

# L'INFLUENCE DU SULFATE DE POTASSE SUR LA COMPOSITION MINÉRALE DE LA FEUILLE ET DU FRUIT DU POMMIER

par J. van der BOON

Institut pour la Fertilité du Sol - Groningue - Pays-Bas

## INTRODUCTION

L'influence du sulfate de potasse a été étudiée sur la composition minérale de la feuille et du fruit du Jonathan, s.p.g. IV, cultivé sur l'argile alluvionnaire.

Principe des essais. : Quatorze essais de fertilisation ont été établis dans des vergers de Jonathan s.p.g. M IV pendant l'hiver 1954/55. Les arbres étaient âgés de quatre ans et plus. Le sol, de l'argile alluvionnaire fluviatile, variait en composition de l'argile-sablonneuse jusqu'à l'argile lourde. Le pourcentage d'argile (particules plus petites que 16  $\mu$ ) variait de 18 à 81. La teneur en potasse du sol a été analysée dans une solution de 0,1 n HCl, le rapport du sol à l'eau étant de 1:10. Les teneurs en potasse dans la couche de 0-20 cm variaient de 0,010-0,083  $K_2O$  en % du sol, séché à l'air. Le sous-sol était pauvre en potasse. Les sols lourds fixent la potasse sous forme difficilement assimilable. Les autres caractéristiques des sols variaient comme suit : pH KCl (1n) dans la couche de 0-20 cm de 4,38-7,45, la teneur en  $CaCO_3$  de 0-6,95 % et la teneur en matière organique de 2,0-0,0 %.

Les essais ont été poursuivis de 1955 jusqu'en 1960. La fumure potassique sous forme de sulfate fut donnée suivant les quantités de 0, 150, 300 et 450 kg  $K_2O$ /ha/an, avec deux répétitions.

Chaque année des échantillons de feuilles ont été prélevés au mois d'août, soit la troisième et la quatrième feuille depuis la base des pousses végétales. Les analyses des éléments nutritifs sont des analyses totales. Les taux d'éléments nutritifs dans les feuilles sont exprimés comme oxydes et en pourcents de la matière sèche, celle des fruits en milligrammes par 100 g. de matière fraîche.

L'influence de la fumure potassique sur la composition minérale de la feuille et du fruit a été étudiée. Le changement dans les teneurs entre les doses extrêmes (coefficient de régression - b) exprimé par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. Nous avons étudié à quel point le changement de composition des feuilles et du fruit par la fumure potassique fut influencé par la teneur en des éléments nutritifs dans le sol, les feuilles et le fruit. Les relations trouvées vérifiées statis-

tiquement sont formulées sous forme de multiples coefficients de corrélation. Les probabilités d'erreur sont exprimées comme suit : non significative : 0 ; P plus petite que 0,10: (-) ; que 0,05: + ; que 0,01: \*\* que 0,001: \*\*\*.

## Résultats : Effet de la fumure potassique sur la composition minérale des feuilles

Les changements intervenus dans les teneurs de la feuille par la fumure potassique sont exprimés par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. L'influence de la fumure potassique en moyenne des années 1958/60 et le coefficient de régression (= b) sont rapportés au tableau I.

Emmert (1961) mentionne dans son résumé de littérature des résultats pour la plupart identiques. La potasse diminue le taux de N, P, Ca et Mg dans la feuille. La diminution de la teneur en azote et phosphore ne se manifestait pas toujours (Cair, 1953, L Jones, 1954). Nous avons également trouvé un faible abaissement de N et P qui cependant n'était statistiquement pas significatif (v.d. Boon e.a. 1961). Les deux questions suivantes sont à considérer :

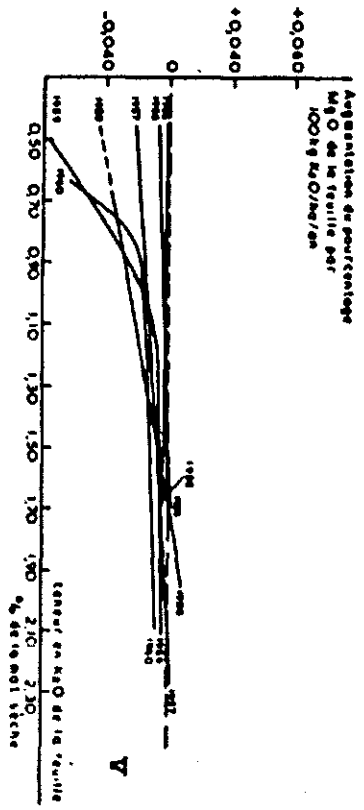
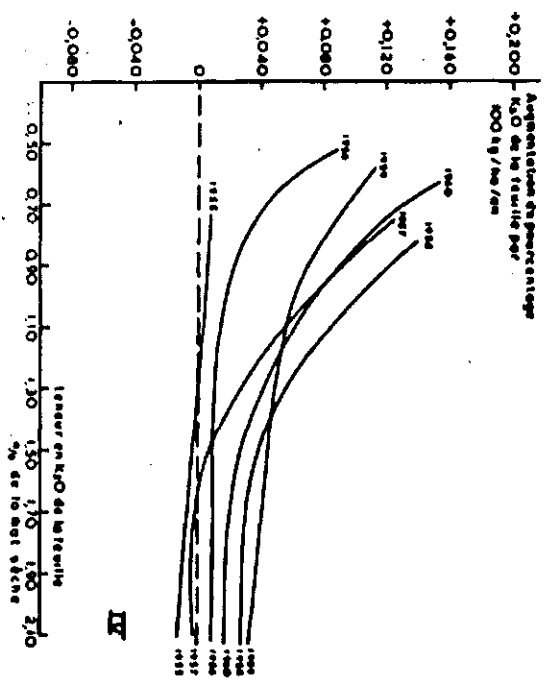
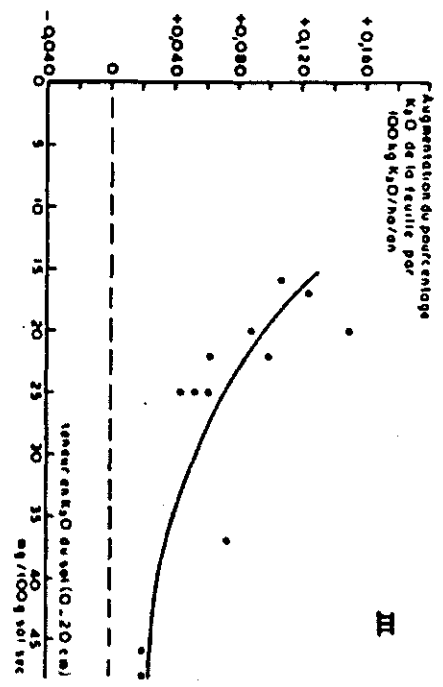
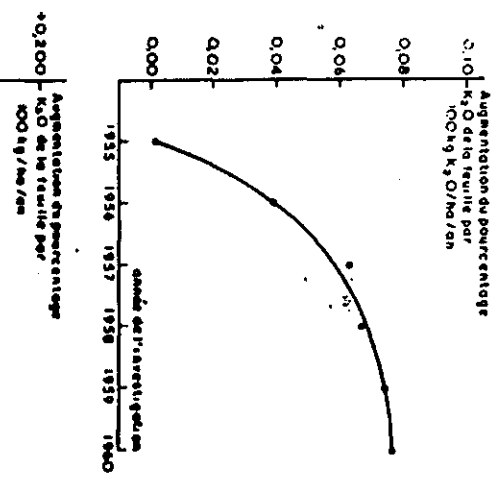
- a) de quelle façon la teneur d'un certain élément nutritif est influencée par le sulfate de potasse ?
- b) est-ce que l'importance de ce changement dépend de la composition de la feuille (et du sol) ?

