LE PROCÉDÉ D'IRRIGATION PAR « GOUTTE A GOUTTE » APPLIQUÉ A LA VITICULTURE

G. ALLAIN

INTRODUCTION

Comme tout élément de production, l'irrigation fait l'objet de recherches constantes qui concourent à une évolution rapide de cette technique. Evolution due au perfectionnement des systèmes déjà utilisés (gravité, aspersion...) mais aussi à l'introduction, ces dernières années, de nouveaux modes d'arrosage, comme le procédé d'irrigation par « goutte à goutte ».

Utilisé chez nous depuis quelques années, surtout en horticulture et cultures maraîchères, ce procédé intéresse maintenant des arboriculteurs et viticulteurs du Midi. C'est ainsi qu'en Corse, plus particulièrement dans le Sud et l'extrême Sud de l'île (région de Figari-Pianottolli...), quelques vignobles sont équipés suivant cette technique.

Ces régions vinicoles qui bénéficient de l'A.O.C. « Vin de Corse » et produisent des vins rouges (de conservation relativement courte et n'atteignant leur plénitude qu'au cours de la deuxième, parfois de la troisième année suivant les millésimes), des vins rosés et blancs (parfumés après la fermentation mais qui doivent être consommés tôt car ils perdent rapidement de leur arôme) sont des régions où l'irrigation s'avère indispensable lorsque l'on considère la nature du sol et le climat qui les caractérisent.

I. — NECESSITE DE L'IRRIGATON DANS LA REGION VINICOLE DE FIGARI-PIANOTTOLI

A) ETUDE DU SOL

1° Caractéristiques du sol.

Le sol considéré est un sol d'arènes granitiques (sol lessivé, riche en silice et pauvre en matière organique) peu profond (de 40 à 60 cm de

terre arable en moyenne, avec des extrêmes de quelques centimètres à 1,50 m maximum) ce qui implique sa subordination à la roche-mère (granit).

— **Texture de la zone explorée par les racines :**

— 40 p. 100 de sable grossier,

— 25 à 30 p. 100 de sable fin,

— 10 à 15 p. 100 de sable très fin (ou limon grossier),

— 4 p. 100 de limon fin,

— 2 p. 100 d'argile,

(Ces chiffres sont le résultat de l'analyse de deux échantillons de terre prélevés à 0,30 m et 0,60 m de profondeur.)

Constitué de 85 p. 100 de sable dont 40 p. 100 de sable grossier, ce sol est caractérisé par une **perméabilité importante** comme le montrent les résultats des tableaux I et II.

TABLEAU I

Perméabilité des terres
(adapté d'après SCHLICHTER)

	Perméabilité (P) (cm/heure)	Diamètre moyen des grains (en mm)
Limons	0,06	0,01
Sables fins	1,00	0,04
—	2,37	0,06
—	6,59	0,10
Sable	26,35	0,20
Sable grossier	105,50	0,40

Selon les données du tableau précédent, le sol considéré aurait une perméabilité de l'ordre de 49 cm/heure, donc très rapide en regard du tableau ci-dessous :

De plus son faible pourcentage d'argile implique une **capacité de rétention peu importante** ce qui réduit d'autant la capacité utile de ce sol (de l'ordre de 6 à 8 p. 100).

(N.B. — Capacité utile = capacité de rétention — point de flétrissement.)

TABLEAU II

Perméabilité des terres
(d'après SOIL SURVEY MANUAL)
Infiltration (centimètres par heure)

Importance de la perméabilité	Centimètres/heure
Très lente	moins de 0,127
Lente	0,127 à 0,5
Relativement lente	0,5 à 2
Moyenne	2 à 6,35
Relativement rapide	6,35 à 12,7
Rapide	12,7 à 25
Très rapide	plus de 25

Au point de vue chimique, ces sols sont caractérisés par un pH légèrement acide de l'ordre de 6,2 à 6,8 et par une **carence en magnésium.** Il faut noter aussi une **faible activité microbienne** due à une **absence d'humus** et à une **sécheresse prolongée.**

2° **Conclusion.**

Cette étude rapide du sol nous permet de conclure à une action réduite, sur le couvert végétal (dans le cas présent : la vigne), des précipitations qui peuvent survenir en cours de végétation. Les eaux sont en effet drainées rapidement vers les couches profondes du sous-sol ou perdues par ruissellement, le relief étant relativement accidenté.

Dans certains types de sols plus profonds, cette eau pourrait être utilisée par la vigne, le système radiculaire pouvant s'établir en profondeur, mais dans le cas présent la faible épaisseur du sol laisse supposer un enracinement assez superficiel réduisant d'autant l'action d'éventuelles nappes d'eau souterraines.

Les constatations précédentes suffisent pour nous faire percevoir le problème de l'eau et de la végétation dans cette partie de l'île et dans l'optique d'une production optimale des vignobles, l'irrigation semble nécessaire (ceci sera encore plus évident lorsque l'on aura pris connaissance du prochain chapitre). Mais le système d'irrigation retenu devra tenir compte, que ces terres à forte perméabilité et faible capacité de rétention n'exigent que des doses relativement modérées à chaque arrosage avec un temps d'infiltration très court, surtout si l'on tient compte du facteur cohésion (la cohésion est la force qui maintient entre elles les particules de terre). Ces sols sablonneux sont très peu cohérents, aussi de grandes précautions doivent-elles être prises pour le mettre en eau afin d'éviter le ravinement et l'érosion.

B) **ETUDE DU CLIMAT**

1° **Rappel théorique.**

Considérant une plante et un sol quelconque et s'intéressant aux relations pouvant exister entre l'eau et ces deux éléments, il a pu être démontré que la demande en eau d'un végétal découle directement des exigences imposées à chaque instant par le climat. Elle est définie par l'Evapotranspiration potentielle (E.T.P.). Mais l'E.T.P. est limitée par divers facteurs (ex. : résistances s'opposant au passage de l'eau au niveau sol - racines et feuilles - atmosphère) d'où la notion d'E.T.R., évapotranspiration réelle, qui correspond à la quantité d'eau que le sol et la plante peuvent effectivement céder à l'atmosphère par unité de temps.

Ces notions d'E.T.P. et d'E.T.R. qui régissent l'alimentation en eau des végétaux, déterminent ainsi la turgenscence cellulaire. Celle-ci conditionne la régulation stomatique de la plante, et intervient de ce fait sur le déroulement de la photosynthèse dont dépend directement la quantité de matière sèche produite par un végétal.

Ainsi :

— quand l'E.T.R. = l'E.T.P., le facteur en eau ne limite pas la photosynthèse : la production de matière sèche est optimale ;

— quand l'E.T.R. est inférieure à l'E.T.P., donc que l'offre et la demande en eau sont en déséquilibre, la plante réagit en fermant ses stomates ce qui limite les échanges gazeux avec l'extérieur

(absorption de gaz carbonique restreinte). Il s'ensuit une diminution de la photosynthèse et du même coup un ralentissement de la production en matière sèche.

L'irrigation cherchera donc à maintenir la turgescence cellulaire, impératif d'une photosynthèse optimale, en permettant au sol et à la plante d'assurer le débit d'eau déterminé par l'évapotranspiration potentielle. Cette dernière valeur (E.T.P.) découlant, comme nous l'avons vu précédemment, des exigences imposées par le climat, l'étude de ce dernier s'avère indispensable.

