

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 75 (1977)

Heft: 1: Sonderheft zum Weiterbildungskurs "Herkömmliche und neue Methoden der Feldbewässerung : Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung"

Artikel: L'irrigation goutte à goutte

Autor: Catzeflis, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-228742>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

brauchsspitzen deckt, kann der Wirkungsgrad aller Verfahren wesentlich verbessert werden (2). Schliesslich sind die *Wassertarife* ein geeignetes Mittel, Überbewässerung und Wasserverluste zu vermeiden.

Bei einer Gesamtfehlmenge von 600 mm und einem $\eta = 0,6$ sind 1000 mm bereitzustellen; verbessert man das η auf 0,7, so verringert sich diese Bewässerungshöhe um 140 mm auf 860 mm!

Bei allen Verfahren der Oberflächenbewässerung muss man mit 10 bis 15 % Überwasser rechnen, das ungenutzt vom Felde abläuft. Diese Mengen können erfasst und wieder verwendet werden.

Zu beachten bleibt allgemein, dass rigorose Sparmassnahmen den Wasserbedarf bei nur geringer Ertragsminderung wohl zu senken vermögen, unter Umständen aber höhere Arbeits- und Unterhaltskosten entstehen, oder dass man in besonderen Fällen den Problemen der Bodenversalzung nicht mehr gerecht werden kann. In jedem Falle wird man eine Optimierung im System Pflanze-Wasser-Boden-Verfahren-Betrieb anzustreben haben, die von einer *Nutzwertbetrachtung* überlagert ist.

Der Wasserwirtschaftsplan

Die Verknüpfung der Bewässerungsanfordernisse mit anderen Nutzungsinteressen am Wasserdargebot erfolgt im sogenannten Wasserwirtschaftsplan; er stellt im Flussdiagramm das letzte Glied dar. In seiner einfachsten Form enthält er:

1. das natürliche Angebot als mittlere Abflussmengen-Ganglinie, samt Darstellung auch der extremen Niedrigwasserführung (Trockenjahre). Die Quantifizierung des Abflussregimes ist in subtropischen und tropischen und zudem kleineren Einzugsgebieten eine der schwierigsten hydrologischen Aufgaben und mit relativ hohen Unsicherheiten behaftet.
2. Die Bedarfsganglinien samt Spitzenwerten sowohl für die Bewässerung wie auch den Bedarf an Trink- und Brauchwasser und sonstige Ansprüche an den Abfluss.
3. Da Bedarfsspitzen häufig mit Niedrigabflüssen zusammenfallen, ist die Frage des Ausgleiches durch Zwischenspeicherung zu studieren.

Alle damit zusammenhängenden wasserwirtschaftlichen und technisch-ökonomischen Fragen sind hier nicht zu erörtern.

Literatur

- (1) H. F. Blaney, W. D. Criddle: Determining Consumptive Use and Irrigation Water Requirements. Techn. Bulletin 1275, Agric. Research Service USDA, Washington 1962.
- (2) W. D. Criddle: Steuerung des Bewässerungseinsatzes bei beschränktem Wasserangebot. Zft. f. Bewässerungswirtschaft 10. Jg., Heft 1/1975, DLG-Verlag, Frankfurt.
- (3) E. Frei und P. Juhaz: Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter Schweizer Verhältnissen. Eidg. Landw. Versuchsanstalt Zürich, Reckenholz, 1963.
- (4) Anonymus: Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper Nr. 24, FAO 1974.
- (5) Anonymus: Effective rainfall. Irrigation and Drainage Paper Nr. 25, FAO 1975.
- (6) Anonymus: Technique de l'irrigation et aménagement des ressources en eau. Bulletin d'Irrigation et de Drainage Nr. 1, FAO, Rome 1972.
- (7) K. Kreeb: Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. G. Fischer Verlag, Stuttgart 1964.
- (8) M. Poirée, Ch. Ollier: Irrigation. Eyrolles, Paris 1966.
- (9) Goldberg, Gornat, Rimon: Drip Irrigation, principles, design and agricultural practices. Drip Irrig. Scient. Publications 1976.
- (10) O. W. Israelsen, V. E. Hansen: Irrigation Principles and Practices. J. Wiley and Sons Inc., New York 1967.
- (11) Primault: Du calcul de l'évapotranspiration. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. Serie B 12, 1962.
- (12) H. Walther, H. Lieth: Klimadiagramm-Atlas. G. Fischer Verlag, Jena 1967.
- (13) H. v. Pogrell: Zwei Jahre Erfahrung mit der Feldberegnung in Mittelamerika. Zft. f. Bewässerungswirtschaft 1971, Heft 1, DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- (14) P. Ohlmeyer, J. Hoyningen-Jlvene: Die Probleme bei der Prognose des Wasserverbrauches eine Pflanzenbestandes . . . unter extrem ariden Klimabedingungen . . . Mitt. Nr. 46/1975 des Leichtweiss-Institutes, Braunschweig.

