

TABLEAU 2 - Profondeur d'installation et écartement préférables pour des tubes poreux (portube).

| <i>utilisation de la terre</i> | <i>profondeur</i> | <i>écartement</i> |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| — pelouses | 0,15 0,25 m | 1,00 1,20 m |
| — horticulture et pâturages | 0,30 0,40 m | 2,00 m |
| — vergers | 0,30 0,60 m | un tube/rangée |

L'avantage principal de ce système est qu'il délivre un faible débit qui peut être néanmoins maintenu par des pressions relativement élevées, afin que les pertes de charge et les différences d'altitude soient moins décisives. Le fait que les tubes soient enterrés les empêche d'avoir une influence sur l'action se déroulant à la surface. De plus le risque d'une précipitation de sel est moindre pour ces mêmes tubes comparé à celui des tubes installés à la surface, vu que les changements de températures sont moins grands.

L'absence d'entretien et de réglage implique qu'une fois installé le système peut être mis en marche au printemps et arrêté en automne. L'un des plus grands avantages est que le tube peut livrer un débit homogène sur toute sa longueur. Une bonne utilisation du système exige une filtration parfaite avec des filtres chers et fins. Il faut toutefois noter que le système est très cher.

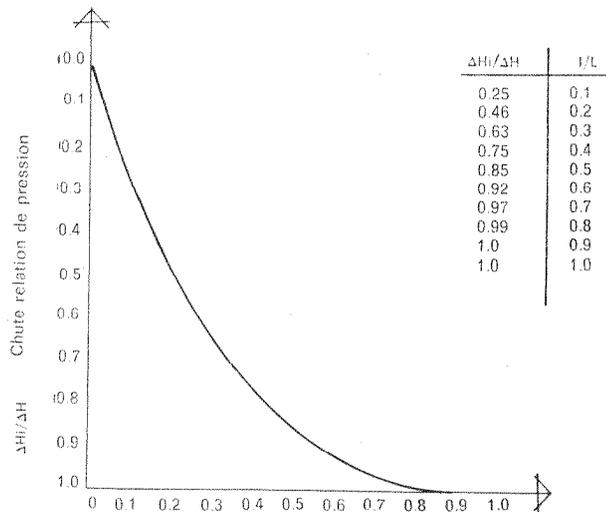


Figure 8. - Perte de charge relative en tant que fonction de la longueur relative du latéral.

Parmi les trois méthodes discutées, la plus souple est celle du microtubo. En dépit des différences d'altitude et des pertes de charge, il est possible d'obtenir avec une pareille technique un débit semblable pour chaque arbre. On peut corriger les différences de débit en ajustant la longueur du microtubo. La longueur exacte de chaque microtubo peut être calculée avant l'installation en fonction du débit voulu, des caractéristiques d'emploi des latéraux et des microtubes, de la chute de pression dans les accessoires (tels les vannes, les régulateurs de pression, les mètres d'eau etc.) et de la carte topographique. C'est un travail qui demande beaucoup de temps, mais toutefois nécessaire, car, si quelques moments plus tard aucun changement n'a lieu par obturation, nous avons la certitude d'une distribution uniforme.

Les meilleurs terrains convenant aux goutteurs non-ajustables (nozzles) sont les terrains plats. Pour obtenir l'uniformité nécessaire, avec pareils goutteurs, la longueur de latéraux doit rester inférieure à 60 m, car les pertes de charge sont négligeables pour de telles longueurs.

3 TECHNIQUES D'OPERATION ET D'AUTOMATISATION

— *Aménagement du goutte à goutte programmé sur l'évaporation d'une surface d'eau libre.*

L'évaporation nette d'un réservoir est déterminée ou estimée d'une façon journalière ou hebdomadaire. Cette valeur corrigée par un facteur de culture fournit la dose d'irrigation. Une fois les débits connus, le dispositif le plus simple pour faire démarrer le système consiste en un chronomètreur électrique qui ferme la pompe à un moment voulu. Le même système peut être utilisé pour ouvrir la pompe bien qu'il soit recommandé de le superviser et de vérifier. L'utilisation d'hydromètres est meilleure car une fois qu'un certain volume prédéterminé d'eau est passé les vannes se ferment automatiquement.

Sur des mesures d'évapotranspiration l'automatisation est possible, comme suit. On place deux électrodes ayant une certaine différence d'altitude, juste au dessus d'une surface d'eau libre. La différence d'altitude entre les deux électrodes doit correspondre au nombre de mm d'eau devant être évaporée au cours d'un intervalle d'irrigation. Le système doit être mis en marche dès que l'eau du réservoir d'évaporation tombe plus bas que l'électrode située au niveau inférieur. Le réservoir d'évaporation est de nouveau rempli lors du cycle d'irrigation, avec un débit dépendant de la dose d'irrigation à utiliser. Si le taux d'application est bas (respectivement grand) l'eau contenue dans le réservoir devrait s'élever lentement (respectivement rapide) atteignant ainsi l'électrode supérieure après un long intervalle (respectivement court). Le système est fermé à partir du moment où l'eau atteint l'électrode supérieure. Le problème majeur pour chacun des vergers consiste à trouver la différence

d'altitude adéquate entre les deux électrodes et le taux de recharge adapté au réservoir d'évaporation.

