

# L'irrigation et la fertirrigation, facteurs principaux du développement dans l'arboriculture fruitière israélienne.

R. ASSAF, I. LEVIN et B. BRAVDO\*

L'IRRIGATION ET LA FERTIRRIGATION, FACTEURS PRINCIPAUX DU DEVELOPPEMENT DANS L'ARBORICULTURE FRUITIERE ISRAELIENNE.

R. ASSAF, I. LEVIN et B. BRAVDO.

*Fruits*, Dec. 1986, vol. 41, n° 12, p. 735-746.

RESUME - Description des étapes de développement des principales cultures en Israël, pour la pomme en particulier. On est passé de l'irrigation par submersion à l'aspersion, au goutte à goutte, à l'irrigation intermittente et à la fertirrigation.

Les quantités d'eau apportées par saison, de 1 800 mm sont tombées à 900 mm en doublant presque la récolte de pommes.

## INTRODUCTION

Pour des raisons climatiques et de manque d'eau on mène, depuis la création de l'Etat d'Israël, des recherches sur l'irrigation des plantés cultivées à grande échelle.

Pour comprendre l'importance de ces recherches il est utile de rappeler brièvement les conditions de milieu des cultures dans le pays.

En Israël règnent plusieurs climats : méditerranéen sur la côte, tempéré en montagne, subtropical dans les plaines intérieures et désertique au sud, dans le Neguev. Partout l'été est chaud et sec ; l'hiver, seule saison où tombent les

pluies et en général en faible quantité, est doux. Les terres sont pauvres en matière organique, assez superficielles et avec une capacité de rétention hydrique limitée, ce qui oblige à irriguer presque toutes les cultures l'été. Les disponibilités en eau sont limitées et leurs quantités déterminent la superficie des terres qui peuvent être cultivées.

La distribution d'eau est régie par l'Etat. Toute planification à l'échelle nationale, régionale ou locale est basée sur les quantités d'eau mises à la disposition de l'agriculture par des droits d'eau qui déterminent la quantité annuelle et journalière disponible notamment pendant les journées d'utilisation maximum (juillet-août). Lorsqu'elles sont dépassées par l'agriculteur celui-ci est soumis à des amendes importantes et progressives allant jusqu'au refus de fourniture d'eau dans les cas extrêmes. Sauf rares exceptions, les différentes étapes du développement d'une culture en Israël sont marquées par le développement de l'irrigation de cette culture ; l'exemple du coton est une première illustration de ce processus.

\* - R. ASSAF - Département d'Arboriculture, Volcani Center, Bet Dagan (Israël). (en année sabbatique 1983-1984 au Laboratoire d'Arboriculture fruitière ENSA à Montpellier).

I. LEVIN - Département des Sciences du Sol, Volcani Center, Bet Dagan (Israël).

B. BRAVDO - Département d'Horticulture - Faculté d'Agronomie, Rehovot (Israël).

## IRRIGATION ET FERTIRRIGATION DU COTON

Le coton est la principale culture irriguée d'Israël. Avec un total de 70.000 hectares, il représente la plus grande culture irriguée.

Dès son implantation dans le pays on a pratiqué l'irrigation par aspersion avec des apports annuels d'eau de 700 mm.

Les rendements obtenus étaient de 3.000 kg/ha de coton brut.

La première étape de développement de la culture irriguée du coton fait suite à une série d'essais portant sur la régulation de l'apport d'eau en fonction des besoins exacts à chaque phase de la vie de la plante : croissance végétative, floraison et formation des fibres.

Les résultats obtenus ont permis de porter le rendement à 4.500 kg/ha tout en réalisant une économie d'eau de 20 p. 100.

La seconde étape fut consécutive aux nouvelles connaissances acquises au cours d'une série d'essais mettant en oeuvre des intervalles d'irrigation courts, des apports d'eau en quantité parfaitement définie grâce à des méthodes de détermination basées sur la mesure de l'évolution de l'humidité du sol et des déficits créés à chaque stade par les plantes. Différents indicateurs très précis purent être mis au point.

Parallèlement, au cours de cette seconde étape, le progrès génétique permit la sélection et l'utilisation d'une meilleure variété, tandis qu'une fertilisation plus satisfaisante doublant les apports d'engrais était mise au point et contrôlée par des analyses fréquentes.

Ces progrès ont permis de conduire une culture de coton avec seulement 500 mm d'eau environ. Le rendement, dans ces conditions, a atteint 5.320 kg dans la Vallée du Houleh, allant même, dans certains essais, jusqu'à 6.200 kg/ha.

La troisième étape, actuelle, a pour objectif le développement de l'irrigation au goutte à goutte, en particulier dans des terres marginales; cinq kilomètres de tuyaux plastiques par hectare sont nécessaires avec cette technique, ce qui exige une amélioration de rendement de 10 p. 100 pour rentabiliser l'investissement.

Ces essais utilisent en général une irrigation journalière, intermittente, le « pulse system ». L'eau contient toujours en solution les éléments nutritifs indispensables selon des formules adaptées aux besoins ; ceux-ci sont déterminés par des analyses fréquentes du pétiole, de la feuille, de la plante entière et du sol.

Dans le Houleh on a récolté, grâce à cette méthode, 7.200 kg/ha de coton en moyenne commerciale et 8.200 kg/ha dans des essais.

La capacité potentielle de production du coton est estimée à 12.000 kg/ha. Pour réaliser de nouveaux progrès il convient de travailler la fertirrigation et l'amélioration génétique.

## IRRIGATION ET FERTIRRIGATION DE LA TOMATE DE CONSERVE

Ces trois étapes se retrouvent dans la plupart des grandes cultures commerciales ayant déjà fait l'objet d'un effort de recherche ; la tomate de conserve, une culture très importante, produisait 50 t/ha avec une irrigation de 600 mm par aspersion lors de la première étape ; après régularisation des apports d'eau on a obtenu 80 t/ha avec 25 p. 100 d'économie d'eau.

Par la suite l'aspersion a été complètement abandonnée et on est passé au goutte à goutte avec intensification de la culture, notamment par la fertirrigation et par le changement de variétés. Des récoltes aujourd'hui atteignent 120-140 t/ha ; le potentiel est estimé à 160 t/ha (voir les publications personnelles d'ASSAF ainsi que celles de LEVIN et RUDICH non signalées ici).

## IRRIGATION DU POMMIER PAR ASPERSION

En arboriculture et viticulture on retrouve les mêmes étapes. Les travaux de pointe en Israël sont menés dans ce domaine, depuis 1964, par l'équipe LEVIN I., spécialiste de l'eau et du sol, BRAVDO B., spécialiste de la photosynthèse et ASSAF R. ; ces travaux servent de modèle à de nombreuses cultures. Le but n'est plus d'économiser l'eau par unité de surface de culture, conception aujourd'hui dépassée, mais de produire un maximum de récolte commerciale par unité de consommation d'eau ; c'est l'économie la plus efficace. Les essais se poursuivent sur pommier, surtout en Haute Galilée (80 p. 100 de la production de pommes).