Ces questions seront traitées séparément pour les différents éléments minéraux.

TABLEAU I - Influence de la fumure en potasse sur la composition minérale de la feuille en 1958/60. Les changements (coefficients de régression) dans les teneurs par 100 kg  $K_2O$ /ha/an.

%	Dosage de potasse en kg $K_2O$ /ha				Effet sur la teneur par 100kg $K_2O$ (=b)	Probabilité d'erreur
	0	150	300	450		
$K_2O$	1.18	1.34	1.57	1.50	-0.072***	P<0.001
MgO	0.50	0.45	0.43	0.42	-0.016**	P<0.01
CaO	2.90	2.87	2.90	2.85	-0.004	0
N	2.34	2.30	2.32	2.33	-0.002	0
$P_2O_5$	0.54	0.53	0.53	0.53	-0.003	P= 0.20
$K_2O$ /MgO	2.8	3.4	3.8	4.0	-	-
MgO/CaO	0.17	0.16	0.15	0.15	-0.006**	P<0.01

Figure 1. V Augmentation du pourcentage  $K_2O$  de la feuille en fonction de l'année (I), de la teneur du sol (III) et de la feuille (IV) et celle pour  $MgO$  en fonction de la teneur en  $K_2O$  de la feuille (V)



### La teneur en $K_2O$ de la feuille :

Dans la première année il n'y eut en moyenne de l'essai presque aucune augmentation de la teneur en potasse de la feuille ; celle-ci n'étant que de  $+ 0.002 \%$   $K_2O$  par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. Les années suivantes, l'augmentation fut respectivement :  $+ 0.039^{**}$  ;  $+ 0.063^{***}$  ;  $0.067^{***}$  ;  $0.074^{***}$  et en 1960  $0.076^{***}$  (figure 1). En 1959, un certain maximum fut atteint. L'augmentation moyenne était alors de  $0.072 \%$   $K_2O$  par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. Etudiant le rapport entre la teneur en potasse de la feuille et du sol, sous l'influence de la fumure il est évident, que l'effet de celle-ci durant la première année n'était que faible (Figure 2). La teneur en potasse de la feuille sur les parcelles non traitées montre un rapport étroit avec la teneur en potasse du sol. Une fumure de 450 kg  $K_2O$ /ha en hiver 1954-1955 dans les vergers, pauvres en potasse n'augmentait guère la teneur en potasse de la feuille prélevée au mois d'août suivant et les hautes teneurs sur les parcelles sans fumure des vergers riches en potasse n'étaient pas encore atteintes.

En 1957, l'effet de la fumure était déjà plus distinct. En 1958, la relation entre la teneur en potasse de la feuille et celle du sol était telle, qu'aucune différence n'était plus trouvée entre les parcelles fertilisées et les parcelles témoins. Cela signifie donc, qu'après quatre années de fumures identiques sur l'argile alluvionnaire, les teneurs en potasse de la feuille et du sol se trouvent en équilibre avec les doses de fumure.

La teneur en potasse des feuilles sur les sols légers s'avère être plus élevée que la relation moyenne entre la teneur de la feuille et celle du sol faisait attendre. La cause de cette différence est probable, que la potasse est plus facilement lessivée par les pluies sur les sols légers, et atteindra ainsi plus rapidement et en plus grandes quantités le système racinaire. En outre les sols argileux lourds ont un sous-sol plus pauvre en potasse et également capable de fixer celle-ci sous une forme, difficilement assimilable pour les racines.

Quant à l'augmentation de la teneur en potasse dans la feuille par la fumure nous pouvons constater qu'à mesure que le sol est plus riche en potasse, l'augmentation devient plus faible (coefficient de corrélation entre  $K_2O$  de la feuille et  $K_2O$  du sol en 1960 était  $-78^{**}$ ). JONES (1954) a trouvé également un fait pareil. Depuis un  $K_2O-KCl$  du sol de  $0.040 \%$ , l'augmentation du taux de potasse dans la feuille est stabilisée en 1960 sur environ  $0.020 \%$   $K_2O$  par 100 kg.