Adresse des Verfassers:

Prof. DDR. H. Grubinger, Institut für Kulturtechnik der ETH, 8093 Zürich-Hönggerberg

L'irrigation goutte à goutte

J. Catzeflis

On utilise le nom d'irrigation goutte à goutte pour toute une gamme de systèmes de distribution de l'eau, dont les caractéristiques communes sont les suivantes:

1. l'eau est distribuée localement, et non sur toute la surface de la culture,
2. en chaque point de distribution, elle est donnée en quantités égales.

A bon droit, les Français ont réuni ces systèmes sous le nom d'arrosage localisé.

Pour juger des avantages et inconvénients des divers systèmes proposés, il faut comprendre comment fonctionne l'arrosage localisé. C'est pourquoi, avant de décrire ces systèmes, j'exposerai comment se diffuse l'eau dans le sol à partir d'une source localisée, et ce qui en découle pour l'espacement des points d'arrosage, la dose et la fréquence d'arrosage.

La diffusion de l'eau et ses conséquences

Les profils que nous avons effectués au cours ou après arrosage localisé ne correspondaient pas à ce qu'on lit parfois dans la littérature. Pour en avoir le cœur net, nous avons placé des tensiomètres à diverses profon-

deurs et distances du point de délivrance de l'eau. Ce sont les zones marquées par des cercles sur la figure 1. L'essai a été fait en deux répétitions dans l'espace et deux dans le temps, en sol perméable (7,5 % d'argile, 68 % de sable) avec 10 à 30 % de gravier. Le débit du goutte à goutte était de 4 litres/heure. La réaction des tensiomètres a permis de tracer le profil d'humectation limité par le front d'humectation h.

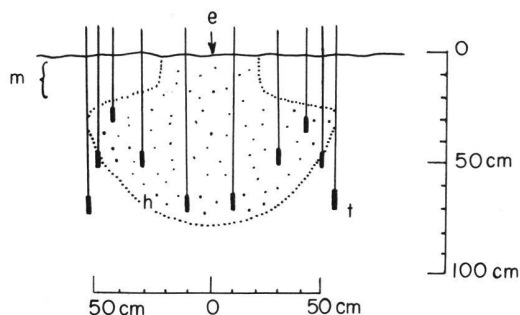


Fig. 1 Profil d'un bulbe humecté par goutteur (e), dans un sol où les 20 premiers centimètres (m) sont motteux; (t): positions des tensiomètres lors de l'essai; (h) front d'humectation.

Ainsi donc même en sol léger, la diffusion se fait dans tous les sens; la partie inférieure du bulbe humecté a la forme d'une demie sphère, dont le centre est plus ou moins profond suivant la perméabilité du terrain.

Bien entendu, la diffusion latérale est mauvaise si le sol est discontinu, fendillé par la sécheresse ou composé de mottes, comme on le trouve dans les serres, où une forte structure motteuse est obtenue grâce aux apports de matière organique. C'est d'ailleurs le cas de la zone m, sur la figure 1.