2° **Caractéristiques du climat de la région vinicole de Figari-Pianottoli.**

a) **Température :**

— Température moyenne d'hiver : 10,5 °C,

— Température moyenne d'été : 24 °C.

Assez élevées en été, les températures restent clémentes en hiver. Ceci provient de l'influence modératrice de la mer décisive en automne qui voit l'été s'attarder; mais la montagne s'impose dès 200 mètres quoique la vigne puisse encore être cultivée jusqu'à une altitude de 400 mètres à bonne exposition.

b) **Hygrométrie :**

— Hygrométrie moyenne : 65 p. 100 (hygrométrie pour l'année 1972 : 73 p. 100.

L'humidité de l'air est une valeur intéressante à considérer puisque la transpiration d'un végétal est d'autant plus intense que l'hygrométrie est faible. Dans le cas présent, 65 % représente une humidité relative assez faible.

c) **Durée d'insolation :**

— 2 708 heures/an dont 380 en juillet.

d) **Vents :**

Ils sont fréquents (200 jours/an en moyenne). Le vent d'Ouest, **très asséchant est le vent dominant.** Il souffle également un vent d'Est humide (le grégali).

e) **Pluviométrie :**

La figure 1 met en évidence deux périodes dans le régime des pluies dont une de faible pluviosité qui correspond à la période de végétation de la vigne. Il faut également remarquer que les mois de juillet et août très secs favorisent une bonne maturation du raisin.

— Hauteur moyenne des plusies de 1964 à 1972 : 679 mm.

— (Hauteur des pluies pour 1972 : 1 032 mm).

3° **Conclusion.**

A l'aide de ces données climatiques, la station météorologique de Miggliacciaro a pu déterminer pour la région de Figari-Pianottoli une E.T.P. de l'ordre de 3 mm d'eau/jour durant la période de végétation de la vigne.

Cependant, cette valeur ne correspond pas toujours réellement aux exigences du climat ; aussi, pour être plus précis dans l'évaluation des besoins en eau; on a réalisé la figure 2 d'après les remarques de LAFOREST (1959) qui utilise pour cette évaluation les températures maximales sous abri (Tm). Une relation existe en effet entre E.T.P. mensuelle et Tm : E.T.P. = 4 Tm. Le coefficient de corrélation qui lie ces deux séries de mesures varie de 0,8 à 0,9 la relation étant meilleure pour une année humide que pour une année sèche (en aucun cas cependant, cette détermination, simple mais suffisante pour avoir une idée assez juste d'E.T.P, ne saurait être aussi précise qu'une valeur calculée à l'aide de la formule de THORNTHWAITE ou de TURC).

La figure 3 permet de remarquer tout d'abord qu'une E.T.P. de 3 mm d'eau par jour pour la région est une valeur moyenne qui de ce fait correspond à peu près à la réalité des besoins pour toute la période de végétation, mais qui ne saurait être retenue valablement lorsque l'on veut effectuer une irrigation rationnelle. Le seuil des 90 mm d'eau par mois, couvert surtout par l'irrigation, pour les mois de mai (76 mm), juin (80 mm), juillet (86 mm), fait apparaître un apport excessif d'eau pour les deux premiers mois d'irrigation (fin avril, mai) et un déficit de 20 mm pour le mois de juillet. Ceci pose le problème de la détermination précise de l'E.T.P. et de la connaissance de cette valeur au moment voulu pour

l'irrigation, ce qui peut s'obtenir facilement par la formule de THORNTHWAITE pour laquelle il suffit de déterminer la température moyenne de l'air.

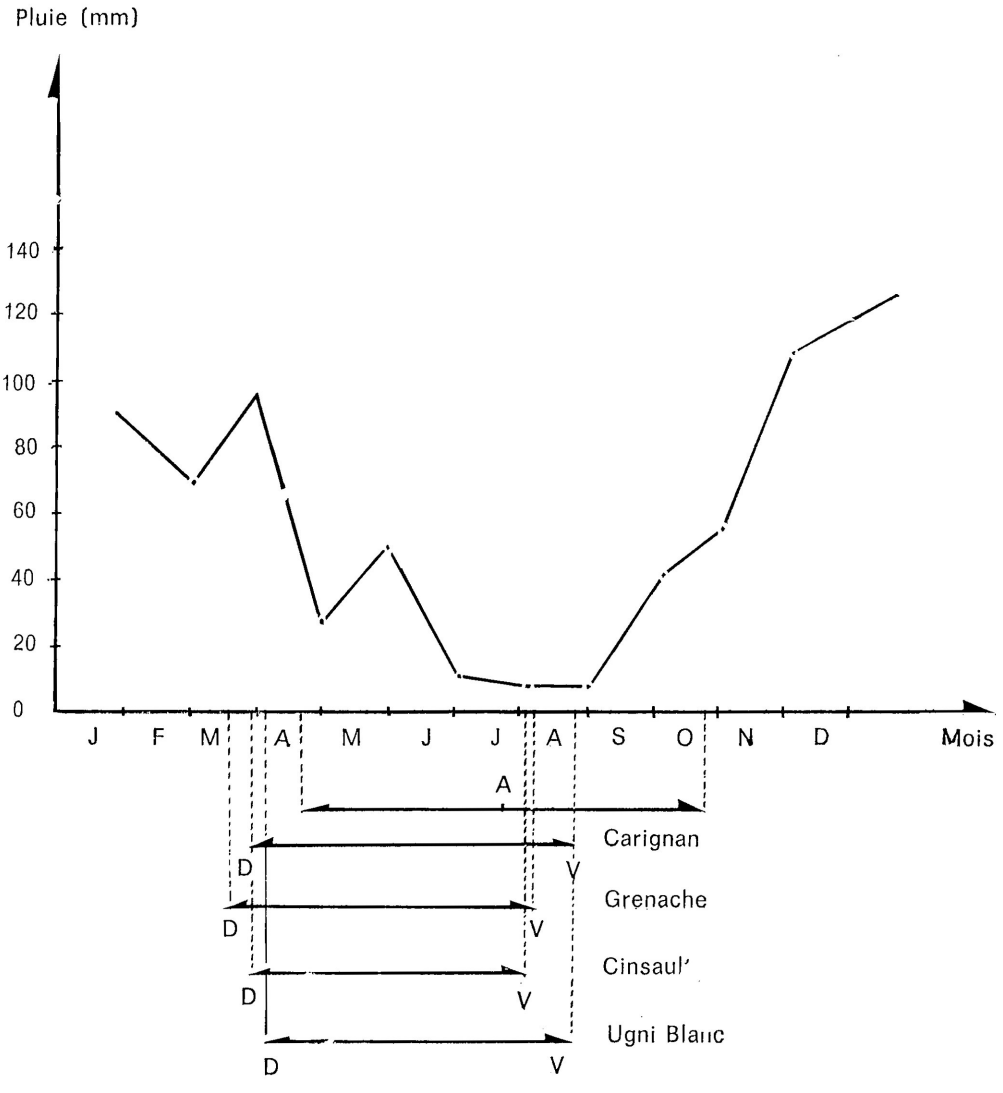
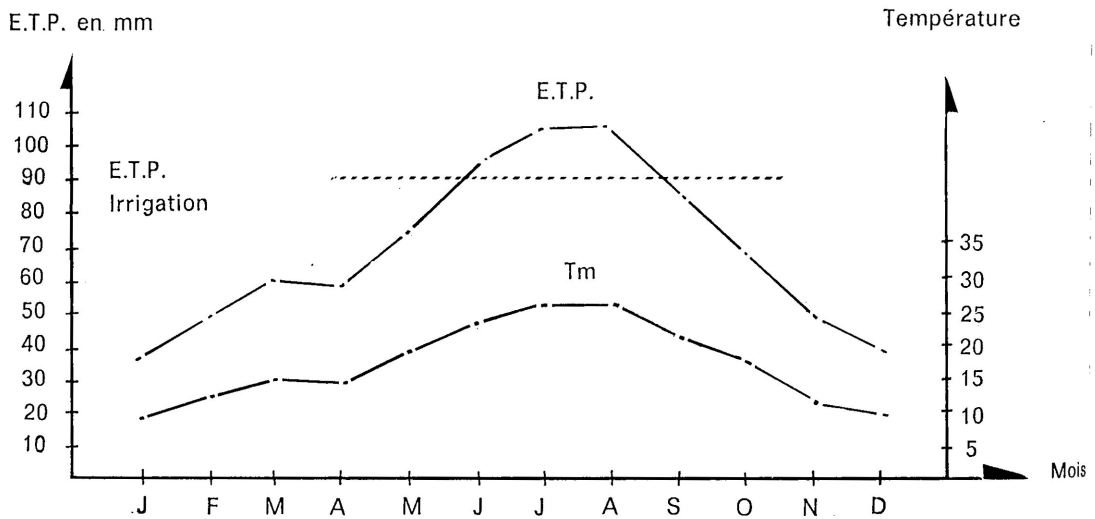


