

# PRINCIPES ET MÉTHODES D'IRRIGATION DES AGRUMES EN CALIFORNIE <sup>(1)</sup>



## Préparation du terrain.

Lorsqu'on prépare un terrain pour le rendre facilement irrigable, il faut se rappeler que si les déplacements de terre ne sont pas dangereux, lorsque le sol est léger et profond, ils le sont lorsque le sol est lourd et qu'il est imperméable à une petite profondeur. En général, il est préférable de choisir une méthode d'irrigation convenant à la topographie du terrain plutôt que de changer celle-ci en vue d'appliquer une méthode d'irrigation déterminée d'avance.

Une bonne préparation du terrain permet d'économiser plus tard sur l'eau et sur la main-d'œuvre; elle doit se limiter pourtant à la suppression des petites dénivellations sans rien changer à la pente et à l'allure générale du terrain; elle peut être plus ou moins complète suivant le type de sol, la méthode d'irrigation employée, le système de distribution de l'eau, le module, le prix de l'eau, le coût du nivellement et la valeur des produits récoltés. Si le nivellement est nécessaire, il doit être terminé avant la plantation et avant l'installation du système de distribution de l'eau.

## Plan et installation du système de distribution.

Les tuyaux en béton ne conviennent pas lorsque l'eau est boueuse et le courant faible; si la pression est élevée il faut qu'ils soient très renforcés. Le but des systèmes de distribution d'eau par tuyaux est de réduire les pertes de terrain et d'eau, de régulariser le courant, particulièrement dans l'irrigation par rigoles, et de réduire la main-d'œuvre nécessaire pour l'irrigation. Lorsqu'on peut irriguer par planches ou par bassins sans endommager les arbres et qu'on dispose d'eau en abondance, que les pentes sont favorables et que les pertes par infiltration ne sont pas excessives, on peut se contenter de fossés à ciel ouvert en terre, ou bien de canaux en bois ou en maçonnerie.

## Méthodes d'irrigation.

L'irrigation consiste à humecter la masse de sol occupée par le système racinaire de la plante irriguée sans qu'il

ait pénétration excessive de l'eau au-dessous de la zone des racines, ni trop de pertes par ruissellement.

Les principaux facteurs dont dépend le choix de la méthode d'irrigation à employer sont les suivants: dimensions, écartement et système de plantation des arbres, importance et durée du débit, système de distribution, hauteur d'eau à appliquer.

## Irrigation souterraine.

Elle consiste à appliquer l'eau au-dessous de la surface du sol soit par fossés à ciel ouvert, soit par tuyaux poreux contenant l'eau sous pression.

L'irrigation souterraine peut être naturelle ou artificielle. Dans la première, l'eau monte par capillarité à partir de la nappe d'eau souterraine; si le niveau de cette nappe est assez élevé pour fournir de l'humidité aux racines superficielles, des accumulations de sels se produiront probablement, en climat aride, à la surface du sol; s'il est trop bas on sera obligé de répandre de l'eau à la surface du sol; si le niveau de la nappe est variable, ce système d'irrigation ne convient pas à la culture des plantes pérennes; en effet lorsqu'il descend, le système racinaire se développe vers le bas; lorsqu'il monte et reste assez haut pendant plusieurs semaines, les jeunes racines sont détruites.

L'irrigation souterraine par fossés est praticable, si trois conditions au moins sont remplies: un substratum peu perméable, une surface du sol poreuse favorable au déplacement latéral de l'humidité et un drainage facile. Même lorsque ces trois conditions sont remplies simultanément, ce qui est rare, il y a danger d'inondation pendant les périodes de fortes pluies.

L'irrigation souterraine par tuyaux poreux économise l'eau, diminue le coût des travaux culturaux, élimine les pertes par évaporation à la surface du sol et supprime l'érosion. Comme le déplacement latéral de l'eau dans les sols perméables est très faible, ce système d'irrigation suppose, pour ces sols, des tuyaux très rapprochés, ce qui en élève beaucoup le prix de revient.

## Irrigation en planches.

Elle consiste à établir des digues parallèles entre lesquelles on submerge le sol. En général elle convient aux

(1) D'après Martin R. HUBERTY, in « The Citrus Industry » (Batchelor et Webber), volume II, pages 445-493.

sols à texture grossière et aux terrains presque plats. Elle ne convient pas lorsque le module est petit. Il n'est pas nécessaire que la pente soit homogène sur toute la longueur d'une planche pourvu qu'elle ne dépasse, nulle part, certaines limites ; il est nécessaire cependant que la pente transversale du terrain soit très petite. En Californie cette méthode est employée surtout pour l'irrigation des jeunes arbres ; on ne peut l'employer si le sol reste trempé longtemps après l'irrigation, à cause du danger d'infection des troncs par la gommose.