— *Aménagement du goutte à goutte, programmé sur les lectures de potentiel matriciel.*

Comme cela a déjà été mentionné plus haut, on peut mesurer le potentiel matriciel aussi bien dans le sol que dans le tissu de la plante. Le système doit être mis en marche lorsque les lectures d'une série de tensiomètres ou de bloc de résistance utilisé pour mesurer l'humidité du sol situé dans la zone radriculaire active se rapprochent du potentiel matriciel auquel on doit irriguer pour obtenir des productions maximales. Ceci signifie que dès que la succion matricielle croît en direction d'une valeur pre-déterminée la limite supérieure de l'épuisement de l'eau varie par exemple entre 30 et 700 centibars.

Les commandes peuvent mettre en marche aussi bien un chronometre, une vanne ajustable de mesure automatique qu'une vanne électromagnétique, celle-ci devant arrêter le système lorsque la succion matricielle dans la zone radriculaire décroît vers une limite inférieure par exemple 10 à 20 centibars.

L'application d'une telle méthode suppose que l'on prenne en considération les aspects importants suivants:

— *Emplacement des instruments de mesure de la succion matricielle (tensiomètres éléments de résistance).*

Il doivent être installés de telle sorte que, lors du cycle d'irrigation, la zone radriculaire active soit réalimentée entre la limite supérieure et la limite inférieure de la zone de potentiel matriciel dans laquelle l'eau est facilement utilisable, sans qu'il y ait perte (d'eau) profonde. Ceci dépend du débit d'application du goutteur, de l'étendue du cycle d'irrigation, des caractéristiques hydrauliques du sol, de l'extension du système radriculaire et de l'emplacement de la bougie poreuse en rapport avec l'emplacement du goutteur. Tous les facteurs précédents permettent de déterminer l'extension du volume de sol humidifié.

— *Choix d'un nombre de stations dans lesquelles les potentiels matriciels du sol doivent être mesurés.*

Pour toute région devant être traitée comme une unité il est utile de faire des enregistrements de potentiel matriciel du sol dans trois ou quatre stations. Ces stations doivent être sélectionnées de façon à représenter des conditions moyennes de culture et de sol. Pour éviter le piétinement des cultures, les stations doivent être situées pres des chemins fréquemment empruntés. Elles ne doivent cependant pas se trouver sur les chemins mêmes, auquel cas, la circulation risquerait d'influencer le taux d'infiltration de l'eau ainsi

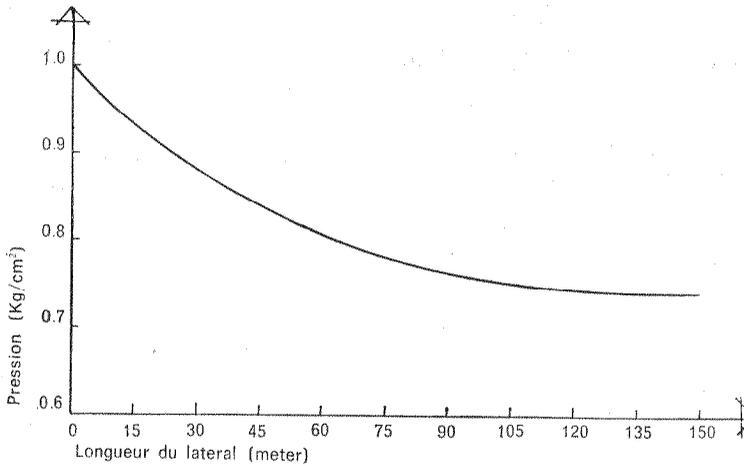


Figure 9. - Relation pression - Longueurs - Pour un latéral horizontal (diamètre intérieur 12 mm, long. 150 m, débit d'ouverture 300 litres/heure, 60 issues).

que les relations potentielles du sol à cet endroit. Le problème consiste à savoir si oui ou non les contacts dans toutes les stations doivent être arrêtés avant que le système soit en marche. La meilleure solution serait que la pompe soit mise en marche lorsque le contact est arrêté dans trois des cinq stations de mesure.

— Choix de la quantité d'eau nécessaire pour chaque cycle d'irrigation devant être utilisée pour la zone radiculaire active (dépend de la caractéristique de rétention de l'eau du sol et du modèle d'enracinement) ou choix de l'intervalle différentiel de succion matricielle, entre la valeur acceptable la plus élevée et la plus basse de la succion matricielle.

4 EVALUATION DE L'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE

AVANTAGES.

