

Incidences des techniques culturales 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

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

Soil management, nitrogen fertilization and tree density in peach-trees orchard irrigated with microaspersion.

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

Fruits, vol. 47, n°4, p. 485-494.

ABSTRACT - Different soil managements and nitrogen fertilizations have been studied in peach-tree orchards irrigated with microaspersion. Nitrogen fertilizer spreading seemed particularly important to promote yield in our experimental conditions. Grass compared with cultivation ameliorated also the amount of fruit production, nevertheless herbicides strips had been maintained around the trees to limit nutritional competition. Furthermore, these differences of fruit production between treatments appeared to be correlated with the vigor of the trees. Different tree densities had been compared, too. More than 615 trees per hectare didn't contribute to increase yield or quality of the production.

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

Effets des facteurs mode d'entretien du sol, fertilisation azotée et densité de plantation.

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

Fruits, vol. 47, n°4, p. 485-494.

RESUME - Les effets de différents modes d'entretien du sol et de fertilisation azotée ont été testés en verger de pêchers irrigués par microaspersion. L'apport d'azote sous forme organique ou minérale est déterminant pour obtenir des rendements élevés dans nos conditions expérimentales. De plus, l'enherbement du verger semble également favoriser la production de fruits, à condition toutefois que la ligne d'arbre soit maintenue désherbée de façon à limiter la concurrence pour la nutrition. D'après l'analyse des composantes du rendement, les quantités de fruits récoltées sont corrélées positivement avec la vigueur des arbres. L'effet de la densité de plantation sur la production de fruits a aussi été évalué. Un nombre d'arbres supérieur à 615 individus à l'hectare ne contribue à accroître ni le rendement, ni la qualité de la production.

KEYWORDS: *Prunus persica*, organic amendments, soil compaction, nitrogen, spacing, growth, fruiting

MOTS CLÉS : *Prunus persica*, amendement du sol, compactage du sol, azote, espacement, croissance, fructification

Introduction

Il existe différentes méthodes d'irrigation des arbres fruitiers et l'intérêt agronomique et économique de chacune d'elles a pu être établi (REEDER et BOWERS, 1978 ; HUGUET, 1981 ; ELFVING, 1982 ; MITCHELL et CHALMERS, 1983). Ainsi, par rapport à d'autres systèmes d'irrigation (aspersion ou irrigation gravitaire), l'irrigation localisée améliore l'efficacité des apports d'eau en verger. Elle permet également de diminuer notablement les coûts de main-d'œuvre comparativement

à ceux induits par les autres systèmes d'irrigation. Par suite, elle est l'une des méthodes les plus utilisées actuellement pour l'irrigation des vergers (ASSAF *et al.*, 1986).

L'irrigation localisée présente cependant certains inconvénients (HUGUET, 1981) : elle favorise notamment le développement d'adventices susceptibles de concurrencer l'alimentation des arbres fruitiers. C'est pourquoi, la mise en œuvre de ce système est le plus souvent accompagnée d'une utilisation systématique d'herbicides (DELVER, 1980). Le maintien d'un sol "nu", non travaillé sur la totalité de la parcelle, peut toutefois avoir des conséquences néfastes sur sa stabilité structurale (GRAS et TROCME, 1977). Dans ce cas, le passage répété d'engins, permettant d'assurer par exemple la protection phytosanitaire des arbres fruitiers, se traduit effectivement par

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

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

une détérioration importante de la structure du sol. Par voie de conséquence, les conditions de production du verger en sont affectées.

Un désherbage chimique sur la ligne d'arbres associé à certaines méthodes d'entretien du sol entre les rangs plantés, permet, en contrepartie, d'accroître la résistance de ce sol aux facteurs de dégradation de sa structure (HOGUE et NEILSEN, 1987). Les méthodes alors utilisées peuvent être les suivantes (HUGUET, 1975) :

- enherbement permanent ;
- enherbement temporaire (ou engrais vert) ;
- apport de matière organique.

Le travail réalisé a donc eu pour premier objectif la comparaison de ces différentes méthodes d'entretien du sol et d'un sol "nu" travaillé, constituant le traitement témoin.

Cependant, d'autres facteurs sont essentiels pour le rendement de l'arbre fruitier. Ce sont la fertilisation azotée et le nombre d'arbres par unité de surface du verger (BUSSI *et al.*, 1991 ; FERREE, 1989).

Les facteurs dose d'azote et densité de plantation ont donc été aussi introduits dans le dispositif expérimental.

De façon globale, le document présente donc une comparaison de différents systèmes de production en verger de pêchers irrigués par microaspersion.

Matériel et méthode

L'étude a été réalisée sur un verger de pêchers planté en 1982 sur le domaine de l'INRA de Gothenon. Avant plantation, la parcelle expérimentale avait été homogénéisée par trois années successives de culture de céréales.

La superficie couverte par ce verger est voisine de 1 ha et les lignes d'arbres ont été plantées selon la direction nord-sud pour optimiser l'interception lumineuse par le feuillage (CAR-

BONNEAU et de LOTH, 1985). Des rangs de garde ont été aménagés de façon à ce que chaque parcelle élémentaire soit entourée par un même nombre d'arbres. La variété de pêcher plantée est "Nectared 4", nectarine jaune de saison, greffée sur "G.F. 305".

Un système d'irrigation localisée, avec des microasperseurs ayant un débit de 30 litres/heure, a été utilisé. Un même nombre d'émetteurs a été disposé sur chaque parcelle élémentaire pour assurer un apport d'eau constant par unité de surface du verger. L'irrigation a été modulée au cours de l'année en fonction des besoins des arbres (LI *et al.*, 1989). Les apports d'eau ont représenté 50 % de l'évapotranspiration potentielle (ETP), mais ont été portés à 100 % de l'ETP pendant les trois semaines qui ont précédé la récolte.