La diffusion latérale est également faible si l'arrosage revient dans un sol encore saturé, puisqu'elle ne s'exerce que sous l'effet d'un gradient de tension de l'eau du sol. Si l'on arrose trop souvent, l'eau atteint la profondeur en cheminant par les macropores, déjà largement humectés, sous l'effet de la gravité. On l'a constaté en comparant un arrosage d'une heure chaque jour, à un arrosage de 6 heures après 6 jours. L'eau n'atteint jamais 20 cm de rayon, dans le premier cas, et dépassa 40 cm dans le deuxième.

La même considération sur le gradient de tension implique qu'on ne peut indéfiniment agrandir le diamètre du bulbe humecté, en prolongeant l'arrosage; au-delà d'un certain temps, tout le supplément d'eau passe au sous-sol.

De ces constatations, il s'ensuit que l'espacement entre les points de distribution dépend moins de la texture du sol que de la profondeur d'enracinement, comme le montre la figure 2. D'où la règle: l'espacement entre émetteurs sera le double de la profondeur d'enracinement p, elle-même diminuée de la profondeur h du centre de diffusion.

Il n'est pas nécessaire d'observer la même distance entre rampes qui portent les émetteurs, parce que la plante peut s'alimenter avec seulement une partie de ses racines, à condition que ces racines se trouvent dans une zone toujours humide. En pays aride, on constate même

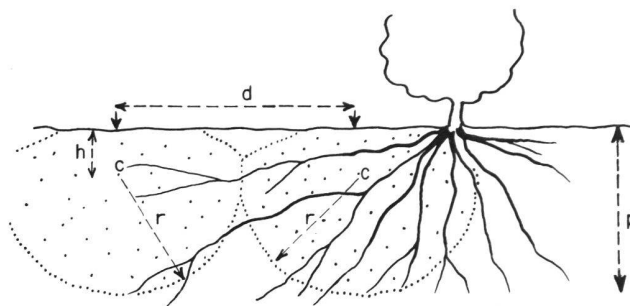


Fig. 2 Règle pour l'espacement (d) entre émetteurs:

$$d = 2r = 2(p-h)$$

c: centre de diffusion de l'eau

h: profondeur du centre de diffusion de l'eau

p: profondeur d'enracinement

que la plante développe presque tout son système racinaire dans le bulbe humecté.

Puisque le volume atteignable par l'arrosage localisé est limité, la dose d'arrosage est limitée à la quantité d'eau que peut absorber le bulbe humectable, compte tenu de l'humidité de ce bulbe au moment de l'arrosage. Donner davantage d'eau est agir comme sur le dessin 3, à gauche. Il semble, néanmoins, que ce raisonnement de pur bon sens échappe à ceux qui calculent, en irrigation localisée, la dose d'arrosage en fonction de l'évapotranspiration potentielle.

A quelle fréquence donner cette dose? De nouveau, l'estimation de l'évapotranspiration ne peut qu'amener à des pertes d'eau, avec les inconvénients qui en résultent: engorgement du sous-sol et lessivage des éléments solubles. Le moment d'arrosage est déterminé par l'humidité des bulbes à humecter; d'où la nécessité de placer un tensiomètre au cœur de 3 à 4 bulbes (figure 3, à droite). En irrigation localisée, la tension d'intervention se situe vers les 300 millibars. A ce seuil, la plante ne souffre pas encore mais le sol est assez sec pour provoquer une bonne diffusion de l'eau.

