



**PEUT-ON INSTALLER  
DES GAINES D'IRRIGATION  
DANS LES FORTES PENTES ?**

**Philippe CHARTON  
ARDEPI**

ARDEPI - 2009

## Quelles sont les limites d'utilisation des gaines dans les parcelles en pente ?

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. Par rapport au goutte à goutte classique, son intérêt principal réside dans son faible coût. On recherche cependant une bonne répartition de l'eau qui va permettre un développement homogène de la culture.

Or la plupart des gaines ne sont pas constituées de goutteurs autorégulants. Le débit de chaque distributeur est donc influencé par la pression régnant dans la gaine au droit de celui-ci.

En zone accidentée, les lignes de cultures sont souvent installées dans le sens de la grande pente car cela facilite les travaux et l'accès en tracteur. *Les gaines sont toujours alimentées par le haut*, seule façon que le dénivelé puisse compenser au moins en partie la perte de charge ; malgré cette précaution, la variation de pression le long de la gaine peut être très importante. Le débit augmente donc fréquemment du haut vers le bas de la parcelle. De plus, ces gaines ne doivent pas travailler à plus de 1.8 Bar car au-delà, le risque d'éclatement devient important. Pour rester dans cette tolérance, il faut donc baisser la pression en tête ce qui entraîne une sous irrigation des hauts de parcelle.

Depuis 2003 une nouvelle gaine, donnée pour être autorégulante, est présente sur le marché. Son originalité réside dans l'utilisation d'un « polymère à mémoire de forme » pour réaliser le labyrinthe du goutteur : celui-ci se déforme lorsque la pression augmente ce qui permet de limiter l'augmentation du débit.

### Quelques rappels théoriques

La loi débit-pression d'un distributeur est de la forme :  $Q=Q_0 \times (H/H_0)^\alpha$

- $Q_0$  est le débit nominal mesuré à la pression nominale  $H_0$
- $Q$  est le débit à la pression  $H$ .
- L'exposant  $\alpha$  dépend du distributeur et caractérise sa sensibilité aux variations de pression. **Pour un goutteur autorégulant parfait  $\alpha = 0$ .**

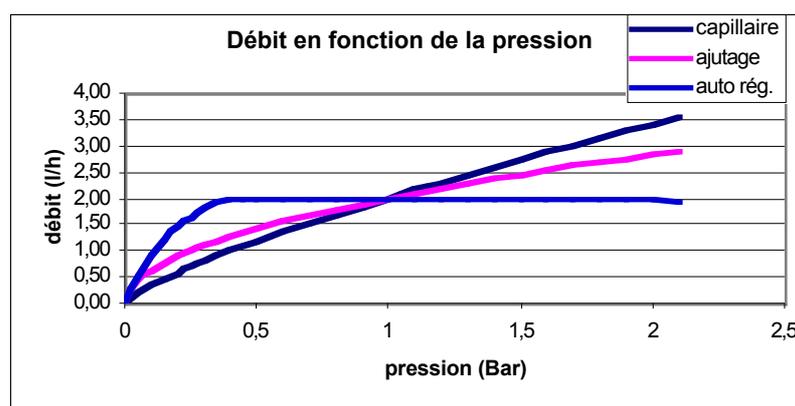


fig. 1 : Différence de comportement des goutteurs selon leur conception.

## Comparaison de matériel

L'ARDEPI a mis en place un test afin de comparer la gaine Aqua-traxx PC de chez Toro avec une gaine classique utilisée par le maraîcher chez qui l'essai a été mis en place.

### *Caractéristiques des fabricants :*

Gaine Tigertape de Vaducci, diamètre 16 mm, un goutteur tous les 30 cm, 1.65 l/h/goutteur à 1.0 Bar,  $\alpha$  inconnu.

Gaine Aqua-traxx pc de TORO ag, diamètre 16mm, un goutteur tous les 30 cm, 1.14 l/h/goutteur à 1,0 Bar,  $\alpha = 0,2$ .

## Dispositif expérimental

En fin de culture, 5 échantillons de chaque gaine de 6 m environ ont été récupérés. Un banc de mesure a été installé pour mesurer de façon précise les débits sur une longueur de 4 m de gaine en contrôlant de façon fine la pression. On a fait varier la pression de 0,5 Bar à 2,1 Bar par pas de 0,2 Bar.

Ceci permet de reconstituer la loi débit-pression de chaque échantillon, d'estimer la variabilité entre échantillon et d'en tirer une valeur moyenne.

Ces lois établies, nous avons pu alors réaliser autant de simulations que nécessaire en faisant varier la pente et la longueur de rampe. Nous avons recherché, pour une pente donnée, la longueur de rampe maximale permettant de rester dans une tolérance de  $\pm 10\%$  du débit moyen.