Il y a vingt ans une partie des vergers était irriguée par submersion ; ce système a très vite été abandonné au profit de l'aspersion qui s'imposa dans la plupart des vergers. La quantité d'eau apportée par aspersion était de 1.800 mm à 2.800 mm avec des irrigations toutes les deux semaines.

Les travaux de la première étape de développement ont été menés dans la vallée du Houleh (Haute Galilée) dans un verger de pommiers âgés de 10 ans, au Kiboutz Houlata, sur la variété Calville Saint-Sauveur (pomme verte) plantée en sol d'alluvions profond et homogène. Six régimes hydriques ont été appliqués pendant 5 ans après 3 ans de traitement d'homogénéisation et de préparation du verger. Le but de cet essai était de déterminer les effets de ces régimes sur les variations de l'humidité dans le sol, le développement du système racinaire, la croissance et la végétation des arbres, les récoltes, les qualités et la croissance des fruits, les cycles de photosynthèse, la

transpiration, la nutrition minérale et la composition du sol et des feuilles.

Les données furent collectées chaque semaine pendant la durée de l'essai et les résultats ont fait l'objet de plusieurs publications (1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25).

Le tableau 1 résume, pour les trois traitements principaux, les résultats obtenus. Le traitement 1 est un traitement «sec» : l'eau est apportée 10 jours après que le point de flétrissement soit atteint dans le sol ; le traitement 6 est un traitement «humide» ; l'eau est appliquée lorsque le sol est à 60 p. 100 d'eau disponible dans la couche 0-60 cm et le traitement 4 est un traitement «mixte». Il est sec au printemps et en automne, après la récolte, et humide pendant la croissance principale des fruits (gonflement des cellules) au début du mois de juin. Les quantités d'eau apportées aux périodes sèches sont de 0,4-0,5 de l'E.T.P. mesuré par le bac «classe A évaporation» et de 0,8-0,9 (1,0-1,1 pour une forte récolte de fruits) de l'E.T.P. pour la période humide. Dans ce traitement le nombre d'irrigations est de douze avec une quantité d'eau de 850 mm par saison.

Le traitement 4 donne les meilleurs résultats. Ce régime hydrique a en effet porté le rendement annuel du verger de 67 t/ha au début de l'expérience à 124 t/ha en 1971. L'économie d'eau fut de 1.000 mm chaque année par rapport aux recommandations régionales. On obtient un calibre de fruit élevé et constant au cours des années d'essai représentant environ 90 p. 100 de fruits commercialisables (diamètre supérieur à 60 mm).

Dans le traitement «sec», les fruits sont toujours de petit calibre ; le rendement a augmenté au fil des années jusqu'à atteindre 80 t/ha mais le pourcentage de fruits commercialisés a décliné de 85 p. 100 à 31 p. 100 en 1971.

Dans le traitement 6 «humide» (vingt irrigations par saison) les récoltes ont augmenté jusqu'à 110 t/ha avec un pourcentage de fruits commercialisables diminuant au cours des années pour se limiter finalement à 67 p. 100.

L'effet le plus important du régime mixte 4 se manifeste sur le développement du fruit (figure 1). On obtient une croissance journalière du fruit et cumulée ininterrompue et de valeur maximum tandis que dans les autres traitements elle suit une courbe en dents de scie déterminée par les dates d'irrigation (traitements 1, 3 et 5). Le traitement 6 présente aussi une croissance du fruit homogène mais à un niveau plus bas que dans le traitement 4. Le traitement 2

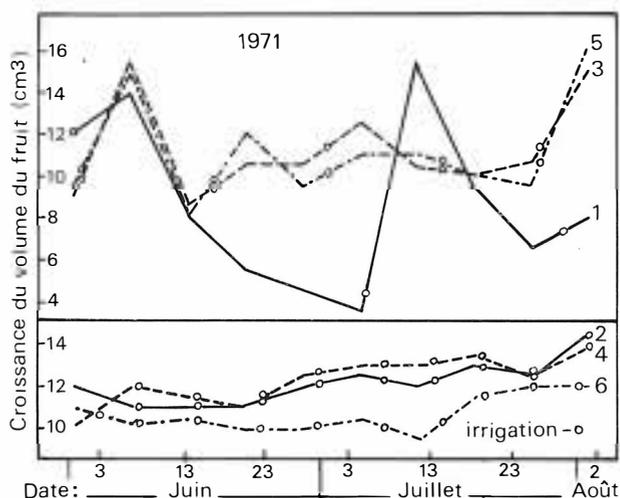


Fig. 1 - Croissance hebdomadaire du fruit dans six traitements d'irrigation par aspersion (noter les échelles différentes pour les traitements 1,3,5 et 2,4,6) pendant la saison de 1971.

TABLEAU 1 - Régimes hydriques, récoltes de pommes et pourcentages de fruits commercialisables dans l'essai d'irrigation par aspersion (Houlata 1967-1971).

Traitement	Paramètres	Récolte en t/ha dans l'année				
		1967	1968	1969	1970	1971
1. Sec	nombre d'irrigations	4	4	4	4	4
	quantité d'eau (mm)	570	690	630	660	560
	récolte (t/ha)	55**	63**	68**	75**	83**
	pourcentage fruit com.*	85	63	57	32	31
6. Humide	nombre d'irrigations	16	23	23	20	20
	quantité d'eau (mm)	1210	1390	1280	1200	1080
	récolte (t/ha)	66	85	88	102	110
	pourcentage fruit com.*	95	92	71	62	67
4. Combiné	nombre d'irrigations	8	11	12	12	12
	quantité d'eau (mm)	900	1090	830	890	760
	récolte (t/ha)	67	85	91	114	124**
	pourcentage fruit com.*	95	88	71	78	90

\* - calibre plus de 6,0 cm de diamètre.

\*\* - Différence significative à 5 p. 100.

est identique au traitement 4 mais il a commencé deux ans plus tard.

La qualité des fruits récoltés dans le traitement 4 était très bonne à la cueillette et après le stockage au froid pendant cent jours (18, 19).

Le traitement 1 montrait, en ce qui concerne le comportement des arbres, un système racinaire profond avec de nombreuses grosses racines. Le traitement 6 provoquait la formation d'un chevelu de racines fines et superficielles. Le traitement 4 donnait une quantité double de racines et réduisait les deux types racinaires c'est-à-dire profond avec de grosses racines et superficiel avec chevelu. Cela pourrait expliquer son efficacité sur le rendement et la croissance du fruit. Ce traitement est aujourd'hui préconisé pour l'irrigation du pommier en Israël et dans la plupart des pays à été sans pluie. Les quantités d'eau apportées en verger restent les mêmes lorsqu'on change de système d'irrigation (1, 2, 3, 5, 7, 9).

#### IRRIGATION LOCALISEE PAR GOUTTEUR

Vers la fin de cet essai nous avons commencé la seconde et la troisième étapes de développement du verger de pommiers. C'est en 1968 qu'ont été entrepris les travaux d'irrigation avec le système de goutte à goutte installé à la surface du sol ; (une expérimentation antérieure, mise en place en 1960 avait échoué, les goutteurs étant installés dans le sol à 25 cm de profondeur).