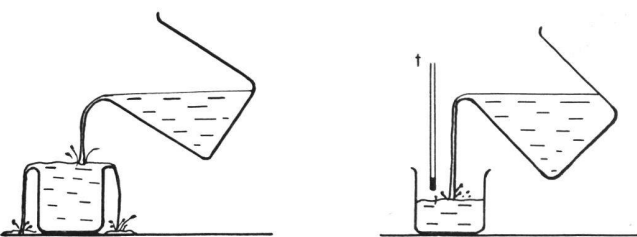


Fig. 3 La dose d'arrosage ne doit pas se calculer sur l'ETP (a gauche), mais sur la capacité d'absorption du bulbe à humecter (à droite). Un tensiomètre (t) renseigne sur l'humidité du bulbe.

La distribution de l'eau

Parmi les systèmes localisant l'eau à travers la culture, le plus connu est le *goutte à goutte proprement dit*. Les gouttes tombent à la cadence de 10 à 20 par seconde, pour un débit de 4 l/heure, le plus répandu (les chiffres cités ici ne sont que des ordres de grandeur, autour desquels les chiffres réels varient suivant les modèles proposés). Ce faible débit est obtenu:

1. par une faible charge dans les canalisations, d'environ 1 bar;
2. par une perte de charge créée
 - soit par un fin tube (0,4 mm de diamètre), de longueur appropriée, appelé capillaire ou microtube,
 - soit par un cheminement en spirale, ou en chicane, de section moins sujette aux bouchages. Ce sont les goutteurs.

Pour terrains en pente, on fabrique des goutteurs compensant l'augmentation de charge, dans une marge de 2 bars. Sauf dans les cultures sous serres ou en contenant, où la surveillance est de toute façon quotidienne, les microtubes sont en perte de vitesse par rapport aux goutteurs: gêne dans la culture, bouchage, etc.

Les très faibles sections des microtubes et des goutteurs requièrent des eaux propres ou parfaitement filtrées. On réalise aussi du *goutte à goutte en distribution linéaire*, au lieu de ponctuelle. L'eau suinte de rubans poreux, sous une pression de 0,3 bar, à raison de 0,5 litre/heure par mètre linéaire. Ce matériel n'est pas destiné à durer plus d'une année, car les micropores dont il est composé se bouchent, même après filtration poussée.

En distribution linéaire ou semi-linéaire, la *double gaine* (1 perforation dans la gaine intérieure pour 4 dans la gaine extérieure) offre moins de risque de bouchage. Faisant un pas de plus dans la lutte contre cet inconvénient, on offre des orifices plus grands, à débits plus élevés, mais intermittants; ou bien à débit continu pendant la durée d'arrosage, mais répartissant l'eau sur une certaine surface: ce sont les «*spitters*», ou cacheurs. Allant plus loin encore, le *système Bas-Rhône* fait de l'arrosage à la raie, mais la répartition de l'eau dans les raies est régulière; les raies sont composées de petits biefs successifs et ces biefs sont alimentés par des orifices calibrés, à dimension assez importante pour ne requérir qu'une filtration élémentaire.

Tous ces systèmes sont alimentés par un ensemble de conduites en plastique noir (pour éviter le développement des algues) avec, en tête du réseau, un ensemble de vannes, vanne volumétrique, régulateur de pression, filtre, manomètre, etc. . . . Voir figure 4.

Je passerai sous silence l'étude hydraulique du réseau; les maisons qui fournissent le matériel sont parfaitement au courant sur cet aspect; elles font même l'étude du projet en fonction de la topographie du périmètre.

Les exemples ci-dessous le démontrent à suffisance.

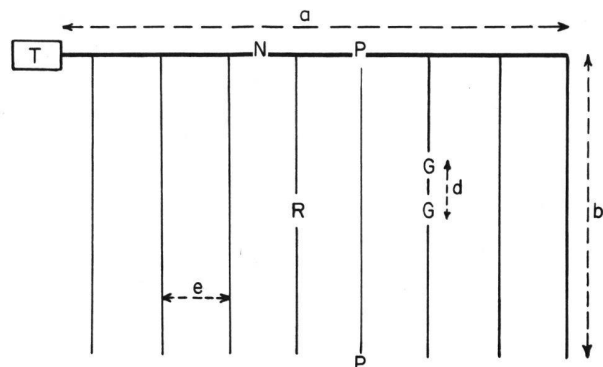


Fig. 4 Les paramètres servant au calcul du coût de l'installation
 T: ensemble de tête du réseau P: raccord et purge de rampe
 N: nourrice G: goutteur
 R: rampe b: longueur de la rampe
 a: longueur de la nourrice d: espacement entre goutteurs
 e: écartement entre rampe