$K_2O$  donnée chaque année (Fig. 3). L'augmentation était plus grande pour les teneurs basses et se produisait dans ce cas le plus fortement dans les premières années de l'essai. Pour les années 1958-1960, pendant lesquelles un équilibre était atteint, la formule de régression pour l'accumulation de potasse dans la feuille fut :  $y = 0.0036 \times K_2O \text{ du sol} + 0.1688$ . La variable dépendante ( $y=b$ ) est l'augmentation de la teneur en potasse par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. Cette équation de régression indique, que la teneur en potasse de la feuille augmentait après cinq années de fertilisation avec  $0.097 \%$  par 100 kg  $K_2O$ , si la couche 0-20 du sol contient  $0.020 \%$  de  $K_2O$  échangeable (0, 1 n HCl) ; et avec  $0.025 \%$  par 100 kg  $K_2O$ , si la teneur du sol était de  $0.040 \%$   $K_2O$ .

Il va sans dire, que la relation entre l'augmentation de la teneur en potasse de la feuille par la fumure et la teneur originale sur les témoins était négative (Fig. 4). En 1955, la relation était encore insignifiante ( $r = -0.16$ ). En 1956, les basses teneurs en potasse de la feuille furent surtout augmentées et la relation entre l'augmentation et l'accumulation originale était déjà presque significative ( $r = 0.49^{**}$ ). Lorsque la feuille contenait plus de  $1.00 \%$   $K_2O$ , l'augmentation par la fumure n'était que  $0.02 \%$   $K_2O$  par 100 kg  $K_2O$ /ha. En 1957, l'effet de la fumure n'était pas encore perceptible pour une teneur de plus de  $1.60 \%$   $K_2O$ . Depuis 1958, la teneur en potasse de la feuille a partout été augmentée quoique moins à mesure que la teneur en potasse de la feuille aux parcelles non traitées était plus élevée. L'augmentation d'une teneur de  $0.70 \%$   $K_2O$  était approximativement de  $0.140 \%$   $K_2O$  tandis qu'au contraire avec une haute teneur de la feuille elle n'était que de  $0.025 \%$ . L'année 1959, extrêmement chaude et sèche, se distingue par une courbe de rendement plus aplatie et un coefficient de corrélation bas.

### La teneur en $MgO$ de la feuille :

La teneur en magnésium de la feuille du pommier diminuait par la fertilisation au potasse. La moyenne de cette diminution dans la période 1958-1960 était de  $0.016 \%$   $MgO$  par 100 kg  $K_2O$ /ha. L'effet était statistiquement très significatif ( $P < 0.01$ ). Seulement dans un essai très riche en potasse et avec des symptômes de carence en magnésium cette diminution ne s'est pas manifestée.

La diminution de la teneur en magnésium de la feuille s'est surtout montrée dans des vergers avec une basse teneur en potasse du sol (coefficient de corrélation entre  $MgO - K_2O$  du sol =  $+ 0.77^{**}$ ).

Dans ce cas la supplantation du magnésium

Figure 2 Relation entre la teneur en  $K_2O$  de la feuille et du sol, influence de l'engraissemment annuel.

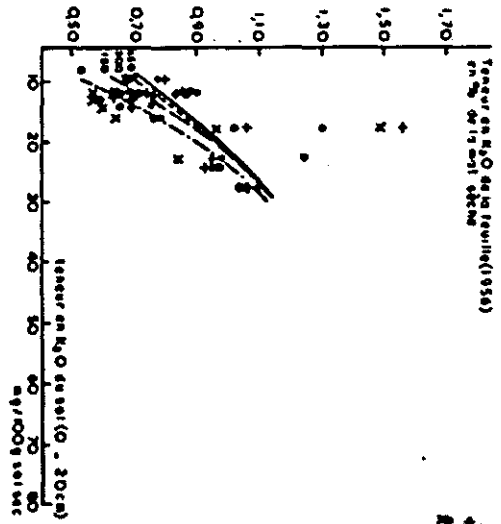
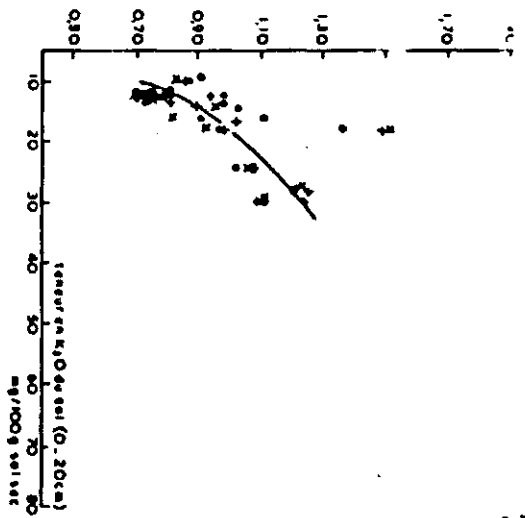
2 (1) Teneur en  $K_2O$  de la feuille (1951)

(2) Teneur en  $K_2O$  de la feuille (1952)

+

x

•

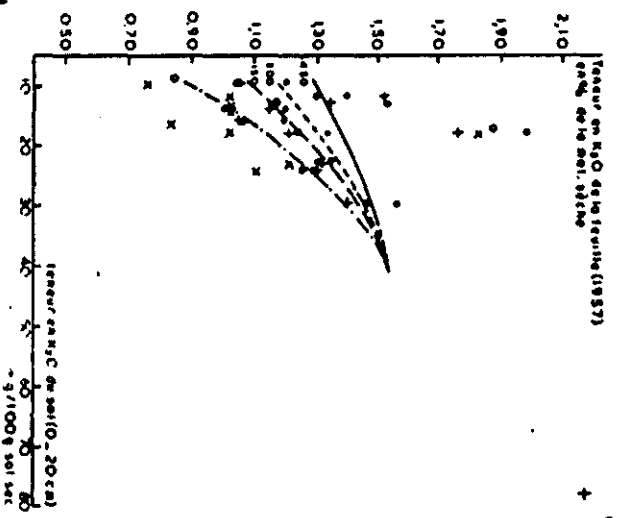


Teneur en  $K_2O$  de la feuille (1957)