Fig. 1. — Hauteur des pluies (en mm)
(Valeurs moyennes pour les années 1964 à 1972)
— A_1 = Période de faible pluviosité (147 mm/679 mm).
— D et V = Date approximative de Débourrement et Véraison des principaux cépages de la région.

D'autre part, la figure 3 met en évidence le déficit en eau du vignoble durant la période de végétation. Notons cependant que les risques

qu'il représente ne revêtent d'importance que jusqu'à la véraison. En effet, jusqu'au terme de ce stade végétatif, une bonne alimentation en eau de la vigne est souhaitable d'où la nécessité de l'irrigation dans le cas présent (commencer tôt l'irrigation et maintenir une humidité du sol égale à la capacité de rétention). Après ce stade qui correspond dans la région, selon les années et les cépages, à fin juillet pour les Cinsaults, 5-10 août pour les Grenaches et 15-20 août pour les Carignans et Ugnis blancs, un sol relativement sec est nécessaire pour une bonne maturation de la vendange. On considère alors que l'humidité du sol doit correspondre à 50 p. 100 de la réserve utile. Précisons enfin que dans l'optique d'une production de qualité et en conséquence de ce qui précède, la législation de l'irrigation, possible jusqu'au 31 juillet, correspond à peu près aux exigences de la plante.



— Tm = Moyenne mensuelle des températures maximales.

Fig. 2. — Besoins en eau du vignoble (E.T.P.) en fonction de la température du mois de septembre 1971 au mois d'août 1972.

On ne peut conclure cette brève étude du sol et du climat, dont le but était de mettre en évidence la nécessité de l'irrigation du vignoble dans la région, sans souligner l'aspect économique qui en résulte. L'eau n'intervenant plus alors comme facteur limitant des rendements, permet d'envisager à qualité égale, nous le verrons dans le chapitre des résultats, une production supérieure donc une meilleure rentabilité des vignobles.

N.B. — (Les données numériques relatives à la température, l'hygrométrie et la pluviométrie, sont des moyennes établies par M. VICTOOR 20 - PIANOTTOLI pour les années 1964 à 1972).

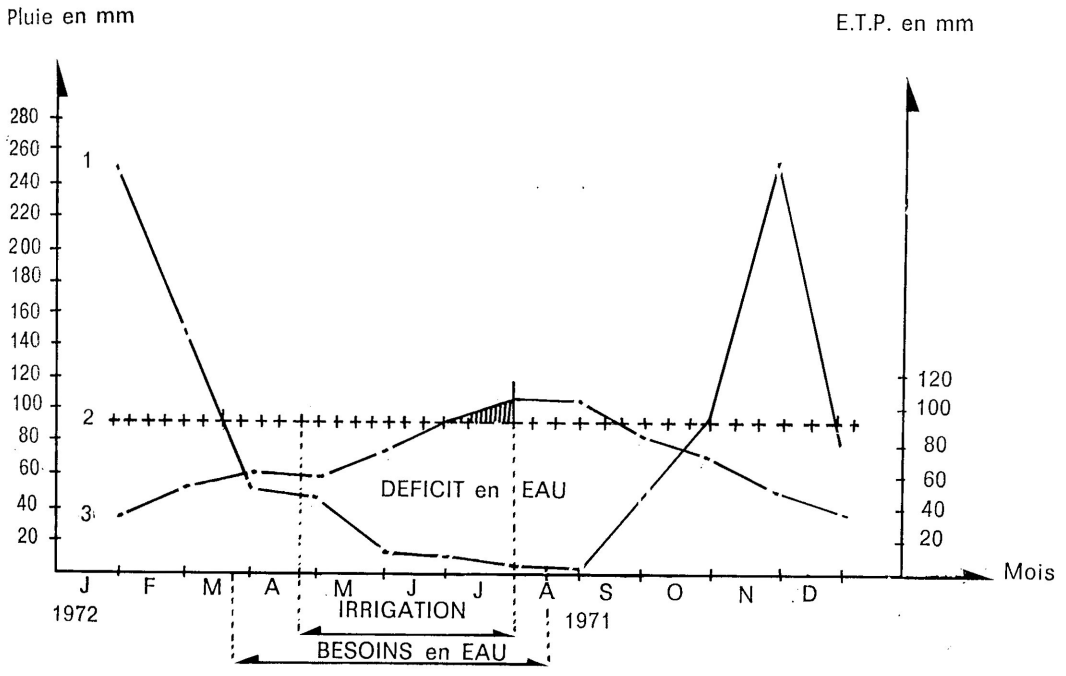


Fig. 3. — Déficit en eau du vignoble en fonction de l'E.T.P. et des précipitations du mois de septembre 1971 au mois d'août 1972.

— Courbe 1 = Hauteur des pluies pour l'année 1971-1972.
— Courbe 2 = E.T.P. retenue pour l'irrgation
— Courbe 3 = E.T.P. pour l'année 1971-1972 (E.T.P. =/= 4 Tm)
— = Déficit en eau non comblé par l'irrigation.

TABLEAU III

Comparaison de données numériques relatives à la climatologie de la région vinicole de Figari-Pianottoli par rapport à quelques autres régions vinicoles

Eléments climatologiques de comparaison	Perpignan	Bordeaux	Mâcon	Strasbourg	Région de Figari-Pianottoli
Température moyenne .	15°5	12°6	10°9	10°	17°2
Hauteur des pluies (en mm)	596	879	780	614	679
Durée d'insolation (en heures)	2 644	2 052	2 024	1 685	2 708
Humidité relative (P. 100)	66	81	77	79	65

(Pour les régions de Perpignan, Bordeaux, Mâcon, Strasbourg, il s'agit de valeurs moyennes calculées pour les années 1921 à 1950. Documentation de la Météorologie Nationale relevée sur le tome n° 2 du traité d'Ampélologie : Sciences et Techniques de la vigne. Pour la région de Figari-Pianottoli il s'agit de valeurs moyennes établies par M. VICTOOR 20 - PIANOTTOLI pour les années 1964 à 1972.)

