

Incidence des techniques culturales sur la croissance et la fructification du pêcher en système d'irrigation localisée

II. Effets des facteurs mode d'application et dose d'azote apportée

C. BUSSI*, J.G. HUGUET**, J. BESSET* et H. DEFRANCE*

Consequences of nitrogen method and amount of application on growth and fructification of peach-tree (*Prunus persica* (L.) BATSCH).

C. BUSSI, J.G. HUGUET, J. BESSET et H. DEFRANCE

Fruits, vol. 47, n° 5, p. 573-581.

SUMMARY - Effect of different nitrogen application methods have been studied in peach orchards. Compared with the classical manuring method using solid fertilizer, the utilization of fertilizing irrigation contributes to a decrease of the fruit content in solid soluble substances and to an increase of both growth and yield of the tree.

Some of these effects are all the more evident that the number of nitrogen injections in the irrigation network is increased for a same quantity of applied fertilizers.

Unlike the manuring method, the fertirrigation allows an improvement in the efficiency of nitrogen fertilizer. This improvement could be explained by a better balance between nitrogen application dates and plant needs and by a decrease in nitrate losses owing to rinsing of soil thanks to the fractional fertilizer application.

Moreover different nitrogen doses applied in orchard were compared. 6 years after the plantation, the increase in the nitrogen doses globally results in higher yield and vigour.

Incidence des techniques culturales sur la croissance et la fructification du pêcher en système d'irrigation localisée.

Effets des facteurs mode d'application et dose d'azote apportée.

C. BUSSI, J.G. HUGUET, J. BESSET et H. DEFRANCE

Fruits, vol. 47, n° 5, p. 573-581.

RESUMÉ - Les effets de différentes modalités d'apport de l'élément azote ont été comparés en verger de pêchers. Par rapport à la méthode classique de l'épandage au sol sous forme d'engrais solide, l'utilisation de l'irrigation fertilisante contribue à diminuer la teneur en matières solides solubles du fruit et à améliorer la croissance et la production de l'arbre. Certains des effets observés se trouvent accentués lorsque le nombre d'injections de l'élément azote dans le réseau d'irrigation est accru pour une même quantité totale d'engrais appliqué. La fertirrigation, par rapport à l'épandage au sol, permettrait donc d'améliorer l'efficacité de l'apport d'engrais azoté. Cette amélioration pourrait être à la fois liée à une meilleure adéquation entre dates d'application de l'azote et besoins de la plante et à une diminution des pertes de nitrates par lessivage dans le sol du fait du fractionnement de l'apport d'engrais. Par ailleurs, différentes quantités d'azote épandu en verger ont été comparées. 6 années après plantation, l'accroissement de la dose d'azote se traduit globalement par une augmentation de la vigueur et des rendements cumulés.

KEYWORDS: *Prunus persica*, fertilizing irrigation, nitrogen, growth, fruiting.

MOTS CLÉS : *Prunus persica*, irrigation fertilisante, azote, croissance, fructification.

Introduction

Certaines méthodes culturales appliquées en verger peuvent jouer un rôle déterminant sur la croissance et la fructification du pêcher (CUMMINGS and BALLINGER, 1972 ; LAYNE and TAN, 1988). Parmi ces techniques, la fertilisation apparaît comme étant un facteur essentiel de l'élaboration du rende-

ment chez cette rosacée fruitière (BUSSI *et al.*, 1992). La recherche d'une optimisation des apports d'engrais et l'étude du mode d'application des éléments fertilisants constituent, dès lors, un objectif prioritaire. Des recherches ont été effectuées dans ce sens pour déterminer l'intérêt de l'utilisation de la technique d'irrigation fertilisante, encore appelée fertirrigation (HUGUET et GIRAUDON, 1977). Elle permet d'associer facilement l'irrigation localisée et les apports d'engrais par injection directe des éléments fertilisants dans le réseau d'irrigation et de mettre ces éléments à la disposition d'une partie seulement du système racinaire de l'arbre fruitier.

* INRA-SRIV, Domaine de Gotheron, F 26320 St-Marcel-les-Valence.

** INRA, Station d'Agronomie, Centre de Recherche d'Avignon, F 84140 Montfavet.

Chez le pommier, l'utilisation de l'irrigation fertilisante a ainsi permis d'augmenter, par rapport à la méthode classique d'épandage au sol de l'engrais sous forme solide, la vitesse de migration vers les racines des éléments P et K (GUENNELON et CABIBEL, 1981). Il s'est avéré de plus que, si l'élément nitrate NO_3 n'est fourni qu'à une partie du système racinaire d'un pommier, la vitesse d'absorption de l'anion par cette fraction de racine paraît stimulée comparativement à celle obtenue chez des arbres identiques mais dont l'ensemble du système racinaire plonge dans une solution contenant NO_3 (FRITH and NICHOLS, 1975).

L'utilisation de l'irrigation fertilisante permet donc d'améliorer les conditions de nutrition des arbres en verger par rapport à la technique classique. Les conséquences de l'apport des éléments nutritifs par fertirrigation sur la croissance et le développement de l'arbre fruitier n'ont cependant pas encore été clairement déterminées (HABIB, 1984). Elles ont fait l'objet de notre étude, conduite en verger de pêchers, qui a été structurée en trois parties :

- comparaison de l'efficacité de la méthode de l'irrigation fertilisante et de celle de l'application au sol des éléments nutritifs sous forme solide pour l'azote et le potassium (expérimentation 1) ;
- effet, sur certains caractères d'intérêt agronomique, du fractionnement des apports d'azote par fertirrigation à partir d'une même quantité totale d'engrais appliqué au sol (expérimentation 2) ;
- conséquences sur la production fruitière de l'injection de diverses doses d'azote dans le réseau d'irrigation (expérimentation 3).

