

# IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE POUR VERGERS

par J. FEYEN

## INTRODUCTION

Pour obtenir des productions maximales de la plante un approvisionnement continu d'eau et des éléments nutritifs est nécessaire au système racinaire et, ce, à un taux suffisant correspondant aux besoins instantanés de la plante. Le potentiel de l'eau du sol doit être à un tel niveau que la conductivité du sol correspondante, exprimant la facilité avec laquelle le milieu du sol conduit l'eau, assure la densité requise du flux de l'eau au système de la plante. Dans de telles conditions, la plante peut consommer l'eau très facilement et transpirer en rapport avec la situation climatologique locale. A ce moment là, le taux avec lequel l'eau est fournie par le sol et transportée au feuillage est équivalent au taux de transpiration. L'activité de l'eau (potentiel) dans la plante est élevée; de ce fait on peut s'attendre à des productions importantes.

Le but principal de l'irrigation goutte à goutte consiste à approvisionner en eau nécessaire, de façon continue (si possible) le système racinaire, (entièrement ou partiellement), afin d'empêcher un flétrissement qui serait du à la réduction du contenu d'eau dans le tissu. Ceci est rendu possible par l'adaptation d'un arrosage du système d'irrigation au taux d'extraction de l'eau du sol par les plantes. En pratique, ceci implique un approvisionnement local de l'eau à des taux très bas, parfois même goutte à goutte, d'où le terme « irrigation goutte à goutte ». On peut ajouter des éléments chimiques solubles à l'eau d'irrigation afin de maintenir un niveau constant des éléments nutritifs.

Le système d'irrigation goutte à goutte comporte un système d'irrigation pour l'eau, de telle façon que chaque goutteur ait, autant que possible, un même débit malgré le vallonnement du terrain et les pertes de charge dans les tuyaux. Ainsi, chaque plante obtiendra la même quantité d'eau. Les débits faibles et les pressions d'opération relativement basses sont propres à ces systèmes. Le taux d'application par plante ou débit par goutteur, dépendant principalement du type de sol et de la géométrie du système racinaire, varie de 2 à 10 litres par heure.

Il est possible de compenser journallement l'évapotranspiration ou d'empêcher le potentiel de matrice du sol de dépasser une certaine valeur

correspondant au type de culture. Une bonne approche du potentiel de matrice à laquelle l'eau doit être fournie a été découverte pour un certain nombre de cultures.

1) Une première méthode concerne les régions à climat pratiquement constant et où les précipitations sont d'une importance secondaire. Pour obtenir le débit d'application on calcule le taux d'évaporation journalier d'une surface d'eau à l'aide d'un bac d'évaporation, on réduit cette valeur par un coefficient de culture dans lequel la grandeur n'est pas tellement importante. On accepte généralement une valeur de 0,75. L'arrosage n'est pas instantané mais il exige un délai qui dépend de l'évaporation de la surface d'eau.

2) La seconde méthode ou méthode potentielle est plus universelle. Au lieu d'une information détaillée concernant les quantités d'eau, seules deux valeurs de potentiels sont requises. La première valeur et le potentiel de matrice dans deux ou trois endroits du terrain et à deux ou trois profondeurs dans chaque endroit. Il suffit de lire le cadran du tensiomètre ou *le compteur du bloc de résistance utilisé pour mesurer l'humidité du sol*. La deuxième valeur suppose que l'on connaît le potentiel auquel on doit irriguer. La manipulation peut également être basée sur les mesures de potentiel de matrice dans le tissu de la plante. Cette façon de schématiser l'irrigation est la seule technique pratique d'aménagement sous des conditions climatiques humides. L'avantage de cette méthode est qu'elle est basée sur le potentiel de matrice, une propriété du sol intrinsèque, qui est directement influencée par le contenu d'eau. De plus, la procédure opératoire permet très facilement une automatisation complète.

L'irrigation goutte à goutte est généralement très efficace. Elle exprime le pourcentage d'eau fournie au champ celui-ci étant réellement ajouté à la zone racinaire puis disponible pour l'évapotranspiration. Les pertes de champ sont très basses vu que le débit local (près de la plante) ce qui fait que seulement 10 à 15% de la surface du champ seront humidifiés. De plus, seule cette quantité d'eau sera utilisée par la plante. Parfois on ajoutera un surplus de 20% pour provoquer une filtration profonde et ce, afin d'empêcher une accumulation de sel.

Il s'agit d'un système permanent mais assez cher au début ne demandant, cependant, aucune dépense par la suite. Les systèmes d'irrigation goutte à goutte s'adaptent bien à l'automatisation. Pour des cultures sous abri, ce système convient beaucoup mieux que toute autre technique d'irrigation conventionnelle. Par ailleurs, ce système d'irrigation est le moins cher que l'on puisse trouver pour un tel but.