+

x

•

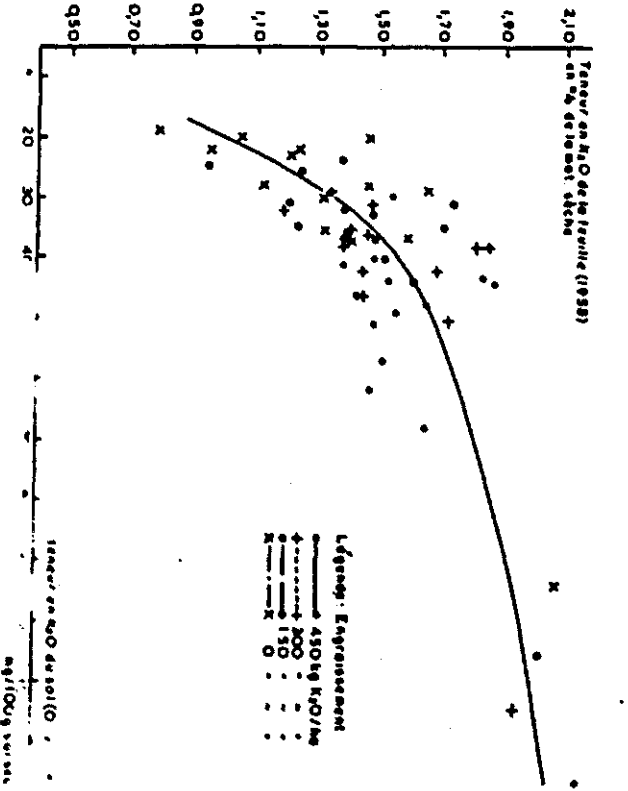


Teneur en  $K_2O$  de la feuille (1958)

+

x

•



par la potasse se présentait le plus fortement.

Avec une teneur en potasse du sol plus élevée que 0,030 %  $K_2O$ , l'abaissement de la teneur en magnésium n'était que de 0,01 %  $MgO$  et moins.

En 1956-1958, la diminution du taux de magnésium par la fertilisation était linéairement proportionnelle à la teneur en potasse croissante de la feuille. La diminution du taux de magnésium devenait chaque année plus forte pour les teneurs basses de potasse. En 1959 et 1960, la relation n'était plus linéaire et la teneur de la feuille en magnésium diminuait le plus fortement pour les teneurs en potasse inférieures à 1,00 %  $K_2O$  ( $r_{bMgO - K_2O}$  de la feuille = 0,82\*\*) (Fig. 5).

L'abaissement du taux de magnésium par la fumure était d'autant plus fort que la teneur en magnésium de la feuille était plus élevée. Cet effet devenait de plus en plus prononcé après 1957. En 1960, la teneur en magnésium s'est abaissée de 0,03 %  $MgO$  par 100 Kg  $K_2O$  pour une teneur de 0,60 %  $MgO$ , et seulement de 0,006 %, si la feuille en contenait 0,40 %. L'équation de régression peut être formulée comme y = "b $MgO$  de la feuille" - 0,129 x  $MgO$  % de la feuille + 0,046 (coefficient de corrélation =  $r = -0,68^*$ ).

Il y a une haute corrélation négative entre les teneurs en magnésium et en potassium de la feuille sur les parcelles témoins ( $r = 0,83^{**}$  en 1959). Ce rapport négatif déjà connu de nombreuses autres recherches, correspond également avec les résultats susmentionnés. La fertilisation par la potasse refoule le magnésium hors de la feuille, surtout quand les teneurs en potasse du sol et de la feuille sont basses, et la fumure en potasse les augmentent fortement.

#### La teneur en $CaO$ de la feuille.

La teneur en calcium de la feuille du pommier n'a pas été clairement influencée par la fumure en potasse pendant les six années de l'essai. En moyenne des 14 essais la teneur en calcium était diminuée dans la période 1958-1960 avec 0,004 %  $CaO$  par 100 kg  $K_2O/ha$ . Cet effet n'est statistiquement pas significatif. Le changement du taux de calcium par la fertilisation ne dépendait chaque année pas de la même façon de la composition minérale de la feuille. Avec un taux de calcium supérieur à 2,50 %  $CaO$  une diminution se manifestait par la fumure potassique en 1955 et 1956 ( $r_{bCaO-CaO}$  de la feuille = -0,34 en 1956). Cette relation négative ne s'est plus produite dans les années suivantes.

Probablement l'abaissement du taux de magnésium fut tellement prononcé, que la teneur en calcium s'est maintenue. A mesure que le pH du sol était plus élevé, la teneur en calcium était plus abaissée ( $r_{bCaO - pH-KCl} = 0,26$ ).

#### La relation entre le magnésium et le calcium de la feuille.

La fumure potassique diminue le rapport entre le magnésium et le calcium dans la feuille en moyenne de 0,0057 par 100 kg  $K_2O/ha/an$  ( $P = 0,01$ ). Cet abaissement était plus prononcé à mesure que la teneur en potasse de la feuille était plus basse ( $b = 0,015 \times K_2O$  de la feuille - 0,021 ;  $r = -0,78^{**}$ ) et la teneur en magnésium ( $b = -0,046 \times MgO$  de la feuille + 0,018 ;  $r = -0,82^{**}$ ) et en calcium ( $r = -0,41$ ) plus élevée. Il n'y a pas d'effet de la fumure sur la rapport  $MgO/CaO$ , si l'arbre avait un taux de potasse dans la feuille supérieur à 1,45 %  $K_2O$  ou en magnésium inférieur à 0,38 %  $MgO$ . Ceci correspond avec des corrélations négatives entre  $K_2O-MgO$  ( $r = 0,90^{***}$ ) et  $K_2O-CaO$  ( $r = -0,63$ ) et avec la corrélation positive entre  $CaO - MgO$  sur parcelles témoins.