— Grâce à la livraison locale de l'eau au sol (pres de la plante et à très faibles débits) les pertes d'eau du champ sont extrêmement basses. Les pertes d'évaporation de feuillage humidifié n'existent pas. Les pertes d'évaporation d'un sol humidifié sont négligeables et grâce à un système approprié, le ruissellement de surface est nul. De plus, le système peut fonctionner de telle sorte que seule la zone radiculaire est irriguée, éliminant ainsi toute perte d'eau et d'engrais sous cette même zone radiculaire. Une humidification partielle de la surface du sol réduit la croissance des mauvaises herbes et la nécessité des cultures.

- L'efficacité d'application est indépendante des conditions du vent.
- Le bas débit des latéraux empêche l'érosion et la formation de croûtes sur la surface du sol.
- Le succès que connaît l'irrigation goutte à goutte est dû au fait qu'il est possible d'incorporer très aisément un réservoir d'engrais dans le système. Ceci permet de maintenir en même temps de basses tensions d'humidité dans le sol ainsi qu'un niveau constant d'éléments nutritifs.
- De plus, l'utilisation d'une eau saline est rendue possible. Avec l'eau saline se développera un système racinaire dense et peu profond dans une zone ayant une salinité constante égale à celle de l'eau d'irrigation. Les accumulations de sel se produiront sur la périphérie du volume de sol humidifié, et plus spécialement à la surface. Les racines des plantes se trouvent alors dans une région aux forces osmotiques et capillaires faibles, de ce fait les plantes sont capables de produire des rendements élevés. Il est possible à l'aide de l'eau saline d'augmenter la dose d'irrigation de 20% afin de lessiver les sels vers les couches du sol se trouvant au dessous de la zone racinaire.
- Le liquide pulvérisé reste sur le feuillage car ce dernier n'est pas mouillé. Les maladies favorisées par des conditions humides ne se développent pas facilement. De plus le danger de l'accumulation de sels sur les feuilles n'existe pas.
- Les cultures peuvent être poursuivies pendant l'irrigation.
- En tant que réseau permanent d'irrigation le système est très facile à automatiser. Les dépenses pour la main d'oeuvre et l'opération sont plutôt basses, ceci compense, en un sens, le coût de l'installation du système.
- Avantages techniques de la méthode:
 - accessoires de capacité bas
 - tube à petit diamètre facile à manier
 - tubes flexibles capables de suivre les courbes de niveau ainsi que les rangées courbées du terrain.

INCONVENIENTS.

- L'inconvénient majeur de ce système est représenté par un coût initial très élevé, celui-ci dépendant de la densité des latéraux.
- Concentration de sel sur la périphérie du volume de sol humidifié. Il est nécessaire de lessiver les sels avant même de planter les futures cultures. Ceci peut se faire lors de l'absence d'abondantes précipitations, soit par

des écartements plus rapprochés des ajutages de goutte à goutte, ou par une irrigation par aspersion. Le cout du réseau d'irrigation augmente dans les deux cas.

— La principale faiblesse du système est caractérisée par la construction des ajutages. Pratiquement tous les goutteurs présentent un certain nombre de problèmes. Un goutteur sensible à la pression qui aurait un écoulement efficace, serait très avantageux.

— Le risque d'obturation est réel. Ceci produit une distribution non uniforme de l'eau d'irrigation; demande un surplus de travail pour remplacer ou pour nettoyer les orifices (travail exigeant beaucoup de temps) résulte en une dépréciation accélérée de l'équipement et en des dommages possibles de la récolte.

— Les systèmes de goutte à goutte ne peuvent en aucun cas être utilisés comme protection contre la gelée.

2ÈME PARTIE.

Principes d'un projet de système d'irrigation goutte à goutte pour vergers.

1. SÉLECTION D'UN TAUX D'APPLICATION.

Le débit du goutteur devrait être choisi en fonction du sol et du modèle d'enracinement. Il n'est pas nécessaire d'arroser tout le volume de sol enraciné. On propose généralement 25 à 30 pour cent, comme minimum. Sous des conditions normales, un microtube par arbre est satisfaisant. Le temps de travail peut être réduit de moitié, grâce à l'utilisation de 2 microtubes par arbre. Parfois, 2 microtubes (ou même plus), sont nécessaires pour assurer un bon mouvement latéral de l'eau sur des sols lourds, ou sous des cimes de verger à modèle radiculaire extensif.

Pour ce qui est des redistributions horizontale et verticale de l'eau à partir d'une certaine source on peut émettre les affirmations suivantes:

Sur un sol donné:

Des quantités égales d'eau employées à des taux différents, arrosent un même volume de sol. Le mouvement horizontal est moins important que le mouvement vertical pour de faibles débits.

