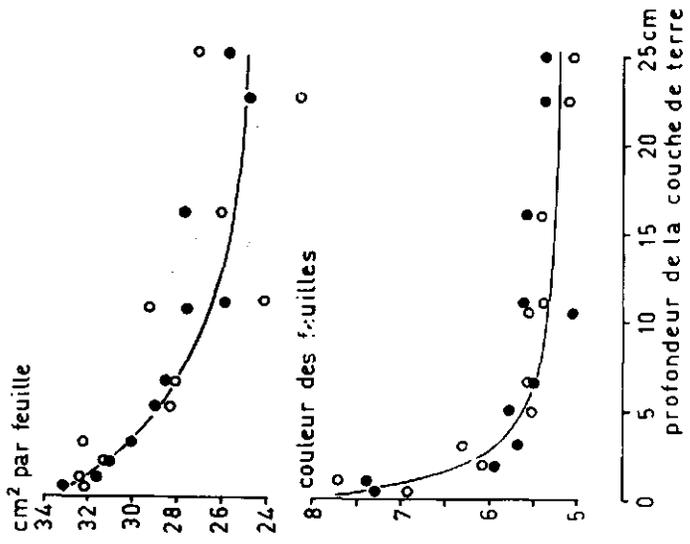


Figure 7

Influence de la profondeur de prélèvement d'échantillons de terre sur les feuilles de pomiers BELLE de BOSKOOOP M.9 cultivés en pots dans ces échantillons.

Echantillons prélevés sur la ligne d'arbres.

Caractéristiques considérées : surface foliaire et couleur verte.

 sans apport de potasse : 0
avec apport : 6 = vert foncé
couleur des feuilles : 6 = vert foncé
 6 = vert clair

Les différentes couches de terre avaient également une forte influence sur la couleur et la dimension des feuilles (figure 7). L'adjonction de sulfate de potasse n'a pas influencé cette corrélation, si bien que nous pouvons conclure que, dans le cas présent, nous avons affaire à une action azote prépondérante. Ceci est nettement plus marqué dans la couche située entre 0 et 5 cm que plus profondément. L'azote provient de la minéralisation des matières organiques accumulées dans cette couche. Cet effet sera partiellement éliminé par le travail du sol sur la ligne d'arbres. Dans un petit essai de travail du sol, sur la variété Cox's Orange Pippin, à Wilhelminadorp, il apparut en fait que le travail du sol sur la ligne d'arbres allait de pair avec un abaissement de la teneur en azote et du poids des feuilles, outre un abaissement de la teneur en potasse des feuilles. Il apparut de surcroît que cet effet était d'autant plus marqué que le travail du sol était plus profond. Nous avons donc affaire ici avec un second facteur de fertilité du sol, à côté de l'alimentation potassique, à une influence sur le phénomène des points liégeux : une diminution de la grandeur de la feuille provoque en effet une diminution du rapport feuille/fruit. Ceci a pour conséquence une diminution de la grosseur du fruit et donc une diminution de la sensibilité aux points liégeux.

Conclusion

Dans les lignes qui précèdent, on a décrit comment on devait concevoir, pour les cultures fruitières en bandes, l'influence du désherbage chimique et du fauchage sur l'alimentation minérale et sur des phénomènes qui y sont liés : la sensibilité des pommes aux points liégeux et à l'échaudure.

La grande influence de la présence de racines dans la couche superficielle non travaillée, très riche en azote et en potasse, mais mince, repose sur le principe de compensation suivant : lors d'une forte hétérogénéité des matières alimentaires dans la zone des racines et pour des niveaux moyens bas de fertilité, la plante prélève relativement beaucoup dans les zones de grande disponibilité. Sur ce principe, repose également, en agriculture, la fumure en lignes bien pratiquée.

Dans beaucoup de cas, le désherbage chimique a eu comme résultante une augmentation de la production consécutive à la suppression des façons culturales. Pour les variétés de pommes délicates, par contre, il s'ensuit un recul dans les facultés de conservation. La question posée est maintenant de savoir quel conseil donner en pratique pour diminuer les pertes par les points liégeux et l'échaudure.

Parmi les mesures les plus effectives : les pulvérisations au calcium et le travail du sol, ce dernier se heurtant à de graves inconvénients. On doit considérer que le fait de passer entièrement ou partiellement au fraissage, avec ou sans diminution des traitements herbicides, représente une dépense supplémentaire de 1.800 à 3.300 F.B. A ces montants, il faut ajouter la diminution de rendement due au fraissage lui-même. Le travail du sol peut de ce fait seulement être recommandé lorsque ce coût est compensé par le bénéfice dû à la diminution des points liégeux. Selon une estimation globale, cela est seulement valable sur les bons profils lorsque les pourcentages moyens annuels de points liégeux atteignent 10 % ou plus et cela malgré la mise en oeuvre de quelques mesures visant à limiter les points liégeux. Ces mesures sont : pulvériser du calcium, limiter les fumures potassiques, laisser l'herbe fauchée sur la bande enherbée, tailler en été et dans certains cas, chaulages. Etant donné que beaucoup de ces techniques sont appliquées sur une vaste échelle, il sera rarement nécessaire d'en arriver à devoir travailler le sol.

(Traduction : E. DERMINE)