

CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DES GAINES D'IRRIGATION

LEUR EVOLUTION AVEC LE VIEILLISSEMENT DU MATERIEL

Simon CORDIER
Janvier 2015

Problématique

L'utilisation de gaine en culture maraîchère est de plus en plus généralisée. Elle s'installe sous paillage plastique avant la plantation. Elle n'est pas réutilisable en fin de culture. Vis-à-vis du goutte à goutte classique son intérêt principal réside dans son faible coût. On recherche cependant une bonne répartition de l'eau qui va permettre une culture homogène.

La connaissance de leurs caractéristiques hydrauliques permet de bonnes préconisations d'utilisation (connaissance des débits horaires en fonction de la pression ; longueurs limites de pose en fonction de la topographie de la parcelle). Il est aussi intéressant de connaître l'homogénéité du produit et son évolution au cours d'une saison d'arrosage. C'est pour cette raison que nous avons décidé de tester l'homogénéité de répartition des débits de différentes gaines neuves et usagées.

Rappels théoriques

La loi débit-pression d'un distributeur est de la forme : $Q=Q_0 \times (H/H_0)^\alpha$ où Q_0 est le débit nominal à la pression nominale H_0 et Q est le débit à la pression H . L'exposant α dépend du distributeur et caractérise sa sensibilité aux variations de pression.

Quelques valeurs repères de α	Type de distributeur
1	à circuit long "capillaire"
0,5	Simple ajustage
0	Auto régulant parfait

Dans le calcul des projets, on se fixe une tolérance sur la variation relative des débits : souvent cette valeur maxi de $\Delta Q/Q = (Q_{\max}-Q_{\min})/Q_{\text{moy}}$ est prise égale à 20%. Cela entraîne une tolérance sur la pression qu'on peut calculer ainsi :

La loi débit-pression est de la forme $Q = k \times H^\alpha$. Donc la variation relative est $\Delta Q/Q = \alpha \times (\Delta H/H)$. Pour $\Delta Q/Q = 20\%$ on a en fonction de α les tolérances suivantes sur la pression :

α	$\Delta H/H$
1	20 %
0,5	40 %
0	infini

Plus α est petit, plus la tolérance sur la pression est grande.

Caractéristiques des fabricants

4 gaines neuves et 7 gaines usagées ont été testées depuis 2012. Les gaines neuves ont été choisies en fonction de leur utilisation par les producteurs. Les gaines usagées ont été récupérées chez des producteurs en fin de culture. Elles ont toutes un passé différent : durée de fonctionnement, type et finesse de filtration, ferti-irrigation ou non, culture. Ce passé est identifié et sera pris en compte, si besoin, dans l'interprétation des résultats. Cela pourra également permettre d'identifier des méthodes d'irrigation plus ou moins favorable à la bonne évolution des gaines d'irrigation dans le temps.

Toutes ces gaines sont des modèles couramment utilisés par les producteurs de la région.

Liste des gaines neuves testées :

- Gaine A diamètre 16 mm, un goutteur tous les 30 cm, débit 1.30 l/h/gout. à 1.0 Bar (2012).
- Gaine B, diamètre 16 mm, un goutteur tous les 30 cm, débit 1.05 l/h/gout. à 1.0 Bar (2012)
- Gaine C, diamètre 16 mm, un goutteur tous les 30 cm, débit 1.14 l/h/gout. à 0.7 Bar (2013)
- Gaine D, diamètre 16 mm, un goutteur tous les 30 cm, débit 1.02 l/h/gout. à 0.55 Bar (2013)

Liste des gaines usagées testées :

- 3 gaines D' (2013 et 2014)
- 1 gaine C' (2013)
- 1 gaine E' (2014)
- 1 gaine A' (2014)
- 1 gaine X' (2014). Le producteur n'a jamais pu nous préciser les références de la gaine.

Dispositif expérimental

On a construit un banc de mesures permettant de mesurer le débit de 16 goutteurs consécutifs. Ceci permet de reconstituer la loi débit-pression de chaque goutteur, d'estimer la variabilité entre goutteurs et d'en tirer une valeur moyenne.