Dans les jeunes plantations, en sols sableux, on peut faire des planches de 2 mètres de largeur ; à mesure que les arbres grandissent et que leur système racinaire s'étend on élargit les planches de façon qu'il n'y en ait qu'une, finalement, par rangée d'arbres. Si l'on dispose de beaucoup d'eau on peut donner aux planches une pente de 0,05 % ; sinon une pente de 0,02 % est suffisante.

On peut aussi, si l'on sème en été des plantes de couverture, construire des digues dans les interlignes de façon que celles-là se trouvent dans une planche de 2 m. 40 à 3 mètres de largeur, ce qui permet de les irriguer séparément.

#### Irrigation suivant les courbes de niveau.

Dans cette méthode d'irrigation on utilise une série de bassins de formes irrégulières et construits au moyen de digues suivant des courbes de niveau ; la distance verticale de ces courbes est de 30 à 60 cm. ; le module doit être assez grand pour permettre le remplissage complet du bassin sans pénétration excessive à l'entrée de l'eau. On emploie cette méthode avec succès dans un certain nombre de vergers à sol sableux de l'Imperial Valley où la pluie ne suffit pas à supprimer l'excès de sels du sol, où le terrain est plat, et le module grand. A cause de la possibilité de gommose, cette méthode ne peut être utilisée qu'en sols sableux et lorsque les arbres sont greffés sur bigaradier.

#### Irrigation par bassins.

A cause du danger de gommose, cette méthode est abandonnée presque partout, excepté lorsque le sol est de texture grossière. Lorsqu'elle est bien appliquée, elle permet d'économiser beaucoup d'eau et de réduire les pertes d'engrais par lessivage.

Le principal avantage de l'irrigation par bassins, c'est qu'elle permet d'appliquer une hauteur d'eau homogène sur la totalité de la surface du sol lorsque la topographie de celui-ci est favorable ; l'humidification du sol est homogène et l'eau peut pénétrer à la profondeur voulue ; le coût de la préparation du sol n'est pas excessif et l'on peut utiliser de gros nodules avec peu de main-d'œuvre ; toutefois, à cause de l'attention continue qu'elle nécessite, cette méthode ne peut être utilisée pour l'irrigation nocturne.

#### Irrigation par sillons.

C'est la méthode la plus employée, car on peut l'appliquer dans un grand nombre de types de sols ; elle permet d'utiliser de petits modules ; de plus, on peut changer facilement, suivant la topographie du terrain, la direction des sillons. Dans les sols peu perméables on peut continuer l'application de l'eau, sans grande attention, jusqu'à obtention du degré voulu de pénétration. Les pentes raides, où l'érosion est très forte, et les terrains plats à sol très poreux ne conviennent pas à ce genre d'irrigation. Quelles que soient l'homogénéité de la pente et les précautions prises pour régulariser le courant, cette méthode ne permet pas d'obtenir, sur toute la longueur du sillon, une pénétration homogène de l'eau, latéralement et en profondeur. Un sillon large permet de mouiller une plus grande surface de sol qu'un sillon ordinaire en forme de V ; il permet d'obtenir de bons résultats même en terrain relativement plat. En sols peu profonds ou très perméables, où l'eau pourrait pénétrer trop profondément, le tassement des sillons donne quelquefois de bons résultats.

Dans les terrains presque plats, à sol poreux, les sillons ne devraient pas dépasser 66 mètres de longueur ; dans les sols lourds les sillons ont jusqu'à 200 mètres de longueur, mais il est préférable de ne pas dépasser 100 mètres.

La pente des sillons varie de 0,1 à 5 % ou plus ; pour les sols de texture moyenne on conseille une pente de 0,25 à 0,50 % ; pour les sols de texture grossière cette pente peut être augmentée tant qu'il ne se produit pas d'érosion. Dans les sols de texture fine, qui s'imbibent d'eau lentement, il peut devenir nécessaire que l'eau reste au moins 72 heures dans les sillons.

#### Irrigation par aspersion.

On l'emploie surtout en pentes raides et lorsqu'il existe dans le sol, à peu de profondeur, une couche d'argile. En général cette méthode d'irrigation est utilisée lorsque les autres méthodes ne conviennent pas.