Le coût du matériel

Pour calculer le prix au m² équipé, on propose la formule suivante:

$$F \text{ (francs)} = \frac{1}{b} \left(\frac{T}{a} + N + \frac{P}{e} \right) + \frac{1}{e} \left(R + \frac{G}{d} \right)$$

Les lettres majuscules sont attribuées au prix des fournitures, à savoir:

- T: l'ensemble de tête (de 200 à 1000 fr.)
- N: le prix du mètre linéaire de la nourrice (2 à 3 fr.)
- P: le prix d'un raccord et purge de rampe (2 à 4 fr.)
- R: le prix du mètre linéaire de rampe (0,40 à 0,95 fr.)
- G: le prix d'un émetteur (0,50 à 1,50 fr.)

Les lettres minuscules ont trait aux dimensions, soit:

- a: longueur de la nourrice
- b: longueur de la rampe
- e: écartement entre rampes
- d: espacement entre émetteurs sur la rampe

Le coût au m² s'abaisse nettement:

1. avec la disposition où la longueur b des rampes est maximale (dans la limite de la perte de charge tolérable),
2. avec la surface a, b sur laquelle s'amortit le coût de l'ensemble de tête T,
3. surtout, avec un écartement e maximal.

Exemple de culture	Paramètres										Fr./m ²
	en francs					en mètres					
	T	N	P	R	G	a	b	e	d		
Vergers de 3 hectares	800	2,5	3	0,60	0,70	300	100	5	1,25	0,29	
Vigne de 1 hectare, un tablard étroit, goutteurs compensés	500	2,5	3	0,60	1,50	250	40	3	3	0,50	
Vigne de 1 hectare, 3 tablards se suivant, goutteurs compensés	500	2,5	3	0,60	1,50	80	125	3	3	0,44	
Fraisière de 0,2 ha	500	2,5	3	0,60	0,70	24	80	1,20	0,60	1,76	

Limites, avantages et inconvénients

On voit aussitôt l'une des limites de l'arrosage localisé: le coût devient prohibitif dès qu'il s'agit de cultures à faible enracinement, ou pire, devant être semées sur terrain sec, parce qu'elles exigent une forte densité de goutteurs et de rampes. Seules des raisons spéciales peuvent encore faire préférer l'arrosage localisé à l'aspersion:

- une grande sensibilité aux maladies, dès que le feuillage est mouillé,
- la nécessité de pouvoir circuler à tout moment en terrain sec,
- la nécessité d'un arrosage très régulier dans une région à vent persistant, ou à forte pente etc.

De plus, ces cultures sont généralement annuelles, si bien que les rampes doivent être retirées avant le travail du sol.

Une seconde limite tient à la délicatesse du réseau et de certains émetteurs; au soin à apporter lors du montage, des transformations, réparations; à la surveillance des filtres, des émetteurs; aux opérations de lavage chimique s'il y a des dépôts minéraux; bref, à une formation technique que beaucoup de pays n'ont pas encore acquise. L'irrigation localisée ne procure pas certains avantages qu'offre l'aspersion: protection contre le gel printanier, coloration des fruits par bassinages fréquents, adoucissement du micro-climat lors des fortes chaleurs, entraînement des engrais en profondeur si l'on arrose de suite après leur épandage.

En irrigation localisée fertilisante, on assure aussi, et même mieux, la pénétration des engrais jusqu'au niveau des racines; mais cette technique demande des dosages précis, le choix d'engrais entièrement solubles – et chers –, enfin un climat stable. Elle est indissociable de l'irrigation localisée en pays aride; elle ne se justifie pas en climat à irrigation de complément.