Le fait que l'on puisse utiliser ce système pour la livraison d'engrais contribue considérablement à son succès. Cette méthode est la plus efficace pour résoudre le problème de la salinisation des sols.

Cette méthode a tout d'abord été employée il y a quarante cinq ans dans les serres d'Europe Occidentale. Le développement de l'industrie de matières synthétiques et l'augmentation des salaires on fait que la méthode a été très répandue, non seulement pour ce qui est des serres, dans lesquelles les cultures de grande valeur justifient les investissements, mais aussi pour des cultures maraichères et des vergers. En Australie, Israël, Mexique, Afrique du Sud et USA l'irrigation goutte à goutte a eu un très grand succès ces dernières années.

## IÈRE PARTIE.

### Description d'un système d'irrigation goutte à goutte.

#### 1 INTRODUCTION

Tous les systèmes de goutte à goutte doivent avoir au moins:

- une source d'eau sous pression;
- un système de tuyaux pour transporter l'eau de la source au point de livraison;
- et quelques orifices à travers lesquels l'eau est distribuée sur le champ.

De nouvelles composantes peuvent être utilisées:

- pour faire démarrer et stopper l'écoulement de l'eau;
- pour régulariser le réseau d'eau;
- pour mesurer l'écoulement et la pression de l'eau;
- pour fermer une rampe de livraison et activer une autre.

Plusieurs de ces composantes secondaires consistent en des dispositifs très simples alors que d'autres font appel à un équipement moderne très complexe.

La composition complète du système d'irrigation goutte à goutte sera détaillée dans les paragraphes suivants. On insistera sur des composantes qu'on utilise le plus. Les avantages et les inconvénients du système seront, par ailleurs, résumés. Il est clair qu'il existe beaucoup de variantes en rapport avec la superficie de la surface à irriguer et avec les besoins à satisfaire. La diversité du matériel est dictée par la culture, le sol, le climat, la main d'oeuvre, la livraison de l'eau et des considérations d'ordre économiques. La figure 1 offre un plan schématique du système d'irrigation goutte à goutte.

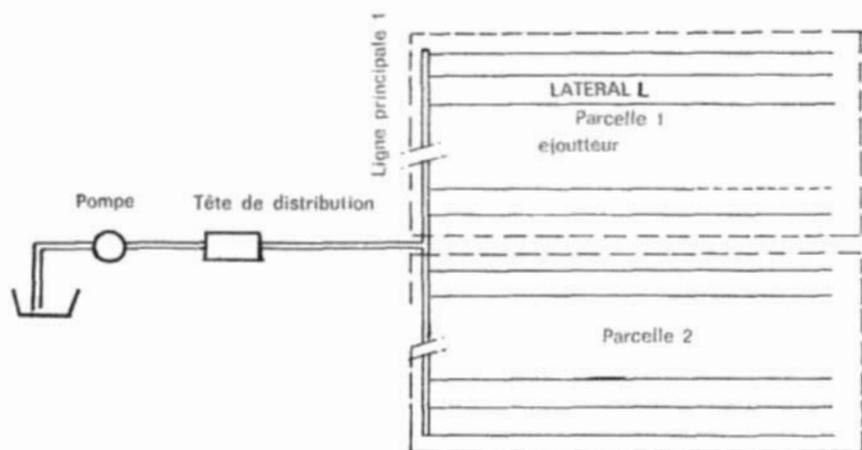


Figure 1. - Schéma d'une région dans laquelle doit être installée un système de goutte à goutte.

## 2 COMPOSITION DES SYSTEMES D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE

Les composantes majeures sont:

- pompe,
- conduit principal vers la tête de distribution groupant les instruments d'opération et de contrôle,
- tête de distribution (voir figure 2) comprenant:
  - vanne de mesure automatique combinée à une vanne hydraulique contrôlée à distance (1 et 2);
  - vanne à sens unique (3);
  - sortie vers le réservoir d'engrais (4);
  - vanne de régularisation (5);
  - nouvelle entrée provenant du réservoir (6);
  - jauge de pression;
  - filtre;
  - sortie vers les principaux réseaux avec régulateurs de pression (9 et 10);
- conduit principal;
- latéraux;
- goutteurs.

Nous traiterons des principales composantes dans les paragraphes suivants.