C'est une méthode qui maintient en permanence les racines à des niveaux d'humidité élevés tout en conservant une aération convenable ; l'imbibition de sol par les goutteurs ne chasse pas l'air.

Dans ce système d'irrigation il faut essayer d'opérer comme pour les cultures hydroponiques et apporter aux racines, en permanence, une solution nutritive assimilable qui satisfasse tous les besoins de l'arbre et du fruit sans tenir compte du sol.

Parmi les nombreux avantages de l'utilisation du goutte à goutte dans les vergers, on note une très grande efficacité dans l'utilisation des éléments nutritifs. L'exemple de la méthode employée pour lutter contre la chlorose à l'aide de quantités minimes de chélate de fer (Séquestrène EDDHA 138) est démonstratif. Avec 4 kg/ha de ce produit dissous dans l'eau d'irrigation au goutte à goutte on obtient la disparition de la chlorose alors qu'en système d'irrigation par aspersion 125 g par arbre sont nécessaires, appliqués en deux fois. L'économie ainsi réalisée pendant deux ans permet de financer toute l'installation d'eau avec les systèmes de commande appropriés.

Ces travaux ont débuté après quelques essais préliminaires dans le sud de la vallée du Houleh sur un sol de 40-60 cm de profondeur, de qualité marginale, le pommier

n'étant jamais planté dans des sols semblables. Il s'agissait d'une terre d'alluvions, assez pauvre en éléments nutritifs, mais bien drainée (Kiboutz de Mahanaïm). Ses caractéristiques étaient les suivantes : 60 p. 100 d'argile, 21 p. 100 d'éléments fins et 19 p. 100 de sables - 2 p. 100 de calcaire total - densité 1,23 - pH 6,7-7,0 - capacité au champ 39 p. 100 - point de flétrissement 26 p. 100.

Le verger était planté en densité élevée, 1.100 arbres/ha soit le triple de celle habituellement recommandée.

Le matériel végétal sélectionné comprenait 4 clones : Golden delicious, Jonathan, Starking delicious et Calville Saint-Sauveur (dénommé en Israël «Grand»).

Le porte-greffe adapté était issu des sélections clonales du type «Hashabi» (pommier indigène à petits fruits très précoces).

La parcelle d'étude plantée en 1969 a été conduite en palmette irrégulière très spéciale et selon un modèle élaboré suite à l'analyse de nos essais antérieurs de haie fruitière. Neuf vergers expérimentaux avaient été suivis avec des résultats négatifs en utilisant des tailles sévères, très affaiblissantes. En effet les problèmes de levée de dormance commandent la forme des arbres : le tiers des bourgeons ne débourent pas au printemps et les branches sont longues avec une dominance apicale accentuée.

Nous avons appliqué des quantités d'eau optimales en fonction des analyses de sol et les doses d'engrais dissoutes dans l'eau calculées de façon théorique suivant les estimations des besoins.

Nous avons apporté 2,5 à 3 fois les quantités recommandées commercialement ; le but poursuivi était d'obtenir un maximum de végétation, et donc de branches, les premières années et de les conduire à fructifier rapidement ; par la suite, l'âge des arbres avançant, il fallait satisfaire complètement leurs besoins ainsi que ceux des fruits formés.

La haie fruitière était constituée par des arbres en pyramide dans les deux axes avec un étage inférieur très garni.

La formation des jeunes arbres a été perfectionnée sans tailles d'hiver et d'été et seulement en arquant les branches. L'arbre était constitué par un axe et deux étages de 4 branches charpentières menées en angle de 45°. Les rameaux secondaires de l'année étaient arqués en gros fagots de branches deux à quatre fois dans l'année.

A cinq ans d'âge, on maintenait, par des tailles grossières, les pyramides dans les rangs en pratiquant des fenêtrages par élagage de grosses branches et en limitant à 0,80 m l'épaisseur des arbres par des tailles sur dards («spur pruning»), (6, 10, 11, 12).

Cette méthode de conduite a permis d'avoir une entrée en fructification très précoce et des haies pleines et bien

garnies de branches à la fin de la troisième feuille.

La figure 2 traduit la croissance annuelle des axes des arbres des quatre variétés étudiées qui ont atteint 2 m de longueur à la première année et 1 m de plus chaque année parvenant à une hauteur de 3,20 m à la quatrième année.

On a obtenu également une quantité très importante de rameaux dont la longueur totale sur un seul axe du premier étage était d'environ 2,8 m à la fin de la quatrième année (figure 3) avec des différences entre les variétés étudiées. Le tableau 2 indique le nombre de lambourdes (avec boutons à fleur) comptées sur les arbres pendant les cinq premières années. On atteint, en Golden, 94 lambourdes fin 1971 donnant, en 1972, 14 kg de pommes par arbre, 604 fin 1972 donnant, en 1973, 75 kg de pommes par arbre (et autour de 1.000 fins 1974-1975 donnant 136 kg de pommes par arbre).

Dès cet âge, le nombre de lambourdes est maintenu autour de 1.000 par arbre. Dans cet essai on a observé une alternance très marquée dans les récoltes annuelles dès 1976 (tableau 3). On a obtenu, en Golden, 15 t/ha à la troisième feuille, 82 t/ha à la quatrième, 34 t/ha à la cinquième (floraison détruite par un vent chaud et sec), 149 t/ha à la sixième puis les récoltes ont alterné de 55 t/ha à 182 t/ha. En récoltes cumulées on a atteint, dès la sixième année, les tonnages habituellement enregistrés au bout de 16 ans dans les vergers commerciaux de la région. A la huitième feuille on est parvenu au record cumulé de 519 t/ha. On remarque aussi que les autres variétés se caractérisent par des récoltes de niveau comparable, bien qu'un peu moindre, du fait de leur potentiel génétique propre (Jonathan 60 p. 100 de la Golden et Grand 80 p. 100).

Cet essai entra en alternance malgré un éclaircissage très sévère des fruits, des tailles élaguant le tiers des arbres et une multiplication par trois des quantités d'engrais habituellement utilisées ; il a été apporté :

Azote - N	360 unités/ha/an
Potasse - K	400 unités/ha/an
Phosphore - P	60 unités/ha tous les trois ans

TABLEAU 2 - Nombre de lambourdes fructifères et de kg/arbre de pommes dans l'essai d'irrigation en goutte à goutte (Mahanaïm 1971-1972).

Variétés	Paramètres	Arbres non taillés			Arbres avant taille		Arbres après taille	
		1971	1972	1973	1974	1975	1974	1975
Grand	nombre lambourdes/arbre	81	585	1183	1700	2088	1276	1023
	kg/arbre de pommes	9	50	49	-	-	117	116
Starking D	nombre lambourdes/arbre	26	539	1196	1802	2474	1451	1225
	kg/arbre de pommes	3	38	8*	-	-	28	28*
Jonathan	nombre lambourdes/arbre	87	771	1254	2271	2092	1704	1007
	kg/arbre de pommes	6	38	14*	-	-	135	134
Golden D	nombre lambourdes/arbre	94	604	707	1260	1814	1046	913
	kg/arbre de pommes	14	75	32*	-	-	136	136

\* - floraison détruite par vent chaud et sec.