Le sol des parcelles est constitué de 15 % d'argile, 30 % de limon et 54 % de sable sur la terre fine. Ce type de sol est considéré comme particulièrement propice à la culture du pêcher (BORNAND, 1968).

Pour l'entretien du sol, les adventices ont été éliminées de la ligne d'arbre par une application annuelle de bromacil (1600 g/ha de matière active), complétée éventuellement par des applications de diquat et paraquat (respectivement 400 et 200 g/ha de matière active).

Entre les rangs d'arbres, la comparaison des méthodes d'entretien a porté soit sur un sol travaillé avec ou sans matière organique, soit sur un sol enherbé de façon permanente (fétuque rouge) ou de façon temporaire (mélange seigle et vesce enfoui chaque année) (tableau 1).

La composition du compost utilisé pour le traitement avec matière organique a été déterminée par analyse chimique afin de restituer la même quantité d'éléments fertilisants dans les autres traitements. Cependant, l'azote a été supprimé dans certains cas de façon à tester l'effet de cet élément (tableau 1). L'apport d'engrais a été localisé sur la ligne d'arbres, alors que l'épandage de matière organique a été effectué sur la totalité de la parcelle.

Tableau 1. Modes d'entretien du sol, fertilisations azotées et densités de plantation pour le verger expérimental de pêchers.

Entretien du sol et fertilisation azotée		Densité de plantation en nombre d'arbres par hectare (distance de plantation entre parenthèses)		Nombre d'arbres par parcelle
N° des traitements	Traitements	N° des sous-traitements	Sous-traitements	
1	Sol travaillé sans azote	1	400 (5 m x 5 m)	9
2	Sol travaillé avec matière organique (10 t/ha de compost/an)	2	500 (5 m x 4 m)	11
3	Sol enherbé de façon permanente avec azote (150 kg/ha)	3	615 (5 m x 3 m 25)	13
4	Sol enherbé temporairement sans azote	4	800 (5 m x 2 m 50)	17
		5	1 000 (5 m x 2 m)	21

La distance entre rangs d'arbres a été choisie constante et égale à cinq mètres. Par contre, la distance entre arbres sur la ligne varie de deux à cinq mètres selon les traitements (tableau 1). La taille de formation des arbres a été modulée selon la densité de plantation, en modifiant notamment le nombre de charpentières par arbre (CLAUZEL *et al.*, 1986).

Le dispositif expérimental est un plan factoriel en quatre traitements subdivisés, sans répétition. Ces traitements correspondent aux différents types d'entretien du sol. Les sous-traitements sont constitués de cinq densités de plantation différentes. Ce découpage des traitements a pu être réalisé après avoir vérifié l'homogénéité du terrain à l'aide d'une culture de céréale préalable à la plantation (essai "à blanc"). Chaque parcelle élémentaire de l'essai représente ainsi une superficie de 250 m² et le nombre d'arbres varie de 9 à 21 selon les densités étudiées (tableau 1).

La densité de floraison, les taux de nouaison et ceux de chute des jeunes fruits ("chute de juin") ont été déterminés sur un échantillon représentatif constitué d'environ 10 m linéaires de rameaux âgés d'un an et porteurs de fleurs et de fruits (BRES *et al.*, 1970). Cependant, la chute des fruits n'a pas été contrôlée chaque année.

L'éclaircissage des fruits a été réalisé à la fin du mois de juin (après la chute physiologique des fruits), pour maintenir un espace entre fruits compris entre 10 et 15 cm, conformément aux impératifs d'une commercialisation normale de la production. La récolte a été effectuée au stade de maturité, en trois cueillettes ou plus, et les poids de récolte (exprimés par unité de surface de verger) ont été enregistrés. Il en a été de même pour les poids moyens des fruits.

La teneur en matières solides solubles, indice de la qualité organoleptique du fruit (BROWN et PROEBSTING, 1962), a été mesurée sur 30 fruits de chaque traitement, sélectionnés à chaque cueillette.

La croissance végétative a été évaluée chaque hiver en mesurant la circonférence du tronc de l'arbre, à 30 cm du sol. La longueur et le nombre total de rameaux porteurs de fruits ont été déterminés après la taille d'hiver en 1988 et 1990.

Des analyses de terre et de feuilles ont par ailleurs été effectuées pour les différents traitements (GAUTHIER, 1984).

Les moyennes obtenues ont été statistiquement comparées entre elles à l'aide du test de Newman et Keuls. L'interaction entre années et traitements a plus particulièrement été étudiée (MANOVA, test de Roy) (PEARCE, 1953).

Résultats

Croissance végétative

D'après les courbes obtenues, l'accroissement annuel de la circonférence du tronc de pêcher tend à diminuer notablement avec l'âge de l'arbre, quel que soit le traitement considéré (figure 1). La suppression de l'azote apporté soit sous forme organique (compost), soit sous forme minérale (ammonitrate), induit une diminution importante de la vigueur des arbres (figure 1A). De plus, l'enherbement, temporaire ou permanent, contribue à améliorer sensiblement la croissance des arbres comparativement à ce qui peut être observé dans le cas d'un sol travaillé (figure 1A). Par ailleurs, la circonférence du tronc des arbres est d'autant plus élevée que la densité de plantation est faible (figure 1B).