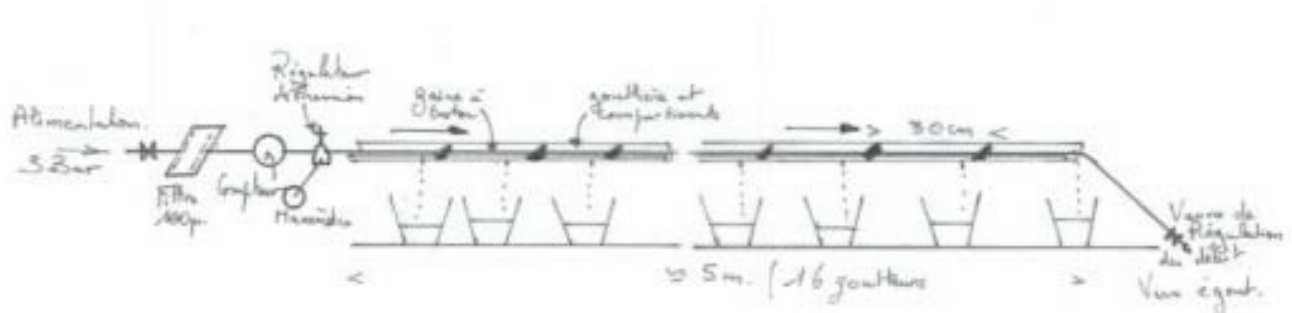


Schéma du banc d'essai

L'eau est filtrée par un filtre à tamis (100 μ). Un régulateur de pression réglable, permet d'afficher la pression souhaitée à 0,05 Bar près. La pression est mesurée juste avant le branchement sur la gaine. On considère que la perte de charge sur les 5 m de gaine est négligeable. La gaine est installée dans une gouttière fragmentée en 16 compartiments qui permet de mesurer le débit de chaque goutteur.



A l'aval de l'échantillon, on installe une vanne. Le réglage de cette vanne permet de créer un débit à travers la gaine. On règle le débit à 360 l/h (ou 6 l/mn) ce qui correspond à une vitesse moyenne de 0.5 m/s dans une gaine de DN 16. Un compteur est installé en début de rampe.

La durée de mesure varie de 5 à 15 mn en fonction du débit des goutteurs ; chaque récipient est ensuite pesé sur une balance (précision 2 grammes). On a réalisé pour chaque gaine une mesure pour les pressions suivantes (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 et 2.5 Bar). On obtient donc les débits de chaque goutteur pour ces 5 valeurs de pression.

Le banc d'essai est calibré pour recevoir des gaines qui ont un espacement entre goutteurs de 30 cm. Certaines gaines récupérées avaient un espacement entre goutteur plus faible (15 ou 20 cm). Afin de pouvoir toutes les tester, nous avons accepté que pour certains modèles il y ait 2 goutteurs par compartiments.

Résultats

On a calculé le coefficient d'uniformité (CU) de chaque gaine à toutes les pressions testées.
 $CU = 100 \times \text{moyenne des quatre débits les plus faibles} / \text{moyenne des débits des 16 goutteurs}$.

Neuves

pression	Gaine A	Gaine B	Gaine D	Gaine C
0.5	99	97	96	95
1.0	98	98	95	97
1.5	99	98	96	98
2.0	99	98	96	98
2.5	99	98	95	98

Les mesures sur les 4 gaines neuves donnent de très bons résultats, les CU sont tous supérieurs à 95% quelque soit la pression (mesures réalisées en 2012 et 2013).

Usagées

2013			
pression	Gaine D'1	Gaine D'2	Gaine C'
0.5	97	94	98
1.0	97	95	98
1.5	97	95	98
2.0	97	95	98
2.5	97	92	98

Les mesures sur les 3 gaines usagées donnent de très bons résultats, les CU sont tous supérieurs à 92% quelque soit la pression. Les résultats obtenus sont proches de ceux des gaines neuves. Ces 3 gaines ne montrent pas de signe de vieillissement.

2014				
pression	Gaine D'3	Gaine E'	Gaine A'	X'
0.5	93	97	94	95
1.0	94	94	94	91
1.5	91	83	94	95
2.0	96	82	/	95
2.5	94	61	/	/

En 2014, certaines pressions n'ont pas été testées car ce sont des pressions très élevées pour ces gaines et qu'elles ne sont jamais utilisées à de telles pressions.