## POMPE.

Si l'on suppose 1000 arbres par hectare et un débit de 2 (10) litres par heure et par arbre, on aura besoin d'une capacité de pompe de 2 (10) mètres cubes par heure et par hectare. Cette demande par heure est très basse comparée au système classique d'irrigation par aspersion qui exige 50 à 100 m<sup>3</sup>/h. La pression requise dépend de la perte de charge totale du système de transport de la pression de l'opération des goutteurs et des différences d'altitude en topographie. Les pertes de charge sont petites à cause des faibles débits. La liste suivante donne une idée de l'ordre de grandeur de la chute de pression par le passage de l'eau dans différentes composantes:

— mètres d'eau automatique	0,10 . . . . 0,40 kg/cm <sup>2</sup>
— vannes automatiques	0,30 . . . . 0,60 kg/cm <sup>2</sup>
— filtres	0,25 . . . . 0,75 kg/cm <sup>2</sup>
— composantes de régulation du débit	0,5 . . . . 1,2 kg/cm <sup>2</sup>
— système de transport	0,2 . . . . 0,6 kg/cm <sup>2</sup>
— goutteurs	0,5 . . . . 1,2 kg/cm <sup>2</sup>

Sur la base des informations ci-dessus une pression de 2,5 . . . 3,5 kg/cm<sup>2</sup> sera nécessaire au niveau de la pompe.

## HYDROMETRE.

Il peut s'agir d'un dispositif très simple ou d'une vanne de mesure automatique se fermant automatiquement lorsqu' une certaine quantité d'eau aura été livrée. Les composantes principales de la vanne de mesure sont:

- un compteur;
- assemblage principal;
- un mécanisme de fermeture automatique à l'intérieur d'une unité compacte.

Une roue à aubes rotative bien équilibrée de type Woltmann met en marche un engrenage de réduction qui est lié à une vanne et à un bouton de contrôle externe. La rotation de la roue à aubes est proportionnelle à la vitesse de l'écoulement de l'eau. Une fois que la quantité d'eau voulue a été livrée, la vanne déclenche le mécanisme de fermeture afin d'arrêter l'écoulement d'eau d'une manière mécanique ou hydrauliquement par une pression du réseau sur le diaphragme. Pour faire fonctionner la vanne motrice on place la vanne pilote au moyen du bouton de contrôle, et ce, dans le but de livrer la quantité d'eau voulue. Une ouverture de drainage sur la partie inférieure de la vanne permet un nettoyage périodique de celle ci.

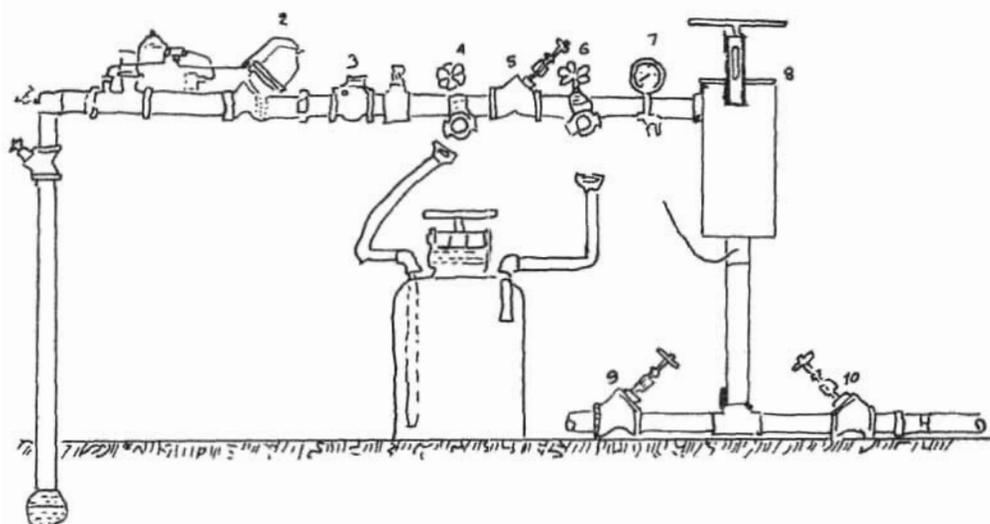


Figure 2. - Tête de distribution d'une installation de goutte à goutte.

#### RESERVOIR FERTILISANT.

L'appareil de fertilisation est une composante standard du système du goutte à goutte. C'est un réservoir utilisé pour mélanger l'engrais et l'eau; il est hermétique et inoxydable relié au réseau principal par les tubes d'entrée et de sortie. Une vanne de régulation de pression, située sur le réseau principal entre les points de connection, contrôle la légère chute de pression voulue  $0,1 \dots 0,2 \text{ kg/cm}^2$ , cette dernière afin de diriger une partie du courant de l'eau à travers le réservoir et ce, à partir de la ligne principale, transportant sur son trajet une partie de la solution fertilisante. Ce système comporte cependant un danger qui consiste en un retour de l'eau chargée d'engrais vers la source. Pour remédier à cela on installera des clapets anti-retour sur la tête de distribution.

#### FILTRE.

Le principe de base dans l'irrigation goutte à goutte (livraison ponctuelle de l'eau enrichie d'engrais, nécessitant l'utilisation de petits orifices) mène tout naturellement à l'incorporation des filtres. Le filtre doit être tel qu'il soit possible d'obtenir un débit répondant aux normes de fonctionnement du système, sans que l'on soit obligé de le nettoyer au cours d'une période d'application.