II. — LE PROCEDE D'IRRIGATION PAR « GOUTTE A GOUTTE » APPLIQUE A LA VITICULTURE

Les premières propositions systématiques de diverses méthodes « goutte à goutte » englobant une distribution souterraine, superficielle ou aérienne sont dues au Professeur Piétro CELESTRE (1960). Ces diverses méthodes furent recherchées, tant pour remplacer les délicats égouttements continuels, que pour élargir le domaine des applications agricoles. L'expérimentation de ces méthodes a commencé il y a une douzaine d'années en Italie et en Israël (travaux de Symcha BLASS) pour se répandre, au cours des trois ou quatre dernières années, aux U.S.A., en Australie et en Afrique du Sud, les superficies concernées étant dans ces pays de 4 000, 4 000 et 1 200 hectares respectivement. L'évolution de leur application reste toutefois prépondérante en Israël, pays pilote en ce domaine (3 700 hectares en décembre 1971 de plantations variées : fruits, légumes) qui, se trouvant devant le fait que l'eau était le seul facteur limitant quant à son expansion agricole, a mis tout en œuvre pour chercher des solutions d'irrigation économiques en eau. Ceci a permis de maîtriser rapidement ce procédé d'irrigation et d'en accroître ainsi son développement. Mais le « goutte à goutte » doit également son expansion à la venue sur le marché, des tuyaux plastiques de faible diamètre et de prix restreints permettant la mise en place d'installations restant dans la limite d'investissements raisonnables. En France, jusqu'à maintenant, seuls les maraîchers et les arboriculteurs du Midi (clémentiniers en Corse, pêchers dans la vallée du Rhône) s'intéressaient à ce système, mais maintenant des viticulteurs font des essais.

Il existe actuellement une foule de matériels vendus dans le commerce ou à l'étude. Parmi eux, il convient particulièrement de noter, en raison de leur diffusion ou de leur nouveauté, le procédé consistant en de légères incisions dans des tuyaux en plastique dans lesquels sont insérés des tubes capillaires, et également les dispositifs du type BLASS (spirale entre vis mâle et vis femelle) commercialisés par les firmes NAAN, Netafim Israël, et qui sont les plus répandus en Europe, en

Afrique et en Australie. Depuis 1970 d'autres méthodes ont vu le jour en France et aux U.S.A. ; elles sont basées sur l'emploi de minuteries électriques et de senseurs d'évaporation quotidienne ou autre, parmi lesquels les dispositifs français apparaissent comme très efficaces.

A) PRINCIPE DE L'IRRIGATION « GOUTTE A GOUTTE »

La méthode de l'irrigation « goutte à goutte » se base sur le principe que l'eau apportée en quantité inférieure à la capacité au champ (capacité de rétention) se répartit dans le sol principalement par les forces capillaires et forme ainsi un bulbe dont le sommet se trouve au point de contact des gouttes apportées régulièrement à faible débit. Ce bulbe d'humidification est constitué de deux cônes coaxiaux dont l'axe se trouve sous le dispositif et dont le cône interne est étroit et saturé ou presque tandis que le cône exerne est large et sous-saturé.

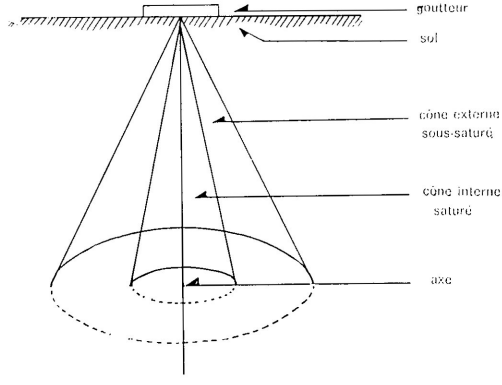


Fig. 4. — Schéma du bulbe d'humidification

Le diamètre de ce bulbe dépend des trois facteurs suivants :

— nature physique du sol,

— débit du goutteur,

— fréquence d'application.

1° Importance de la structure physique du sol.

Elle conditionne le diamètre du bulbe d'humidification et de ce fait détermine la densité des goutteurs à utiliser par hectare.

En sol argileux, on a un cône étendu dont la base initiale a un diamètre de 3 mètres, tandis que pour un sol sablonneux cette dimension est de 0,3 mètre. Le cône étroit se rencontre dans les terrains sablonneux et se réduit souvent pour ces derniers à un cylindre de quelques centimètres dispersant son eau en profondeur (figure 5). Aussi selon la nature des sols irrigués, il faudra, pour avoir les mêmes effets de l'irrigation dans les deux cas, jouer sur la densité ou le débit des goutteurs utilisés.

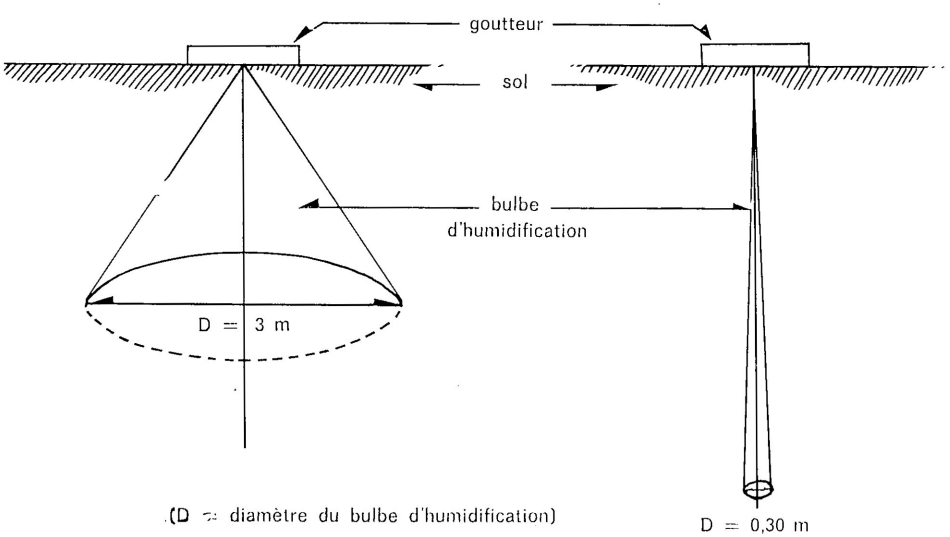


Fig. 5. — Influence de la perméabilité du sol sur le diamètre du bulbe d'humidification

(D = diamètre du bulbe d'humidification.)

2° **Importance des fréquences d'application.**

C'est un des points les plus délicats à déterminer car il fait appel à de nombreux facteurs dépendant du sol (capacité du sol, pouvoir de rétention...), de la plante (stades végétatifs, profondeur de l'enracinement...), des conditions climatiques (E.T.P.) qu'il est difficile d'étudier avec précision.

Cependant, comme nous le montre l'essai suivant, réalisé sur raisins de table, sa détermination judicieuse est importante.