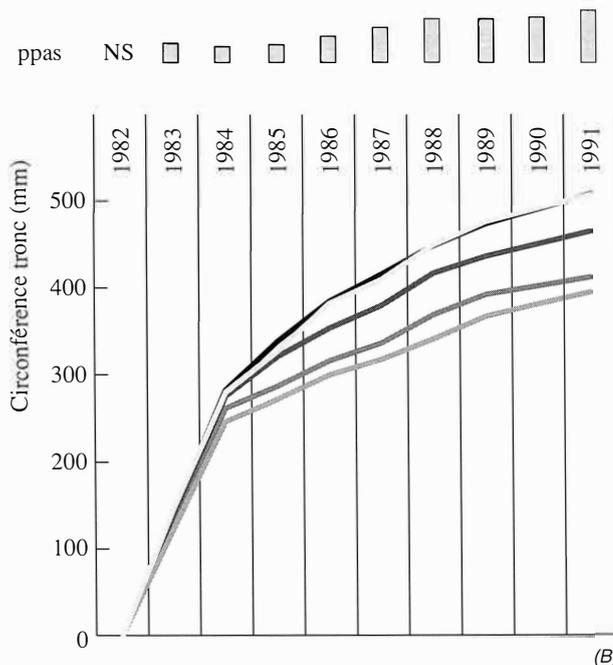
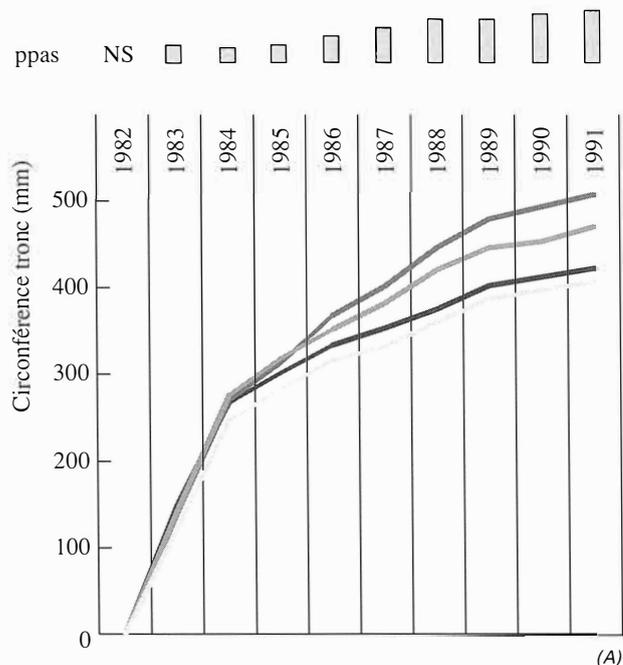


Figure 1. Croissance du pêcher en fonction du mode d'entretien du sol (A) et de la densité de plantation (B).

Pour les graphiques A et B, les circonférences de tronc ont été représentées pour chacun des traitements:

- traitement 1, travail sol sans N (A) et 400 arbres/ha (B) ;
- traitement 2, travail sol + M.O. (A) et 500 arbres/ha (B) ;
- traitement 3, gazon + N (A) et 615 arbres/ha (B) ;
- traitement 4, engrais vert sans N (A) et 800 arbres/ha (B) ;
- traitement 5, 1000 arbres/ha (B).

Les barres verticales représentent les ppas à $p = 0.05$.

La longueur des rameaux ne varie pas en fonction du type d'entretien du sol mais tend à augmenter avec des densités de plantation croissantes (tableau 2). Par contre, le nombre de rameaux porteurs de fruits fluctue considérablement selon le mode d'entretien du sol et selon la fertilisation azotée de la parcelle : il augmente de plus de 50 % entre des traitements sans azote ou avec azote (tableau 2). Le nombre de rameaux par unité de surface du verger varie en revanche beaucoup moins, mais il tend toutefois à s'accroître, avec les différentes densités de plantation.

Rendement

Les rendements augmentent au cours du temps, mais leur taux d'accroissements annuels tend à diminuer avec l'âge des arbres (figures 2A et 2C). Par ailleurs, des écarts de production se manifestent entre les traitements effectués. Leur évolution varie en fait en fonction du facteur étudié (figure 2) :

– pour le facteur “entretien du sol”, les différences s'accroissent au cours du temps (interaction entre le facteur temps et le facteur traitement) ;

– pour le facteur “densités de plantation”, les différences de rendement, significatives au cours des premières années après plantation, ne le sont plus pour les sixième et huitième années de vie du verger (figure 2A et 2C).

La densité de plantation paraît donc influencer surtout le rendement du jeune verger alors que le type d'entretien du sol interviendrait plutôt au niveau du verger adulte. Dans ce dernier cas, on note une nouvelle fois une stimulation du rendement due à l'apport d'azote, minéral ou organique, et une tendance à l'accroissement des poids de récolte avec un enherbement, permanent ou temporaire, par rapport aux résultats obtenus à partir d'un sol travaillé (figure 2A et 2B).

Dans le cas des densités de plantation, les rendements les plus faibles sont généralement obtenus pour les deux distances de plantation les plus importantes : 4 et 5 m sur le rang. Peu de différences sont observées entre les trois autres traitements : 2, 2,50 et 3,25 m sur le rang (figure 2D).

Poids moyen du fruit

Le poids moyen du fruit est influencé par le mode d'entretien du sol et par l'âge du verger (figure 3A).

Tableau 2. Nombre de rameaux par mètre carré de surface du verger et longueur moyenne des rameaux fructifères chez le pêcher.						
a) ENTRETIEN DU SOL.						
	Travail sans azote	Travail matière organique	Enherb. permanent avec azote	Enherb. permanent sans azote	Test Newman et Keuls	
Longueur rameau (centimètres)						
1988	50.9	49.8	48.1	48.4	NS	
1990	39.7	37.7	39.3	38.0	NS	
Nombre de rameau (par mètre carré de surface du verger)						
1988	4.8 (c)	5.9 (b)	8.3 (a)	4.8 (c)	**	
1990	4.3 (c)	5.0 (b)	6.1 (a)	4.2 (c)	*	
b) DENSITÉ DE PLANTATION (arbres/ha).						
	400	500	615	800	1 000	Test Newman et Keuls
Longueur rameau (centimètres)						
1988	49.8 (a)	43.8 (b)	49.4 (a)	52.2 (a)	51.3 (a)	*
1989	37.9 (bc)	36.0 (c)	40.0 (b)	41.0 (ab)	42.0 (a)	**
Nombre de rameau (par mètre carré de surface du verger)						
1988	53 (b)	5.8 (b)	6.2 (ab)	5.7 (b)	6.5 (a)	*
1989	53 (b)	6.0 (a)	6.4 (a)	6.6 (a)	6.3 (a)	*
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.						

