

LE MATERIEL UTILISE EN IRRIGATION. AU GOUTTE A GOUTTE.

par R. LEONCE

Comme la plupart des nouvelles techniques, l'irrigation localisée utilise des matériels déjà employés par ailleurs, mais elle nécessite parallèlement, le développement d'une technologie bien particulière, celle des appareils de distribution ponctuelle de l'eau.

Ces appareils, goutteurs, distributeurs, ajutages orifices, microtubes sont déjà d'une grande diversité. Dès les premières années d'application les techniques se sont multipliées. Les problèmes posés ont reçu des solutions différentes, qu'il s'agisse de technologie purement hydraulique, ou d'adaptation aux conditions du milieu pédologique, agronomique.

Après l'étude de cet organe fondamental, la technologie spécifique a également entrepris des problèmes particuliers de l'exploitation du système.

Dans ce domaine elle a adapté des appareils connus comme les vannes volumétriques, les vannes hydrauliques, les régulateurs de pression ou de débit, enfin les filtres.

I. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES GOUTTEURS.

Le goutteur est un petit organe destiné à délivrer ponctuellement un débit lent et régulier de l'ordre de quelques litres à l'heure. C'est aussi un organe dissipateur d'énergie.

1.1. Conditions hydrauliques d'écoulement.

Greffé sur un tube en pression, l'organe distributeur délivrera un débit variable suivant ses paramètres propres liés à une loi : $q=f(H, D, l)$

q = débit

H = pression

D = diamètre

l = longueur.

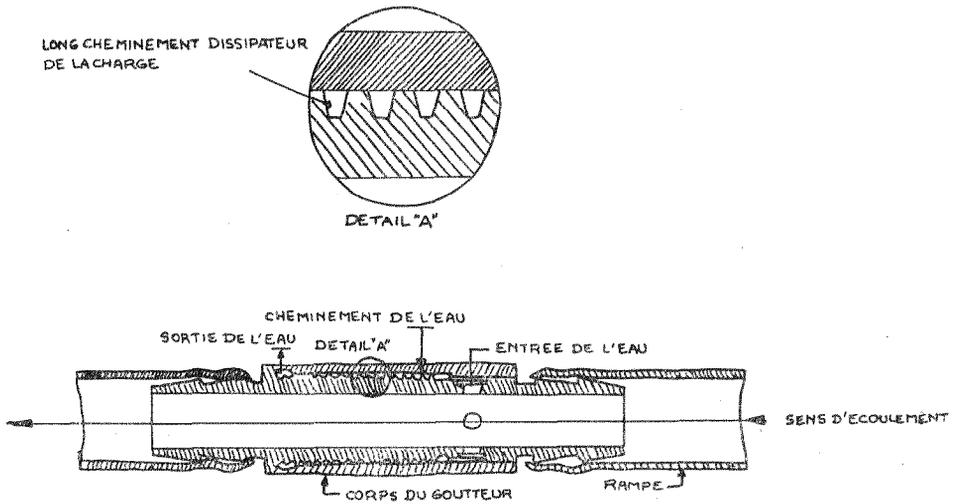


Figure 1. - Goutteur à long cheminement à sortie unique.

1.2. Le facteur H.

H, pression en mètres d'eau ou charge sous laquelle fonctionne l'appareil est une des données fondamentales de l'écoulement.

On sait que le débit d'un organe hydraulique varie avec la charge H.

Or en irrigation au goutte à goutte comme en irrigation à la raie, ou par aspersion, la recherche de l'uniformité maximale de l'application de l'eau sur le sol est un souci essentiel en vue d'une bonne économie d'eau.

Il est évident que dans un réseau de tuyaux de distribution sous pression la charge est variable. Pour avoir un débit uniforme sur tous les goutteurs il faudra donc minimiser l'influence d'une variation de la charge sur une variation de débit du goutteur, ou encore, faire varier les dimensions du goutteur, ou encore, faire varier les dimensions du goutteur avec la charge.

De nombreuses solutions ont été proposées à partir des données fondamentales de l'écoulement.

1.3. Les régimes d'écoulement.

Pour un goutteur de dimensions données et invariables on sait que l'on a :

$$q = KH\alpha$$

$\alpha = 1$ si le régime est laminaire $Re < 2000$

q est dans ce cas proportionnel à H

$\alpha = 0,5$ si le régime est turbulent.

q est proportionnel à la racine carrée de la charge.