De plus grands débits fournissent un modèle humidifié plus large que profond. Dans ce dernier cas, il y a une forte chance pour que le taux d'ap-

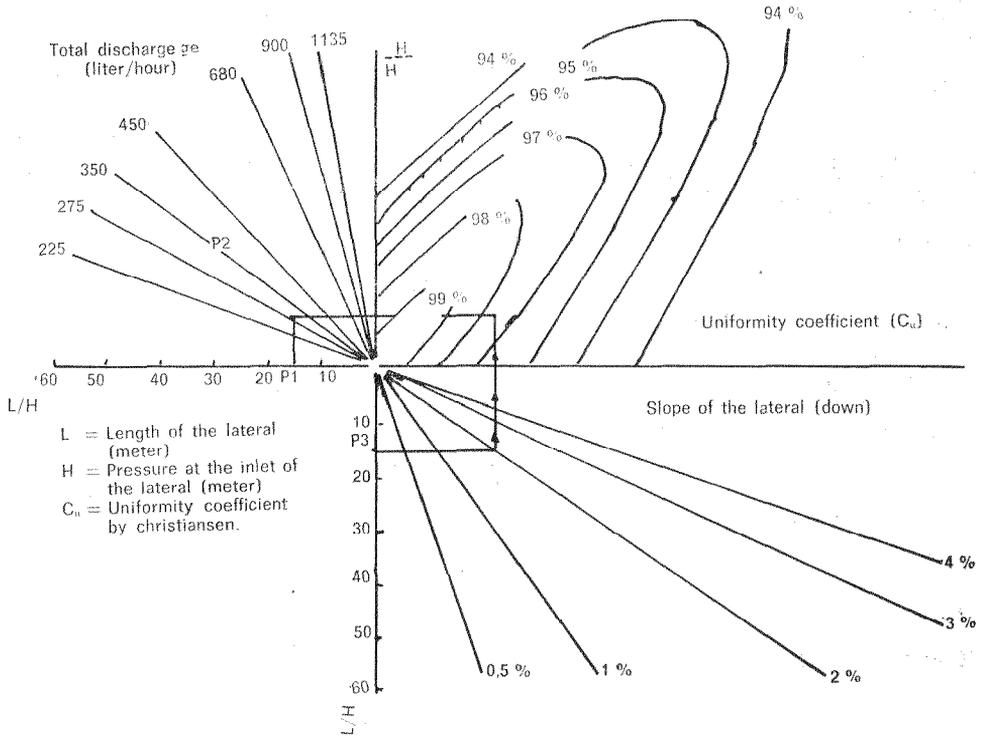


Figure 10. - Design chart of a 1/2-inch lateral line (down slope).

plication excède le taux d'infiltration, et que l'eau stationne dans une petite zone de la surface.

Au début, le modèle humidifié présente une forme circulaire (mouvement de l'humidité due, principalement aux forces capillaires) puis elliptique, (car la force produisant un écoulement vers le bas potentiel gravitationnel devient plus grande que la force responsable de l'écoulement horizontal), qui, après un laps de temps donné, fournit un modèle de forme cylindrique (devenant plus large, en profondeur).

Sur des sols différents.

Avec une égale quantité d'eau, un plus grand volume de sol sera mouillé sur un sol à texture légère (sol sableux) plutôt que sur un sol à texture lourde (sol argileux).

La forme du volume du sol humidifié dépend du taux d'application, et suit les paramètres physiques du sol:

$K(\theta)$ Relation entre la conductivité hydraulique et la quantité d'humidité du sol.

$\theta(\theta)$ Relation entre la diffusivité de la quantité d'humidité du sol.

Sur des sols légers, nous obtiendrons une forme plutôt étroite et profonde (conductivité hydraulique saturée et élevée, et valeurs de diffusivité basses). Au contraire, sur des sols limoneux, le mouvement latéral sera plus grand que le mouvement vers le bas (conductivité hydraulique saturée plus basse, mais valeurs de diffusivité plus élevées). Le modèle devrait être plus large mais moins profond, sur des sols argileux que sur des sols limoneux. L'évidence expérimentale dont on dispose renforce la validité de cette conclusion générale.

La zone pouvant être irriguée par goutteur, varie selon le type de sol:

- sable à sable limoneux : 2,5 à 3,0 m²
- limon sableux à limon : 4,5 à 5,0 m²
- argile : 3,5 à 4,5 m².

Le débit permmissible de livraison varie entre deux limites; le plus bas débit technique possible (2 litres par heure) et le taux d'application, qui correspondent à la capacité d'infiltration du sol. Un débit plus élevé comporterait un danger d'érosion, et un risque de ruissellement pour les pentes raides, et produirait des inondations sur des terrains plats.

Il est possible de retrouver dans la bibliographie les valeurs directrices suivantes du débit de livraison, exprimées en litre/heure:

| | sable | limon | argile |
|--|--------|-------|--------|
| Modèle d'enracinement large et peu profond | 8 - 10 | 6 - 8 | 3 - 4 |
| Modèle d'enracinement étroit et profond | 5 - 8 | 3 - 6 | 2 - 3 |

Un grand nombre des principes généraux contrôlant l'humidification du sol, peuvent être retrouvés en modelant le mouvement de l'eau dans le sol.