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

3 vergers de pêchers du domaine expérimental de l'INRA de Gotheron ont été utilisés, le premier planté en 1982 (expérimentation 1), le deuxième en 1983 (expérimentation 2) et le troisième en 1985 (expérimentation 3).

D'une superficie approximative de 1 ha, chacun de ces vergers a été planté d'arbres espacés de 4 m sur le rang et de 5 m entre rangs. Des rangs de garde ont été aménagés de façon à ce que chaque parcelle expérimentale soit entourée par un même nombre d'arbres. 3 cultivars greffés sur le même porte-greffe (GF 305) ont été plantés : Suncrest (variété de saison) pour l'expérimentation 1, Nectared 6 (variété tardive) pour l'expérimentation 2 et Maycrest (variété précoce) pour l'expérimentation 3. Pour les expérimentations 1 et 2, les parcelles élémentaires de 11 arbres ont été disposées en 6 blocs alors que pour l'expérimentation 3, elles ont concerné 5 arbres et ont été disposées en 8 blocs.

Technique d'irrigation

Le système d'irrigation était de type localisé. Les deux émetteurs disposés à 1 m de chaque côté de l'arbre étaient soit des goutteurs avec un débit horaire de 4 l (expérimentations 1 et 2), soit des microasperseurs avec un débit de 20 l (expérimentation 3). Les apports d'eau au cours de la saison ont été répartis en fonction des besoins des arbres (LI *et al.*, 1989). Ces irrigations ont représenté 50 % de l'évapotranspiration potentielle (ETP) mais 3 semaines avant la récolte, elles ont été portées à 100 % de l'ETP.

Entretien du sol

Les adventices ont été éliminées de la ligne d'arbre à l'aide d'une application annuelle de bromacil (1600 g/ha de matière active). Sur l'interligne, en revanche, le sol a été maintenu enherbé sur une largeur de 2 m. Une analyse chimique du sol a permis de déterminer la fertilisation en P, K, Mg et Ca à appliquer pendant la durée des expérimentations.

Mode d'application des engrais

L'élément azote a été appliqué sous forme de NH_4NO_3 et l'élément potassium sous forme de KCl. Les quantités d'éléments fertilisants fournis à chaque arbre (tableau 1) ont été déterminées en fonction de données bibliographiques (BALLINGER *et al.*, 1963). Ces applications ont été réalisées soit par épandage au sol d'engrais solide, soit par fertirrigation (tableau 2).

Années	Expérimentation 1		Expérimentation 2		Expérimentation 3				
	N	K ₂ O	N	K ₂ O	trait. 1	trait. 2	N trait. 3	trait. 4	K ₂ O
1983	60	60							
1984	100	100	60	150					
1985	135	135	100	150					
1986	230	135	135	150	0	50	100	200	150
1987	230	135	180	150	0	100	200	300	150
1988	230	135	180	150	0	100	200	300	150
1989	230	135	180	150	0	100	200	300	150
1990	230	135	180	150	0	100	200	300	150
1991	230	135	180	150	0	100	200	300	150
1992	230	135	180	150	0	100	200	300	150

Tableau 2. Modes d'application et de répartition des d'engrais apportés aux vergers de pêchers au cours de l'année, selon les expérimentations.

Expérimentations	Traitements	Dates d'apport					
		Février	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
1	1	2/3 N et K total au sol	1/3 N au sol				
	2	K total au sol	←———— N fertirrigation —————→				
	3		←———— N et K fertirrigation —————→				
2	1	N total au sol					
	2	1/2 N au sol	←———— 1/2 N fertirrigation —————→				
	3	1/3 N au sol	←———— 1/3 N fertirrigation —————→				1/3 N fertirrigation
3	1	0		0			
	2	1/2 N au sol	←———— 1/2 N fertirrigation —————→				
	3	1/2 N au sol	←———— 1/2 N fertirrigation —————→				
	4	1/2 N au sol	←———— 1/2 N fertirrigation —————→				

Pour les épandages au sol, l'apport d'engrais a été effectué à la main sur une largeur de 1 m de part et d'autre de la ligne d'arbre. Cet engrais a été appliqué sous forme solide à la fin de l'hiver et au début du printemps, donc à des époques où la pluviométrie est généralement suffisante pour assurer le transport de ces éléments nutritifs vers les racines. Ce calendrier d'apport correspond en fait à une pratique habituelle des arboriculteurs (GOUNY et HUGUET, 1964).

Pour l'irrigation fertilisante, les apports d'engrais ont été effectués à l'aide d'une pompe doseuse, ce qui permet de dissocier les irrigations avec injections d'éléments fertilisants des irrigations au sens strict (BUSSI et DEFRANCE, 1986). Ces injections d'engrais dans le réseau d'irrigation ont été réalisées 2 fois par semaine, cette fréquence permettant de ne pas accroître exagérément la concentration en éléments nutritifs dans la partie du sol située sous influence du goutteur (LEVIN *et al.*, 1979). La fertilisation a été effectuée après les périodes

d'irrigation proprement dites pour réduire le risque de lessivage des éléments nutritifs. La répartition des apports au cours de l'année est indiquée dans le tableau 2.

Mesures sur la fructification et la croissance

Les différentes mesures effectuées en verger (floraison, nouaison, chute, poids de récolte et qualité des fruits) ont été réalisées conformément aux protocoles déjà publiés (BUSSI *et al.*, 1992).

La croissance végétative a été évaluée chaque année en mesurant en hiver la circonférence du tronc de l'arbre à 30 cm du sol. La quantité de bois de taille produite par arbre a été pesée en 1989 et en 1991 pour les expérimentations 1 et 3 (tableau 3).