L'utilisation standard se fait à l'aide de filtres à écran (acier inoxydable ou plastique), normalement la dimension des ouvertures varie entre 50 et 150 microns, mais elle doit en fait être décidée en fonction du débit du volume et de l'accumulation d'impuretés. On utilise en principe un filtre par parcelle. La filtration se fait souvent graduellement soit dans un seul, et même filtre ou en combinant 2 ou plus, en série. Dans le cas où nous avons de grandes quantités de matières organiques dans l'eau d'irrigation, il est d'usage de préférer les filtres à gravier dont les matières filtrantes permettent d'arrêter les impuretés grâce à leur volume. Alors que dans le cas des filtres à écran les impuretés étaient arrêtées à la surface de la maille, ceci impliquant l'utilisation d'une grande quantité d'eau pour le nettoyage. Par mesure de sûreté et de contrôle le filtre à écran doit toujours être placé après le filtre à gravier. Les filtres à turbulence permettent une séparation efficace des grandes particules dans la cas où l'eau contient des quantités appréciables de sable (avec chute de pression de 5 mètres).

Fréquemment, le nettoyage des filtres est un travail terne et fatigant. Les filtres commerciaux sont de plus en plus équipés de dispositifs automatiques pour le nettoyage. Le filtre étant placé entre deux manomètres, il est possible d'obtenir des informations sur le degré d'obturation, grâce à la lecture des manomètres (c'est à dire lecture de la chute de pression). Le moment où le nettoyage devra avoir lieu correspondra à une certaine valeur de la perte de pression dans le filtre.

#### REGULATEUR DE PRESSION.

Le régulateur de pression est sélectionné en fonction de l'écoulement et de la pression voulus dans la ligne principale. Grâce à ces dispositifs on peut conserver une pression plus ou moins constante dans la ligne principale, en dépit des pertes de charge variantes dans les filtres, les goutteurs etc.

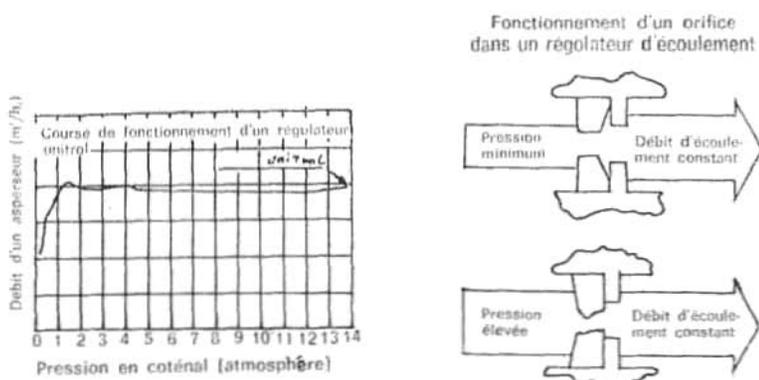
On a besoin d'une régulation dans plusieurs cas de sorte à préserver des pressions régulières et optimales. En fait, ceci devrait être un élément standard du système qui est néanmoins négligé dans le cas où des pressions extrêmement basses dominant. Les régulateurs de pression sont souvent situés sur la tête de distribution ou sur les jonctions principales du réseau. Les régulations individuelles ou latérales sont rares.

#### LIGNE PRINCIPALE.

Il existe une ligne principale par champ sur laquelle les latéraux sont branchés. Le diamètre de ces tubes en polyéthylène varie de 2 à 3 pouces (inch).

## REGULATEUR DE L'ÉCOULEMENT.

Le régulateur de l'écoulement consiste en un dispositif compact simple et auto-nettoyant livrant un volume d'eau constant à chaque sortie. L'opération du régulateur est basée sur le principe de relations inversement proportionnelles existant entre le profil en travers de l'orifice flexible et de la pression de la ligne. Comme la figure 3 l'indique, un accroissement de la pression opératoire correspond à un décroissement du profil en travers. L'ouverture de l'orifice reste constant, alors que les pertes de charge sont proportionnelles au débit jusqu'à ce que la pression d'entrée ait atteint la pression du



re 3. - Caractéristique de fonctionnement d'un régulateur d'écoulement, à orifice flexible.

il qui est d'environ  $0,3 \text{ kg/cm}^2$ . L'orifice flexible assume la déformation voulue après que la pression du seuil a été dépassée et ce afin d'éliminer tout excès d'énergie au delà de ce qui est nécessaire. Ce surplus d'énergie est utilisé pour compenser les frictions du système. De cette façon, des taux d'écoulement uniformes, dans la limite des 10%, peuvent être obtenus sur une large variété de pressions opératoires. Les régulateurs de l'écoulement sont placés sur chaque parcelle, mais rarement sur chaque latéral.