Pour pouvoir décrire mathématiquement les phénomènes, de manière à ce qu'il soit possible de les résoudre, il a été nécessaire d'émettre un certain nombre de suppositions afin de donner aux équations non linéaires et difficiles à résoudre des formes plus simples; celles-ci sont très utiles pour ce qui est de décrire les phénomènes d'écoulement, correspondant aux critères avancés par les suppositions. La plupart des expressions dérivées s'appliquent uniquement aux sols qui sont homogènes, et qui le resteront durant tout l'écoulement. De ce fait les résultats ne sont guère utile dans la pratique.

2. FRÉQUENCE ET TEMPS D'APPLICATION.

Lorsque le taux d'application est un paramètre connu, la dimension d'une seule application dépendra simplement du temps de l'application. L'irrigation peut avoir lieu à faible intensité pendant une longue période de temps, ou même d'une manière continue, puisque le but principal des systèmes de goutte à goutte consiste à maintenir des basses tensions d'humidité dans le sol, et ce, sans fluctuations trop excessives des cycles d'assèchement et d'humidification du sol.

Pour des climats humides l'intervalle de temps entre deux irrigations successives devrait être plus long à cause de la consommation journalière moins importante de la cime (taux d'évapotranspiration)

Sous de pareilles conditions climatiques, le taux maximum d'évapotranspiration est de 4 mm/jour, que pour des climats arides ou semi-arides il est de 10 à 15 mm par jour.

Pour une irrigation journalière, le temps d'application peut être calculé comme suit:

— L'application d'un jour donné dépend du taux du bac d'évaporation du jour précédent moins le taux de précipitation enregistré ce même jour.

Supposons une perte d'eau nette de EVP (mm par jour), cette valeur doit être multipliée par un facteur culture (C/F) afin de transformer la valeur EVP en une évapotranspiration, ou en une valeur $EVP T$. ($EVP T$ (mm/ /jour) = $EVP \times CF$).

La valeur de CF est inférieure à l'unité parce que d'une part, l'albedo de la végétation est supérieure à celui du bac d'évapotranspiration et d'autre part, la transpiration des plantes cesse la nuit. En fonction de l'étape de croissance ce facteur se classera entre 0,6 et 0,8. On accepte souvent une valeur de 0,75 pour les vergers et ce, durant toute l'année.

— Ensuite, la valeur de $EVP T$ devra être multipliée par un coefficient de surface (OBK). L'irrigation goutte à goutte ne touche que dix à cinquante % de la surface du verger. Pour ce qui est des vergers nouvellement plantés seuls 1 à 2 % de la surface peuvent être irrigués.

— On calcule l'écoulement journalier par hectare comme suit:

$KHA = (EVP) \times (CF) \times (OBK) \times 10$ mètres cube par hectare et par jour dans lequel:

KHA = écoulement journalier par hectare en mètre cube

EVP = nombre de mm d'eau de surface évaporée à partir d'un bac

CF = coefficient de culture

OBK = superficie en % de la surface de verger irrigué

10 = facteur de conversion servant à transformer des mm d'eau de surface par jour, en mètres cubes par hectare et par jour.

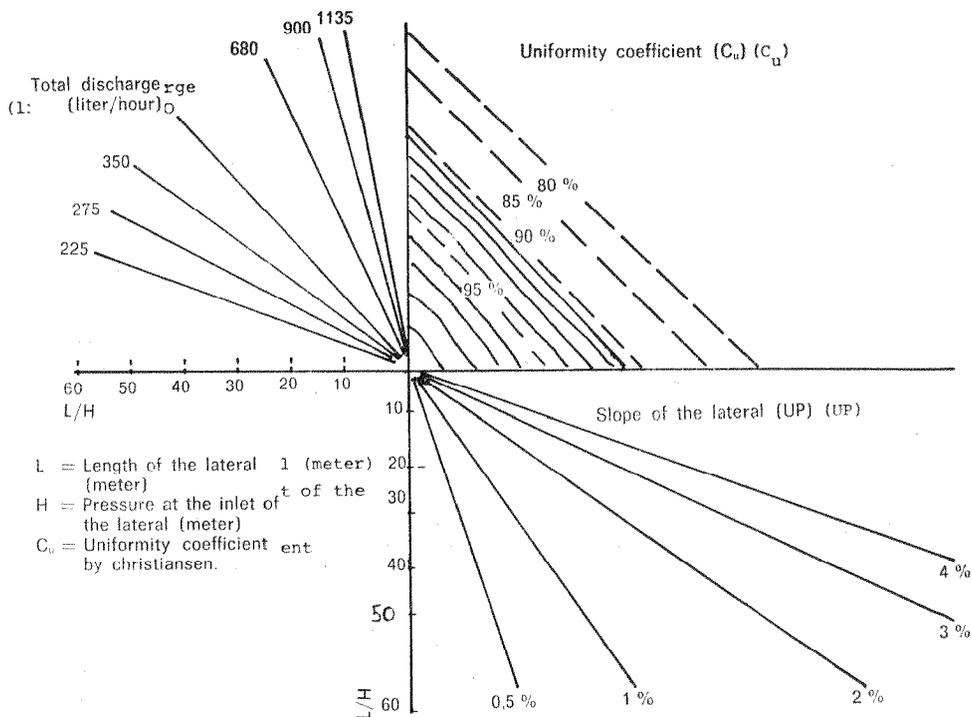


Figure 11. - Design chart of a 1/2-inch lateral line (up slope).