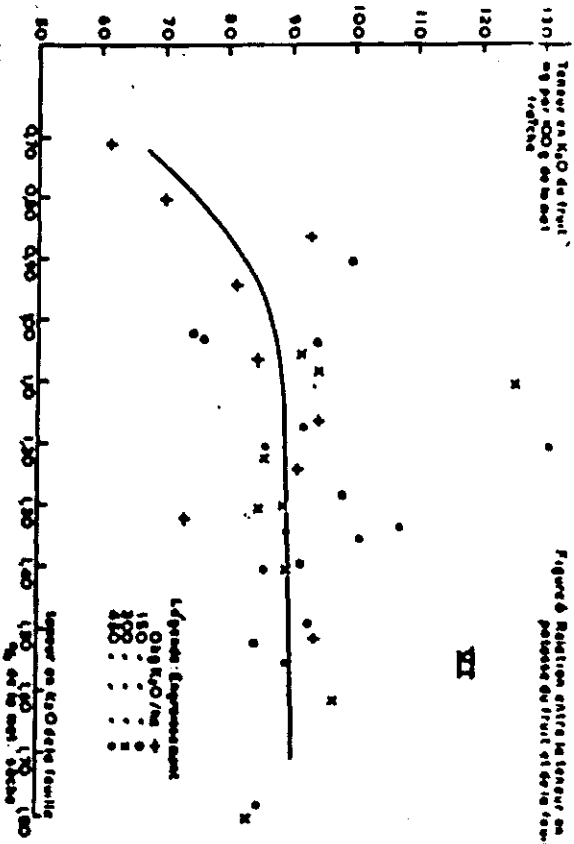
#### La composition minérale du fruit.

En 1960, la composition minérale du fruit était analysée. L'essai de fumure en potasse était alors poursuivi pendant six années, nous disposons des résultats de dix essais, dont les moyennes des teneurs et les coefficients de régression sont mentionnés au tableau 2 :

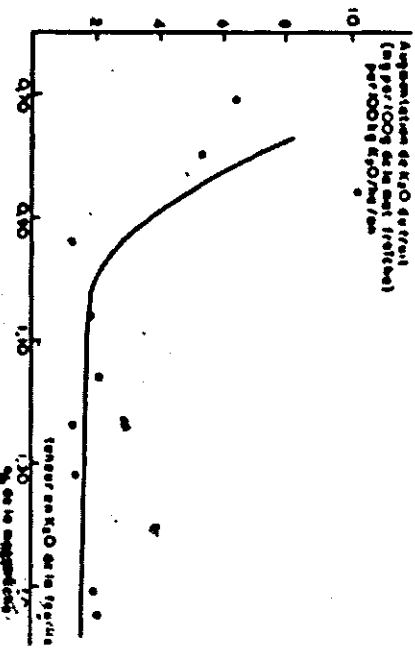
mg/100 g de la matière fraîche	Dose de potasse en kg $K_2O/ha$				Effet sur la teneur par 100kg $K_2O(-b)$	Probab. d'erreur
	0	150	300	450		
$K_2O$	84.9	89.1	94.3	96.9	-3.43**	$P < 0.01$
$MgO$	7.5	7.6	7.7	7.8	-0.09*	$p = 0.05$
$CaO$	9.7	9.7	9.4	9.1	-0.12	$P < 0.20$
N	48.3	46.8	46.4	47.1	-0.17	0
$P_2O_5$	26.1	25.6	25.6	25.2	-0.15	$P < 0.20$
Matière sèche %	14.2	14.1	14.1	13.9	-0.05	0
$K_2O/MgO$	11.42	11.76	12.25	12.51	-0.33*	$p < 0.02$
$K_2O/CaO$	9.08	9.43	10.20	11.04	-0.45**	$p < 0.01$
$MgO/CaO$	0.79	0.80	0.84	0.89	-0.02	$P < 0.20$

TABLEAU 2 - Influence de la fumure au potasse sur la composition minérale du fruit en 1960. Les augmentations (coefficients de régression) dans les teneurs par 100kg  $K_2O/ha/an$ .

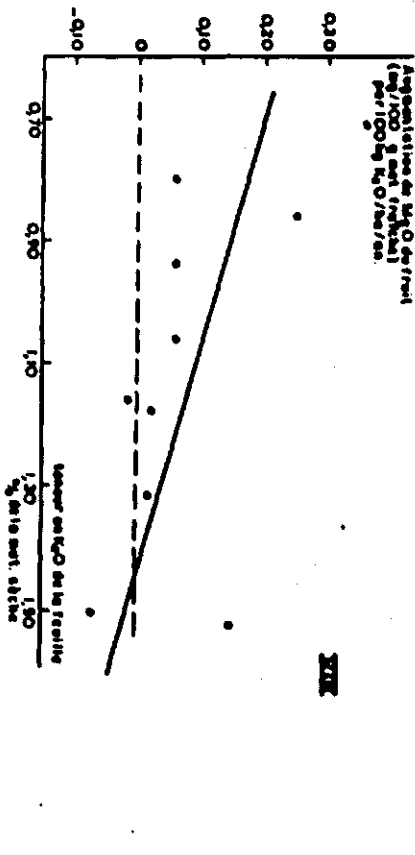
Figure VI - IX Relation entre la teneur en potasse du fruit et de la feuille (VI) Augmentation de  $K_2O$ ,  $MgO$  et  $MgO/CaO$  du fruit en fonction de la teneur de la feuille de  $K_2O$  (VII - IX)