Les différentes moyennes ont été statistiquement comparées entre elles à l'aide du test de Newman et Keuls.

Tableau 3. Poids de bois exprimé en kg par arbre, provenant de la taille d'hiver et de celle d'été, pour les années 1989 et 1991 et selon les expérimentations 1 et 3 menées en verger de pêchers. La mesure a été faite à partir d'un arbre par parcelle élémentaire.

Années	Expérimentation 1				Expérimentation 3					
	N et K épandage au sol	K épandage au sol N fertirrigation	N et K fertirrigation	Test Newman et Keuls	0 N	100 g N	200 g N	300 g N	Test Newman et Keuls	
Taille d'hiver	1989	5,1	5,5	5,9	NS	3,4 c	4,3 bc	4,7 b	5,7 a	*
	1991	6,9 b	7,9 a	8,0 a	*	7,0 b	8,4 ab	10,3 a	9,2 a	**
Taille d'été	1989	3,8 b	5,1 a	4,8 a	*	4,2 c	7,9 b	9,5 b	11,5 a	**
	1991	5,0 b	7,1 a	6,5 ab	**	4,8 b	8,4 ab	9,0 a	8,6 ab	**

NS : test non significatif

* : test significatif au seuil de 5 % ** : test significatif au seuil de 1 %

a, b, c : identification des classes déterminées par le test de Newman et Keuls.

Résultats

Taux de nouaison, densité de floraison et "chute de juin"

Aucune des 3 expérimentations réalisées n'a permis de différencier les traitements à partir de l'observation des taux de nouaison des jeunes fruits (tableau 4).

En revanche, l'absence de fertilisation azotée a entraîné une diminution de la densité de fleurs des arbres n'ayant pas reçu cet élément (tableau 4, expérimentation 3).

La "chute de juin" des jeunes fruits n'a été accrue de façon significative par l'application d'azote dans le réseau d'irrigation qu'en 1987 (tableau 4, expérimentation 1).

Par ailleurs, des variations, selon les années, de ces différents paramètres mesurés en verger ont été enregistrées : les densités de fleurs et les taux de nouaison mesurés en 1991 se sont avérés inférieurs à ceux déterminés en 1990 (tableau 4, expérimentation 3), alors que les taux de chute étaient, eux, supérieurs (tableau 4, expérimentation 1).

Tableau 4. Nombre de fleurs, taux de nouaison et de chute des jeunes fruits chez le pêcheur, en fonction des années et des expérimentations.
Les mesures ont été faites pour chaque traitement sur une longueur d'environ 10 m de rameaux porteurs de fleurs et de fruits.

	Expérimentation 1				Expérimentation 2				Expérimentation 3				
	N et K épandage au sol	K épandage au sol, N en fertirrigation	N et K fertirrigation	Test Newman et Keuls	N en février et mai	N de février à août	N de février à septembre	Test Newman et Keuls	N 0	N 100 g	N 200 g	N 300 g	Test Newman et Keuls
Nombre de fleurs (par m de rameau)													
1985	47	44	45	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1986	45	46	47	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1987	43	43	47	NS	51	50	54	NS	—	—	—	—	
1988	37	34	35	NS	40	37	37	NS	30 b	35 a	36 a	36 a	*
1989	—	—	—	—	—	—	—	—	32 b	37 a	40 a	39 a	*
1990	42	40	39	NS	—	—	—	—	29 b	30 b	33 ab	40 a	**
1991	35	38	36	NS	—	—	—	—	24	26	25	29	NS
1992	—	—	—	—	—	—	—	—	34 b	37 ab	40 a	40 a	*
Taux de nouaison (%)													
1985	82	81	85	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1986	84	85	86	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1987	90	92	90	NS	88	86	85	NS	—	—	—	—	
1988	30	35	33	NS	62	60	58	NS	36	39	40	38	NS
1989	—	—	—	—	—	—	—	—	38	39	38	40	NS
1990	86	88	89	NS	—	—	—	—	76 b	83 a	80 ab	79 ab	*
1991	70	68	73	NS	—	—	—	—	68	69	67	67	NS
1992	—	—	—	—	—	—	—	—	80	78	75	79	NS
Taux de chute (%)													
1985	21	27	27	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1986	43	45	47	NS	—	—	—		—	—	—	—	
1987	23 b	34 a	29 ab	*	38 b	39 b	47 a	*	—	—	—	—	
1988	28	31	35	NS	48	50	51	NS	—	—	—	—	
1989	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1990	22 b	28 ab	30 a	*	—	—	—	—	—	—	—	—	
1991	35	41	40	NS	—	—	—	—	—	—	—	—	
1992	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

NS : test non significatif.

* : test significatif au seuil de 5 %.

** : test significatif au seuil de 1 %.

a, b, c : identification des classes déterminées par le test de Newman et Keuls.

Croissance végétative

Le mode d'application de l'élément potassium, par épandage au sol ou par fertirrigation, n'a montré un effet significatif sur l'accroissement de la circonférence du tronc de pêcher qu'en 1989, avec un avantage pour la fertirrigation (figure 1a, traitements 2 et 3).

En revanche, pour l'azote, l'utilisation de l'irrigation fertilisante contribue à accroître sensiblement la croissance du tronc dès la première année après plantation et cet effet se poursuit au cours de la plupart des années suivantes (figure 1a, traitements 1 et 2).

Le grossissement du tronc tend également à être stimulé lorsque le nombre de fractionnements des apports d'azote est accru (résultats non montrés). Enfin, des différences significatives de vigueur apparaissent, selon les traitements, lorsque les doses d'azote appliquées en verger varient (figure 1b) ; elles sont particulièrement marquées entre traitements sans azote ou avec azote, toutes doses confondues.