## LATÉRAUX.

Le diamètre de ces tuyaux en polyéthylène varie de 10 à 20 mm et possède des perforations ou ajutages à travers lesquels l'eau s'égoutte. L'écartement entre les latéraux est fonction des besoins des cultures, du sol, des pratiques agrotechniques et des aspects économiques. On peut calculer les pertes de charge des latéraux en fonction du débit, de la longueur totale et du nombre d'issues. Puisque le débit d'un tuyau à ouvertures multiples décroît avec la distance on calcule d'abord les pertes de charge en supposant que

nombre d'issues	m=1.85	m=1.90	m=2.00
1	1.0	1.0	1.0
2	0.630	0.634	0.625
3	0.535	0.538	0.518
4	0.486	0.480	0.469
5	0.457	0.451	0.440
6	0.435	0.433	0.421
7	0.425	0.419	0.408
8	0.415	0.410	0.398
9	0.409	0.402	0.391
10	0.402	0.396	0.385
11	0.397	0.392	0.380
12	0.394	0.388	0.376
13	0.391	0.384	0.373
14	0.387	0.381	0.370
15	0.384	0.379	0.367
16	0.382	0.377	0.365
17	0.380	0.375	0.363
18	0.379	0.373	0.361
19	0.377	0.372	0.360
20	0.376	0.370	0.359
22	0.374	0.368	0.357
24	0.372	0.366	0.355
26	0.370	0.364	0.353
28	0.369	0.363	0.351
30	0.368	0.362	0.350
35	0.365	0.359	0.347
40	0.364	0.357	0.345
50	0.361	0.355	0.343
100	0.356	0.350	0.338
	0.351	0.345	0.333

TABLEAU 1. - Facteur de réduction (F) par lequel doit être multiplié la perte de charge du tuyau, afin d'obtenir la perte réelle dans une ligne de distribution ayant plusieurs issues (selon Christiansen).

l'eau traverse la totalité du tuyau puis on multiplie le résultat avec un facteur (F) qui est une fonction du nombre des goutteurs sur le tuyau. Le tableau 1 offre des valeurs typiques du facteur basées sur les recherches de Christiansen, voir page 13.

La perte de charge, pour ce qui est des tubes en polyéthylène, est représentée graphiquement sur la figure 1. En général une vanne à drain automatique est branchée sur le bout de chaque latéral. Lorsque le système est clos les vannes drainent automatiquement. Les vannes de drainage se ferment, lorsque la pression dans les tuyaux est faible. Le drainage des latéraux aux intervalles d'irrigation empêche le développement des algues et la précipitation des sels.

Les sels de calcium et de fer se trouvant dans l'eau ont tendance à s'oxyder et s'accumulent au niveau des ajutages, provoquent ainsi une obturation. Des essais récents ont montré qu'il était possible d'empêcher et/ou de les déplacer en injectant une solution de sodium méta-phosphate.

#### GOUTTEURS. (Fig. 5)

Il y en a qui sont en cours de recherche et d'autres déjà disponibles sur le marché. Ce sont les goutteurs qui livrent l'eau au champ. Leur fonction

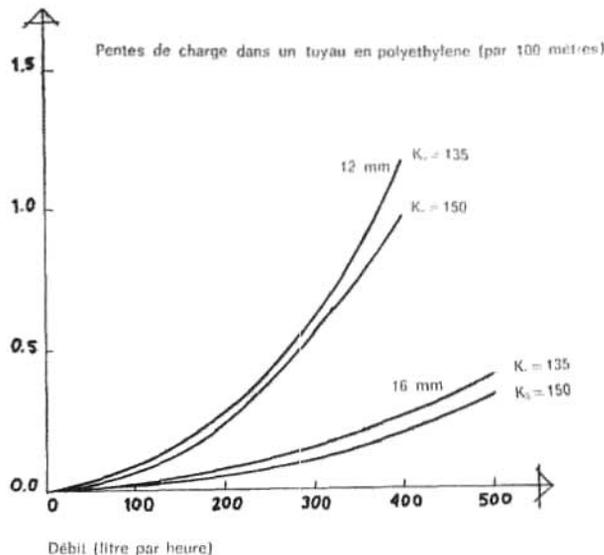
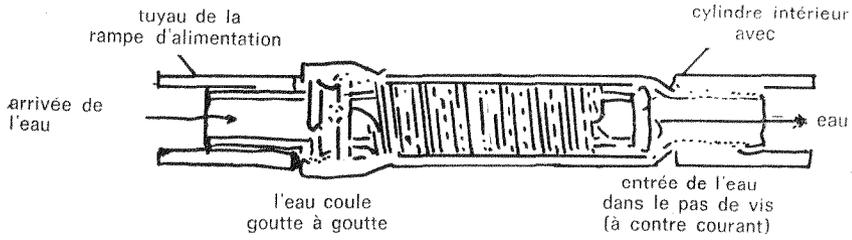


Figure 4. - Calculé avec la formule de Strickler-Manniner (diamètre intérieure: 12 x 16 m).  $i = m \cdot a^2$ , avec  $m = (10 \cdot 3 / K_s^2) \cdot D^{-5.33}$  Perte de charge en m/par m  
 $i$  : coefficient de rugosité du paroi  
 (135 à 150 pour polyéthylène)  
 $a$  : diamètre intérieure en mètre  
 $a$  : débit en m<sup>3</sup>/seconde.