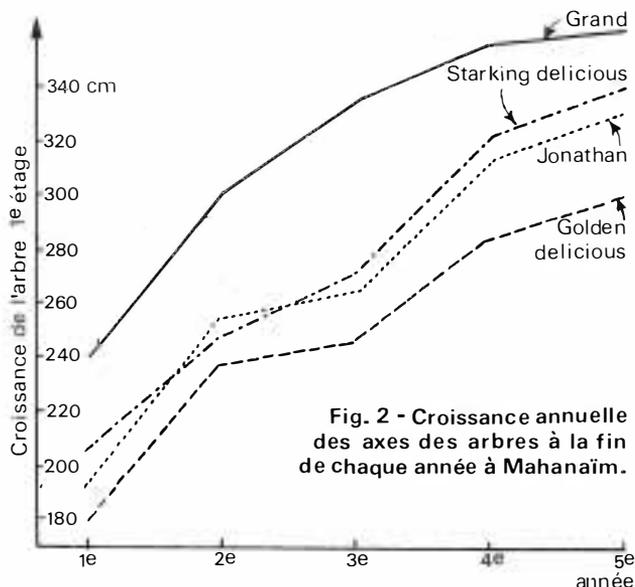


Fig. 2 - Croissance annuelle des axes des arbres à la fin de chaque année à Mahanaïm.

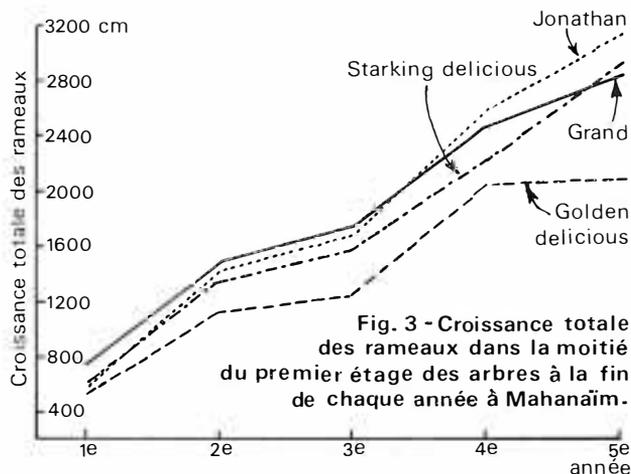


Fig. 3 - Croissance totale des rameaux dans la moitié du premier étage des arbres à la fin de chaque année à Mahanaïm.

La qualité des fruits est demeurée très bonne malgré de fortes récoltes.

En 1979, le verger de Mahanaïm a été transformé en essai de fertirrigation car on a pensé que les problèmes

d'apport d'éléments nutritifs étaient à la base des phénomènes d'alternance rencontrés.

Dès la plantation des arbres, 5 traitements ont été appliqués jusqu'en 1978 (quantité d'eau calculée journalièrement par indice du Pan classe A, suivant T4 de Houlata) :

- T1 irrigation journalière avec goutteurs de 4 l/h tous les 1,25 m sur 1 rampe ;
- T2 irrigation une fois par semaine avec goutteurs de 4 l/h tous les 1,25 m sur 1 rampe ;
- T3 irrigation tous les trois jours avec goutteurs de 8 l/h tous les 2 m sur 1 rampe ;
- T4 irrigation tous les trois jours avec goutteurs de 4 l/h tous les 1,25 m sur 2 rampes ;
- T5 irrigation une fois par semaine, un asperseur par arbre, débit 120 l/h.

Dans cette expérimentation, où tous les soins culturaux étaient identiques, les traitements d'irrigation hebdomadaires (T2 et T5) ont donné les résultats négatifs et significativement faibles pour la production, la charge de fruits sur les arbres et la croissance des troncs et rameaux.

Le traitement 4, irrigué par deux rampes de goutteurs de 4 l/heure a conduit aux mêmes performances que le traitement 3 à une seule rampe de goutteurs de 8 l/heure.

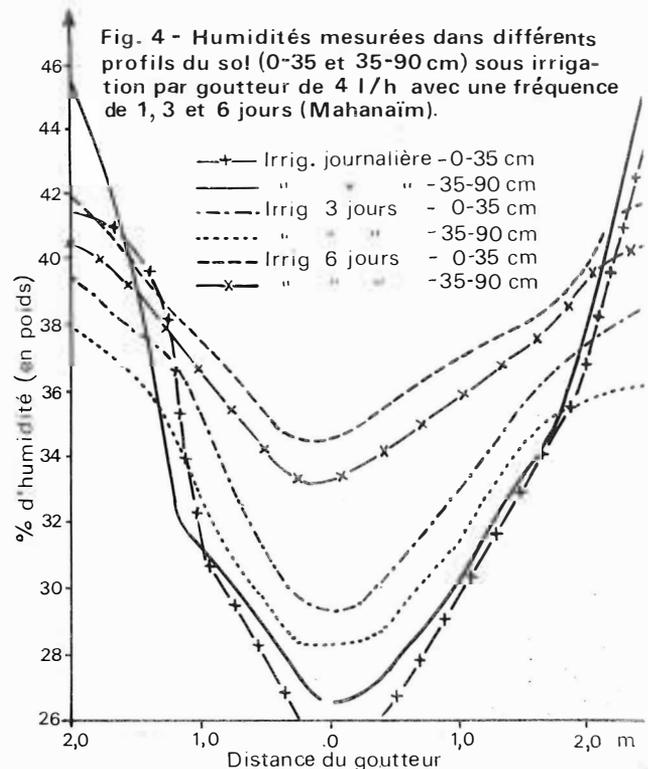
Le traitement 1, à irrigation journalière, était, de peu, supérieur au 3, irrigué tous les trois jours. Les quantités d'eau apportées au verger et à tous les traitements étaient identiques et c'est l'efficacité dans l'utilisation de l'eau qui a permis les différences observées entre les traitements.

Au début de l'étude, on a déterminé la distribution de l'humidité dans le sol en forme de bulbe représentée dans la figure 4.

L'eau apportée par goutte à goutte est diffusée vers le bas par gravité ; elle diffuse aussi en largeur dans les deux sens. Les pourcentages d'humidité vont en diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de chute des gouttes et forment un bulbe si l'on réunit les mêmes pourcentages par des lignes.

L'irrigation journalière donne un bulbe de forme plus étroite que celle de l'irrigation tous les trois jours. Le bulbe le plus large est obtenu lorsqu'on apporte l'eau une fois par semaine.

Dans d'autres essais on a obtenu les mêmes graphiques de pourcentages d'humidité avec des goutteurs de différents débits et dans différents types de sol. Dans la figure 4 on voit aussi que les humidités du sol sont toujours très élevées autour de la capacité au champ (les gouttes d'eau ne chassant pas l'air en irrigation). Au centre du bulbe l'eau est à saturation et forme un canal de perte d'eau et de lessivage d'éléments nutritifs vers les couches profondes. On évalue à environ 20 p. 100 ces pertes d'eau (estimation



théorique).