Importance des cadences d'arrosage sur les rendements d'une production de raisins de table

(Essai réalisé et publié par la Faculté d'Agriculture
Université Hébraïque de Jérusalem)

— Cépage : Tamar (41 B)

— Ecartement : 3,0 x 2,0 m

— Goutteurs utilisés : 2 l/h

— Pluviométrie horaire :0,7 mm

— Pluviométrie totale : 750 mm

— Nombre d'heures d'irrigation : 1 071

— Expérimentation : Répartition de ces 1 071 heures d'irrigation au cours de la saison.

— Cadence des arrosages :

  — A = tous les 7,5 jours

  — B = tous les 15 jours

  — C = tous les 30 jours

— Résultats :

  — A = 551 qx/ha

  — B = 453 qx/ha

  — C = 406 qx/ha

Pour déterminer la fréquence d'application, il faut tenir compte des données suivantes :

— Des arrosages répétés mais à dose insuffisante mouillent le sol en surface : l'eau est exposée à l'évaporation directe et s'épuise donc rapidement. Il y a gaspillage d'eau et de main-d'œuvre ;

— Des arrosages plus espacés mais trop copieux humectent profondément la terre et dépassent la zone occupée par les racines. Toute l'eau qui se trouve hors de portée de ces dernières, en profondeur comme en largeur, est complètement et définitivement perdue pour elles, lorsqu'elles ont atteint l'état adulte. C'est là un accident fréquent en terres sableuses et dont on méconnaît trop les déplorables conséquences, telles que les pertes par lessivage en éléments fertilisants qui en résultent (1 m^3 d'eau de drainage contient en moyenne 50 g d'azote nitrique). D'autre part, l'air et l'eau se trouvent dans le sol en quantités complémentaires et sont tous deux indispensables à la vie de la plante : une terre gorgée d'eau ne contient presque plus d'air et devient rapidement inapte à supporter des cultures.

La technique d'irrigation présentée ici se base, pour déterminer la cadence des arrosages, sur l'évaluation de l'évapotranspiration. Ainsi l'application de l'irrigation « goutte à goutte » s'effectue sous forme d'apport d'eau à **intervalles rapprochés** (2 à 4 jours maximum) en fournissant aux plantes la quantité d'eau évapotranspirée pendant ces intervalles. Cette technique doit être conçue de telle façon que l'apport d'eau, dans un temps donné, soit **au moins** 4 à 5 fois supérieur à l'évapotranspiration pendant ce même temps. Ce rapport minimum entre le temps de repos et le temps d'irrigation doit permettre au sol de se régénérer en air qui devient rare ou franchement insuffisant dans le cas d'un suintement ininterrompu (la pratique israélienne prévoit des arrosages interrompus pendant des cycles de 2, 3 jours). Ceci conduit en pratique au partage d'une parcelle à irriguer en sous-parcelles irriguées les unes après les autres. Dans le cas présent l'utilisation de goutteurs de 2,05 l/heure nécessite pour une application de 90 mm d'eau/mois, 120 heures d'irrigation. Le rapport entre le temps d'irrigation et le temps de repos, étant de 1/6, six sous-parcelles ont donc été délimitées. La cadence des arrosages retenue par les techniciens a été de 3 jours avec une durée d'irrigation par passage de 12 heures (72 heures : 6 = 12 heures). La pluviométrie de passage étant de 9 mm, 10 passages sont donc nécessaires par mois (12 × 10 = 120 heures).

B) DESCRIPTION TECHNIQUE DE L'INSTALLATION

Le système d'irrigation « goutte à goutte » introduit de nouveaux modes d'arrosage du sol tout en conservant les modes de transport de l'eau. En fait, il change entièrement la phase finale d'une installation d'irrigation tandis que la partie initiale (canaux ou conduites d'adduction) reste inchangée et que la partie intermédiaire (réseaux de distribution) n'est modifiée que quantitativement.

Le dispositif comprend :

— une tête de ligne,

— un réseau de distribution de l'eau,

— des régulateurs de débit,

— des goutteurs.

1° **Tête de ligne.**

Les fonctions de la tête de ligne sont la filtration de l'eau **(premier impératif de ce système sinon les goutteurs se bouchent rapidement)**, la limitation du débit et de la pressoin et l'injection dans certain cas d'engrais liquides (il y a en effet possibilité de fixer sur la tête de ligne un tank à fertilisation).

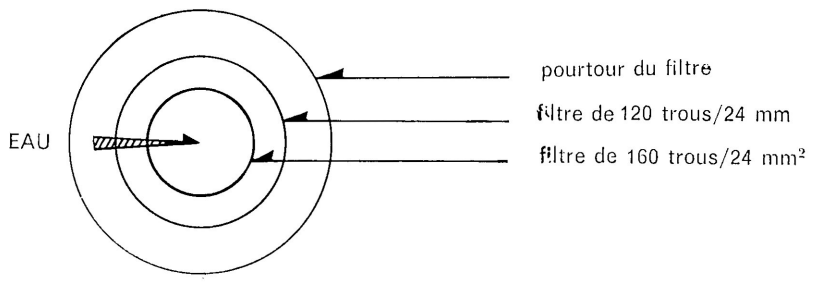


Fig. 6. — Schéma du filtre de finition

La filtration de l'eau est assurée par :

— **Un préfiltre à gravier.**

Placé juste après la pompe, ce dernier a pour but d'éliminer les plus grosses impuretés de l'eau d'irrigation (algues...) ainsi que les fines particules colloïdales ; l'eau passe successivement sur du gravier fin puis sur du sable.

— **Un filtre de finition.**

Situé à la sortie du préfiltre à gravier, il est constitué de deux éléments filtrants cylindriques, emboîtés l'un dans l'autre et comportant respectivement :

— 120 trous/24 mm^2,

— 160 trous/24 mm^2.

2° **Réseau de distribution de l'eau.**

L'eau est répartie dans les parcelles à irriguer par un réseau de tuyaux en polyéthylène, de faible diamètre (de 53 mm pour les canalisations principales à 12,5, 16 ou 20mm de diamètre extérieur pour les canalisations de quadrillage) sous faible pression : 1,2 kg. Les tuyaux sont reliés entre eux par des raccords en laiton, ou à l'aide de manchons électrosoudables en polyéthylène. Les vannes et régulateurs de débit sont incorporés à la canalisation primaire à l'aide de raccords en laiton.

On distingue une canalisation primaire sur laquelle sont branchées, la tête de ligne et les canalisations secondaires, qui servent de support aux canalisations de quadrillage sur lesquelles sont fixés d'une façon régulière les goutteurs. Le départ des canalisations de quadrillage sur les lignes secondaires s'effectue à l'aide de colliers en plastique, spécialement conçus pour cette utilisation.

L'ensemble du système doit être étanche entre la tête de ligne et les conduits « goutte à goutte » afin d'éviter l'introduction, dans la partie du réseau située en aval des filtres, de particules risquant d'obstruer les goutteurs.