Ainsi, au cours des premières années de production (particulièrement en 1984 et 1986), le poids de fruit le plus petit est obtenu avec le traitement 3 (sol enherbé de façon permanente avec azote) alors que dans le cas d'arbres âgés (particulièrement en 1988 et 1989), ce même traitement induit le poids de fruit le plus fort (figure 3A).

Pour les densités de plantation, des écarts significatifs de poids moyens des fruits sont détectés en 1987 et 1988 (figure 3B). Ils ne sont pas confirmés au cours des autres années et seraient donc plus vraisemblablement imputables à une erreur d'éclaircissage qu'à un effet du facteur "densité de plantation".

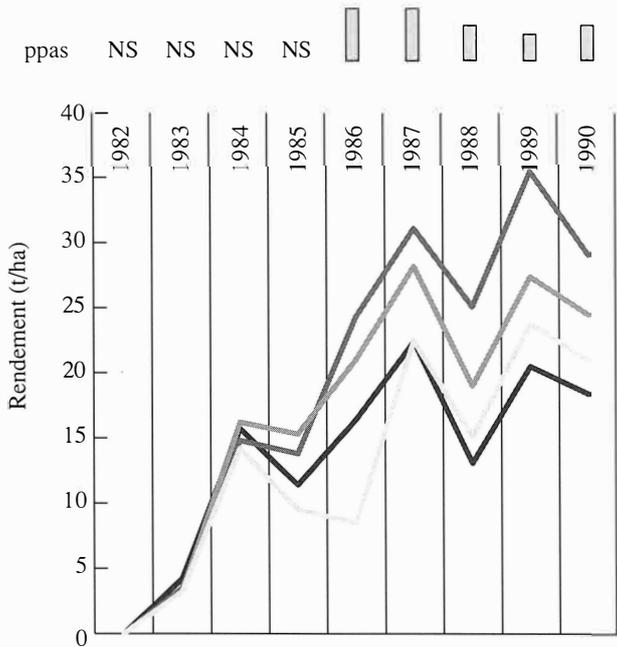


Fig 2.A

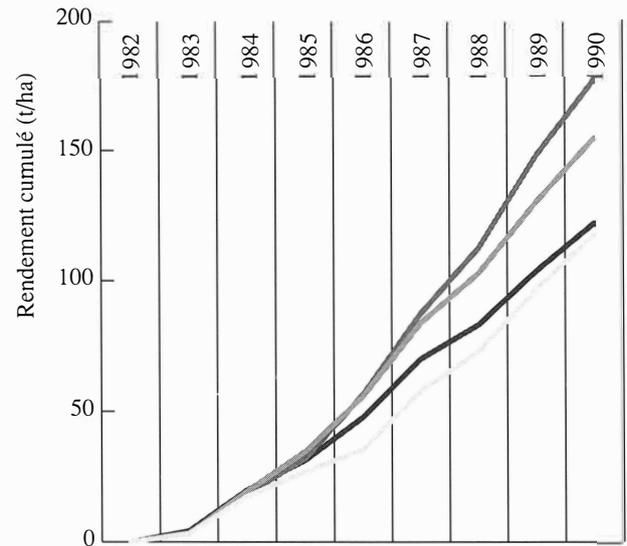


Fig 2.B

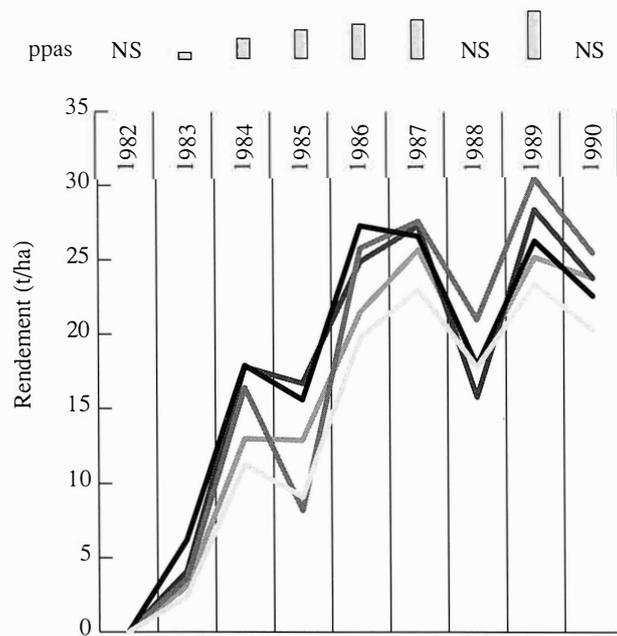


Fig 2.C

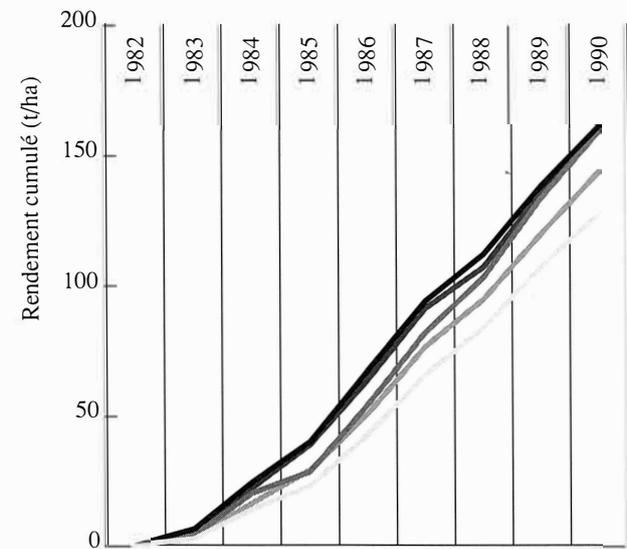


Fig 2.D

Figure 2. Rendements chez le pêcher en fonction :
 - du mode d'entretien du sol (A), rendements cumulés (B) ;
 - de la densité de plantation (C), rendements cumulés (D).
 Les rendements cumulés sont égaux à la somme des rendements obtenus depuis la plantation du verger jusqu'à l'année considérée.