Les poids de bois de taille révèlent également une croissance plus importante des rameaux lorsque l'azote est apporté en fertirrigation (tableau 3, expérimentation 1) et lorsque la quantité totale d'azote apporté est augmentée (tableau 3, expérimentation 3).

Rendement

Les rendements, exprimés par le poids total de fruits récoltés sur chaque arbre, ont tendance à être supérieurs lorsque l'azote est apporté par fertirrigation plutôt que par épandage au sol sous forme solide (figure 2a, traitements 1 et 2). Par contre, la potasse n'améliore pas, dans ce cas, la production de l'arbre (figure 2a, traitements 2 et 3).

Pour l'expérimentation 3, le rendement le plus faible correspond chaque année au traitement sans azote (figure 2b), cependant lorsqu'il y a apport de cet élément, les différentes doses apportées ont un effet variable en fonction des années : alors que la production obtenue pour la dose d'azote la plus élevée (300 g par arbre) est significativement supérieure à celle relevée pour les autres doses en 1987, 1988, 1990 et 1992, elle ne permet pas, en 1989, d'observer un rendement supérieur à celui obtenu alors pour 200 g d'azote par arbre. En 1991, la production a été faible et n'a pas été accrue par un épandage d'azote supérieur à 100 g par arbre.

Poids moyen et matières solides solubles du fruit

Les différentes doses d'azote n'influent pas sur le poids moyen du fruit (expérimentation 3, résultats non montrés) ; il en est de même pour le mode d'application du potassium (figure 3a, traitements 2 et 3).

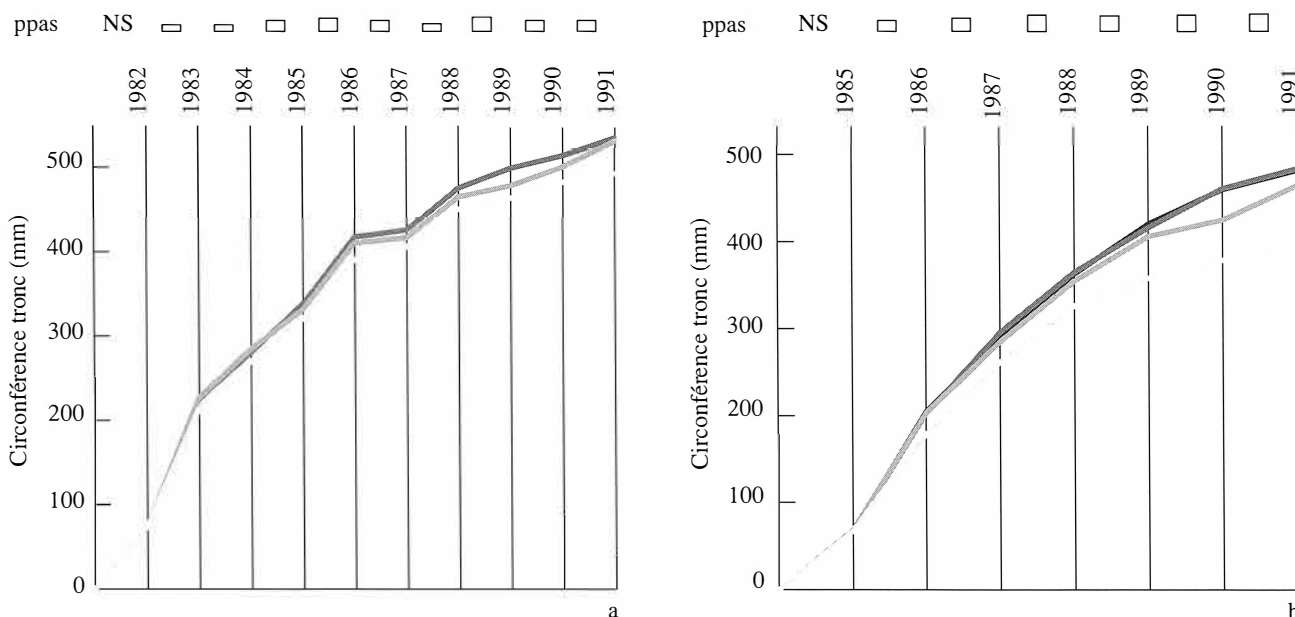


Figure 1. Croissance du pêcher pour les expérimentations 1 (figure 1a) et 3 (figure 1b).

Les circonférences de tronc ont été représentées en fonction des années, pour chacun des traitements (voir "Matériels et Méthodes") :

- traitement 1 : N et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et absence de N pour l'expérimentation 3 (b),
- traitement 2 : N en fertirrigation et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et 100 g de N par arbre pour l'expérimentation 3 (b),
- traitement 3 : N et K en fertirrigation pour l'expérimentation 1 (a) et 200 g N par arbre pour l'expérimentation 3 (b),
- traitement 4 : 300 g de N par arbre pour l'expérimentation 3 (b).

Les barres verticales représentent la ppas à $p = 0,05$.

NS = test non significatif.