L'avantage le plus important de l'irrigation localisée tient à l'économie d'eau d'arrosage, à la suite de multiples raisons qu'il serait trop long d'énumérer aujourd'hui. Dans nos climats et en culture pérenne, l'économie peut atteindre les 60 % de ce qu'on utiliserait par aspersion. Dans les pays semiarides, l'arrosage localisé permet d'utiliser des eaux légèrement salines, parce que la ten-

sion osmotique de l'eau, dans le bulbe proche de la saturation, reste à un niveau supportable pour la plante. Par aspersion, cette tension osmotique monterait au fur et à mesure que le sol se dessèche. Dans ces pays, l'arrosage localisé offre une solution élégante pour la reprise des jeunes arbres, jusqu'à ce qu'ils aient développé des racines capables d'utiliser les réserves profondes du sol.

Dans tous les pays, il a souvent donné des rendements supérieurs en quantité, qualité, régularité ou précocité. Les causes sont à discuter.

Il libère de la sujétion de déplacer les tuyaux d'aspersion, tout le dispositif est en place de manière permanente, à moindre coût qu'un arrosage par aspersion en couverture totale. Il libère aussi des incompatibilités entre végétation ou sol mouillés, d'une part, traitements et autres travaux à faire au moment voulu, d'autre part. L'arrosage localisé est une solution obligée quand le débit disponible est limité. Par exemple, deux mètres cubes à l'heure permettent d'arroser 2500 m² à la fois, soit 1/2 hectare par jour; ce même débit suffit à peine à faire tourner 2 petits jets à buse de 4 mm et sous pression de 4 atmosphères.

En fin de compte, l'irrigation localisée n'est pas une panacée, mais seulement un progrès sensible dans un certain nombre de cas particuliers.

Bibliographie

- Anonyme, 1970. «Note sur la technique de l'irrigation au goutte à goutte». CERAFER, Centre international de Bordeaux. 23 p.
1973. «L'irrigation par goutte à goutte». Arboriculture fruitière, 229, 46–50.
1974. «L'irrigation localisée». INVUFLEC, Paris, 192 p.
1976. «Modalité d'apport d'eau aux cultures». CRA Avignon. 66 p.
- Bernstein, Bravdo, Safran, 1975. «L'irrigation de la vigne par goutte à goutte». Bulletin O. I. V. 48, 405–429.
- Decroix, 1974. «2e congrès international sur l'irrigation goutte à goutte». CTGREF. 43 p.
- Rotenberg, 1968. «Irrigation par goutte à goutte». Institut israélien de technologie, publication no 80, 767. 58 p.

Adresse de l'auteur:

J. Catzefflis, ing. agr., RAC, Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères, 1964 Conthey

Die Verfahren der Oberflächenbewässerung, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung

H. M. Horning

1. Begriffe

Unter dem Begriff der Oberflächenbewässerung werden die Verfahren zusammengefasst, bei denen das Wasser

über die Oberfläche des Bodens geleitet werden muss (Fließbewegung) bis zu dem Punkt, an dem das Wasser in den Boden zur Wiederauffüllung der Bodenfeuchte eindringen soll (Infiltration). Im Gegensatz hierzu wird bei den neueren Verfahren das Wasser mittels Rohrleitungen und durch Versprühen oder Verträpfeln auf dem Felde verteilt (Verfahren der Beregnung usw.) oder von einer künstlich wassergesättigten Zone im Untergrund durch kapillaren Aufstieg der Wurzelzone zugeführt (Verfahren der Untergrundbewässerung).

In fast allen Hauptbewässerungsgebieten der Welt ist der Begriff Oberflächenbewässerung identisch mit dem Begriff Bewässerung schlechthin; dies ist in der jahrhundertalten Tradition der Bewässerung begründet, die