— traitement 1, travail sol sans N (A) et 400 arbres/ha (B) ;
 — traitement 2, travail sol + M.O. (A) et 500 arbres/ha (B) ;
 — traitement 3, gazon + N (A) et 615 arbres/ha (B) ;
 — traitement 4, engrais vert sans N (A) et 800 arbres/ha (B) ;
 — traitement 5, 1000 arbres/ha (B).
 Les barres verticales représentent les ppas à $p = 0.05$.

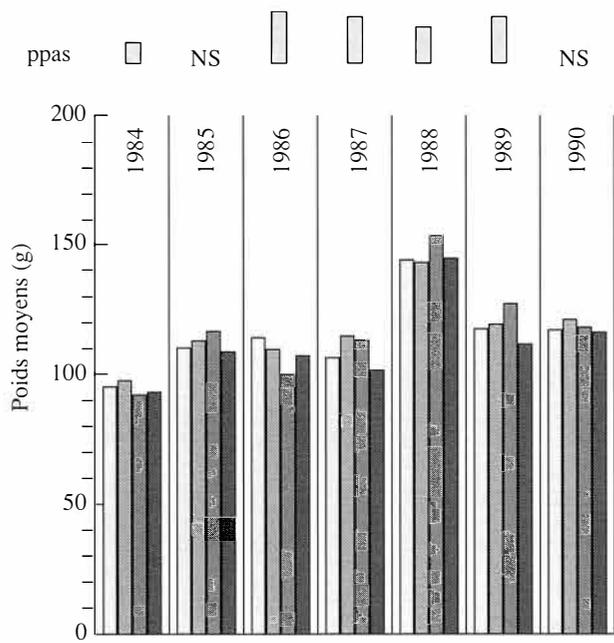


Fig 3.A

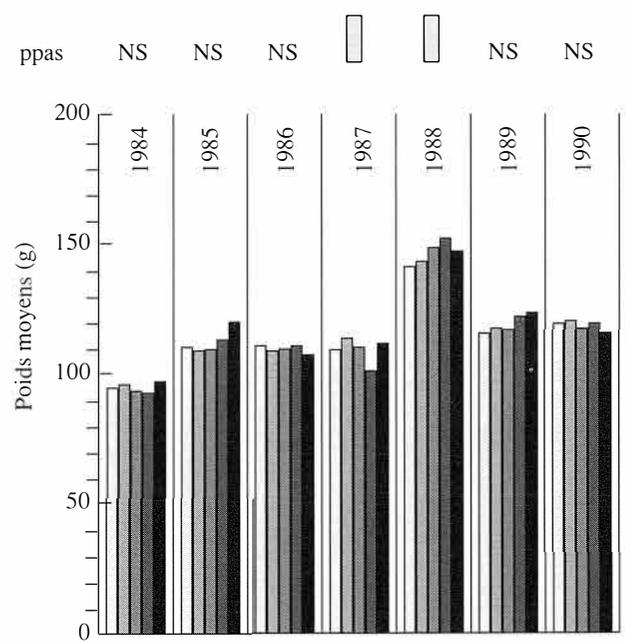


Fig 3.B

Figure 3. Poids moyen du fruit chez le pêcher en fonction du mode d'entretien du sol (A) et de la densité de plantation (B). Les poids moyens des fruits ont été représentés pour chacun des traitements :

- traitement 1, travail sol sans N (A) et 400 arbres/ha (B) ;
 - ▒ traitement 2, travail sol + M.O. (A) et 500 arbres/ha (B) ;
 - ▓ traitement 3, gazon + N (A) et 615 arbres/ha (B) ;
 - traitement 4, engrais vert sans N (A) et 800 arbres/ha (B) ;
 - traitement 5, 1000 arbres/ha (B).
- Les barres verticales représentent les ppas à p = 0.05.

Matières solides solubles du fruit

En 1985, la teneur en matières solides solubles du fruit s'avère supérieure en l'absence d'apport d'azote (figure 4). Toutefois, cette même année, les fruits furent par erreur récoltés à la même date pour tous les traitements : le témoin sans azote induisant une avance de maturité du fruit de l'ordre de 48 à 72 heures par rapport aux autres traitements, les différences de qualité de fruits observées en 1985 pourraient s'expliquer par un manque de maturité des fruits récoltés dans ces derniers cas. Les récoltes, mieux échelonnées au cours des années suivantes, n'ont pas permis alors de déceler des différences de teneur en matières solides solubles entre les différents traitements.

Aucun effet sur la qualité des fruits n'a non plus été détecté au niveau du facteur "densités de plantation" (résultats non montrés).

Densité de floraison, taux de nouaison et "chute de juin"

Le type d'entretien du sol ne modifie pas notablement la densité de floraison (tableau 3). Par contre le traitement 3 (enherbement permanent avec azote) contribue à améliorer la tenue des fruits puisque le taux de nouaison est alors augmenté et celui de chute des jeunes fruits est diminué par rapport aux autres traitements testés (tableau 3).