3° **Goutteurs.**

— **Goutteur à rainures du type BLASS.**

Le goutteur fabriqué en polypropylène injecté est un petit appareil démontable par éléments, comportant un long rainurage hélicoïdal intérieur que l'eau doit emprunter pour s'échapper du tuyau distributeur. Le rôle du goutteur est de réduire la pression de l'eau de 1,2 kg à 0 kg et de former ainsi des gouttes à un débit régulier. Cette réduction de pression s'effectue par des pertes de charge créées le long de cette vis hélicoïdale entre les douilles intérieures et extérieures du goutteur. La section du rainurage et le tracé du cheminement de l'eau à l'intérieur de l'appareil ont été déterminés après de nombreux essais de façon à éviter le colmatage rapide ou l'obstruction par des particules solides. Sous une pression de 1,2 kg, les goutteurs sont conçus pour des débits de 2, 4 ou 8 l/heure selon la longueur du rainurage emprunté par l'eau. Le prix

d'achat de ces goutteurs est relativement élevé, cependant le prix de revient de l'installation reste compétitif car le montage sur les tuyaux s'effectue en usine et le temps de mise au point dans les plantations est réduit.

Le dispositif de base est constitué par un tube de polyéthylène qui alimente des microtubes piqués dedans. Les microtubes ont un diamètre intérieur de 0,5 mm ou 0,7 mm. Sous une pression de 0,5 à 0,8 kg, ils laissent écouler chacun un débit horaire de 0,5 à 5 l d'eau. Ce dispositif présente l'avantage d'être meilleur marché à l'achat et de pouvoir parfaitement régulariser les doses utilisées, malgré de fortes différences de niveau, en jouant sur la longueur des microtubes. Cependant il nécessite une surveillance régulière car le faible diamètre de passage ne met pas ces goutteurs à l'abri des obturations provoquées par des particules physiques entraînées par l'eau et ce malgré une filtration efficace.

D'autre part, le prix de revient du montage est assez onéreux car l'assemblage s'effectue manuellement et nécessite une mise au point, capillaire par capillaire, pour obtenir l'homogénéité des débits.

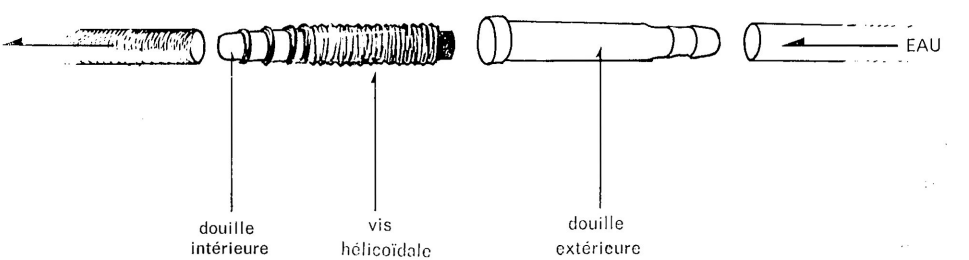


Fig. 7. — Schéma d'un goutteur du type BLASS

Les distances des goutteurs ou des microtubes sur la ligne dépendent principalement du diamètre du bulbe à prévoir. Dans la pratique, le plus souvent, on se base sur les distances de plantation ; il en est de même pour la distance entre les rangs. A chaque goutteur appartient ainsi une surface propre à irriguer en m^2 qui divisée par le débit du goutteur en l/heure donne l'apport d'eau en mm/heure.

Dans le cas présent :

— distance des goutteurs sur la ligne = 1m,

— distance entre les rangs = 2,75 m

d'où une surface d'irrigation par goutteur de 2,75 m^2 et un apport d'eau de 0,75 mm/heure.

4° **Régulateur de débit.**

Chaque parcelle d'irrigation « goutte à goutte » est munie de régulateurs de débit assurant la régularité d'irrigation d'une parcelle à l'autre et sur la même parcelle durant tout le temps de l'irrigation. Le régulateur de débit est un régulateur de pression délivrant un volume constant d'eau dans un temps donné. Il est basé sur le principe du rapport inverse de l'aire de la section transversale de l'orifice du flexible et de la pression de la ligne comme l'illustre la figure ci-dessous.

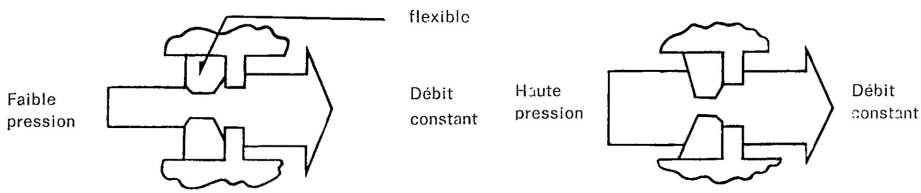


Fig. 8. — Principe du régulateur de débit

Jusqu'à ce que la pression d'entrée atteigne le seuil de pression maximum, l'ouverture de l'orifice reste constante et ses pertes sont proportionnelles à la décharge. Lorsque ce seuil est dépassé, l'orifice déformable assure l'ouverture voulue pour dissiper les excès d'énergie. De cette façon les vitesses uniformes d'écoulement sont accomplies au-dessus d'une vaste étendue de pression et la quantité d'eau destinée à un nombre donné de goutteurs est toujours la même.

FICHE TECHNIQUE

1. Culture	Vigne
2. Distance entre les rangs	2,75 m
3. Distance des pieds sur le rang	1,00 m
4. Surface vitale d'un pied de vigne	2,75 m^2
5. Besoin en eau	90 mm
6. Distance entre goutteurs	1,00 m
7. Surface utile couverte par goutteur	2,75 m^2
8. Débit d'un goutteur	2,05 l/heure
9. Pluviométrie par heure	0,75 mm

10. Nombre d'heures pour une application de 90 mm/mois 120
11. Nombre d'heures par mois 720
12. Rapport entre l'heure d'irrigation et l'heure de repos 1/6
13. Intervalles entre deux passages ..... 3 jours
14. Durée d'irrigation par passage (12 h × 10 passages/mois = 120 h) (× 0,75 mm/h = 90 mm/mois) ..... 12 heures
15. Pluviométrie de passage ..... 9 mm
16. Nombre de goutteurs par ha : $\frac{10\,000\ m^2}{2{,}75}$ 3 636
17. Débit horaire par ha : (3 636 × 2 05 l/h) .. 7,453 m^3/heure

C) AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'IRRIGATION PAR « GOUTTE A GOUTTE »

1° Avantages.

a) Avantages d'ordre agronomique

— Le « goutte à goutte » limite l'érosion et évite le tassement du sol

En effet,l'aspersion produit une succession de chocs qui détruisent les agrégats ; l'eau forme avec la terre de surface une boue qui, après dessication, durcit plus ou moins suivant la nature du sol.

D'autre part l'aspersion ne met pas l'utilisateur à l'abri des dangers d'érosion. Nous avons vu au début de cette étude que le sol considéré est un sol sablonneux donc peu cohérent qui de ce fait présente des risques d'érosion si, lors de l'irrigation, l'apport d'eau est supérieur à la vitesse limite d'infiltration de l'eau.

Le système « goutte à goutte », de par le nombre des postes de distribution d'eau (goutteurs) qui limite la quantité délivrée par chacun, réduit ces risques, et la dégradation de la structure est évitée puisqu'il n'y a pas projection d'eau.

— Economie d'eau

Pour une part, elle tient au fait que les systèmes d'irrigation classiques, par gravité (rigoles) ou aspersion, mouillent le sol et le feuillage. Il s'ensuit une évaporation assez importante. En moyenne elle provoque de 15 à 18 p. 100 de pertes (des essais entrepris au MAROC ont enregistré des pertes dépassant 50 p. 100 en atmosphère sèche).