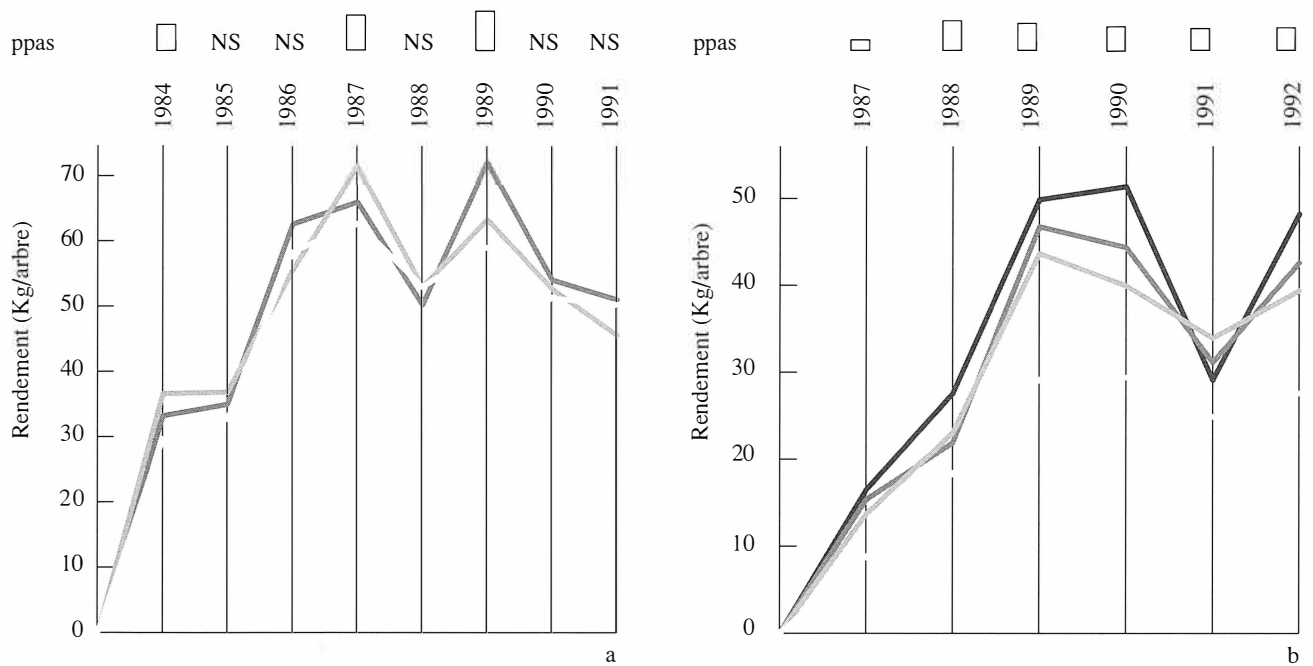


Figure 2. Rendements exprimés en kg de fruits récoltés par arbre, pour les expérimentations 1 (figure 2a) et 3 (figure 2b). Pour chacune de ces expérimentations, les poids nets ont été représentés en fonction des années, pour chacun des traitements.
 traitement 1 : N et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et absence de N pour l'expérimentation 3 (b),
 traitement 2 : N en fertirrigation et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et 100 g de N par arbre pour l'expérimentation 3 (b),
 traitement 3 : N et K en fertirrigation pour l'expérimentation 1 (a) et 200 g N par arbre pour l'expérimentation 3 (b),
 traitement 4 : 300 g de N par arbre pour l'expérimentation 3 (b).
 Les barres verticales représentent la ppas à $p = 0,05$. NS = test non significatif.

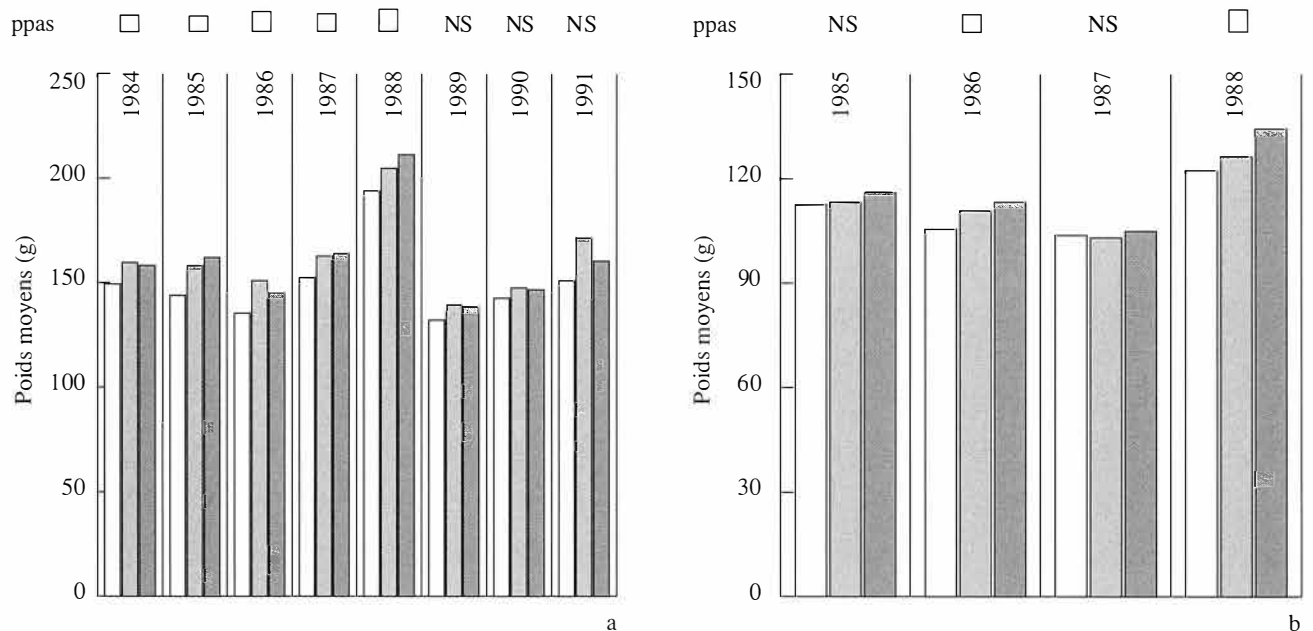


Figure 3. Poids moyen du fruit exprimé en g pour les expérimentations 1 (figure 3a) et 2 (figure 3b). Les poids moyens du fruit ont été représentés en fonction des années, pour chacun des traitements (voir "Matériels et Méthodes") :
 traitement 1 : N et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et N au sol pour l'expérimentation 2 (b),
 traitement 2 : N en fertirrigation et K au sol pour l'expérimentation 1 (a) et N/2 au sol et N/2 en fertirrigation pour l'expérimentation 2 (b),
 traitement 3 : N et K en fertirrigation pour l'expérimentation 1 (a) et N/3 au sol et 2N/3 en fertirrigation pour l'expérimentation 2 (b).
 Les barres verticales représentent la ppas à $p = 0,05$.
 NS = test non significatif.