Entre ces deux régimes limites existent d'ailleurs des régimes intermédiaires pour lesquels α prend des valeurs comprises entre 0,5 et 1.

Il existe donc des goutteurs de types différents qui vont fonctionner sous divers régimes.

Toutefois quelle que soit la solution choisie, il ne faut pas perdre de vue que le goutteur doit conjuguer un certain nombre de facteurs quelque peu antinomiques:

- Briser une charge importante.
- Être de petite dimension.
- Donner un faible débit.
- Avoir des sections d'écoulement suffisantes pour éviter l'obstruction et le colmatage rapide.

1.4. Les facteurs D et l .

Le facteur D est la dimension nominale de la plus petite section d'écoulement que l'on trouve dans l'appareil (diamètre d'un canalicule ou d'un orifice).

Il détermine la section et par là, sous une charge donnée, le débit de l'appareil qui lui est directement proportionnel.

C'est à ce niveau que se pose la difficile conjugaison d'un débit faible et d'une section suffisamment ouverte et peu sensible à l'obstruction.

Certains goutteurs sont d'ailleurs équipés de membranes permettant la variation du diamètre de la section du passage en fonction d'une variation de pression et ceci en vue d'assurer une certaine régulation du débit. Les facteurs D et l déterminent d'ailleurs le type de goutteur.

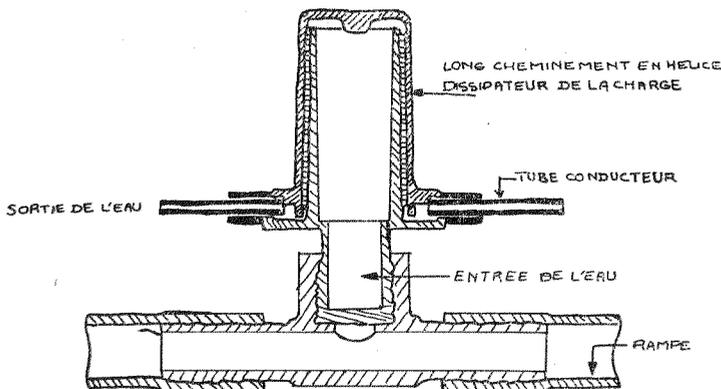


Fig. 2 - Goutteur à long cheminement à sorties multiples.

Le choix se discute pour la dissipation de la charge entre:

— un canalicule à long cheminement siège d'un écoulement subturbulent sinon laminaire;

— un ajustage ou un orifice provoquant une mise en vitesse, suivi d'une chambre de dissipation d'énergie. Ces appareils fonctionnent en régime turbulent.

Compte tenu de la relation entre charge et débit, il est évident que les goutteurs à long cheminement ont, pour une même variation de charge, des variations de débit plus importantes que les orifices et les ajustages.

Exemple

Soit un goutteur à long cheminement $\alpha=0,8$

un goutteur à orifice $\alpha=0,5$

Soit H une certaine charge

Soit $H'=1,10 H$. C'est-à-dire supposons que la charge augmente de 10%.

$$q_1 = K_1 H^{0,8}$$

$$q'_1 = K_1 (1,1 H)^{0,8}$$

$$\frac{q'_1}{q_1} = (1,1)^{0,8} = 1,08$$

q_1

autrement dit dans le goutteur à long cheminement et à régime subturbulent si la pression varie de 10%, le débit varie de 8%.

$$q_2 = K_2 H^{0,5}$$

$$q'_2 = K_2 (1,1 H)^{0,5}$$

$$\frac{q'_2}{q_2} = 1,1^{0,5} = 1,05$$

q_2

Dans ce cas, pour une même variation de pression le débit n'a varié que de 5%.