La figure 5 nous montre ce qui se passe dans le bulbe de terre humidifié par un goutteur durant le temps de l'apport d'eau. On distingue, pendant la première heure et demie, une période de remplissage. Ensuite un niveau constant et élevé d'humidité est maintenu dans les différentes couches du sol incluses dans le bulbe. Après avoir noté ce phénomène on a essayé de distribuer l'eau par irrigations intermittentes (par impulsions) (figure 6) : une heure et demie de marche et une heure d'arrêt. Avec ce système on obtient une humidité de sol très élevée, entre 45 et 42 p. 100 en poids durant le temps de l'irrigation. Par la suite on a adopté l'apport d'eau par intermittences d'une demi-heure de marche et une demi-heure d'arrêt (la méthode la plus fréquente aujourd'hui avec la même durée totale d'irrigation).

Par souci d'économie la quantité d'eau globalement apportée a été réduite de moitié ; dans ce cas le bulbe se rétrécit et devient de plus en plus étroit. On observe alors un effet sur la croissance des fruits et des arbres. Des essais ont été conduits de cette façon avec des résultats très négatifs entraînant, en particulier, une production de très petits fruits après deux ans de mise en oeuvre d'un tel rationnement d'eau.

C'est pourquoi, dans la pratique, les quantités d'eau apportées à chaque saison ne sont pas diminuées car la consommation hydrique des arbres est déterminée par

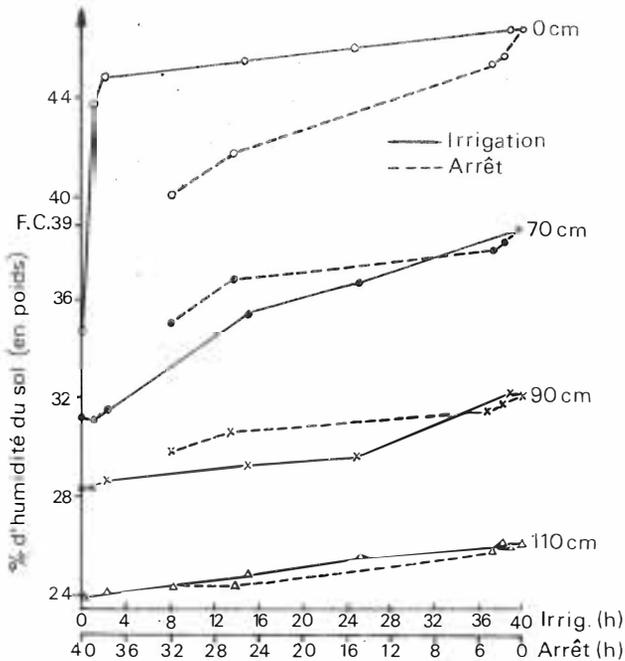


Fig. 5 - Humidités mesurées dans le profil du sol 0-60 cm à différentes distances du goutteur (0, 70, 90, 110 cm) pendant l'irrigation et son arrêt, - irrigation par goutteur de 8 l/h (Mahanaïm).

leurs besoins et ne change pas en quantité pour un verger et une époque donnée.

Cette méthode d'irrigation intermittente a permis de réduire les pertes d'eau et en même temps le lessivage des éléments minéraux emportés en profondeur. Le système d'irrigation par impulsions d'une demi-heure, comparé à une irrigation continue de même débit, apporte une même quantité d'eau en un temps double.

Il donne des bulbes d'humidité du sol doubles en largeur pour les mêmes caractéristiques de sol, un débit de goutteur identique et une fréquence journalière d'irrigation.

Cela permet d'avoir aussi une meilleure aération du sol, qui préserve du dépérissement des vergers plantés en

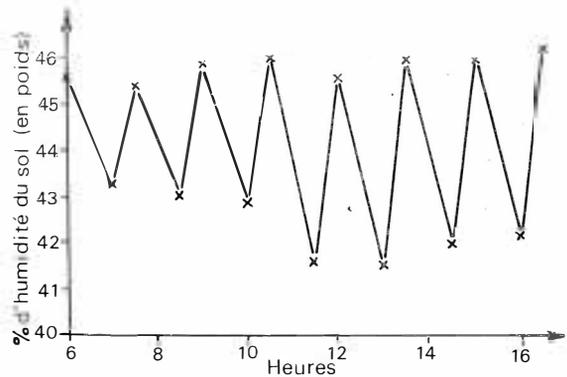


Fig. 6 - Humidités mesurées dans le profil du sol 0-60 cm, sous irrigation intermittente (une heure et demie de marche et une heure d'arrêt) par goutteur de 8 l/h (Mahanaïm).

terre très battante et asphyxiante et greffés sur des porte-greffe sensibles. Dans ces derniers cas, on a observé une nette amélioration de la croissance et de la couleur du feuillage du verger mais surtout des calibres de fruits plus gros. Suite à ces essais a été généralisée, en Israël, l'irrigation intermittente et cela a conduit les industriels à construire des appareils de commande adéquats (le premier prototype a été utilisé à Mahanaïm).

L'essai de Mahanaïm constitue pour Israël un verger pilote suivi de très près par la plupart des producteurs et des professionnels étrangers. La palmette de Mahanaïm est la seule méthode de conduite de pommiers adoptée depuis six ans en Israël dans toutes les nouvelles plantations. De même, toutes les techniques culturales mises en oeuvre dans cette expérimentation servent de base à la culture des arbres fruitiers réalisés dans les nouvelles plantations du pays (4, 6, 12, 15, 16, 17, 23, 30, 31, 32, 33).

### ESSAI DE DIFFERENTS SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DIFFERENTS TRAITEMENTS APPLIQUES PAR GOUTTEUR

Les résultats et les nombreuses données collectées durant les premières années de Mahanaïm ont incité les

TABLEAU 3 - Récoltes de pommes en tonnes/hectare ramassées dans l'essai d'irrigation par goutte à goutte Mahanaïm (planté en 1969 - porte-greffe Hashabi - 1100 arbres/hectare).

Variétés	récoltes en t/ha dans l'année						Récoltes cumulées en t/ha
	1972 3e feuille	1973 4e feuille	1974 5e feuille	1975 6e feuille	1976 7e feuille	1977 8e feuille	
Grand	9.6	55.3	54.0	128	60	138	445
Starking	3.4	42.2	9.0	31	25	181	292
Jonathan	6.2	41.3	15.2	148	25	105	341
Golden	15.5	82.4	34.7	149	55	182	519
moyenne	8.7	55.3	28.2	114	41	152	399
E. type ±	0.2	9.6	10.2	28	9	19	51

TABLEAU 4 - Définition des traitements hydriques appliqués à Ayelet-Hashahar.