En revanche, la fertirrigation est plus efficace, quant au poids des fruits récoltés, que l'épandage d'engrais solide dans le cas de la fertilisation azotée (figure 3a, traitements 1 et 2). Le poids moyen du fruit est significativement augmenté en 1986 et 1988 en fonction du nombre de fractionnements des apports d'azote (figure 3b, traitements 1 et 3).

Les écarts de poids moyen du fruit décelés entre certains traitements se sont avérés correspondre à des différences de diamètre et donc de calibre commercial des fruits récoltés (résultats non montrés).

Des différences de qualité du fruit entre traitements n'ont été détectées que pour l'expérimentation 1 (figure 4) : pour les trois premières années de production, les fruits issus de pêchers fertilisés par épandage d'engrais azoté solide contiennent plus de matières solides solubles que ceux récoltés sur des arbres ayant été fertirrigués (traitements 1 et 2).

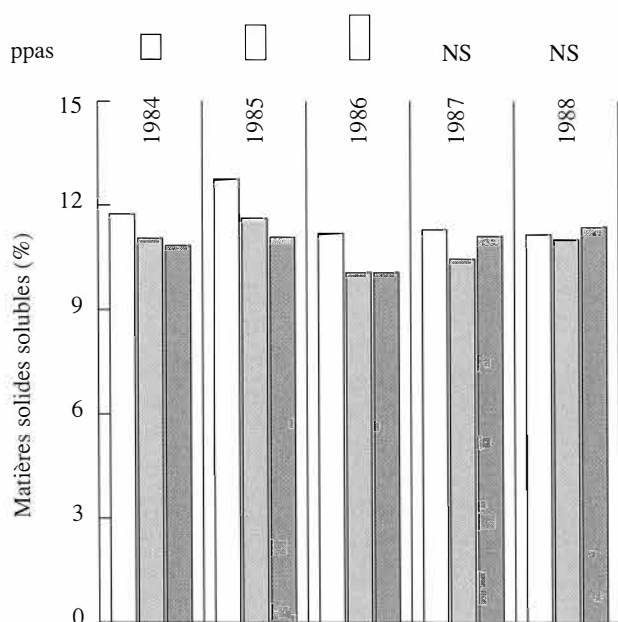


Figure 4. Qualité du fruit chez le pêcher estimée à partir des taux de matières solides solubles par années pour les traitements de l'expérimentation 1.

traitement 1 : }
 traitement 2 : } voir légende de la figure 3
 traitement 3 : }

Discussion

Elaboration du rendement chez le pêcher

Les différents modes d'apport et les diverses doses d'engrais azoté testés au cours des essais qui ont été présentés ont entraîné des écarts de croissance et de rendement entre les arbres. Ces dernières variations paraissent liées entre elles : les rendements les plus élevés, ou à rendement égal les fruits de plus gros calibres, sont produits par les arbres les plus vigoureux (tableau 3 et figures 1, 2, 3). Ces résultats correspondent à des données déjà mises en évidence chez le pêcher (CUMMINGS and BALLINGER, 1972 ; TROMP, 1983 ;

LAYNE and TAN, 1988). Il ressortait également de ces travaux que la vigueur de l'arbre peut intervenir de différentes manières sur les composantes du rendement du pêcher :

- les croissances les plus élevées induisent tout d'abord et généralement les densités de floraison les plus importantes (tableau 4, expérimentation 3). Ce phénomène, associé à l'accroissement de la quantité de rameaux porteurs de fruits, améliorerait les capacités de production de l'arbre (WEINBAUM *et al.*, 1980 ; tableau 3, expérimentation 3) ;

- l'accroissement de la vigueur de l'arbre peut aussi contribuer à augmenter la chute précoce des fruits (CRANE, 1969 ; REEDER and BOWERS, 1978 ; tableau 4, expérimentation 1) et limiter ainsi la compétition trophique entre fruits portés par un même arbre, d'où favoriser leur grossissement (LI *et al.*, 1988).

La qualité de la pêche elle-même, au travers de la teneur en matières solides solubles du fruit, est susceptible d'être modifiée par la technique d'apport de l'engrais azoté (figure 4). Une diminution de la teneur en sucres du fruit lors d'un accroissement de la fertilisation azotée a d'ailleurs également pu être décelée chez la vigne et le cerisier (JUHASZ *et al.*, 1984 ; POMMIER, 1991). L'augmentation de la concentration en acides aminés du fruit stimulerait sa pression osmotique et donc contribuerait à augmenter la teneur en eau du péricarpe (MOCHIZUKI and KAMAKURA, 1971).

Enfin, les conditions climatiques s'avèrent également influencer sur le rendement du pêcher puisque, par rapport aux autres années, le printemps froid de 1991 a eu des conséquences défavorables sur les capacités de production (diminution sensible de la densité de floraison et du taux de nouaison, accroissement de la chute des fruits et réduction du rendement) (tableau 4, figure 2b).