#### Qualité de l'eau d'irrigation.

La qualité d'une eau d'irrigation dépend non seulement de sa teneur totale en sels mais aussi de la nature et des proportions de ces sels ; une eau contenant un pourcentage de sodium élevé, relativement à sa teneur en calcium et en magnésium, peut avoir, en certains sols, un mauvais effet sur la structure et la réaction du sol, jusqu'au point d'empêcher le lessivage des sels en excès dans la partie du sol occupé par les racines. La nature du sol, les conditions de drainage, le climat et les proportions d'ions déterminent, dans une large mesure, si l'eau peut être employée sans danger pour l'irrigation. Lorsque l'eau contient beaucoup de sels il est bon de maintenir dans le sol un degré élevé d'humidité.

Les agrumes sont très peu tolérants pour le bore ; des citronniers ont souffert dans des régions à basse pluvio-

métrie, lorsque l'eau d'irrigation contenait 0,5 p. p. m. de bore. Le tableau ci-joint, établi par Chapman, peut servir de guide pour apprécier les qualités d'une eau d'irrigation.

### Humidité du sol.

On appelle sol la couche mince de la surface de la terre formée de roches désagrégées et de matières organiques ;

Qualité de l'eau	K × 10 <sup>5</sup> à 25° C (a)	Na × 100 Ca + Mg + Na (b)	Chlore p. p. m.	Bore p. p. m.
Convient dans la plupart des cas . . .	moins de 75	moins de 60	moins de 75	moins de 0.5
Convient suivant le sol, la culture, le climat et d'autres facteurs . . .	75-300	60-70	75-245	0.5-2.0
Ne convient pas dans la plupart des cas . . . . .	plus de 300	plus de 70	plus de 245	plus de 2.0

(a) Conductivité électrique spécifique en ohms réciproques à 25°C. C'est un indice assez précis de la concentration totale des sels ; multiplié par 7, il donne le total approximatif de l'extrait soluble en p.p.m.

(b) Les concentrations sont exprimées en milliéquivalents-grammes par litre.

il comprend trois parties : solide, liquide et gazeuse. Entre les particules solides se trouvent les pores occupés par les parties liquide et gazeuse. Le sol contient d'autant moins d'air qu'il est plus saturé d'eau ; l'irrigation a donc de

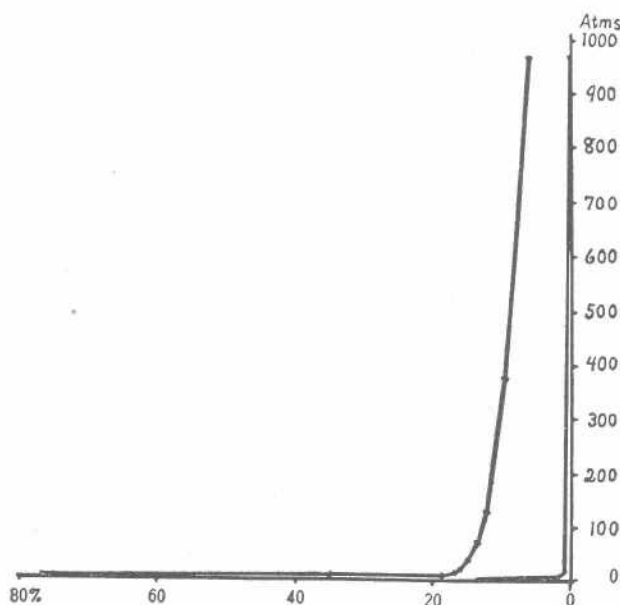


FIG. 1. — Courbes montrant l'augmentation de la force d'attraction de sols à mesure que ceux-ci se dessèchent. A gauche, sous-sol limoneux-sableux ; à droite sol sableux.

(D'après *The Citrus Industry*, Batchelor et Weber.)

l'effet non seulement sur l'humidité mais aussi sur l'atmosphère du sol.

La teneur d'un sol en humidité est le rapport du poids de l'eau qu'il contient au poids de la terre, exprimé en pourcentage.

Il y a deux teneurs du sol en humidité qu'il est important,

pour le planteur, de connaître ; ce sont la *capacité de rétention* et le *point de flétrissement*.

Pratiquement la capacité de rétention est la teneur en humidité, plusieurs jours après l'irrigation, d'un sol dont le drainage est assuré. Le point de flétrissement est la teneur en humidité à laquelle les plantes commencent à se flétrir.