FONCTIONNEMENT D'UN GOUTTEUR NUTAFIM (non démontable)

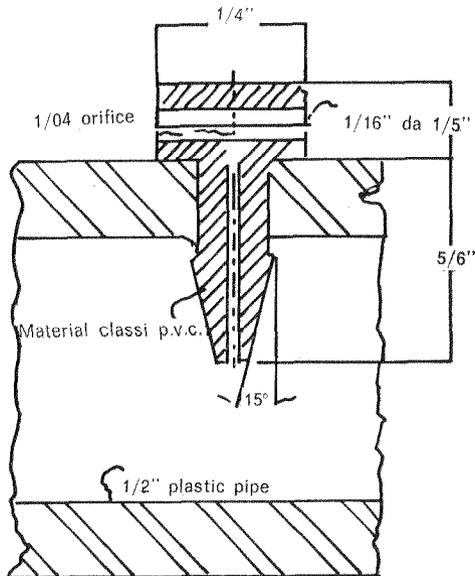
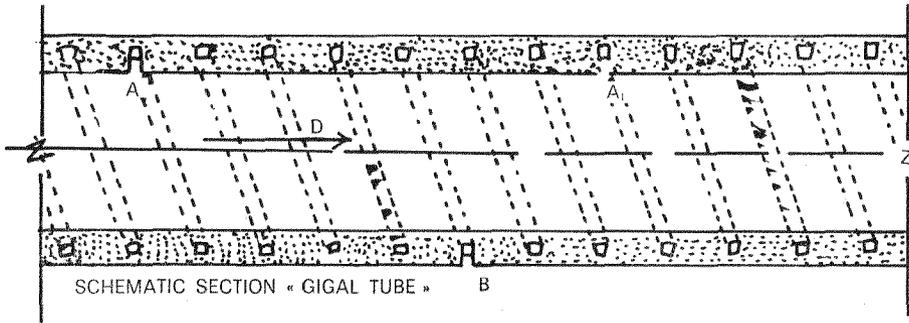


Figure 5. - Différents goutteurs utilisés.

consiste, entre autres à réduire la force de pression de 0,5 à 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, et à livrer le débit voulu de 2 à 10 litres par heure. Le débit livré par chaque goutteur sera discuté plus en détail dans les chapitres suivants.

Il est possible d'obtenir de faibles débits par l'emploi d'orifices à petit diamètre ou par l'utilisation d'une basse pression. Plus le diamètre sera petit, plus le danger d'obturation sera grand. L'augmentation de la dimension de l'orifice nécessite une pression d'opération relativement basse  $\leq 0,4$  kg/cm<sup>2</sup>. Ceci résulte, dans un débit non uniforme, des changements d'altitude en topographie et des différences dans des pertes de charge. Ceci est l'un des problèmes majeurs que rencontre le planificateur des systèmes d'irrigation goutte à goutte. Par conséquent la plupart des systèmes opèrent sous une pression de 0,5 à 1,2 kg/cm<sup>2</sup> et ont un diamètre d'orifice de 0,5 à 1,0 mm. On classe les goutteurs en trois types principaux selon la façon dont la charge de pression est réduite.

#### 1) *Chute de pression devant former résistance (goutteurs).*

Le goutteur est essentiellement une construction au bout du tuyau qui convertit l'énergie de la pression en une énergie cinétique. Le jet à grande vitesse est brisé afin que l'eau soit livrée goutte à goutte. Les diamètres intérieurs des goutteurs varient de 0,5 à 1,0 mm. Les goutteurs peuvent être caractérisés par la relation perte de charge — taux d'écoulement (fig. 8). Les différences mutuelles entre des goutteurs semblables peuvent être élevées, il est normal d'avoir des coefficients de variation de 15 à 20%. Quelquefois les lignes sont simplement perforées pour la livraison de l'eau. Les orifices doivent avoir un diamètre inférieur à 0,5 mm de sorte à obtenir un bas débit. De tels petits diamètres comportent un danger d'obturation qui suppose une distribution non-uniforme de l'eau d'irrigation présentant un danger pour la culture. Le fait que le nettoyage des orifices exige une main d'oeuvre supplémentaire fait que l'équipement est moins apprécié. Le débit est plutôt élevé.