Intérêt de l'utilisation de l'irrigation fertilisante en verger de pêchers

L'utilisation de l'irrigation fertilisante azotée induit, par rapport à l'épandage au sol d'une même dose d'engrais, une stimulation de la croissance du pêcher et une amélioration du calibre des fruits, ce qui favorise un accroissement du rendement (figures 1a, 2a et 3a). L'apport d'azote paraît donc mieux valorisé par l'utilisation de la fertirrigation que par un épandage au sol d'engrais sous forme solide. Ceci rejoint certaines données déjà publiées (SMITH *et al.*, 1979 ; TROMP and BOLDING, 1988).

Une meilleure adéquation entre périodes d'apport et besoins du végétal en éléments nutritifs serait à l'origine de l'effet bénéfique observé avec l'utilisation de la fertirrigation (HILL-COTTINGHAM and BOLLARD, 1965 ; STASSEN *et al.*, 1981 ; TROMP and OVAA, 1985).

Par ailleurs, la capacité à prélever l'élément nitrate dans le milieu est assez faible chez le pêcher (GOJON *et al.*, 1991). Il y a donc un risque probablement élevé de lessivage des ions NO₃ dans le sol d'un verger après un épandage important et non fractionné d'engrais azoté. Par suite la technique consistant à épandre sur le sol d'un verger des quantités assez

élevées d'engrais azoté à la fin de l'hiver et au début du printemps (traitement 1, expérimentation 1) favorise vraisemblablement la perte, par percolation, d'éléments fertilisants. Ce risque est probablement accentué dans des sols particulièrement filtrants, comme ceux des parcelles expérimentales considérées.

Le fractionnement des apports nutritionnels en verger couplé à l'utilisation de la méthode de l'irrigation fertilisante présente donc un intérêt agronomique.

Optimisation de la dose d'azote appliquée en verger de pêchers

La réponse du pêcher aux doses croissantes d'azote varie selon les années (figure 2b). Ainsi, en 1991, les apports d'engrais azoté ont été mal valorisés puisque des doses supérieures à 100 g d'azote par arbre n'ont pas permis d'accroître le potentiel de production du verger. Les températures particulièrement basses relevées au cours du printemps de cette même année (données non montrées) ont pu influencer sur la quantité d'azote effectivement prélevée dans le sol par le pêcher, dans la mesure où les conditions climatiques pourraient agir sur l'évolution de ce facteur. Ainsi, si la quantité d'azote absorbée a été faible, comme cela a pu être le cas en 1991 (figure 2b), le risque de perte en éléments fertilisants aura été d'autant plus grand que la dose d'azote appliqué sur le verger aura été importante. Or, la technique de l'irrigation fertilisante permet de moduler, tout au long de leur cycle

végétatif, les quantités d'engrais fournis aux arbres fruitiers. En l'utilisant, la fertilisation azotée d'un verger pourra être raisonnée à partir des principes suivants :

- fixation à priori d'un programme d'apports nutritionnels de base, fonction d'un objectif de rendement à atteindre,
- possibilité de modification ultérieure de cette programmation initiale à partir de diverses observations effectuées sur le verger au cours du cycle végétatif : la détection d'une diminution de la capacité de production, par rapport à celle initialement prévue, provoque alors la décision d'une réduction immédiate des quantités d'éléments nutritifs injectés dans le réseau d'irrigation.

Ainsi le faible taux de nouaison observé précocement à la suite des conditions climatiques défavorables de l'année 1991 (tableau 4, expérimentation 3) aurait pu motiver une telle décision de réduire la quantité d'engrais injectés dans le réseau d'irrigation. Dans le cas où un faible potentiel de production, traduisant une limitation du prélèvement d'engrais par la plante, n'aurait été décelé que plus tard, soit au moment de la récolte, la suppression simultanée des apports d'azote aurait néanmoins contribué à limiter l'excès d'engrais dans le sol. Cela aurait permis, par voie de conséquence, de réduire les pertes probables de nitrates par lessivages.

Cette possibilité d'adapter les apports d'éléments fertilisants aux besoins de la plante constitue l'intérêt essentiel de la méthode de l'irrigation fertilisante. Il apparaît donc justifié de l'utiliser pour chercher à optimiser la fertilisation azotée du pêcher.

Références

- BALLINGER (W.E.), HUNTER (A.H.), CORREL (F.E.) and CUMMINGS (G.A.). 1963.**
Interrelationships of irrigation, nitrogen fertilization and pruning of Redhaven and Elberta peaches in the sandhills of North Carolina.
Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., 83, 248-258.
- BUSI (C.) et DEFRANCE (H.). 1986.**
Irrigation fertilisante en verger de pêchers.
Arboric. fruit., 387, 45-48.
- BUSI (C.), HUGUET (J.G.), BESSET (J.) et DEFRANCE (H.). 1992.**
Incidence des méthodes de culture sur la croissance et la fructification du pêcher en système d'irrigation localisée. I. Effets des facteurs mode d'entretien du sol, fertilisation azotée et densité de plantation.
Fruits, 47 (4), 477-485.
- CRANE (J.C.). 1969.**
The role of hormones in fruit setting and development.
HortScience, 4, 108-111.
- CUMMINGS (G.A.) and BALLINGER (W.E.). 1972.**
Influence of longtime nitrogen, pruning and irrigation treatments upon yield, growth and longevity of 'Elberta' and 'Redhaven' peach-trees.
HortScience, 7, 133-134.
- FRITH (G.J.T.) and NICHOLS (D.G.). 1975.**
Nitrogen uptake by apple seedlings as affected by light and nutrient stress in part of the root system.
Physiol. Plant., 34, 129-133.
- GOJON (A.), BUSI (C.), GRIGNON (C.) and SALSAC (L.). 1991.**
Distribution of NO₃ reduction between roots and shoots of peach-tree seedlings as affected by NO₃ uptake rate.
Physiol. Plant., 82, 505-512.
- GOUNY (P.) et HUGUET (C.). 1964.**
Contribution à l'étude de la nutrition minérale des arbres fruitiers.
Ann. Physiol. Vég., 6 (1), 33-77.
- GUENNELON (R.) et CABIBEL (B.). 1981.**
Influence de l'activité du système racinaire de pommiers sur la répartition des solutés en irrigation localisée.
Agronomie, 1, 323-330.
- HABIB (R.). 1984.**
La formation des réserves azotées chez les arbres fruitiers - Revue bibliographique.
Fruits, 39 (10), 623-635.
- HILL-COTTINGHAM (D.G.) and BOLLARD (E.G.). 1965.**
Chemical changes in apple tree tissues following applications of fertilizer nitrogen.
N. Z. J. Agric. Res., 8, 778-787.
- HUGUET (J.G.) et GIRAUDON (J.). 1977.**
Effet de la date d'apport de l'azote sur la croissance et le développement de jeunes pêchers cultivés sur tourbe.
C.R. Acad. Agri. Fr., 4, 1113-1123.
- JUHASZ (O.), KOZMA (P.) and POLYAK (D.). 1984.**
Nitrogen status of grape-vines as reflected by the arginine content of the fruit.
Acta Agron., Acad. Sci. Hung., 33, 3-17.