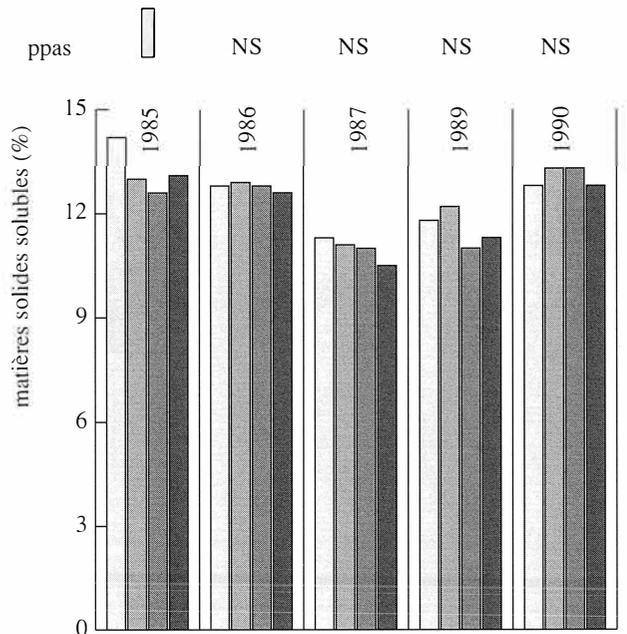


Figure 4. Qualité du fruit chez le pêcher en fonction du mode d'entretien du sol. La teneur en matières solides solubles du fruit est indiquée pour chacun des 4 traitements (voir légende de la figure 3 (A)).

Tableau 3. Densité de floraison, taux de nouaison et taux de chute des jeunes fruits chez le pêcher, échantillon de 10 m de rameaux porteurs de fleurs et de fruits par traitement.

a) ENTRETIEN DU SOL.						
	Travail sans azote	Travail matière organique	Enherb. permanent avec azote	Enherb. permanent sans azote	Test Newman et Keuls	
Nombre de fleurs (par mètre de rameau)						
1986	42.3	49.1	47.4	46.3	NS	
1987	56.4	53.3	53.0	60.0	NS	
1988	36.3 (a)	36.3 (a)	35.4 (a)	30.7 (b)	*	
1989	49.0	44.2	48.4	50.0	NS	
1990	36.0	31.0	30.0	32.0	NS	
Taux de nouaison (%)						
1986	85.4 (a)	74.0 (b)	87.7 (a)	81.6 (ab)	*	
1987	92.9	90.1	89.2	92.8	NS	
1988	37.4	39.9	40.3	35.8	NS	
1989	30.3 (b)	27.9 (b)	42.3 (a)	30.5 (b)	*	
1990	72.0 (c)	89.0 (b)	97.0 (a)	81.0 (bc)	**	
Taux de chute (%)						
1987	36.4 (a)	35.0 (a)	29.2 (b)	33.0 (a)	*	
1988	46.9 (a)	46.5 (a)	38.4 (b)	46.1 (a)	*	
b) DENSITÉ DE PLANTATION (arbres/ha).						
	400	500	615	800	1 000	Test Newman et Keuls
Nombre de fleurs (par mètre de rameau)						
1986	45.1	45.4	49.2	45.5	46.3	NS
1987	60.0 (a)	57.6 (a)	55.4 (ab)	54.5 (ab)	51.1 (b)	*
1988	36.6 (a)	36.3 (a)	35.5 (a)	33.3 (ab)	31.8 (b)	*
1989	51.4	51.1	47.1	46.7	46.8	NS
1990	32.0	34.0	33.0	32.0	31.0	NS
Taux de nouaison (%)						
1986	88.3 (a)	79.8 (b)	80.3 (b)	83.1 (ab)	78.7 (b)	*
1987	92.3	92.8	93.0	90.0	88.1	NS
1988	44.7 (a)	41.4 (a)	38.4 (ab)	36.1 (ab)	31.3 (b)	*
1989	34.5	31.4	32.9	35.1	29.9	NS
1990	87.0 (a)	89.0 (a)	78.0 (b)	85.0 (a)	83.0 (ab)	*
Taux de chute (%)						
1987	34.1	35.0	32.5	31.6	33.6	NS
1988	48.0	44.0	48.9	43.4	38.0	NS
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.						

L'accroissement de la densité de plantation entraînerait par contre une diminution de la densité de floraison et du taux de nouaison des jeunes fruits (tableau 3).

Composition en éléments minéraux des feuilles de pêcher

L'azote contenu dans les feuilles est l'élément le plus sensible aux variations d'entretien du sol et de fertilisation azotée (tableau 4). Cette teneur est en effet plus importante sur sol enherbé de façon permanente ou temporaire que sur sol travaillé. Elle est également plus forte dans le cas d'apport au sol d'azote minéral ou organique que dans celui des témoins sans azote.

A l'inverse, les teneurs en potassium et phosphate des feuilles sont les plus faibles pour le traitement 3 (enherbement du sol avec apport d'azote), alors que la teneur en calcium des feuilles est la plus élevée pour le traitement 4 (sol enherbé temporairement sans azote).

Analyse du sol

La teneur en matière organique du sol (tableau 4) est la plus élevée dans le cas d'apport de compost. De plus, pour l'enherbement temporaire ou permanent, le taux de matière organique du sol est supérieur à celui relevé pour un sol qui a été travaillé sans apport d'azote.

L'enherbement induit par contre une diminution de la teneur en phosphore du sol comme cela a déjà été signalé par certains auteurs (HIPPS et SAMUELSON, 1991).

Discussion et conclusion

Elaboration du rendement chez le pêcher

Les différents modes d'entretien du sol et les diverses quantités de fumures azotées étudiées se traduisent par des écarts de croissance et de rendement entre les arbres. Ces variations de croissance et de production paraissent liées entre elles. En effet, les rendements les plus élevés sont observés avec les arbres les plus vigoureux (tableau 2 et figures 1 et 2). Ces résultats correspondent à des données déjà mises en évidence chez le pêcher (CUMMINGS et BALLINGER, 1972 ; TROMP, 1983 ; LAYNE et TAN, 1988).