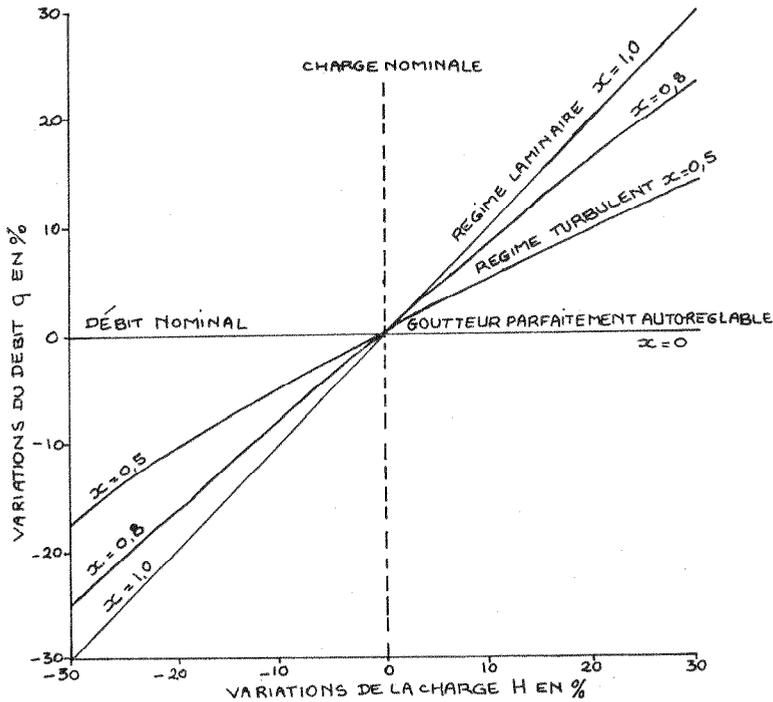


Fig. 3 - Variations de débit en fonction des variations de pression.

II. LES DIFFÉRENTS TYPES DE GOUTTEURS.

2.1. Le goutteur à long cheminement.

C'est le premier appareil qui ait été largement vulgarisé.

La dissipation de la charge d'alimentation, soit environ 1 bar, est obtenue par perte de charge dans un canalicule hélicoïdal d'environ 1 mm de diamètre et de quelques dizaines de centimètres de longueur (voire 1 à 2 m).

Ce canalicule est moulé sur la face extérieure d'un cylindre en polypropylène qui s'emboîte exactement dans un manchon. Au sortir du canalicule l'eau s'écoule goutte à goutte.

L'appareil est monté « en série » sur une canalisation en polyéthylène de 13/16 mm.

- le débit q
- la perte de charge H
- le diamètre D
- la longueur du canalicule L

sont liés par la formule de DARCY-WISBACH (régime laminaire).

$$L = \frac{Hg D^4 T^2}{KqV}$$

avec $K = 3,56/10^7$

$V = 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

(à noter la sensible variation du débit avec la température de l'eau).

Sous une pression de 1 bar ces appareils délivrent entre 2 et 10 l/h suivant les dimensions. Avec des eaux très minéralisées ou chargées d'éléments fins (limons) on peut avoir des risques de lent colmatage.

Certaines fabrications sont démontables et l'appareil peut alors être nettoyé.

Le goutteur à long cheminement a donné lieu à de multiples variantes.

Le canalicule hélicoïdal a été remplacé par un ensemble de chicanes formant labyrinthe. Quelquefois encore, le canalicule au lieu d'être enroulé en hélice sur un cylindre, s'enroule en spirale sur un plan. Dans ce dernier cas on peut empiler plusieurs disques de spirales les uns sur les autres et régler ainsi à volonté la longueur du cheminement en les reliant en série. La longueur du cheminement peut aussi être réglée lorsque le goutteur est constitué par un tube fileté dans lequel on peut visser plus ou moins une pipette fileté également.

On a également varié les types de piquage sur la rampe d'alimentation.

Aux premiers goutteurs posés en « ligne », c'est à dire en série sur la rampe, sont venus s'ajouter les goutteurs en dérivation.

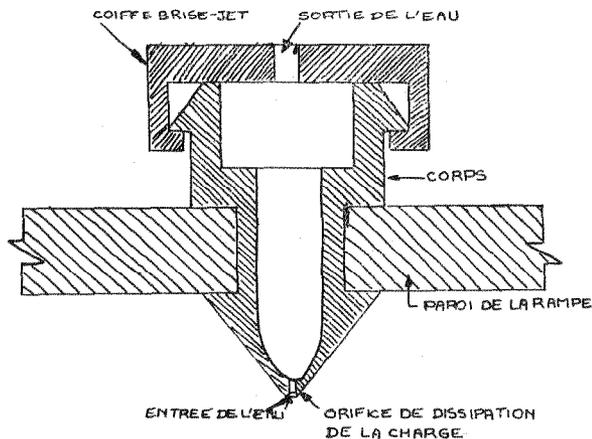


Fig. 4 - Goutteur-orifice à sortie unique.