Dans les sols non salins, la force qui retient l'eau au sol augmente très lentement entre la capacité de rétention et le point de flétrissement ; mais à ce dernier point elle augmente brusquement (fig. 1).

Dans les sols salins, la concentration osmotique des solutions du sol s'ajoute à la force ci-dessus ; il faut donc, pour que les conditions soient favorables à la croissance des plantes, maintenir une teneur en humidité plus élevée dans un sol salin que dans un sol non salin.

Le tableau I montre l'influence de la dimension des particules du sol sur la capacité de rétention et sur le point de flétrissement.

Pour le sable comme pour le limon sableux, les fluctuations de la teneur du sol en humidité, entre la capacité de rétention et le point de flétrissement, ne changent pas beaucoup le volume d'air ; pour le limon argileux le volume d'air a augmenté de 125 % entre ces deux points. Pour permettre de grands changements des volumes d'air et d'eau du sol, certains planteurs font ce qu'on appelle de l'irrigation alternée ; le sol est arrosé d'un côté seulement des arbres à chaque irrigation.

Le mouvement de l'eau dans le sol dépend de deux forces : la gravité et la capillarité. Lorsque la teneur en humidité est supérieure à la capacité de rétention la gravité est la force dominante ; lorsque la teneur en humidité est inférieure à la capacité de rétention la capillarité domine.

La vitesse de la montée de l'eau par capillarité, à partir d'une nappe d'eau, varie avec la texture du sol ; dans le sable l'eau monte rapidement mais pas à plus de 30 cm. au-dessus de la nappe ; dans un sol très fin elle monte

TABLEAU I

Facteurs	Sable d'Hanford		Limon sableux de Ramona		Limon de Yolo		Limon argileux de Dublin	
Capacité de rétention (%).....	7,6		12,0		22,5		29,7	
Point de flétrissement (%).....	3,0		4,5		12,0		13,2	
	c. r.	p. f.	c. r.	p. f.	c. r.	p. f.	c. r.	p. f.
Volume de la phase solide.....	60	60	56	56	49	49	47	47
— — liquide.....	12	5	18	7	29	16	37	17
— — gazeuse.....	28	35	26	37	22	35	16	36
Hauteur d'eau disponible (en cm.) par 30 cm. de profondeur du sol..	0,9		1,3		1,6		2,5	

c. r. : capacité de rétention; p. f. : point de flétrissement.

lentement mais plus haut. Le déplacement de l'eau d'un sol humide à un sol sec est lent et limité.

Contrairement à ce qu'on croit souvent, le travail superficiel de la terre ne permet de maintenir un sol humide que s'il y a une nappe d'eau souterraine.

#### Réponse des agrumes à l'irrigation.

Lorsqu'on applique de l'eau à la surface d'un sol elle se déplace, sous l'action de la gravité et de la capillarité, avec une vitesse qui dépend surtout de la dimension des pores du sol. Lorsque le sol est profond et bien drainé, la capacité de rétention est atteinte peu de temps après l'irrigation si la texture du sol est grossière, et quatre ou cinq jours après si celle-ci est fine. La distribution de l'humidité est homogène si la texture et la structure du sol sont elles-mêmes homogènes dans la parcelle irriguée. Lorsqu'il existe une couche de sol peu perméable, le déplacement de

l'eau vers le bas est diminué, et si l'on applique plus d'eau qu'il n'en faut pour que le sol atteigne sa capacité de rétention au-dessus de cette couche compacte, le sol se trouve saturé, ce qui est mauvais pour les agrumes. Dans les vergers où il existe une couche d'argile à peu de profondeur, et une couverture de gazon à la surface, le danger d'excès d'humidité est particulièrement grand en hiver. Dans un sol très calcaire et trop humide la chlorose des agrumes est particulièrement à craindre.

Contrairement à celle des arbres à feuilles caduques, la transpiration des agrumes est relativement importante de la fin de l'automne au début du printemps; il faut arroser en conséquence. Dans les vergers où l'on cultive des plantes de couverture, les besoins d'eau, en hiver, peuvent égaler ou même dépasser ceux des vergers à sol nu en été.

Le tableau ci-joint indique l'effet de l'application de diverses hauteurs d'eau d'irrigation dans les diverses régions de la Californie.

Moyennes des températures maxima du mois d'août et de la pluviométrie annuelle dans les différentes zones climatiques de la Californie Méridionale :

Zone	Moyenne des températures maxima d'août en °C	Moyenne de la pluviométrie annuelle en mm.
Côtière.....	30,6	396
Intermédiaire.....	32,8	498
Intérieure.....	34,4	429

Rendements d'orangers et de citronniers suivant les quantités d'eau appliquées.