Traitement	Mode d'Irrigation	Débit litres/heure	Distance sur la rampe en m	N° de rampe	Quantité d'eau
1	goutteur en continue	2	0.5	1	100 % de T4 Houlata
2	goutteur en pulses	8	1.5	1	100 % de T4 Houlata
3	goutteur en continue	8	1.5	1	100 % de T4 Houlata
4	goutteur en continue	8	1.5	2	100 % de T4 Houlata
5	goutteur en continue	8	1.5	1	75 % de T4 Houlata
6	goutteur en pulses	8	1.5	1	75 % de T4 Houlata
1 A	aspersion	120	6 x 4	1	100 % de T4 Houlata
2 A	mist	50	1.20	1	100 % de T4 Houlata
3 A	microjet	80	5 x 4	1	100 % de T4 Houlata

auteurs à entreprendre un essai à grande échelle sur 10 hectares à Ayelet Hashahar, au centre de la vallée du Houleh, sur un sol profond d'au moins un mètre, homogène et bien drainé. Le point principal à étudier dans ce nouveau verger expérimental est l'architecture du système racinaire qui se développe dans différents bulbes d'humidité du sol. En effet, c'est l'importance du système racinaire qui avait déterminé les excellents résultats obtenus dans le traitement 4 par aspersion à Houlata.

Les traitements appliqués (tableau 4) conduisent à des bulbes de différentes largeurs allant de 0,6 m de large pour le traitement 1, à la surface entièrement humidifiée pour le traitement 4, le traitement 3 se trouvant en position intermédiaire.

Pour ces trois traitements, l'eau est appliquée en apport continu avec la même quantité d'eau (traitement 4 Houlata).

Le traitement 2 est identique au traitement 3 mais il forme un bulbe presque double car il est donné par dix irrigations intermittentes. Ayant calculé les pertes théoriques en goutte à goutte (autour de 20 p. 100) il a été décidé d'adopter un traitement (6), par impulsions, mais de lui appliquer un coefficient de 0,75 sur la quantité apportée aux quatre premiers traitements.

Enfin le témoin T5 reçoit la même quantité d'eau que T6 mais en irrigation continue.

Dans ce verger ont été testés, également, trois systèmes d'irrigation avec une même quantité d'eau que celle apportée dans le traitement 4 Houlata : traitement 1A par aspersion, traitement 2A par irrigation en brouillard (mist) et traitement 3A par microjet.

Ces neuf traitements ont été conduits avec les variétés Golden delicious et Jonathan greffées sur Hashabi sélectionnées, plantées en 1971 à 3 m sur 4 m et menées en palmette de Mahanaïm avec seulement trois axes et un étage inférieur (plus chargé) ; le dispositif expérimental est un «split plot» de 14 arbres par répétition de quatre blocs avec deux rangées de bordures. Le sol est un grososol rouge d'origine alluviale, 69 p. 100 d'argile, 25 p. 100 d'éléments fins, 6 p. 100 de sables, pH 7,6, densité 1,4 g/cm<sup>3</sup>, capacité au champ 39 p. 100, point de flétrissement 26 p. 100.

Les résultats sont présentés dans les tableaux 5 pour la variété Golden delicious et 6 pour Jonathan pour les années 1974 (3e feuille) à 1981. Les récoltes sont aussi élevées qu'à Mahanaïm et avec les mêmes tendances. Le point le plus important est que le volume des bulbes en irrigation goutte à goutte ne joue pas un rôle important et n'influe pas sur la production, le calibre des fruits et leur qualité (traitements 1 à 4) lorsque cette irrigation est apportée selon les meilleures méthodes et avec la même quantité d'eau.

Séul le traitement 2 appliqué en impulsions et après dix ans a donné une récolte meilleure pour l'année 1981 et cumulée (tableaux 5 et 6). Dans le traitement 4 où toute la surface du sol était humidifiée, l'eau ruisselait en surface et était perdue. C'est la raison pour laquelle on a obtenu les mêmes résultats avec les traitements 1 et 3 ; le 4 a été modifié en 1978 en irrigation par impulsions.

L'adaptation du système racinaire dans les différents volumes du sol humidifiés est ici totalement satisfaisante. La moyenne annuelle des récoltes à Ayelet est de 120 t/ha de la sixième à la dixième feuille.

TABLEAU 5 - Récoltes de pommes par t/ha de la variété Golden delicious dans 9 traitements hydriques (Ayelet Hashahar 1974-1981).

Année	Récoltes en t/ha dans le traitement hydrique n°								
	1	2	3	4	5	6	1 A	2 A	3 A
1974	7.8	9.2	10.4	12.0	9.9	6.9	4.4	3.0	3.2
1975	39.8	42.6	36.3	39.2	35.9	29.5	30.9	33.5	36.4
1976	32.4	36.6	31.4	37.2	32.8	31.6	32.9	37.4	36.7
1977	156.0	155.5	160.5	161.5	137.5	149.0	130.0	145.0	140.0
1978	121.5	115.0	99.5	111.5	100.5	103.6	132.0	116.0	133.0
1979	128.5	128.2	144.0	132.8	125.4	128.2	118.7	136.1	150.2
1980	53.7	58.0	48.6	50.8	47.6	59.8	51.1	55.9	52.6
1981	147.0 ab	169.0 a	162.0 ab	148.0 ab	116.0 b	131.0 ab	125.0 b	128.0 b	120.0 b
cumulées									
74-81	686.4	724.1	692.7	693.3	605.6	638.5	625.0	654.9	672.1
77-81	606.4 ab	635.7	614.6 ab	604.6 ab	571.6 ab	571.0	556.8 ab	581.0 ab	595.8 ab

Les chiffres affectés de lettres différentes diffèrent significativement avec p. 05

TABLEAU 6 - Récoltes de pommes en t/ha de la variété Jonathan dans 9 traitements hydriques (Ayelet Hashahar 1974-1981).

Année	récoltes en t/ha dans le traitement hydrique n°								
	1	2	3	4	5	6	1 A	2 A	3 A
1974	5.8	9.7	6.4	9.6	9.2	8.8	8.7	8.6	0.0
1975	40.2	40.2	40.8	43.3	42.6	45.7	69.5	79.2	69.5
1976	11.4	13.3	15.5	14.7	12.9	12.7	5.6	5.6	6.1
1977	72.5	77.0	65.0	67.5	67.5	64.0	78.5 b	110.0 a	106.0 a
1978	75.5	96.0	82.0	87.0	82.5	80.0	108.0 ab	133.0 a	115.0 b
1979	54.2 a	57.0 a	54.0 a	55.6 a	44.4 b	41.9 b	33.2 b	54.8 a	51.0 a
1980	68.4 a	71.9 a	78.0 a	72.5 a	52.6 b	59.3 b	79.8 b	91.5 a	84.4 a
1981	104.0 b	139.0 a	110.0 b	107.0 b	91.0 b	106.0 b	98.0 b	127.0 a	105.0 ab
cumulées									
74-81	432.0 ab	504.1 a	452.7 ab	457.1 ab	402.7 b	489.3 ab	481.3 ab	610.7 a	546.0 a
77-81	374.6 ab	440.9 a	390.0 ab	389.6	338.0 b	361.2 b	397.5 ab	417.3 a	461.4 a

Les chiffres affectés de lettres différentes diffèrent significativement avec p. 05

Le deuxième résultat important acquis dans cet essai est la constatation d'une diminution de la récolte lorsque l'apport d'eau était de 75 p. 100 en continu (traitement 5), différence significative. Cent cinquante millimètres d'eau en moins dans la saison ont réduit la production de 23 p. 100 soit 35 t/ha en 1981. Un calibre de fruit nettement plus petit ainsi qu'une croissance plus faible des troncs des arbres ont été également observés.