— Le temps d'application de (A U) $K H A \text{ m}^3/\text{ha jour}$ dépend du débit par heure (D H A), du système. Celui-ci est égal à la multiplication du débit par heure du goutteur par le nombre d'arbres par hectare (lorsqu'il n'y a qu'un goutteur par arbre):

$A U = (K H A) : (D H A)$ heures par jour et par hectare dans lequel:

$A U$ = temps d'application en heures par jour et par hectare.

$K H A$ = écoulement journalier par hectare en m^3 .

$D H A$ = écoulement par heure, du système en m^3 .

Exemple 1:

— 1000 arbres par hectare; écoulement du goutteur de 4 litres par heure.

— Un goutteur par arbre.

— $D H A = 1000 \times 0,004 = 4 \text{ m}^3/\text{heure, ha.}$

— $E V P = 3\text{mm}/\text{jour.}$

— $CF=0,75$.

— OBK =supposons un système complet d'enracinement circulaire, ayant un mètre de rayon. La zone enracinée, par arbre, est égale à $3,14 \text{ m}^2$. Pour 1000 arbres par hectare seuls 31% de la surface du verger avaient besoin d'être irrigués.

$OBK=(1000 \times 3,14) : (1000 \times 0,004)=1,74$ heure.

Il n'est guère nécessaire d'entreprendre journellement tous ces calculs, il est aussi possible de calculer d'une manière hebdomadaire la perte d'eau nette, en soustrayant les mm de précipitations, des mm d'évaporation. Cette perte d'eau nette indiquera la quantité d'eau qui devra être fournie la semaine suivante. L'irrigation n'est pas nécessaire dans le cas où il n'y a pas de perte d'eau nette, ou que celle-ci exige une irrigation durant moins d'une heure par jour. Le système d'irrigation peut alors être fermé pour toute la semaine.

Du fait des variations enregistrées entre les sites et les saisons, en ce qui concerne les précipitations et l'évaporation il est recommandé à chaque cultivateur de déterminer les pertes d'évaporation. Il est possible d'obtenir d'une manière journalière ou hebdomadaire des mesures d'évaporation précises, à l'aide d'une installation non coûteuse c'est à dire:

— se procurer un réservoir en métal ou en plastique rigide, ayant un diamètre intérieur de 25 cm et une profondeur minimum de 30 cm. Sa forme conique ne doit pas être trop prononcée;

— installer ce réservoir en plein air. L'élever ou l'enfermer pour le mettre à l'abri des animaux.

Remplir d'eau ce réservoir jusqu'à 5 cm du bord. Enregistrer la profondeur à l'aide d'un règle.

Remesurer la profondeur de l'eau, chaque jour, on semaine et à un moment donné. Ajuster le niveau d'eau d'après la profondeur originale.

Dans le cas où l'irrigation goutte à goutte est basée sur les calculs d'une succion matricielle, et dans la mesure où nous ne souhaitons pas épuiser au delà d'un certain pourcentage l'accumulation totale de l'humidité du sol ce, afin de maintenir un accroissement rapide de la végétation, l'intervalle entre deux irrigations successives dépendra:

- de l'évapotranspiration cumulative,
- des précipitations, entre deux irrigations successives,
- de la succion matricielle maximum (max-ms) correspondant à la quantité d'humidité (L vol %) à laquelle on devra faire fonctionner le système,
- de la succion matricielle minimum (min-ms), correspondant à la quantité d'humidité à laquelle on devra faire fonctionner le système (H vol %),
- de la profondeur d'enracinement (en décimètres).

Graph for normal gastube.

Reduction factors for rubber pipe: 1.5 to 1.6; aluminium pipe: 0.9; P.V.C. pipe: 0.85.

Diameter in mm resp inch.