Irrigation	Hauteurs d'eau appliquée en cm			Qtx par ha					
	Zone Côtière	Zone intermédiaire	Zone intérieure	Zone Côtière		Zone intermédiaire		Zone intérieure	
				Orangers	Citronniers	Orangers	Citronniers	Orangers	Citronniers
Légère.....	moins de 36	moins de 42	moins de 48	211.7	267.7	196.0	254.2	137.8	169.1
Modérée.....	36 à 45	42 à 54	48 à 62	229.6	291.2	202.7	263.0	166.9	205.0
Ordinaire..... (la plus employée).	46 à 55	55 à 67	63 à 78	225.1	286.7	207.2	268.8	173.6	212.8
Forte.....	56 à 66	69 à 80	79 à 94	222.9	285.6	230.7	300.2	213.9	262.0
Très forte.....	plus de 66	plus de 80	plus de 94	218.4	276.6	246.4	313.6	198.2	243.0

On voit, d'après ce tableau, que la plupart des planteurs auraient avantage à irriguer un peu moins dans la zone côtière, et que dans chacune des autres zones les rendements moyens augmentent jusqu'à l'application d'une quantité d'eau supérieure de 50 % à la dose la plus couramment employée.

La différence entre la quantité d'eau emmagasinée dans la zone des racines et la quantité d'eau distribuée représente l'efficacité de l'irrigation, laquelle est exprimée généralement en pourcentage. L'efficacité de l'irrigation varie beaucoup; elle dépend notamment de la topographie du terrain, de la méthode d'irrigation employée, des caractéristiques du sol et de l'habileté des ouvriers. Dans l'irrigation par rigoles on peut obtenir une efficacité de 70 %, mais en général elle est inférieure.

La fig. 2 indique les variations saisonnières de l'humidité du sol dans un verger de citronniers Eureka adultes de la zone climatique intermédiaire de la Californie méridionale. Le tableau 2 indique les quantités d'eau utilisées par ce verger dans l'intervalle des irrigations. La fig. 2 montre que dans les deux premières couches de 30 cm d'épaisseur du sol, la teneur en humidité, dans l'intervalle des irrigations, a varié d'environ 7 % sans changement apparent de la vitesse d'utilisation de l'eau. A aucun moment d'ailleurs les arbres ne montrèrent de signes de flétrissement. Cette marge de 7 % dans l'humidité équivaut à une hauteur moyenne d'eau d'environ 3 cm pour chacune des deux premières couches de 30 cm d'épaisseur du sol. Lorsque 6 cm de hauteur d'eau ont été tirés des deux premières couches, environ 2 cm 5 ont été tirés de la troisième couche et 1 cm 25 de la quatrième couche. Une hauteur d'eau d'environ 10 cm était donc disponible pour la croissance des plantes.

Dans ces conditions, on peut dire que si l'humidité du sol, dans les quatre premières couches, de 30 cm d'épaisseur,

correspond, au 1<sup>er</sup> avril, à la capacité de rétention du sol, il ne sera pas nécessaire d'irriguer avant le milieu de juin. Avec une utilisation moyenne mensuelle de 6 cm. de hauteur d'eau durant le reste de l'année, l'intervalle maximum des irrigations devrait être de 45 à 60 jours. Si l'efficacité

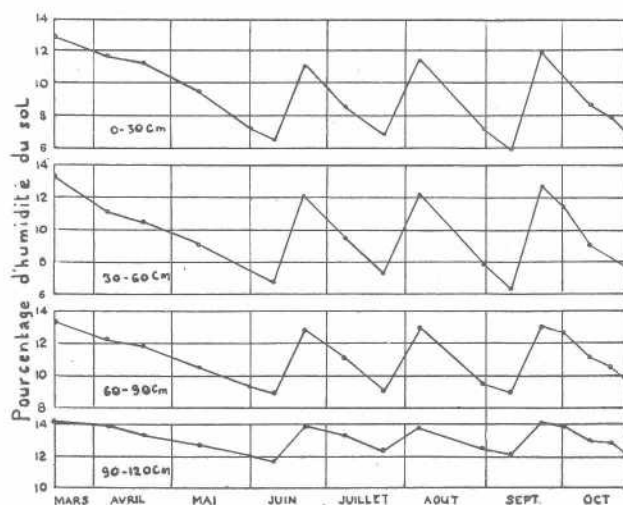


FIG. 2. — Variations saisonnières de la teneur en humidité du sol d'un verger de citronniers adultes dans la zone climatique intermédiaire, en 1927. (D'après *The Citrus Industry*, Batchelor et Webber.)

de l'irrigation est de 60 %, une hauteur d'eau de 15 cm serait nécessaire à chaque irrigation; avec trois de ces irrigations, le verger serait suffisamment pourvu d'humidité en octobre.