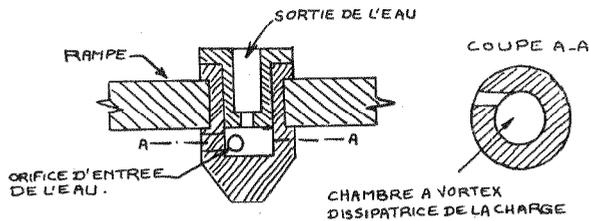


Fig. 5 - Goutteur-vortex.

Enfin dans le cas de cultures arbustives, pour mieux répartir les points d'alimentation comme pour diminuer les risques d'obstruction en augmentant les dimensions, on a mis au point des goutteurs à sorties multiples qui sont équipés de plusieurs tubes conducteurs permettant de répartir en plusieurs points autour des arbres, l'eau fournie par le goutteur.

Le prix de ces goutteurs varie de 1 frs à 2f 50 suivant leur conception.

Leur espacement sur la rampe varie de 0,6 à 2 m.

2.2. Le microtube ou capillaire.

Le système capillaire est une simplification du goutteur à long cheminement.

La dissipation de la charge se fait à travers un tube de diamètre intérieur capillaire et de diamètre extérieur égal à 3 mm.

Ces microtubes donnent un débit de 0,5 à 12 l/h variables avec le diamètre (0,5 à 1) la charge (2 à 20 m d'eau) et la longueur (0,20 à 1,5 m).

L'avantage essentiel du système est de pouvoir installer à chaque point de distribution un tube capillaire de longueur appropriée à donner le débit constant recherché en fonction de la pression qui régné en ce point.

Il est ainsi possible d'avoir une uniformité très bonne d'application, même dans les zones très mouvementées où la charge au sol est très variable ainsi que le long de longues rampes de distribution.

En verger la densité est d'environ 1 microtube/6 m².

Le point délicat est l'obstruction. Mais le remplacement est facile et le tube capillaire peu onéreux (0,10 frs) alors qu'un goutteur vaut entre 1 et 2,5 frs.

En fait, non compris les installations de filtration et de contrôle, le prix de revient s'établit à environ 3000 frs/ha.

Toutefois le système exige une installation très sérieuse de filtration si les eaux employées sont susceptibles d'être quelque peu chargées.

Le C.T.G.R.E.F. a établi des abaques de calcul de la longueur des tubes capillaires à installer en fonction du débit choisi, de la section et de la charge.

2.3. Les goutteurs à orifices.

Dans ce type de goutteur la dissipation d'énergie se fait à la fois dans le passage du courant à travers un orifice suivi d'une chambre de dissipation d'énergie.

La loi classique des orifices : $Q = m \sqrt{2gH}$ donne la section en fonction du débit recherché en fonction de la charge.