D'autre part, sous l'influence du vent, outre l'évaporation accrue, la répartition défectueuse de l'eau à l'aide d'asperseurs ne peut qu'entraîner des pertes par recouvrements intempestifs (nous avons vu précédemment qu'un vent d'Ouest asséchant souffle fréquemment sur cette région de l'île, compromettant ainsi la réussite d'un système d'irrigation par aspersion). Ces pertes, par évaporation et recouvrements intempestifs et qui peuvent atteindre de 25 à 30 p. 100 sont négligeables dans le cas du « goutte à goutte ».

Enfin, le système considéré permet de mieux maîtriser les apports d'eau. On peut faire des apports fréquents et par petites quantités, ce que l'on doit rechercher pour des sols ayant une forte perméabilité et une faible capacité de rétention et qui n'exigent de ce fait que des doses relativement modérées à chaque arrosage avec un temps d'infiltration très court. Cette possibilité d'apporter l'eau par petites quantités semble plus difficile à réaliser lorsque l'on utilise l'aspersion.

L'économie d'eau qui résulte de ces constatations, représente un élément intéressant à considérer compte tenu des faibles réserves d'eau des viticulteurs corses.

— Le « goutte à goutte » et l'enracinement

Les conclusions du rapport HALEVY (1969) et des nombreux compte-rendus italiens, mentionnent à ce sujet que le système radiculaire est modifié par le suintement et surtout réduit, en relation avec le resserrement de la zone arrosée (cône), sans toutefois nuire au développement du végétal, **mais au contraire en le favorisant.** Des essais ont démontré que seulement un tiers des racines actives se trouvant dans les zones régulièrement mouillées, peuvent assurer 75 à 80 p. 100 de l'alimentation en eau des arbres fruitiers. De plus, dans le cas de plantes arborescentes adultes, en culture irriguée ou sèche, soumises ensuite à des irrigations par « goutte à goutte », les racines se sont adaptées rapidement à la nouvelle humidité ambiante.

Ces constatations peuvent s'expliquer pour une part, par le fait que l'extension moins importante du réseau radiculaire est compensée par

une plus grande densité des ramifications et des radicelles dans la zone arrosée.

— **L'irrigation fertilisante par « goutte à goutte »**

L'aspersion permet également cette fertilisation mais, par expérience, il semble que le dosage des engrais soit plus facile par « goutte à goutte » que par aspersion. Dans ce dernier cas, en effet, la vitesse de rotation variant selon les asperseurs ainsi que pour un même asperseur, tout au long de la circonférence, il s'ensuit que la quantité d'engrais délivrée n'est pas uniforme.

D'autre part, l'irrigation fertilisante par « goutte à goutte » se révèle plus avantageuse. L'économie de matières nutritives est double. L'une d'ordre physiologique dérive de la plus grande efficience du système radiculaire dense, situé dans la zone très humide, l'autre, d'ordre volumétrique, correspond à un espace radiculaire moindre et donc à une administration quantitative moins importante de matières nutritives.

Cependant, pour cette irrigation fertilisante par « goutte à goutte », un problème demeure : c'est celui de l'utilisation de solutions nutritives susceptibles de laisser des dépôts dans les canalisations et risquant d'obturer les goutteurs.

— **Le « goutte à goutte » et le parasitisme**

En ce qui concerne l'irrigation par aspersion, on n'a pas constaté de recrudescence du parasitisme qui pourrait être dû à l'humectation du feuillage ou à l'importance de l'humidité atmosphérique.

Cependant, en évitant une ambiance foliaire humide et le transport de spores ou d'éléments similaires, le « goutte à goutte » réduit les risques que peut présenter l'aspersion.

Par contre, on peut peut-être craindre quelques attaques dans la partie souterraine du végétal pour les égouttements les plus continus (champignons...).

b) **Avantages d'ordre économique**

— **Coût d'installation à l'hectare moins élevé** que pour une installation fixe d'irrigation par aspersion (on ne peut en effet comparer le

système présenté qu'à une installation fixe). Le coût d'installation du « goutte à goutte » sur vigne varie de 3 800 francs à 4 000 francs par hectare, alors qu'il est de 6 000 francs à 6 500 francs par hectare pour une installation aérienne par aspersion en couverture totale et de 8 000 francs par hectare pour la même installation enterrée (dans tous les cas on ne tient pas compte de la station de pompage). Cette différence de prix provient du fait que la majeure partie du système « goutte à goutte » est réalisée à l'aide d'éléments en plastique (canalisations, goutteurs, etc.) Le prix de revient d'un goutteur est de 0,17 F. pour 2,75 m^2 et le prix de revient d'un asperseur de 300 F. pour 1 500 m^2.

Il est bon de noter que les conduites en matière plastique ne sont intéressantes au point de vue prix que pour de faibles diamètres (aux alentours de 25 mm) et que ces prix augmentent rapidement pour devenir peu avantageux avec des diamètres de plus en plus grands.

Cependant, il reste à connaître la durée de vie des réseaux d'arrosage dont la résistance est toutefois sans cesse améliorée en raison de l'évolution très grande que connaît l'industrie des matières plastiques ; en Israël, certains réseaux d'arrosage sont déjà en activité depuis huit années, tout en conservant la même capacité de rendement.

Enfin, le découpage des parcelles à irriguer, en fonction de la topographie du terrain, et le fait que les canalisations de quadrillage ne doivent pas excéder une longueur de 70 m pour éviter des pertes de charge trop importantes le long des canalisations et donc un débit variable des goutteurs selon leur position sur la ligne, sont des éléments qui interviennent directement sur le prix de revient de l'installation.

— **Economie de main-d'œuvre** presque totale car l'installation est fixe et peut être entièrement automatisée.

— **Economie d'énergie**

En effet, le système « goutte à goutte » fonctionne à basse pression (1,2 kg en moyenne pour le « goutte à goutte » ; 3 à 6 kg pour l'aspersion).

— **Economie sur les produits de traitement** car le feuillage n'est plus mouillé.

c) **Autre avantage**

— **Facilité d'accès des parcelles durant l'irrigation**

Pendant l'application de l'irrigation « goutte à goutte », le vignoble est toujours accessible pour d'autres travaux (traitements phyto-sanitaires, façons culturales de l'entre-rang...). De plus, le système en place ne risque rien puisque les canalisations primaires et secondaires sont enterrées à une profondeur de 40 à 50 cm.

2° **Inconvénients.**

a) **Inconvénients d'ordre agronomique**

— **Attention au lessivage**

L'irrigation localisée entraîne une migration rapide des engrais en profondeur. Le phosphore, le potassium et le magnésium migrent naturellement très lentement ; or dans le cas d'irrigation par « goutte à goutte » il est observé un phénomène de descente de ces sels exceptionnellement rapide. Pour l'azote il s'agirait même d'un véritable lessivage.

— **Façons culturales difficiles sous le rang**

Le système en place oblige à l'inculture en sol nu, sous le rang, par désherbage chimique. En effet on ne peut plus effectuer les façons culturales qui permettaient de détruire la végétation adventice (décavaillonage notamment), cette destruction s'avérant nécessaire en raison du climat et du sol considéré dans le but de limiter le plus possible les pertes d'eau. Peut-être y aurait-il possibilité d'attacher les tuyaux qui relient les gouteurs à la hauteur du premier fil, mais alors il y a projection de l'eau et l'on risque de retrouver certains inconvénients de l'aspersion (répartition défectueuse de l'eau lorsqu'il y a du vent...).