La fig. 3 indique les pertes d'humidité du sol, pour cha-

TABLEAU II

Quantités d'eau utilisées par un verger de citronniers adultes dans la zone climatique intermédiaire en 1927  
Perte d'humidité du sol en cm. de hauteur d'eau.

Intervalle	Nombre de jours	1 <sup>re</sup> couche de 30 cm	2 <sup>e</sup> couche de 30 cm	3 <sup>e</sup> couche de 30 cm	4 <sup>e</sup> couche de 30 cm	Total	Perte équivalente en 30 jours
15 mars.-11 mai. ....	57	2.3	1.6	1.5	0.9	6.3	3.3
11 mai-9 juin. ....	29	1.4	1.0	0.7	0.5	3.6	3.7
9 juin-24 juillet. ....	45	2.6	2.8	2.3	1.0	8.7	5.8
24 juillet-11 septembre. ....	49	3.0	3.4	2.6	1.1	10.5	6.4
11 septembre-25 octobre. ....	44	3.4	3.0	2.0	1.4	9.4	6.4
15 mars-25 octobre. ....	222	12.7	11.8	9.1	4.9	38.5	25.6

cune des 6 premières couches de 30 cm d'épaisseur du sol, dues à la transpiration dans un verger du comté d'Orange en 1928-29.

Des observations faites dans un verger de la zone inté-

rieure, comportant une plante de couverture d'été très luxuriante, ont montré que la transpiration y était supérieure de 50 % à celle des vergers de la même zone mais à sol nu. Durant la période de plus grande vigueur de la

plante de couverture, les besoins en eau de celle-ci étaient aussi grands que ceux des arbres.

Dans les conditions désertiques du Coachella Valley, en Californie, la transpiration moyenne mensuelle des pomelos adultes équivaut à une hauteur d'eau d'environ 24 cm pour chacun des mois de juillet, août et septembre et la transpiration totale annuelle à une hauteur d'eau de 180 cm il faut appliquer 240 à 270 cm d'eau d'irrigation par an.

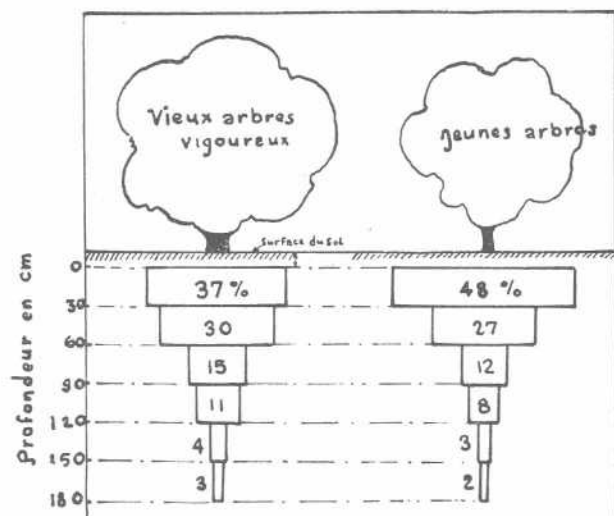


Fig. 3. — Pertes d'humidité, suivant la profondeur, dans un verger du comté d'Orange en 1928-29.

(D'après *The Citrus Industry*, Batchelor et Webber.)

#### Effet de l'irrigation sur le développement des racines.

On a cru longtemps que des irrigations légères mais fréquentes empêchaient le développement des racines en profondeur et que des irrigations fortes, mais plus rares, le favorisaient. Cette idée n'a pas été confirmée par les expériences, excepté lorsque l'excès d'humidité empêche la bonne aération du sol ou lorsque la pluviométrie est insuffisante pour mouiller le sol à la profondeur normale des racines.

En général, l'irrigation par rigoles n'humecte pas la totalité du sol occupé par les racines ; la zone non humectée représente 10 à 40 % de la masse totale du sol.