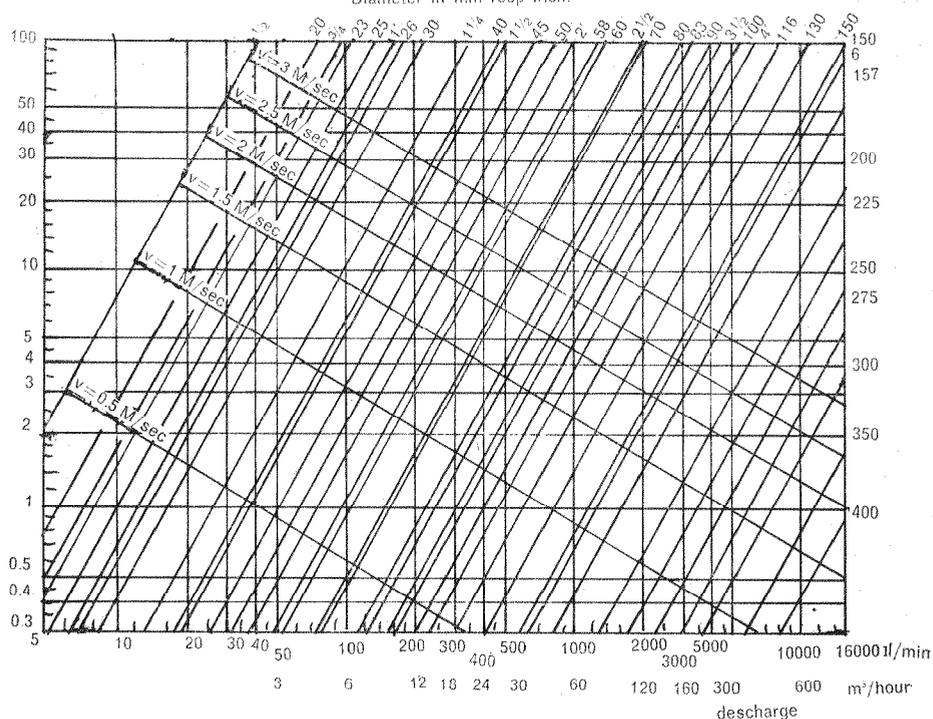


Figure 12. - Nomogram for calculating friction loss in mains and submains.

La capacité d'accumulation de l'eau disponible, de la zone racinaire activée, est calculée comme suit:

(H — L) vol % X profondeur de la zone racinaire en décimètres.

Avec une évapotranspiration journalière moyenne de E V T P mm, BK sera épuisé. BK : EVTP jours.

Exemple 2:

- E V T P : 4 mm/jour.
- Max, ms : 30 centibars, L=25 vol %.
- Min, ms : 20 centibars, L=30 vol %.
- Profondeur de la zone racinaire : 10 à 70 cm.
- BK=(30 — 25)×6=30 mm.

L'irrigation devra donc être employée après que les 30 mm d'eau aient été utilisés, (ou tous les 7,5 jours), à un débit d'utilisation maximum. Si l'on

suppose que la surface enracinée, par arbre est égale à 3 m^2 , et que l'écoulement de goutteur est de 6 litres/heure, il faudra 15 heures pour utiliser 30 mms, tous les 7 jours et demi.

La surface totale pouvant être irriguée en une seule fois dépend:

- de la capacité du puits, dans la mesure où la source est limitée;
- de l'évapotranspiration maximale attendue pour une durée donnée, avec une période moyenne de retour de 1, en 5 ou 10 ans;
- de la capacité de rétention de l'eau, du sol entre les succions matricielles maximum et minimum chacun de ces facteurs devra être calculé pour chaque projet.

3. DISPOSITIF DES COMPOSANTS MÉCANIQUES.

Il est très difficile de proposer un concept universel pour un réseau de transport. Nous devons prendre en considération, la longueur des latéraux, (il n'est pas recommandé d'utiliser des longueurs de 200 m ou plus, pour des régions plates, dont le diamètre intérieur est de 16 mm), le débit voulu per hectare, ainsi que la capacité du puits.

Il est préférable d'illustrer à l'aide d'un exemple comment est conçu un système de goutte à goutte:

- région à irriguer : 3 hectares, terrain aplani de forme rectangulaire ($150 \times 200 \text{ m}$);
- utilisation de la terre : verger. L'écartement entre les rangées d'arbres est de 4 m. Dans chaque rangée, les arbres sont plantés à une distance de 2,5 m. Ceci signifie : 1000 arbres par hectare.
- taux d'application par arbre : 5 litres/heure;
- débit par hectare : $5 \text{ m}^3/\text{heure}$;
- capacité maximum du puits : $8 \text{ m}^3/\text{heure}$;
- pression dans les lignes principales : $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Il est impossible d'irriguer en une fois la totalité du verger. Pour cela, le verger doit être divisé en 2 parties (voir fig. 1).

Conception des latéraux (diamètre intérieur : 12 mm).

La longueur des latéraux (tubes en polyéthylène) est de 150 m, ceci correspondant à 60 arbres par rangée. De ce fait le débit d'un latéral est de 300 litres/heure. La perte de charge du latéral, dûe à une friction, est calculée comme suit:

- la perte de charge par 100 m (si la totalité de l'écoulement de 300 litres/heure à travers le tuyau) est de $0,51 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (voir fig. 4);