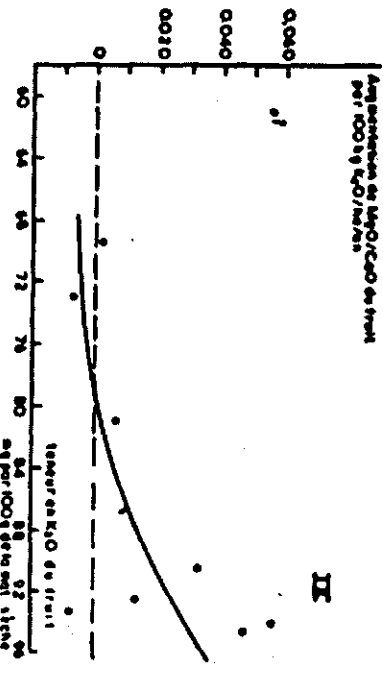
VII



VIII



IX



IX

### La teneur en $K_2O$ du fruit :

L'augmentation moyenne de la teneur du fruit en potasse était statistiquement significative : 3,43 mg  $K_2O/100$  g de matière fraîche par 100 kg  $K_2O/ha$  avec une erreur statistique  $s = 0,94$ .

La relation entre la teneur en potasse du fruit et celle du sol était évidente. Les teneurs en potasse du fruit 77, 91 et 96 mg  $K_2O/100$  g de la matière fraîche correspondaient respectivement aux teneurs en potasse du sol de la couche de 0-20 cm ; déterminées avec 0,1 n HCl, de 0,020 ; 0,040 et 0,060 %  $K_2O$ . Seuls les résultats d'un essai ne s'adaptait à cette relation, semblable à une courbe Mitscherlich. Aucune différence ne fut trouvée dans la sixième année de l'essai entre les courbes des teneurs des parcelles fertilisées et celles des témoins. Ici également un équilibre était atteint en 1960 entre la nutrition du fruit, la fumure et la richesse du sol en potasse.

Les teneurs basses dans le fruit correspondent aux teneurs des feuilles inférieures à 1,05 %  $K_2O$  dans la matière sèche. A une teneur plus élevée la teneur en potasse du fruit n'augmente que peu par rapport à la teneur croissante en potasse de la feuille (Fig. 6).

Le coefficient de régression,  $b_{K_2O}$  du fruit varie entre 1,22-10,22 par 100 kg  $K_2O/ha/an$ . L'accroissement du taux de potasse dans le fruit est très prononcé pour les teneurs dans la feuille, inférieures à 1,00 %  $K_2O$  dans la matière sèche. En dessus de cette teneur la fertilisation avait augmenté la teneur du fruit avec environ 1,5-1,8 mg par 100 kg  $K_2O/ha/an$ . (Fig. 7).

### La teneur en $MgO$ du fruit.

Wilkinson (1958) relevait déjà, que la teneur en magnésium du fruit augmente à la suite d'une fumure au potasse. Ses résultats sont confirmés par les nôtres. L'augmentation moyenne des dix essais était statistiquement significative :  $0,092 \pm 0,041$ , Wilkinson a formulé l'hypothèse, que la teneur en acides organiques du fruit augmente à la suite d'une fumure de potasse - ce qui est confirmé : Gruppe (1958) Mori et Yamazaki (1960), Barden et Thomson (1962) - et que le fruit attire des cations, e.a. le magnésium pour stabiliser le pH.

L'augmentation de la teneur en magnésium du fruit se produit surtout lorsque la teneur en potasse de la feuille est basse ( $r = -0,59$  ;  $P 0,10$ ).

Selon l'équation de régression :  $b = -0,27 \times K_2O$  de la feuille + 0,39 la teneur en magnésium du fruit ne changera plus, lorsque la feuille contient

une teneur supérieure à 1,46 %  $K_2O$  (Fig. 8). Considérant la relation négative entre la teneur en potassium et en magnésium de la feuille il va sans dire, que la teneur en magnésium du fruit augmentait plus fortement par la fertilisation au potasse auprès des hautes teneurs en magnésium de la feuille ( $r = +0,33$ ). La teneur en magnésium du fruit n'augmentait que peu quand les teneurs du fruit en potassium et magnésium étaient élevées ( $r = -0,37$ ), et l'augmentation était nulle lorsque la teneur était de 9,7 mg  $MgO$  par 100 g. de matière fraîche.

### La teneur en $CaO$ du fruit.

La teneur en calcium du fruit est diminuée par la fumure au potasse.

L'abaissement moyen était de 0,12 mg  $CaO$  par 100 kg  $K_2O/ha/an$ , et pas significatif ( $P = 0,20$ ). Une étude plus approfondie montre, que cette diminution correspond surtout aux hautes teneurs en  $CaO$  de la feuille ( $r = -0,62$  ;  $P 0,10$ ). Il est probable qu'une haute teneur en calcium correspond à une nutrition pauvre en potasse de la plante. La fumure au potasse augmente la teneur du fruit en potasse et dans ce cas, aux dépens de la teneur en calcium.

### Le rapport entre le magnésium et le calcium du fruit.

La qualité de la pomme ne dépend pas seulement de la teneur en éléments nutritifs mais également des rapports entre les éléments. D'importance particulière sont les rapports  $K \cdot Mg/Ca$ ,  $KCa$  et  $Mg/Ca$  spécialement en vue du "bitter pit" (Schreven e.a. 1962). Nous étudierons ici l'influence de la fumure au potasse sur le rapport  $Mg/Ca$  dans le fruit. La fumure au potasse fit augmenter le rapport  $MgO/CaO$  dans 7 des 10 essais. L'augmentation moyenne fut de 0,015 et n'est pas significative ( $P 0,20$ ). Comme la fumure au potasse fit augmenter la teneur en magnésium du fruit et abaisser celle du calcium, on pouvait s'attendre à un élargissement du rapport  $MgO/CaO$ .