La vigueur de l'arbre peut intervenir de différentes manières sur les composantes du rendement de la rosacée fruitière : les fortes croissances induisent les plus forts taux de nouaison et les plus faibles taux de chute des fruits. Cela, associé à l'accroissement de la quantité de rameaux porteurs de fruits, améliorerait les capacités de production de l'arbre (WEINBAUM *et al.*, 1990 ; tableaux 2 et 3). La teneur en azote des feuilles de pêcher apparaît, par ailleurs, bien corrélée avec la vigueur et la production des arbres et pourrait ainsi constituer un indicateur important de l'état nutritionnel de l'arbre (SMITH *et al.*, 1979 ; tableau 4).

L'accroissement de la production de fruits par unité de surface du verger provoqué par l'augmentation de la densité de plantation est quant à lui imputable à une double stimulation : celle de la longueur moyenne du rameau et celle du nombre de rameau par mètre carré de surface du verger (tableau 2 et figure 2).

Optimisation de la densité de plantation en verger de pêcher

Une multiplication par 2,5 du nombre d'arbres à l'hectare ne se traduit que par une augmentation de 25 % des rendements cumulés sur les huit années qui suivent la plantation (figure 2D). Plus précisément, les distances de plantation comprises entre 2 et 3,25 m sur le rang (correspondant à des densités de 1000 et 615 arbres par hectare), induisent des rendements cumulés totalement identiques à partir de la septième année de production. Le poids moyen et la qualité des fruits ne variant plus alors en fonction de la densité d'arbres plantés, la quantité de 615 arbres à l'hectare apparaît suffisante, dans nos conditions expérimentales, pour atteindre le rendement maximum. L'absence d'effet des densités croissantes d'arbres fruitiers sur l'évolution de la production du verger, observée à partir d'un certain stade, s'expliquerait principalement par une concurrence entre racines d'arbres situées sur la même ligne de plantation (STEHR, 1988 ; CLEVER, 1988 ; FERRÉE, 1989).

Entretien du sol et fertilisation azotée en verger de pêcher

D'après la bibliographie, les systèmes de cultures employés en verger sont susceptibles d'induire des différences au niveau de la qualité des fruits (JOHNSON et SAMUELSON, 1990). Les résultats différents obtenus à l'issue de notre essai s'expliquent probablement par le maintien, pour tous les traitements, d'un désherbage chimique sur la ligne d'arbres.

Une incidence très marquée du système de culture sur les quantités de fruits produits est néanmoins relevée. Parmi ces techniques culturales :

- la nutrition azotée intervient d'une façon importante sur les performances du verger et cet effet s'accroît au fil des années (BUSSI *et al.*, 1991 ; figure 2B) ;

- l'enherbement tend également à stimuler la production de fruits. Cet effet est vraisemblablement induit par une amélioration d'une part de la stabilité structurale du sol, d'autre part de l'alimentation de l'arbre, puisque, par exemple, la teneur des feuilles en calcium est stimulée en présence d'engrais vert (HUGUET, 1975 ; GRAS et TROCME, 1977 ; tableau 4) ;

- l'apport de matière organique est également susceptible d'améliorer la stabilité structurale du sol. Toutefois, les quantités de fruits produits sont dans ce cas inférieures à celles obtenues pour le traitement enherbement du sol avec azote (figure 2A et 2B). L'implantation d'une graminée est donc plus efficace pour accroître la portance du sol et sa résistance au passage répété des engins, que l'apport de compost (ATKINSON et WHITE, 1980). De plus, la matière organique, répartie sur toute la surface du verger, valorise certainement moins l'apport des éléments nutritifs que l'application localisée d'engrais sur la ligne d'arbres (HUGUET, 1978).

En conclusion, le système d'entretien du sol le plus performant en verger irrigué par microaspersion semble être l'enherbement permanent combiné avec le désherbage chimique sur la ligne d'arbres. L'apport d'engrais est alors localisé sur cette ligne pour assurer l'alimentation minérale du verger. Une attention particulière doit être accordée à la fertilisation azotée, car elle constitue un facteur primordial du rendement en verger de pêcher.

Tableau 4. Composition en éléments minéraux des feuilles de pêchers et analyses de sol en verger de pêchers, selon le mode d'entretien du sol.

	Eléments analysés	Sol travaillé sans azote	Sol travaillé avec matière organique	Sol enherbé permanent avec azote	Sol enherbé temporaire sans azote	Test Newman et Keuls
Analyses des feuilles (en % MS)	N	2.57 (c)	3.08 (b)	3.87 (a)	2.86 (b)	**
	K	3.74	3.64	3.41	3.65	NS
	Ca	2.45 (b)	2.51 (b)	2.33 (b)	2.84 (a)	*
	Mg	0.43	0.45	0.41	0.48	NS
	P	0.25 (a)	0.22 (ab)	0.21 (b)	0.26 (a)	*
Analyses du sol (en % de terre fine)	Mat. organique	11.70 (c)	18.40 (a)	15.80 (b)	15.00 (b)	**
	P ₂ O ₅ assimilable (Dyer)	0.31 (ab)	0.48 (a)	0.17 (b)	0.17 (b)	*

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.