#### 2) *Chute de pression due à la perte de charge (perte dans les tuyaux).*

La dissipation de l'énergie résultant d'une friction longitudinale a lieu graduellement dans les tubes ayant un petit diamètre. Ces derniers, branchés à la rampe d'alimentation, fournissent un long passage à l'écoulement (droit ou en spirale). Le débit est fonction du diamètre (1 à 3 mm) de la pression de la rampe d'alimentation (0,5 à 1,2 kg/cm<sup>2</sup>) et de la longueur du microtube. Afin de connaître la relation entre diamètre intérieur - débit - pression - longueur de tube, on teste les microtubes dans un laboratoire. Les données sont interprétées à l'aide d'un ordinateur afin de trouver la meilleure équation de régression.

Les équations ont la forme suivante:

a) relation entre perte de charge et débit

$\log$  [perte de charge  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ]

$a + b \log$  [diamètre intérieur  $\text{mm}$ ] +

$c \log$  [débit (litro/heure)]

b) longueurs des microtubes pour différents débits et pressions (voir figure 3)

$\log$  [longueur du microtube (cm)]  $\leftarrow a + b \cdot \log$  [pression ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )]

$c \log$  [débit (litro/heure)] +

$d \log$  [débit (litre/heure)]<sup>2</sup>.

Les microtubes peuvent être posés sur la surface, enroulés, autour des latéraux, ou construits dans la paroi du tube. Le problème qu'on rencontre avec les microtubes externes, réside dans le fait que les écureuils, les souris et autres rongeurs, risquent de les déplacer. On en ignore la raison. Les microtubes leur sont probablement utiles pour la construction des nids. Les travaux effectués dans les vergers, peuvent être la cause d'un déplacement de microtubes. Les microtubes étant insérés dans la rampe par simple friction tout changement de température risque de les détacher. Par contre, l'équipement mécanique utilisé pour la récolte, ne cause pratiquement pas de problèmes aux microtubes.

La terre peut pénétrer dans les microtubes à des altitudes élevées, car le système se draine automatiquement. Il est possible d'y remédier en attachant un petit morceau de tube d'un demi-pouce à la sortie des microtubes. La longueur de ce tube doit être égale à 1 pouce au moins, car de morceaux plus petits risqueraient de rester dans le sol. De plus, il permet de diminuer la vitesse de l'eau, d'éviter le déplacement des microtubes, empêchant ainsi les oiseaux ou autres animaux de les déplacer. On peut résoudre un certain nombre de problèmes en couvrant le microtube. Il est possible, par exemple, de fixer le microtube autour du latéral et ce, à l'aide d'un manchon facilement déplaçable.

Tous les problèmes sont pratiquement résolus en construisant les microtubes dans la paroi même du tube. L'inconvénient de ce système est que, lorsqu'il est obstrué, il n'y a guère de possibilité de remplacer individuellement les microtubes.

Même au stade de la fabrication, on rencontre de nouveaux problèmes avec les microtubes. Il peut se trouver que le diamètre intérieur et/ou extérieur soit incorrect et/ou variable. Certains sont aplatis du fait des températures trop élevées.