Même pour des débits relativement importants, sous la charge nominale

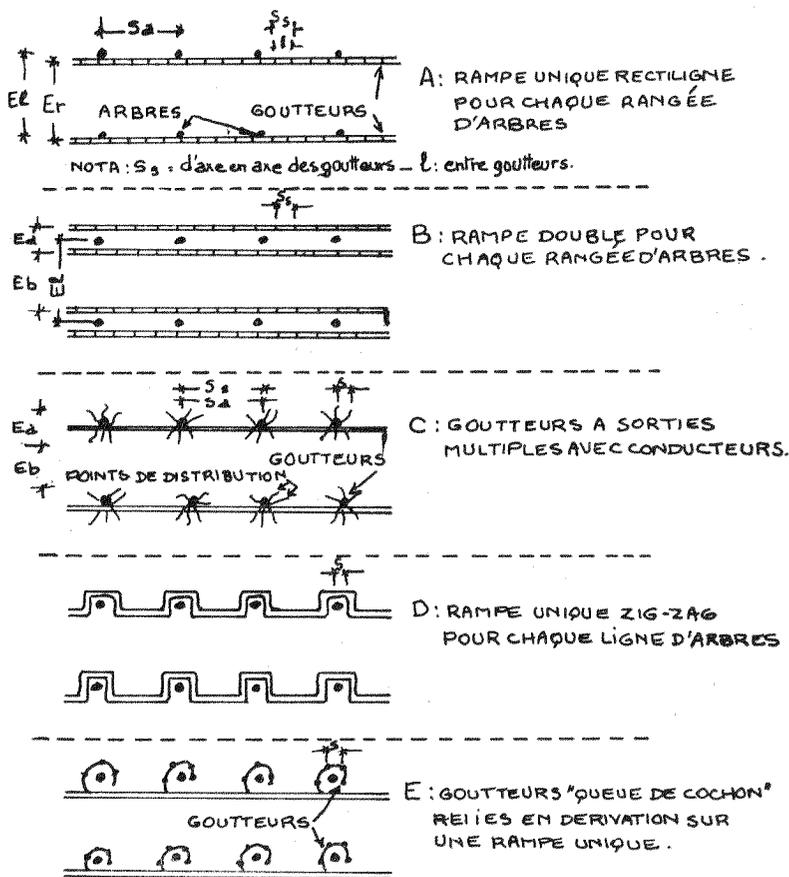


Fig. 6 - Schemas-type d'installation de rampes pour l'irrigation de vergers.

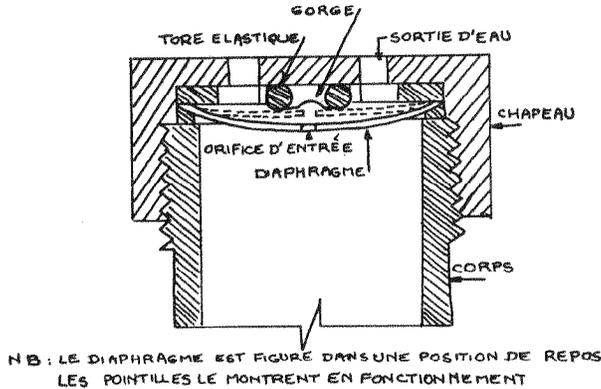


Fig. 7 - Goutteur auto-purgeur.

de 10 m d'eau, les orifices sont de faibles diamètres, de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres pour 8 à 10 l/h.

Dans ce cas encore, il conviendra donc d'assurer une filtration sérieuse de l'eau.

Dans cette catégorie rentre le goutteur à ajustage de la Compagnie du Bas-Rhône dont le débit atteint plusieurs dizaines de litres/heure, permettant des orifices de grands diamètres (1,5 à 2,1 mm) qui ne posent pas les mêmes problèmes.

2.4. Les goutteurs CYCLONE.

En fait le goutteur à orifice simple n'est pas à proprement parler un dissipateur d'énergie ou tout au moins en est-il un mauvais.

Aussi les techniciens ont-ils considérablement amélioré ce type de goutteur en créant une chambre de dissipation d'énergie de forme cylindrique dans laquelle l'eau admise tangentiellement prendra une trajectoire circulaire provoquant la formation d'un vortex qui augmentera considérablement la perte d'énergie. Cette augmentation de perte d'énergie permet toutes choses égales par ailleurs de doubler ou presque la dimension des orifices et donc de limiter les risques d'obstruction.

Par ailleurs la loi débit-pression $q = K H^{\alpha}$ permet d'obtenir dans ce genre de goutteur $\alpha \neq 0,4$. C'est-à-dire que pour une variation de pression de 20% par exemple, la variation correspondante de débit se limite à environ 8%. On juge de l'intérêt de cette caractéristique pour une bonne uniformité de la distribution.

2.5. Les goutteurs à orifices réglés.

Le goutteur idéal serait celui pour lequel on aurait $\alpha=0$ dans la loi $q=K H^\alpha$.

Le débit serait alors constant et indépendant de la pression.

On a cherché à réaliser ainsi des appareils à autorégulation de pression. La plupart sont constitués d'une membrane souple qui se déforme plus ou moins en fonction de la pression amont en modifiant les dimensions de l'orifice de distribution.

III. VARIATION DU DEBIT DES GOUTTEURS AVEC LA TEMPERATURE DE L'EAU.

Les goutteurs peuvent être appelés à fonctionner sous des températures très différentes, pendant les fraîches matinées de printemps comme aux heures les plus chaudes des journées d'été.