Si l'arbre est déjà bien pourvu de potasse et que l'offre de potasse est augmentée, la teneur en magnésium du fruit accroîtra encore, la teneur en calcium diminuera. Le rapport  $MgO/CaO$  du fruit accroîtra donc plus lorsque le fruit contient plus de potasse ( $rb_{MgO/CaO}$  du fruit -  $K$  fruit =  $+0,64$  (Fig. 9) et également lorsque le rapport  $MgO/CaO$  du fruit est déjà élevé ( $rb_{MgO/CaO}$  du fruit -  $MgO/CaO$  du fruit =  $+0,90$  \*\*).

L'accroissement du rapport  $MgO/CaO$  du fruit à la suite d'une fumure au potasse était le plus

évident lorsque le rapport MgO/CaO dans la feuille était bas (rb.  $\frac{\text{MgO}}{\text{CaO}}$  du fruit -  $\frac{\text{MgO}}{\text{CaO}}$  de la feuille - - 0,79\* ).

(Les résultats d'un essai ne correspondaient pas aux lignes calculées et n'ont pas été considérés dans les calculs. S'ils l'avaient été, les coefficients de corrélation auraient été plus bas).

La fumure au sulfate de potasse diminue donc le rapport MgO/CaO dans la feuille et l'augmente dans le fruit. Même si le verger est bien pourvu de potasse, la fumure au potasse augmentera encore le rapport MgO/CaO dans le fruit. Ceci fut le cas ici pour un bon approvisionnement en potasse, où le rapport MgO/CaO du fruit était supérieur à 0,7. Sur les parcelles témoins il y eut en effet une faible corrélation négative entre le rapport MgO/CaO de la feuille et celui du fruit. Cette corrélation était cependant disparue sur les parcelles bien fumées au potasse.

#### DISCUSSION :

L'influence de la fumure sur la composition minérale de la feuille et du fruit de pommier est une question compliquée :

En premier lieu on doit se demander, si la fumure augmente fortement la croissance de l'arbre. Les arbres mal nourris obtiendront par la fumure un système racinaire mieux développé, de sorte que les autres éléments nutritifs seront également mieux assimilés (Cain, 1953 ; Gruppe, 1958). Un arbre bien nourri ne subira presque pas d'accélération de croissance. Un apport élevé d'un certain élément amènera plutôt une diminution de l'assimilation d'autres éléments présents dans le sol ou influencera plus la répartition de ces éléments dans les différentes parties de la plante (Cain, 1953). Dans le premier cas - une croissance augmentée - la teneur d'un élément omis dans la fumure peut s'élever, mais dans le second cas - les vergers normalement nourris - la teneur peut diminuer (Mori et Yamazaki, 1960).

Si nous laissons hors de considération une augmentation prononcée de la croissance - ce qui était généralement le cas dans nos essais, nous pouvons constater ce qui suit : dans un milieu nutritif pauvre, la teneur en potasse de l'arbre sera fortement influencée. A mesure que la teneur en potasse de la feuille et du fruit était plus élevée, l'augmentation de la teneur de cet élément était plus faible. L'influence de la fumure au potasse sur le taux en magnésium de la feuille et du fruit était également plus faible, à mesure que la teneur en potasse était élevée. Les résultats de Ljstaas (1962) montraient également que les essais où l'augmentation de la teneur en potasse de la feuille était la plus forte, ont des

changements évidents dans les teneurs en magnésium et calcium.

L'effet de la fertilisation ne devenait marquant qu'au cours des années de l'essai. La première année, la composition minérale de la feuille n'était que très peu changée.

Les changements s'opéraient plus tard à mesure que le sol était plus riche en potasse et la teneur en potasse de la feuille plus élevée. Dans la cinquième année de l'essai, un état d'équilibre fut plus ou moins atteint.

On peut également s'attendre qu'un vieil arbre réagit plus tard à cause des réserves en potasse dans le bois et l'écorce.

La capacité d'échange du sol, déterminée par le pourcentage d'argile < 16 $\mu$ , exerçait une influence. La teneur en potasse des feuilles était plus élevée sur les sols légers que la relation moyenne entre la teneur en potasse de la feuille et du sol faisait atteindre. Ceci peut être la suite d'un lessivage plus facile de la potasse vers le système racinaire, parce que cette potasse est moins liée au complexe. En outre les sols lourds fixent la potasse plus fortement.

A l'aide des courbes trouvées, il est possible de prédire la teneur en potasse de la feuille du pommier Jonathan s.p.g. M IV en fonction de la richesse en potasse du sol et la quantité et la durée des fumures potassiques sur les alluvions de rivière sous les conditions climatiques des Pays-Bas.

L'influence de la fumure au potasse sur le niveau des autres éléments nutritifs n'est pas la même pour chaque partie de la plante. Les teneurs en magnésium de la feuille s'abaissèrent et celles du fruit s'élevèrent. L'ampleur du changement dépendait à nouveau du niveau de potasse déjà présent. Le rapport MgO/CaO de la feuille diminuait par la fumure au potasse. Cette diminution était plus petite à mesure que la teneur en potasse de la feuille était plus élevée. Le rapport MgO/CaO du fruit augmentait à la suite d'une fumure au potasse et fut très grand auprès de hautes teneurs en potasse dans le fruit.

Les teneurs en autres éléments nutritifs dans le sol (et en proportion ceux de la plante) détermineront également l'influence d'une fumure au potasse sur la composition minérale de la feuille et du fruit. Un élément est plus effectif que l'autre. Van Itallie (1938) mentionne l'ordre suivant : K, Na, Mg et Ca. Il s'avère donc que le changement le plus grand à la suite d'une fumure au potasse puisse être attendue dans les cations.