Pour les pressions de 0,5 et 1 bar, tous les CU sont très bons : CU supérieurs à 91 %. Pour la pression de 1,5 bar, une seule gaine (E') ne donne pas de résultats complètement satisfaisants (CU de 83 %). Cette baisse d'homogénéité est due à un goutteur qui fuit.

Lois débit-pression

Le traitement de ces données en prenant les valeurs moyennes des débits des 16 goutteurs donnent les lois suivantes :

Neuves

	Gaine A	Gaine B	Gaine D	Gaine C
Q_0 (l/h/gout.) théorique	1.30	1.05	1.02	1.14
Q_0 (l/h/gout.) mesuré	1.28	1.02	1.02	1.23
α	0.45	0.45	0.51	0.49

Le débit nominal des gaines A et B est donné pour une pression de 1.0 bar, pour la gaine D, il est donné à 0.55 bar et pour la gaine C, il est donné à 0.70 bar. On constate que les débits mesurés sont très proches des débits théoriques sauf pour la gaine C où l'on constate une différence de 0.09 l/h/gout.

Les coefficients α sont compris entre 0.45 et 0.51. La dispersion est bonne.

Usagées

2013			
	Gaine D'1	Gaine D'2	Gaine C'
Q_0 (l/h/gout.) théorique	1.02	1.02	1.14
Q_0 (l/h/gout.) mesuré	0.97	0.85	1.28
α	0.5	0.52	0.41

On constate que pour les gaines usagées D' le débit mesuré est inférieur au débit mesuré sur la gaine neuve. Cependant, cette baisse de débit reste uniforme car le coefficient α est toujours proche de 0.5. On peut supposer qu'il y a un colmatage uniforme des goutteurs.

Pour la gaine C', le débit mesuré sur la gaine usagée est légèrement supérieur au débit mesuré sur la gaine neuve. Le coefficient α est quant à lui inférieur, il y a donc une plus faible dispersion des débits.

2014				
	Gaine D'3	Gaine E'	Gaine A'	Gaine X'
Q_0 (l/h/gout.) théorique	1.02	0.9	1	
Q_0 (l/h/gout.) mesuré	0.87	0.77	1.07	1.38
α	0.52	0.55	0.45	0.48

Comme pour les précédents tests, la gaine usagée D' donne un débit inférieur au débit théorique. Cependant, α reste proche de 0,5 donc la dispersion reste bonne. On fait le même constat pour la gaine E' mais avec un coefficient α légèrement supérieur ce qui

témoigne d'une dispersion plus importante. La gaine A' donne des résultats très satisfaisants, le débit mesuré est proche du débit théorique et le coefficient α témoigne d'une faible dispersion.

Concernant la gaine X', on peut simplement constater que le débit est élevé par rapport aux autres gaines mais que le coefficient α est bon.

Conclusions

Les résultats sur les gaines usagées sont satisfaisants. A des pressions de fonctionnement normales, entre 0,5 et 1 bar, toutes les gaines ont un coefficient d'uniformité supérieure à 90 %, cela traduit une bonne homogénéité sur la répartition des débits tout au long de la gaine.

Le débit moyen des goutteurs mesuré sur les gaines neuves est proche de celui donné par le constructeur. Pour les gaines usagées on remarque certaines différences entre le débit mesuré et le débit du constructeur. Cela signifie qu'il y a une évolution dans le temps de ces débits. On constate qu'elle peut être aussi bien positive (débit qui augmente), que négative (baisse du débit). La différence reste tout de même raisonnable si l'on considère que ces gaines ne sont utilisées qu'une seule saison. Dans le cas d'une réutilisation de la gaine, le producteur devrait vérifier le débit réel de quelques goutteurs.

Dans l'ensemble, on ne remarque pas de problèmes récurrents de colmatage ou de fuites. Les gaines résistent plutôt bien à une pression supérieure que celle préconisée par les fabricants, cependant lors d'une sur-pression la gaine est plus fragile.

Après ces 3 années d'essais, on remarque que les principales causes d'un dysfonctionnement au niveau des gaines sont :

- Un problème de fabrication (lots défectueux)
- Quelques goutteurs isolés qui se mettent à fuir avec le temps
- Une mauvaise filtration (colmatage)

Perspectives

Réaliser des tests et des diagnostics directement chez les producteurs qui rencontrent des problèmes afin d'identifier les causes du dysfonctionnement.