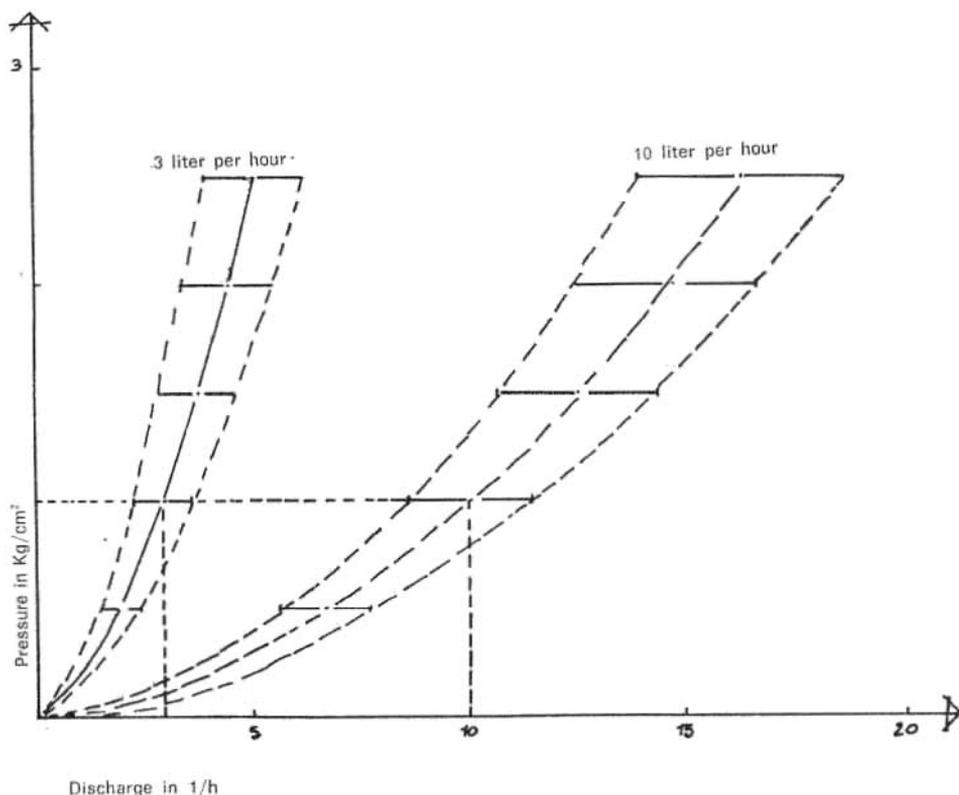


Figure 6. - Représentation caractéristique pour tubes avec un débit de 3 et 10 litres par heure. Les lignes hachurées sont à une distance majeure ou mineure de la deviation standard.

Le microtube représente le goutteur le plus susceptible de fournir des débits de 1 à 10 litres/heure, avec les caractéristiques suivantes:

- diamètres inférieurs à 0,5 . . . . 1,5 mm
- longueur du microtube 0 à 120 cm
- pression 0,5 . . . . 1,0 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3) Tubes poreux et dispositifs poreux (portube).

Les forces capillaires sont responsables de la dissipation d'énergie. Le portube est un tuyau poreux en polyéthylène que l'on a préalablement chauffé

puis étiré. Les parois poreuses de 4 mm d'épaisseur laissent passer l'eau goutte à goutte sous une pression de 1 à 2 kg/cm<sup>2</sup>.

La paroi extérieure est traitée de sorte à résister à l'infiltration des racines ou des minéraux, aux détériorations produites par des insectes. Le polyéthylène est coupé à des intervalles réguliers, longitudinalement, de façon à obtenir un débit de 2 litres par mètre et par heure, et ce, tout le long du tube. Ces portubes peuvent être utilisés seuls ou alternés avec des tubes normaux (imperméables).

On enterre les tubes à une profondeur qui ne portera aucun préjudice au déroulement normal des activités agricoles. Grâce au système de drainage automatique et aux caractéristiques élastiques, les tubes ne sont pas affectés par des températures au dessous de zéro. La profondeur et l'écartement dépendent du type de sol et de la culture. Le tableau 2 offre des profondeurs d'installation et des écartements communément employés en fonction de l'utilisation de la terre.

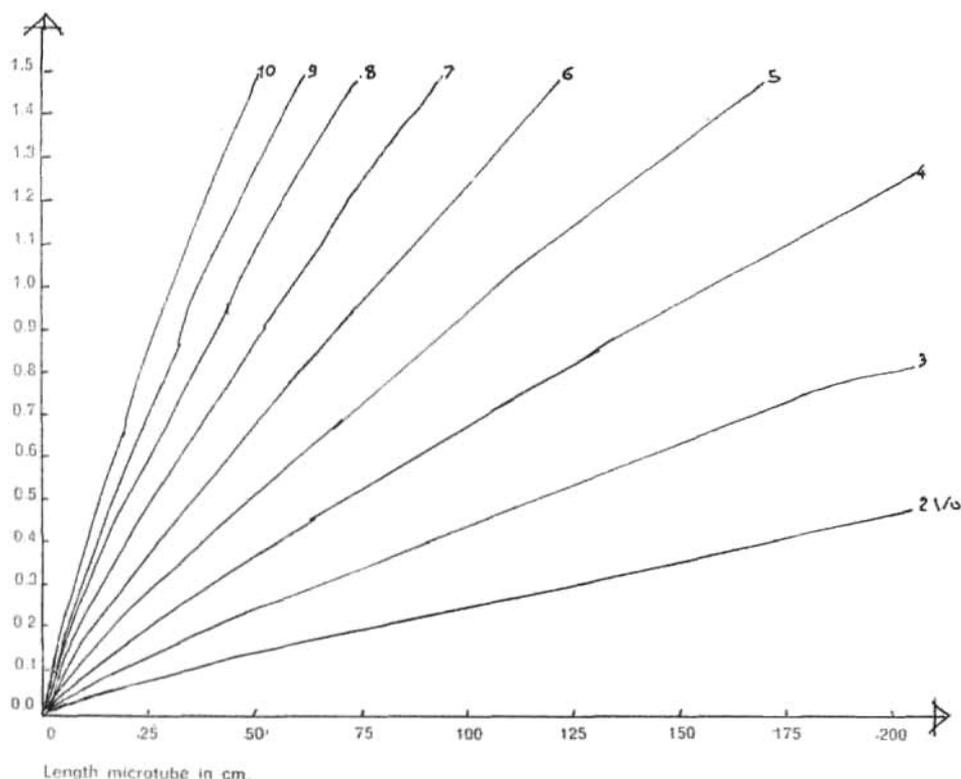


Figure 7. - Représentation caractéristique de microtubes p.v.c. (diamètre intérieur=1 mm).