— **Pas de possibilité de lutte contre les gelées** alors que l'aspersion sur frondaison en offre la possibilité.

b) **Autre inconvénient**

— **Risque d'obturation du système**

Les obturations demeurent une des principales contraintes des dispositifs « goutte à goutte ». Elles sont provoquées généralement par de petits graviers ou autres impuretés solides qui se trouvent dans l'eau : rouille

des raccords en amont, eaux ferrugineuses, sédimentation d'engrais, algues, concrétions calcaires aux orifices... Aussi l'installation du « goutte à goutte » exige une parfaite filtration de l'eau.

D) L'IRRIGATION « GOUTTE A GOUTTE » ET LA LEGISLATION

Dans la demande d'attribution du label « Appellation d'Origine Contrôlée - VINS DE CORSE - sous appellation - Coteaux de FIGARI » il est précisé que, dans le cadre d'une étude de la Direction Départementale de l'Agriculture, en raison de la sécheresse estivale, il sera possible, après avis de la D.D.A. et de l'I.N.A.O., **d'irriguer par la pratique du « goutte à goutte »,** toutes les vignes ; cette pratique sera admise jusqu'à fin juillet.

E) LE « GOUTTE A GOUTTE » ET LA PRODUCTION

Le peu d'essais réalisés jusqu'à maintenant sur vigne fait qu'il est encore trop tôt pour tirer des conclusions définitives sur ce nouveau mode d'irrigation.

Cependant, au point de vue quantitatif, on note une **augmentation des rendements,** de l'ordre de 60 à 70 p. 100 par rapport aux témoins non humidifiés et de 25 à 30 p. 100 par rapport aux témoins irrigués par aspersion. Dans un cas précis du Sud de la Corse, chez M. VICTOOR 20 - PIANOTTOLI, on note une augmentation de 41 p. 100 des rendements par rapport au témoin non humidifié pour l'aspersion et de 73 p. 100 pour le « goutte à goutte », ceci sur un Cinsault de 7 ans. Pour un grenache de 6 ans, l'augmentation est de 86 p. 100 et le grand Domaine de CALVI fait état, sur un Carignan de 5 ans, d'une augmentation de rendement de 76 p. 100. D'autres essais concourent aux mêmes constatations. (Dans la plupart des cas, l'augmentation enregistrée reste dans les normes du quantum à l'hectare donnant droit à l'Appellation).

Au point de vue qualitatif (acidité totale et degré alcoolique en puissance, principaux éléments de la qualité), on note dans presque tous les cas une **augmentation de l'acidité totale des moûts** (de l'ordre de 0,3 à 0,5 g d'H_2SO_4 par l; certains essais font apparaître des différences plus significatives). Ceci représente un avantage certain, pour les vins de ces régions qui supporteraient une acidité totale plus élevée.

En ce qui concerne la richesse en sucre du moût, les mesures effectuées, rejoignent dans la majorité des cas, celles de la plupart des

essais d'irrigation entrepris sur vigne, par aspersion, selon lesquelles **le degré alcoolique en puissance est presque toujours plus élevé** pour les parcelles où il y a eu un dessèchement naturel du sol que pour les parcelles ayant été irriguées. L'essai réalisé à PIANOTTOLI fait apparaître, sur les Grenaches, une augmentation de 0°8 à l'avantage de la parcelle non irriguée. Pour les Cinsaults même constatation avec toutefois une différence moins significative puisque les mesures effectuées font état des chiffres suivants à maturité : sans irrigation 11°6, irrigation par aspersion 11°1 et par « goutte à goutte » 11°3. Cependant, des exceptions sont enregistrées : ainsi des essais suivis par des responsables du G.I.V.I.C. font état d'une augmentation de degré pour les témoins irrigués par « goutte à goutte » par rapport aux témoins non humidifiés.

A l'avantage du procédé d'irrigation par « goutte à goutte » il faut noter une maturation plus régulière de la vendange. On n'observe pas les paliers mis en évidence dans la maturation, subordonnée aux aléas du climat, des témoins non humidifiés.

D'autre part, des spécialistes venus travailler sur les vins produits par des parcelles soumises au « goutte à goutte » sont d'accord pour leur attribuer l'Appellation d'Origine Contrôlée dont ils relèvent.

Mais il serait souhaitable qu'à l'avenir des essais plus nombreux soient mis sur pied pour confirmer ou infirmer ces constatations et orienter en connaissance de cause le choix des viticulteurs.

CONCLUSION

Qu'elle soit effectuée par aspersion ou « goutte à goutte », la pratique de l'irrigation demeure délicate en raison des facteurs qui la régissent (sol, plante, climat) et pour lesquels une étude rigoureuse est difficile. C'est ainsi que des avantages qui se révèlent très importants pour des conditions marginales d'eau, de sol et de climat, apparaissent importants, modérés ou nuls et quelquefois même négatifs pour d'autres sols et sous d'autres climats.

En ce qui concerne le « goutte à goutte », les résultats obtenus rejoindraient ceux de l'aspersion bien qu'il soit un peu tôt pour tirer des conclusions définitives sur les essais entrepris sur vigne. Dans cette hypothèse et si l'augmentation de degré invoquée par certains utilisateurs ne se confirme pas, le problème de la qualité des vins produits (surtout pour

des vins d'A.O.C. dont les caractéristiques organoleptiques et la constitution chimique ne peuvent être altérées) et de la rentabilité des exploitations de ces régions (qui, dans le contexte économique viticole actuel, semble passer avant tout par la quantité plutôt que par la qualité) demeure posé. Cependant, la législation en ne permettant l'irrigation de la vigne que jusqu'en fin juillet, trouve un compromis entre ces deux éléments du marché. En effet, l'expérience conduit à attribuer de l'intérêt à des schémas d'irrigation qui ont pour but de retarder le dessèchement du sol au printemps et au début de l'été (commencer tôt l'irrigation et la poursuivre durant le temps de la croissance) et qui laissent, après véraison, un sol sec pour la maturation.

Quant à l'avenir du procédé d'irrigation par « goutte à goutte », on peut avancer que pour de mêmes résultats, les avantages qu'il représente (notamment en ce qui concerne le coût d'installation) par rapport à l'aspersion, orienteront le choix des intéressés vers ce nouveau mode d'irrigation. En Corse, de nombreux viticulteurs continuent d'équiper leurs vignobles suivant cette technique.

Manuscrit reçu le 27 juillet 1973.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CASTERAN P., 1971. Etablissement du vignoble. **Sciences et Techniques de la vigne,** Tome II. Dunod éd., Paris.

CELESTRE P. Le « goutte à goutte » (traduit de l'italien). **Agri,** sept., n° 436.

DUPUY M., 1972. L'irrigation au « goutte à goutte ». **Entreprise agricole, 11,** 46.

REBOUR H. et DELOYE M., 1971. Irrigation de surface et par aspersion. Voir pages 12-16, 22, 57-60. 174-179.

SEGUIN G., 1971. Influence des facteurs naturels sur les caractères des vins. **Sciences et Techniques de la vigne,** Tome I. Dunod éd., Paris.