#### Effet de l'irrigation sur la chute de juin et sur l'importance des dégâts causés par le vent.

La chute de juin est la chute excessive de jeunes fruits qui se produit lorsque la plupart de ceux-ci ont 0,5 à 2 cm de diamètre ; l'orange Washington Navel y est particulièrement sujette surtout dans la zone intérieure de la Californie. Elle se produit lorsque la quantité d'eau existant dans le sol, à la portée des racines absorbantes, est insuffisante pour satisfaire les besoins de la plante.

Dans les conditions désertiques, les pertes par transpi-

ration peuvent être quelquefois supérieures à la puissance du système racinaire et le manque d'eau peut avoir un effet néfaste sur la quantité et la qualité des fruits ; au début, de l'été, il se produit une chute excessive de jeunes fruits et à la fin de la saison une perte de vigueur et un amollissement des fruits, probablement parce que ceux-ci perdent de leur humidité au profit du feuillage qui les entoure.

En été 1931, à la Citrus Experiment Station de Riverside, on étudia l'effet du manque d'humidité du sol sur la chute de juin, dans un verger d'orangers Washington Navel. Durant la période de six semaines allant du 29 juin au 10 août, il tomba en moyenne dans la parcelle 1, où la quantité d'eau disponible pour les arbres fut toujours suffisante, 107 fruits par arbre ; dans la parcelle 2, où l'on suspendit l'irrigation de façon que la première couche de 30 cm du sol reste au point de flétrissement pendant une semaine, il tomba en moyenne, pendant la même période, 358 fruits par arbre ; dans la parcelle 3, où l'on maintint l'humidité du sol au point de flétrissement ou au-dessous, pendant deux semaines, dans la première couche de 30 cm. du sol, et au point de flétrissement pendant une semaine dans la deuxième couche de 30 cm, il tomba en moyenne 436 fruits par arbre. Les rendements moyens par arbre pour chacune de ces parcelles furent respectivement de 88 kg 6, 42 kg 3 et 37 kg 8.

Sur des arbres de mêmes dimensions la surface foliaire est beaucoup plus grande pour les orangers que pour les citronniers ; ceci explique pourquoi un citronnier transpire moins et souffre moins des vents secs qu'un oranger, toutes autres conditions étant égales.

#### Effet de l'irrigation sur la vitesse apparente du grossissement des fruits.

Il y a une relation entre la vitesse du grossissement des fruits et les variations de l'humidité du sol. La fig. 4 montre le grossissement d'oranges Valencia suivant les conditions d'humidité du sol. La parcelle 1 fut arrosée normalement : 4 irrigations, à 4 ou 6 semaines d'intervalle, du 14 juin au 1<sup>er</sup> novembre ; à l'exception d'une courte période avant l'irrigation du 20 septembre, l'humidité de toute la masse du sol fut supérieure au point de flétrissement pendant toute la saison. On observe un ralentissement de la vitesse apparente du grossissement des fruits avant l'atteinte du point de flétrissement dans la première couche de 30 cm. du sol, et une augmentation sensible de cette vitesse après chaque irrigation.

Dans la parcelle 2, la cassure d'un tuyau retarda la seconde irrigation ; les feuilles furent brûlées du côté sud des arbres et les fruits se rétrécirent entre le 12 et le 19 août.

La différence de la dimension des fruits dans les 2 parcelles est due probablement à la différence des conditions climatiques de chacune des localités. Malgré le rétrécissement des fruits au milieu du mois d'août, dans la parcelle 2, la différence de dimension des fruits était pratiquement la même, le 31 octobre, que le 30 juin. La petite sécheresse de mi-août, dans la parcelle 2, ne causa ni chute ni fendillement des fruits.

### Relation entre la température du sol et la transpiration.

La température du sol est d'autant moindre que les irrigations sont plus fréquentes ; mais dix jours après l'irrigation l'effet de celle-ci sur la température du sol ne se fait plus sentir.

En hiver la température du sol peut baisser au point d'empêcher l'absorption de l'eau par les racines. Pendant la gelée de 1937, la température de la première couche de 60 cm. du sol de la Citrus Experiment Station, de Riverside, baissa jusqu'à 4°5 ; comme, en même temps, l'atmosphère était extrêmement sèche les fruits perdirent jusqu'à 20 % de leur eau.

La chaleur spécifique d'un sol sec étant d'environ 0.2 il faut moins de chaleur pour faire monter la température d'un sol sec que celle d'un sol humide. La vitesse d'extension de la chaleur est moindre, toutefois, dans un sol sec que dans un sol humide.

### Effet de l'irrigation sur la réaction du sol.

Des observations ont montré qu'un sol est moins acide aussitôt après une irrigation que lorsqu'il s'est desséché.