- LAYNE (R.E.C.) and TAN (C.S.). 1988.
Influence of cultivars, ground covers and trickle irrigation on early growth, yield and cold hardiness of peaches on Fox sand.
J. Am. Soc. Hortic. Sci., 113, 518-525.
- LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1979.
Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers.
Plant Soil, 52, 31-40.
- LI (S.H.), BUSSI (C.) et ATGER (P.). 1988.
Rapidité et durée d'action du paclobutrazol sur la croissance végétative et la fructification du pêcher en fonction du mode d'application du produit et de la concentration utilisée.
Agronomie, 8 (7), 657-662.
- LI (S.H.), HUGUET (J.G.) and BUSSI (C.). 1989.
Irrigation scheduling in a mature peach orchard using tensiometers and dendrometers.
Irrig. Drain. Syst., 3, 1-12.
- MOCHIZUKI (T.) and KAMAKURA (J.). 1971.
Nitrogen nutrition of apple-trees.
II. The relationships between the time of nitrogen application and its distribution among the parts of fruits bearing trees.
Bul. Fac. Agric. Hirosaki Univ., 17, 102-109.
- POMMIER (P.). 1991.
Influence de la nutrition azotée sur les acides aminés libres de la cerise douce et sa qualité.
Toulouse : ENSA, mémoire de DEA, 32 p.
- REEDER (B.D.) and BOWERS (H.H.). 1978.
Effects of nitrogen applications on bloom delay and levels of abscisic acid, carbohydrates and nitrogens in peach buds.
Journal of the American Society for Horticultural Science, 103, 745-749.
- SMITH (M.W.), KENWORTHY (A.L.) and BEDFORD (C.L.). 1979.
The response of fruit trees to injections of nitrogen through a trickle irrigation system.
J. Am. Soc. Hortic. Sci., 104, 311-313.
- STASSEN (P.J.), TERBLANCHE (J.H.) and STRYDOM (D.K.). 1981.
The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach-trees.
Agroplanta, 13, 55-61.
- TROMP (J.). 1983.
Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen.
Plant Soil, 71, 401-413.
- TROMP (J.) and BOLDING (P.J.). 1988.
L'irrigation fertilisante des vergers.
Fruit Belge, 423, 221-227.
- TROMP (J.) and OVAA (J.C.). 1985.
Response of young apple trees to time of nitrogen fertilisation with respect to the nitrogen, potassium and calcium levels in xylem sap, new growth, and the tree as a whole.
J. Plant. Physiol., 119, 301-309.
- WEINBAUM (S.A.), URIU (K.), MICKE (W.C.) and MEITH (H.C.). 1980.
Nitrogen fertilization increases yield without enhancing blossoms receptivity in almond.
HortScience, 15 (1), 78-79.

Incidencia de las técnicas culturales sobre el crecimiento y la fructificación del melocotonero con sistema de irrigación localizado.

II. Efectos de los factores modo de aplicación y dosis de nitrógeno aportada.

C.BUSSI, J.G.HUGUET, J.BESSET y H.DEFRANCE

Fruits, vol. 47, n°5 p. 573-581.

RESUMEN - Los efectos de diferentes modos de aporte del elemento nitrógeno han sido comparados en huertos de melocotoneros. En comparación del método clásico de esparcimiento en el suelo en forma de abono sólido, el uso de irrigación fertilizante contribuye a disminuir la cantidad de materias sólidas del fruto y a aumentar el crecimiento y la producción del árbol. Algunos de los efectos observados se encuentran acentuados cuando el número de inyecciones del elemento nitrógeno en el sistema de irrigación está aumentado, por una misma cantidad total de abono aplicado. La fertirrigación en comparación al esparcimiento en el suelo, permitiría de mejorar la eficiencia del aporte de abono nitrogenado. Este mejoramiento podría estar a la vez ligado una mejor adecuación entre fechas de aplicación del nitrógeno y de las necesidades de la planta y una disminución de los desperdicios de nitratos por lixiviación en el suelo debido al fraccionamiento del aporte de abono. Por otra parte, diferentes cantidades de nitrógeno esparcidas en huertos han sido comparados. 6 años después de la plantación, el aumento de la dosis de nitrógeno se traduce globalmente por un aumento del vigor y de los rendimientos acumulados.

**PALABRAS CLAVES : *Prunus persica*,
irrigación fertilizante, nitrógeno, crecimiento,
fructificación.**