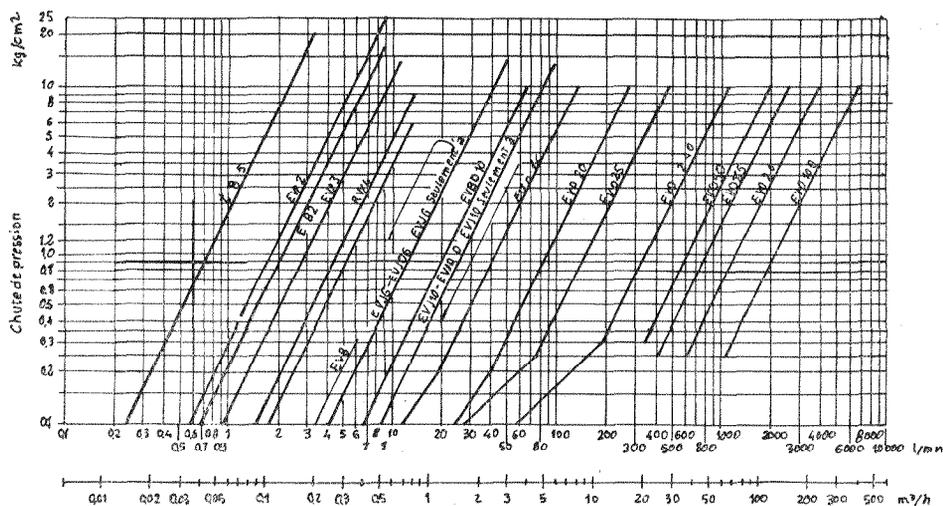


Figure 13. - Caractéristiques de fonctionnement des vannes électromagnétiques.

— pour un latéral de 150 m, la perte de charge équivaldra à 0,76 kg/cm².

La perte de charge sera inférieure car le débit diminue avec la distance dans le tableau 1, on peut trouver le facteur de réduction (F) en fonction avec le nombre d'ouverture. Pour 60 goutteurs, le facteur d'ouvertures multiples $F=0,34$. La perte de charge totale dans le latéral s'évalue à $0,76 \times 0,34 = 0,26$ kg/cm². Ceci signifie que sur une région au niveau parfait, la pression dans le dernier goutteur sera de 0,74 kg/cm².

Il est utile de noter que, sur des terrains en pente, chaque différence d'altitude (positive ou négative) d'un mètre, correspond à un accroissement ou diminution de la pression, de 0,1 kg/cm².

L'avantage présenté par l'utilisation des microtubes comme goutteurs, réside dans le fait qu'il est possible d'ajuster la longueur suivant la pression réelle. Par conséquent, et afin de faciliter de futurs calculs, il serait utile de définir la relation existant entre la longueur du latéral et la pression.

Plan des composants de la charge de goutte à goutte.

On connaît, pour les composants principaux, la relation existant entre le débit et la chute de pression de l'ouverture (inlet) et de la sortie (outlet). La fig. 13, montre les caractéristique de fonctionnement des vannes électromagnétiques (solenoides).

Régulateur de pression.

Nous devons choisir le type de régulateur de pression offrant le débit voulu par une petite perte de charge maximum de 0,5 à 1 — 2 kg/cm².

Pompe

On détermine comme suit la charge d'une pompe : La charge de pression nécessaire à l'ouverture du latéral augmente avec toutes les pertes survenant entre la sortie de la pompe et le latéral. Puisque le débit total est connu les besoins de la pompe seront totalement déterminés. Il revient au planificateurs de sélectionner un type de pompe, de manière à ce que l'intersection entre la courbe de charge de la pompe, et la courbe du système (charge statique + pertes) coïncide avec le point d'efficiencce du pic des pompes.

BIBLIOGRAPHIE

- BUCKS D. A. and LLOYD E. MYERS, 1973 - *Trickle Irrigation Application Uniformity from Simple Emitters*. Transactions of the ASAE.
- Colloque National de Bordeaux, Avril 1974 - *L'Irrigation localisée (goutte à goutte)*. INUFLEC (l'Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons, 22 rue Bergère, 75009 Paris
- KENWORTHY A. I., 1972 - *Trickle Irrigation ... The concept and Guidelines for use*. Research Report 165. Michigan State University.
- KENWORTHY A. I., 1974 - *Trickle Irrigation ... Simplified Guidelines for Orchard Installation and use*. Research Report 248. Michigan State University.
- MAILLARD R., 1973 - *L'Irrigation au goutte à goutte. Son application à l'olivier*. Revue « l'Olivier ». Numéro spécial Septembre 1973.
- RUTTEN P., 1972 - *L'arrosage local par rampes perforées fixes*. Extrait de la Revue « Bas-Rhône-Languedoc » N. 62.
- Second international Drip Irrigation Congress 74 - Proceedings. San Diego, California U.S.A. July 7-14, 1974.
- ULRICH J., 1974 - *Les systèmes d'arrosage localisé*. Génie Rural N. 6-7. 1974.
- WHITNEY I. F. and LO K. M., 1969 - *Plastic Orifice Insets for subsurface Irrigation*. Transactions of the ASAE 1969.
- WY I. P. and GITLIN H. M., 1974 - *Drip Irrigation Design Based on Uniformity*. Transactions of the ASAE N. 3 Vol. 17-1974.