Cet essai a mis en évidence un troisième fait : l'importance du délai nécessaire pour faire apparaître l'effet des traitements irrigation ; des différences d'effet entre traitements ne se sont manifestées qu'après plusieurs années surtout lorsque les traitements appliqués n'étaient pas extrêmes mais proches des recommandations formulées habituellement pour les vergers commerciaux. A noter que

le traitement 6 (irrigation par impulsions avec 75 p. 100 de la dose normale d'eau) a donné un rendement semblable à ceux des traitements 1 à 4 réalisés avec 100 p. 100 de la dose d'eau et supérieur à celui obtenu dans le traitement 5 (dose de 75 p. 100 d'eau en continu) (tableaux 5 et 6). C'est là une économie importante d'eau par surface irriguée de verger.

Pour tous les traitements sauf pour le traitement 5, calibre et qualité des fruits ont été très bons, même pour des fortes récoltes avec des apports d'engrais assez élevés identiques à ceux de l'essai de Mahanaïm, soit 360 kg/ha de N et 400 kg/ha de K, annuellement, et 60 kg/ha de P en 1978.

Nous avons noté dans les expérimentations de Maha-

TABLEAU 7 - Définition des trois traitements de fertirrigation et récoltes de pommes de la variété Golden delicious à Mahanaïm 1979-1982.

N° traitement	Définition	récolte en t/ha dans l'année					
		1979	1980	1981	1982	79-82	81-82
1	120 kg/ha N 80 automne + 40 printemps	126	63	128	106	423	234
2	480 kg/ha N 80 automne + 400 printemps	131	72	169	112	484	281
3	360 kg/ha N 80 automne + 280 printemps	141	80	163	133	517	296
moyenne générale ± Ecart type		133 4	72 5	153 13	117 8	475 28	270 19

naïm et de Ayelet-Hashahar que le grand problème posé dans ces nouveaux vergers était celui de la forte alternance de production. Ce phénomène est dû, à notre avis, au manque d'éléments minéraux dans les bulbes de sol humidifiés. En général le volume de ces bulbes est limité et le lessivage des éléments fertilisants crée un déséquilibre. Celui-ci est plus important lorsque de fortes récoltes épuisent rapidement ces sols.

Les calculs et les analyses effectués montrent qu'une récolte de pommes de 150 t/ha exporte 128 kg de N, 187 kg de K, 15 kg de P et 15 kg de Ca. On peut ajouter 10-20 p. 100 pour feuilles et rameaux. On estime qu'avec le lessivage lié au système d'irrigation goutte à goutte, l'efficacité d'utilisation des éléments minéraux est voisine de 50 p. 100. C'est la raison pour laquelle ces quantités importantes d'engrais ont été apportées dans les essais précédents.

#### ESSAI DE DIFFERENTES NUTRITIONS AZOTEES APPORTEES PAR L'EAU

En 1979, l'essai de Mahanaïm a été transformé en expé-

rimentation de fertirrigation afin d'étudier les problèmes posés par la nutrition minérale dans les nouveaux vergers. Trois traitements différents par la quantité d'azote apportée dans l'eau ont été mis en oeuvre (tableau 7) :

- T1 - 120 kg/ha (quantité habituelle)
- T2 - 480 kg/ha jusqu'à la récolte
- T3 - 360 kg/ha jusqu'au début juin

Les doses des traitements T2 et T3 maintenaient environ 100 ppm d'azote dans la solution du sol pendant les époques d'apport.

Les résultats préliminaires sont résumés dans le tableau 7 pour la variété Golden delicious et 8 pour les variétés Jonathan et Grand.

En Golden les récoltes continuent à être élevées et alternantes en T1. Les deuxième et troisième traitements ont donné des récoltes plus importantes et significativement moins alternantes (78 t/ha de plus en 4 ans).

Les mêmes résultats ont été obtenus avec les variétés Jonathan et Grand (tableau 8). Une majoration du rende-

TABLEAU 8 - Récoltes de pommes en t/ha des variétés Jonathan et Grand dans trois différents traitements de fertirrigation azotée.

Variétés	Traitement n°	récolte en t/ha dans l'année					
		1979	1980	1981	1982	79-82	81-82
Jonathan	1	75	63	55	57	250	112
	2	90	85	74	78	327	152
	3	90	73	73	88	324	161
	moyenne	85	74	67	74	300	142
	± Ecart type	5	6	6	9	25	15
Grand	1	123	82	107	74	386	181
	2	117	119	145	49	470	234
	3	116	109	144	100	469	244
	moyenne	119	103	132	88	442	220
	± Ecart type	2	11	13	8	28	20

ment cumulé dans T2 et T3 sur 4 ans, de 75 t/ha sur Jonathan et de 83 t/ha sur Grand, a été enregistrée par rapport à T1.

Dans les traitements 2 et 3, on a aussi relevé, par rapport au traitement 1, des teneurs en azote plus élevées dans les feuilles et le sol, une croissance des troncs et une végétation meilleures donc un potentiel de production supérieur. Les fruits étaient de bonne qualité, sans avoir des concentrations en Ca plus fortes dans l'épiderme et la pulpe du fruit et avec un équilibre N/Ca convenable (paramètres déterminants de la qualité et de la conservation du fruit au froid).

Entre les traitements 2 et 3 il n'est pas encore observé

de différence.

Actuellement, des essais de fertirrigation sont étendus à d'autres cultures et à d'autres régions du pays.

A la faveur de ces travaux ont été mis au point des indices d'irrigation et de fertilisation très sensibles permettant de déterminer les besoins des arbres et les meilleures conditions d'application de l'eau ; les mesures périodiques de croissance des fruits et la sonde à neutrons sont des outils fiables de contrôle d'irrigation commercialement utilisés en Israël. Un projet de recherche israélo-américain, actuellement en cours, vise à mettre en oeuvre une application encore plus judicieuse et plus efficace de la fertirrigation.