Références

- ASSAF (R.), LEVIN (I.) et BRAVDO (B.). (1986).
L'irrigation et la fertirrigation, facteurs principaux du développement dans l'arboriculture fruitière israélienne.
Fruits, 41, 735-746.
- ATKINSON (D.) et WHITE (G.C.). (1980).
Some effects of orchard soil management on the mineral nutrition of apple trees.
In : *Mineral nutrition of fruit trees*. Butterworths, London : ATKINSON (D.), JACKSON (J.E.), SHARPLES (R.O.) Eds., 241-254.
- BORNAND (M.). (1968).
Etude pédologique dans la Vallée du Rhône.
Montpellier : Centre de Recherches Agronomiques du Midi, 196 p.
- BRES (Y.), GOLINSKY (P.), NIGOND (J.), TABARD (P.), GUICHARD (L.), BOULON (P.) et ROSE (J.). (1970).
Recherches sur le développement du pêcher.
Phytoma Def Cult, 219, 1-8.
- BROWN (L.C.) et PROEBSTING (E.L.). (1962).
Nitrogen and crop level effect on canned freestone peach quality.
California Agric, 16, 7-8.
- BUSSI (C.), HUGUET (J.G.) et DEFRANCE (H.). (1991).
Fertilization scheduling in peach orchards under trickle irrigation.
J. Hort. Sci., 66, 4, 487-493.
- CARBONNEAU (A.) et DE LOTH (C.). (1985).
Influence du régime d'éclaircissement journalier sur la résistance stomatique et la photosynthèse brute chez *Vitis vinifera*.
Agronomie, 5 (7), 631-638.
- CLAUZEL (G.), POLLIEN (J.M.) et SIGNORET (V.). (1986).
La taille du pêcher.
Note interne INRA-SRIV St Marcel-lès-Valence (FRA), 25 p.
- CLEVER (M.). (1988).
Vergleich verschiedener Pflanzdichten und Pflanzsysteme unter dem Gesichtspunkt der Fruchtqualität.
Mitt Obsbauversuchringes, 5, 185-196.
- CUMMINGS (G.A.) et 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 (2), 133-134.
- DELVER (P.). (1980).
Uptake of nutrients by trees grown in herbicide strips.
In : *Mineral nutrition of fruit trees*. Butterworths, London : ATKINSON (D.), JACKSON (J.E.), SHARPLES (R.O.) Eds., 229-240.
- ELFVING (D.C.). (1982).
Crop response to trickle irrigation.
Hort. Rev., 4, 1-48.
- FERREE (D.C.). (1989).
Growth and carbohydrate distribution of young apple trees in response to root pruning and tree density.
HortScience, 24 (1), 62-65.
- GAUTHIER (M.). (1984).
Le diagnostic foliaire et la fertilisation des vergers.
Arboric. fruit., 359, 31-37.
- GRAS (R.) et TROCME (S.). (1977).
Un essai d'entretien du sol en verger de pommiers.
Ann. Agron., 28 (3), 227-259.
- HIPPS (N.A.) et SAMUELSON (T.J.). (1991).
Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertilizer on soil fertility in an apple orchard.
J. Sci. Food Agric., 55, 377-387.

- HOGUE (E.J.) et NEILSEN (G.H.). (1987).
Orchard floor vegetation management.
Hort. Rev., 9, 377-430.
- HUGUET (C.). (1975).
L'évolution actuelle des diverses techniques d'entretien du sol en arboriculture fruitière.
Bull. Tech. Inf., 304, 711-724.
- HUGUET (J.G.). (1978).
Pratique de la fertilisation minérale des arbres fruitiers.
Paris : INVUFLEC ed, 41 p.
- HUGUET (J.G.). (1981).
Problèmes agronomiques posés par l'irrigation localisée en arboriculture fruitière.
Arboric. fruit., 325, 45-52.
- 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.
- JOHNSON (D.S.) et SAMUELSON (T.J.). (1990).
Short-term effects of changes in soil management and nitrogen fertilizer, application on "Bramleys seedling" apple trees. II. Effects on mineral composition and storage quality of fruit.
J. Hort. Sci., 66 (5), 495-502.
- LAYNE (R.E.C.) et 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.
- LI (S.H.), HUGUET (J.G.) et BUSSI (C.). (1989).
Irrigation scheduling in a mature peach orchard using tensiometers and dendrometers.
Irri. Drain. Syst., 3, 1-12.
- MITCHELL (P.D.) et CHALMERS (D.J.). (1983).
A comparison of microjet and point emitter irrigation in the establishment of high-density peach orchard.
HortScience, 18 (3), 472-474.
- PEARCE (S.C.) (1953).
Field experimentation with fruit trees and other perennial plants.
In: *Technical communication n° 23 of the Commonwealth bureau of horticulture and plantation crops*. France : Acta (traducteur), 1973, 165 p.
- REEDER (B.D.) et BOWERS (H.H.). (1978).
Effects of nitrogen applications on bloom delay and levels of abscisic acid, carbohydrates and nitrogen in peach buds.
J. Am. Soc. Hortic. Sci., 103, 745-749.
- STEHR (R.). (1988).
Modellrechnungen zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Pflanzdichten bei Apfelneupflanzungen.
Mitt. Obsbauversuchsringes, 5, 196-213.
- SMITH (M.W.), KENWORTHY (A.L.) et 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.
- TROMP (J.). (1983).
Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen.
Plant Soil, 71, 401-413.
- WEINBAUM (S.A.), URIU (K.), MICKE (W.C.) et MEITH (H.C.). (1990).
Nitrogen fertilization increases yield without enhancing blossoms receptivity in almond.
HortScience, 15 (1), 78-79.

Mantenimiento del suelo, fertilización nitrogenada y densidad de plantación en huerto de melocotoneros irrigados por microaspersión.

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

Fruits, vol. 47, n°4, p. 485-494.

RESUMEN - Los efectos de diferentes tipos de mantenimiento del suelo y de fertilización nitrogenada fueron evaluados en huerto de melocotoneros irrigados por microaspersión. El aporte de nitrógeno en forma orgánica o mineral es determinante para la obtención de rendimientos elevados en nuestras condiciones experimentales. Adicionalmente, la deshierba del huerto parece igualmente favorecer la producción de frutos, a condición sin embargo, que la línea de árbol sea mantenida con deshierba de manera de limitar la competencia por la nutrición. De acuerdo al análisis de componentes del rendimiento, las cantidades de frutos recolectados están correlacionadas positivamente con el vigor de los árboles. El efecto de la densidad de plantación sobre la producción de frutos ha sido igualmente evaluada. Un número de árboles superior a 615 individuos por hectárea no contribuye a incrementar ni el rendimiento, ni la calidad de la producción.

PALABRAS CLAVES : *Prunus persica*, enmiendas orgánicas, compactación del suelo, nitrógeno, espaciamento, crecimiento, fructificación