L'effet de la potasse était plus grand sur la teneur de la feuille en magnésium que en calcium. Cet effet a été trouvé par beaucoup d'autres investigateurs (Gruppe, 1958 ; Ljones, 1963).



## BIBLIOGRAPHIE -

BOON J. van der ; A. DAS et A.C. van SCHREVEN - Bull.  
no. 10 (1961) Inst. Fert. Sol. Groningen  
49 pages, 28 fig.

BARDEN J.A. and A.H. THOMPSON - Proc. Amer. Soc.  
Hort. Sci. 81 (1962) 18-25.

CAIN J.C. - Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62 (1953)  
53-66.

ENMERT F.H. - W. Reuther. Plant analysis and Fert.  
Probl. - Am Inst. Biol. Sci. Washington  
8 (1961) 231-243.

GRUPPE W. - Gartenbauwiss. 23 (1958) 363-243.

GRUPPE W. - Advanc. Hort. Sci. Proc. XV. Hort. Congress,  
Nice 1958, Pergamon Press I (1961) 181-193.

ITALLIE Th. B. van - Soil Sci 46 (1938) 175-193.

LJONES Bj. - Forsking forsk Landbr. 5 (1954) 1-113.

LJONES Bj - Meld. Norges Landbr. 42 (5) (1963)  
90 pages.

MORI H. and T. YAMAZAKI - Bull Tokoku Nat. Agric.  
Exp. St. 18 (1960) 44-56.

SCHREVEN A.C. van ; J. van der BOON en A. DAS  
Med. Dir. Tuinb. 25 (1962) 87-92, 181-191.

WILKINSON B.G. - J. Hort. Sci. 33 (1958) 49-57.

IJSTAAS J. - Forsking forsk Landbr. 13 (1962)  
233-255.

## RESUME

Quatorze essais de fumure ont été réalisés dans des vergers sur de l'argile alluvionnaire avec Jonathan M IV. Quatre doses de sulfate de potasse ont été données chaque année.

Le changement par la fumure potassique dans la composition minérale de la feuille, prise à la base de la pousse végétale et dans celle du fruit a été étudié pendant six années.

La moyenne des teneurs en potasse de la feuille changeait à peine dans la première année d'essai. Dans la cinquième année un équilibre dans l'accroissement du taux de la potasse fut plus ou moins atteint. A la fin de l'essai, la teneur de la feuille en potasse s'était élevée en moyenne de 0,072 %  $K_2O$  par 100 kg  $K_2O$ /ha/an. Cette augmentation était cependant plus restreinte, lorsque la teneur en potasse de la feuille et du sol était déjà assez haute.

La teneur en magnésium de la feuille fut diminuée plus fortement par la fertilisation que celle en calcium. Cet effet sur le taux de magnésie dépendait de la teneur en potasse de la feuille, et était plus prononcé à mesure que celle-ci était plus basse.

La teneur en magnésium du fruit fut augmentée par la potasse. Le rapport  $MgO/CaO$  dans le fruit fut également augmenté surtout lorsque la teneur en potasse du fruit était déjà haute et par conséquent le rapport  $MgO/CaO$  également.

L'effet d'une fertilisation sur la composition minérale de la feuille et du fruit du pommier ne dépend pas seulement de l'élément nutritif appliqué, mais également du niveau de cet élément et de ceux des autres cations dans la plante.

## SUMMARY

### Influence of potassium sulphate on the mineral composition of leaf and fruit of the apple.

Fourteen trial fields have been laid out in orchards on river clay with Jonathan on M IV. Four ratings of potassium sulphate have been given annually. The change in the mineral composition of the leaves at the base of one year old shoots and of the fruit, caused by the application of potassium, have been studied during six years.

In the first experimental years the potassium content of the leaf only showed a small increase. Since the fifth year a certain maximum in the increase has been attained. At the end of the experiment the potash-content of the leaf had in the average been raised 0,072 %  $K_2O$  by application of 100 kg  $K_2O$ /ha yearly. This increase, however, was smaller the higher the previous potash-content of the soil or the leaves.

The magnesium content of the leaves had been more clearly reduced than the calcium content as a result of the potash dressings. This decrease was dependent on the previous potassium level in the leaves and greater if this had been low.

The magnesium content of the fruit was raised by potash application. The magnesium/calcium ratio in the fruit also increases. This is especially the case with high levels of potash in the fruit and also with a high magnesium/calcium ratio.

The influence of a fertilizer on the mineral composition of leaves and fruits of the apple is also not only dependent on the type of nutrient element applied, but also on the existing level of the element under consideration and of the other cations in the plant.

## DISCUSSION

M. FRICHOT :

Y a-t-il eu des observations complémentaires concernant la conservation des fruits récoltés sur les essais ?

M. VAN DER BOON :

Nous avons fait des essais de l'entreposage avec des fruits des vergers riches et pauvres en potasse. Les différences de la qualité après l'entreposage sont minces et ne sont pas statistiquement significatives.

M. LEFEVRE :

- 1°) Quelle est la proportion d'argile  $< 2 \mu$  dans la quantité d'argile  $< 16 \mu$  selon les divers sols ?
- 2°) Quelle est la nature minéralogique de l'argile selon les divers sols ?

M. VAN DER BOON :

1°) In general it is assumed, that the percentage of  $< 2 \mu$  of the river clay soil is 2/3 of that of  $< 16 \mu$ . It is not known, how this proportion varies with the different soil types; classified within the river clay sediments.

2°) On Dutch river clay soils one finds the common variety of illite (= Fithian illite) and especially on the heavy soils amersovite. Amersovite a variety of illite with open layers in the lattices, has a high K-fixation capacity.

(See H.W. van der Marel and J.T.M. Venekamp : onderzoek naar het verschijnsel der kalifixatie in de Nederlandse gronden : Potassium fixation in the Dutch soils. Versl. Landb. onders. 61 S (1955) : 62 pages).