### PUBLICATIONS DE L'AUTEUR RELATIVES A L'IRRIGATION ET LA FERTILISATION DES VERGERS

1. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1965.  
Preliminary report in apple response to water regimes in Houlata (1964-1965).  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 10, p. 1-12 (in Hebrew).
2. ASSAF (R.), LEVIN (I.), BRAVDO (B.) and SHAPIRA (A.). 1968.  
Research report in apple response to water regimes in Houlata.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 25, p. 1-50 (in Hebrew).
3. ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and LEVIN (I.). 1970.  
Effects of different water regimes on yield quality and growth of apple trees.  
*XVIII Int. Hort. Congress.*, Vol. 1, Abstr. 354, p. 178.
4. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and HUPERT (H.). 1971.  
Observation on trickler irrigation in fruit orchards in Upper Galilee.  
*Special publication N° 5. Division of Scientific Publication Volcani Institute. Bet Dagan*, 33 p. monograph in Hebrew, summary English.
5. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1971.  
Research report in apple orchard, sprinkler irrigation, response to water. Regimes - final report 1965-1971.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 53, p. 1-122 (in Hebrew)
6. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1972.  
Preliminary report on the effect of sprinkler, drip and mist irrigation on different training of apple trees.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 55 (in Hebrew).
7. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1974.  
Trials on apple response to water regimes Houlata 1965-1971.  
*Alon Hanoteah*, (9), p. 478-486, Jul. (Hebrew).
8. ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and LEVIN (I.). 1974.  
Effects of irrigation according to water deficit in two different soil layers, on the yield and growth of apple trees.  
*J. Hort. Sci.*, 49, p. 53-64.
9. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1975.  
Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apple trees.  
*J. Hort. Sci.*, 50, 481-493.
10. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1976.  
Apple response to water regimes and hedgerow training.  
Research report for 1974-1975. Mahanaïm and Ayelet Hashahar.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 63, p. 1-195 (Hebrew).
11. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1977.  
Studies on apple response to water regimes and training systems of the trees.  
*Alon Hanoteah* (2), Nov. 1977, p. 71-83 (Hebrew).
12. ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and LEVIN (I.). 1978.  
An intensive hedgerow drip irrigation system for apples as developed in Israël.  
*Proc. Int. Dwarf Fruit Trees Association*, March 1, 1978. Grand Rapids, Michigan.
13. ASSAF (R.), LEVIN (I.), BRAVDO (B.) and SLEZINGER (E.). 1978.  
Fruit volume growth as an indicator for irrigation regime, mineral nutrition and vitalness of the orchard.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Monograph N° 71 A. (Hebrew).
14. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1982.  
Apple fruit growth as a measure of irrigation control.  
*Hortscience*, 17 (1), 59-61.
15. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1983.  
The response of apple trees to nitrogen fertilization regimes.  
*Hassadé V.* 63 (12), 2586-2594 (Hebrew).
16. ASSAF (R.), LEVIN (I.) and BRAVDO (B.). 1984.  
Effect of drip irrigation on the yield and quality of Golden delicious and Jonathan apples.  
*J. Hort. Sci.*, in presse.
17. BRAVDO (B.), ASSAF (R.) and LEVIN (I.). 1978.  
Effect of drip irrigation treatments and intensive nutrition on yield, growth, fruit quality, photosynthesis and water relation of apples.  
*20th Int. Hort. Congress*, August 1978, Sydney, Australia.
18. GUELFAT REICH (S.), ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and LEVIN (I.). 1974.  
The keeping quality of apples in storage as affected by different irrigation regimes.  
*J. Hort. Sci.*, 49, 217-225.
19. GUELFAT REICH (S.), ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and LEVIN (I.). 1975.  
Effect of water regimes on the keeping quality of apples in storage.  
*Alon Hanoteah* (4), January, p. 167-173 (Hebrew).
20. LEVIN (I.) and ASSAF (R.). 1967.  
Research report in apple orchard, response to water regimes in Houlata.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 20, p. 1-20 (Hebrew).
21. LEVIN (I.), ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and SHAPIRA (A.). 1969.  
Research report in apple response to water regimes in Houlata.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 40, p. 1-48 (Hebrew).
22. LEVIN (I.), ASSAF (R.), BRAVDO (B.) and SHAPIRA (A.). 1970.  
Water uptake from different soil layers in an apple orchard as affected by six irrigation treatments.  
*XVIII Inter. Hort. Congress*, Vol. 1, Abstracts 354, p. 179.

23. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1971.  
Relation between apple root distribution and soil water extraction in different irrigation regimes.  
*Symposium on soil water physics and technology*, Rehovot, August 29-September 4.
24. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1971.  
Relation between apple root distribution and soil water extraction in different irrigation regimes.  
*Ecological Studies, Analysis and Synthesis*, vol. 4, 351-359 ed. Springer-Verlag, Berlin.
25. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1972.  
Apple response to water regimes.  
I. Effect of 6 irrigation treatments on water uptake from different soil layers.  
*Journal of the American Soc. for Hort. Science*, 97 (4), 521-526.
26. LEVIN (I.) and ASSAF (R.). 1973.  
Irrigation of deciduous fruit.  
*Ecological Studies, Analysis and Synthesis*, vol. 5, Arid Zone Irrigation, edit. Springer-Verlag, Berlin.
27. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1974.  
Soil moisture distribution and depletion in an apple orchard irrigated by tricklers.  
*Proc. of the 2nd Intern. Drip Irrigation Congress, San Diego, California*, July 7-14.
28. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1975.  
Effect of irrigation regimes and hedgerow training on apple trees. Preliminary report for 1972-1973.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Bull. 63, p. 1-73 (Hebrew).
29. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1978.  
Soil moisture distribution and depletion in an apple orchard irrigated by tricklers.  
*Int. Symposium of the Hort. Sci. Society*, May 1978, Beit Dagan, Israel.
30. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1979.  
Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers.  
*Plant and Soil*, 52, 31-40. (Hort. Abs. January 1979, p. 10, article 180).
31. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1979.  
Irrigation, water status and nutrient uptake in an apple orchard.  
*Jut. Symposium of mineral nutrition in apples*, Apr. 1-10, 1979, Canterbury, England.
32. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1981.  
Apple response to water regimes and hedgerow training. Research report for 1978-1980.  
*Upper Galilee Growers Organization*, Monograph n° 73 (Hebrew).
33. LEVIN (I.), ASSAF (R.) and BRAVDO (B.). 1982.  
Apple response to water regimes and hedgerow training.  
*Hassade*, 62 (7), 1230-1232 (Hebrew).

## La base FAIREC..... du nouveau !

FAIREC  Fruits Agro-Industrie Régions Chaudes

La base de données de l'INSTITUT DE RECHERCHES SUR LES FRUITS ET AGRUMES (IRFA) est à nouveau interrogeable depuis août 1986 ; SUNIST a été retenu comme serveur pour sa commercialisation.

### FAIREC

- Une base documentaire couvrant tous les aspects des cultures fruitières tropicales et subtropicales ; botanique, génétique, phytotechnie, protection de la plante, transformation des fruits, consommation et marchés.
- Des informations de natures scientifique, technologique et économique.
- Des références d'ouvrages, de périodiques, de congrès et de brevets.
- Un acquis de plus de 45 000 références recueillies depuis 1970.
- Une mise à jour mensuelle.

### FAIREC

Quel public ? Des chercheurs, des concepteurs et réalisateurs de projets, des décideurs en matière de réalisation d'agro-industries et toutes personnes concernées par une information continue dans le domaine des fruits tropicaux.

Pour en savoir plus sur les conditions d'utilisation :

• IRFA 6, rue du Général Clergerie  
75116 PARIS

• SUNIST Chemin St Hubert  
B.P. 112 L'Isle d'Abeau  
38303 BOURGOIN-JALLIEU Cédex