### Méthodes de détermination de la date des irrigations.

Certains planteurs arrivent à déterminer la date à laquelle ils doivent irriguer en observant les changements de couleur ou le flétrissement du feuillage ; d'autres observent le développement de plantes à racines peu profondes poussant dans le verger et qui peuvent montrer des signes de manque d'eau avant les citrus.

La régularité du développement des fruits prouve que le sol contient la quantité d'eau nécessaire ; on mesure périodiquement la circonférence des fruits, à un certain moment de la journée.

On peut aussi mesurer le déficit d'eau dans les feuilles ; cette méthode repose sur le fait que lorsque la vitesse de la perte d'eau par transpiration est supérieure à celle de l'absorption de l'eau par les racines, la teneur de la plante en eau diminue. On choisit soigneusement des feuilles ayant atteint le même stade de leur croissance, à un même endroit de l'arbre, ou des arbres, et on les introduit dans une chambre humide ; on enlève la poussière des feuilles et on pèse celles-ci à un centigramme près ; on introduit ensuite les pétioles des feuilles au fond d'un gobelet contenant de l'eau distillée sur une profondeur d'un cm ; on place feuilles et gobelets dans une chambre humide pendant 24 heures ; on retire les feuilles des gobelets, on les essuie et on les repèse. Le déficit d'eau des feuilles est

$$\frac{\text{gain en poids} \times 100}{\text{poids à saturation.}}$$

On a constaté à Riverside que les feuilles d'orangers Washington étaient déjà très fanées lorsque la valeur de ce

déficit n'était que de 7 ; ce déficit était, en général, minimum à 4 heures du matin et maximum entre midi et 14 heures.

On peut aussi injecter du pétrole dans une feuille et observer la vitesse de déplacement et l'extension du pétrole dans la feuille ; celles-ci sont d'autant plus lentes que la feuille est plus sèche.

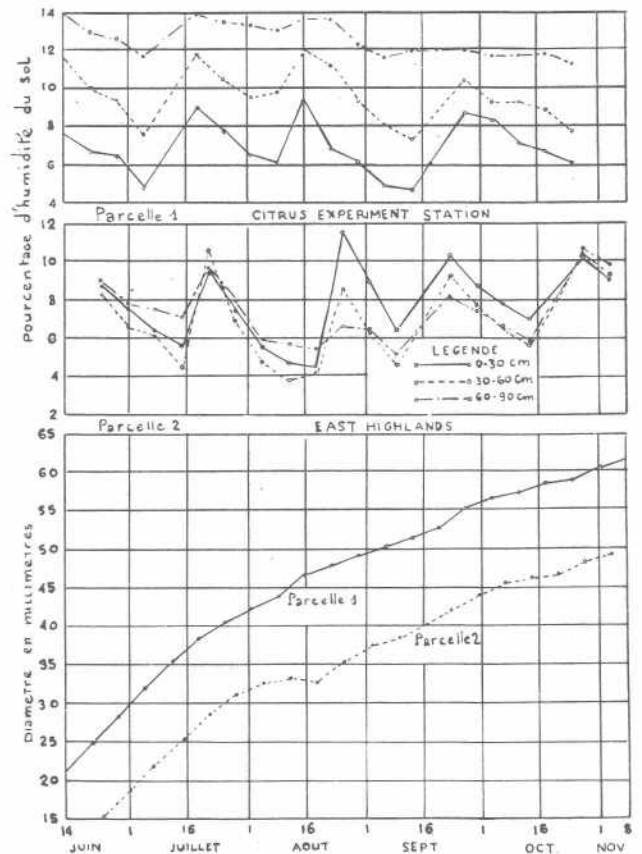


FIG. 4. — Variations de l'humidité du sol et grossissement apparent d'oranges Valencia dans des conditions d'humidité du sol très différentes. (D'après *The Citrus Industry*, Batchelor et Webber.)

On peut utiliser la méthode des électrodes mise au point par Bouyoucos et Mick. Un bloc de plâtre de Paris contenant une paire d'électrodes est enterré dans le sol. La résistance électrique entre les blocs varie avec la teneur du sol en humidité : elle est d'environ 500 ohms lorsque celle-ci correspond à la capacité de rétention ; à mesure que l'humidité diminue, la résistance change peu ; celle-ci change rapidement lorsque l'humidité atteint le point de flétrissement ; la résistance est alors 50.000 ohms environ. On peut enterrer des blocs en divers points du verger.

Traduit et adapté par J. LEMAISTRE,  
I. F. A. C.