Le C.T.G.R.E.F. d'Aix-en-Provence a poursuivi une série d'essais sur différents types de goutteurs fonctionnant à des températures extrêmes susceptibles d'être rencontrées sur les réseaux.

C'est ainsi qu'on a obtenu:

TYPES DE GOUTTEUR	TEMPERATURES	Q
Long cheminement	3° à 50°	+ 50 %
Capillaire 4/10 mm	9° à 50°	+ 120 %
Vortex	3° à 50°	- 22 %
Ajutage Bas-Rhône	17° à 40°	+ 0,8 %

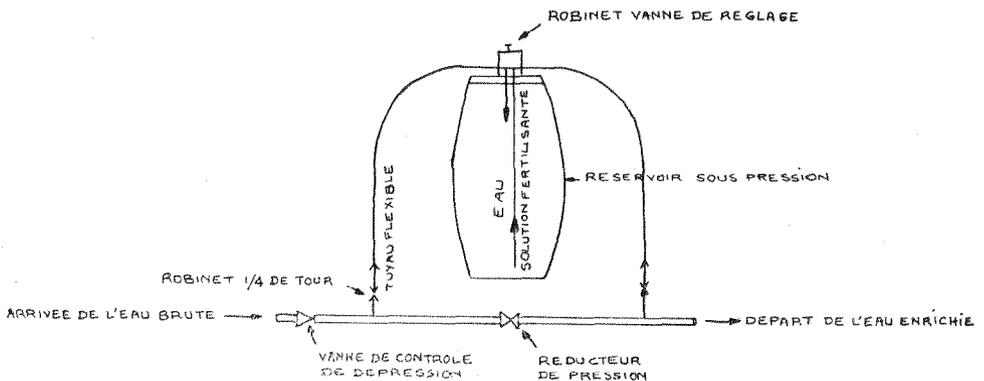


Figure 8. - Appareil d'injection d'engrais à pression différentielle:

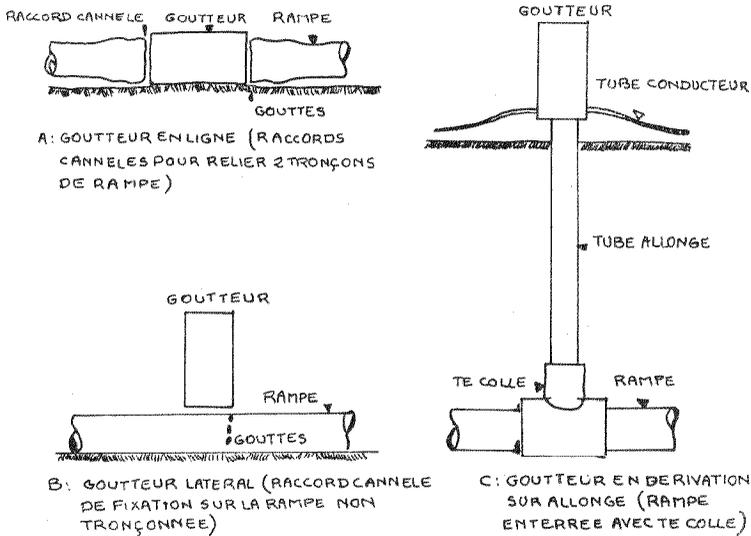


Fig. 9 - Moyens classiques de raccordement des goutteurs aux rampes.

Ces variations considérables du débit avec la température doivent être considérées. Elles conduisent à favoriser le développement du contrôle volumétrique des quantités d'eau délivrées.

IV. FIDELITE DES GOUTTEURS.

La fidélité technologique du goutteur doit être éprouvée sur deux plans.

Au plan de l'usinage tout d'abord, il est nécessaire de procéder au contrôle des appareils livrés en vue de s'assurer que les variations de caractéristiques de débit restent dans des limites convenables.

Il est certain que le polyéthylène dont sont constitués la plupart des appareils est un matériau souple dont l'usinage précis reste quelque peu aléatoire.

Des contrôles systématiques sur le diamètre des tubes capillaires notamment ont révélé de larges variations.

Mais c'est dans le temps qu'il convient de s'assurer du débit des appareils. Lent colmatage, ou déformation des sections avec la pression peuvent conduire à de sensibles modifications des caractéristiques qu'il faut connaître pour une bonne maîtrise des débits délivrés.