**Vue générale du banc d'essai**

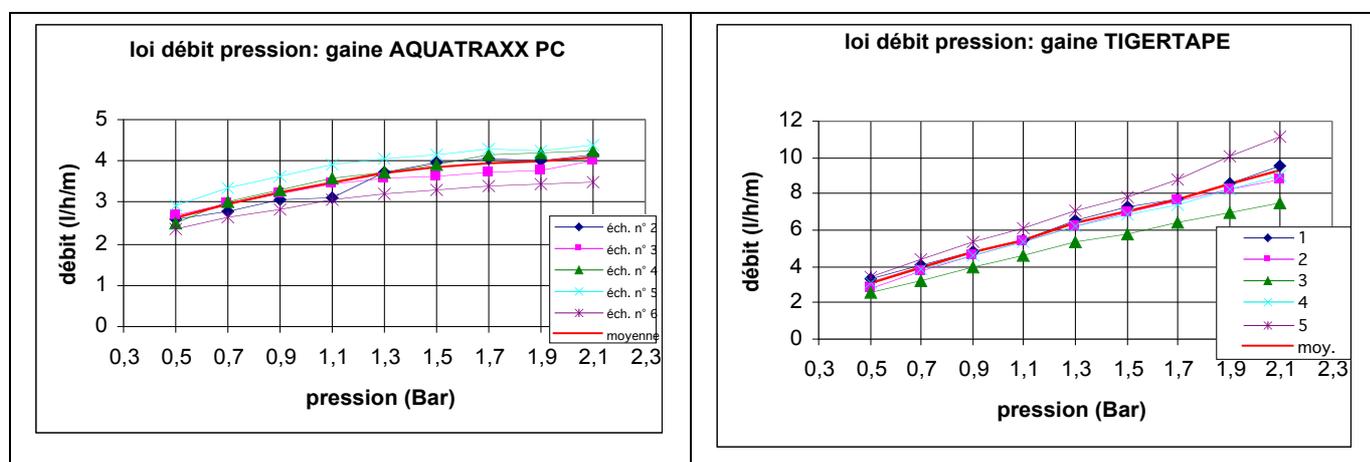
L'eau du réseau est filtrée. Un régulateur de pression réglable, permet d'afficher la pression souhaitée à 0,1 Bar près. La pression est mesurée juste avant le branchement sur la gaine. On considère que la perte de charge sur les 4 m de gaine est négligeable. La gaine est installée dans une gouttière légèrement en pente afin de faciliter l'écoulement de l'eau vers l'éprouvette. (En aucun cas elle n'est sensée simuler la pente de la parcelle.)

L'éprouvette de 2 l est graduée en 20 ml et la précision de la mesure est de 10 ml. Le temps est mesuré par un chronomètre ; le temps de mesure varie de 3 à 5 mn et est adapté au débit mesuré.

Les résultats sont exprimés en litre par heure et par mètre linéaire de gaine (l/h/m)

### Résultats

Les mesures réalisées ont permis d'établir pour les 2 types de gaine, leur débit nominal  $Q_0$  et leur  $\alpha$ .



		$Q_0$ (en l/h/m)	$\alpha$
Tigertape	Moyenne	5.10	0.77
Aquatraxe pc	Moyenne	3.30	0.31

	Tigertape	Aquatraxe pc
0.5 Bar	0.5	0.8
1.8 Bar	1.58	1.2

La variation de débit avec la pression est beaucoup plus faible avec l'Aqua-traxe pc.

Si on se fixe une variation de débit tolérable ( $\pm 10\%$ ), la variation de pression tolérable dans le cas de l'Aquatraxe pc est 2.5 fois plus forte qu'avec la gaine Tigertape.

	$\alpha$	Variation relative de débit	Variation relative de pression
Tigertape	0.77	$\pm 10\%$	$\pm 13\%$
Aqua-traxe pc	0.31	$\pm 10\%$	$\pm 32\%$

## Simulation du comportement des gaines vis-à-vis de la pente du terrain

On peut, grâce au calcul sur ordinateur, simuler toutes sortes de configurations de terrain.

On peut en particulier faire varier les longueurs totales de rampe, la pente du terrain et le diamètre de la gaine (on trouve de la gaine en diamètre nominal 16 et 22).

Pour un diamètre donné, on peut faire varier la pente du terrain et chercher la longueur maximale de rampe compatible avec la tolérance de débit de  $\pm 10\%$ . On constate que tant que la pente n'est pas très forte, le dénivelé compense en partie la perte de charge ce qui a pour effet de pouvoir utiliser des rampes plus longues qu'à plat.

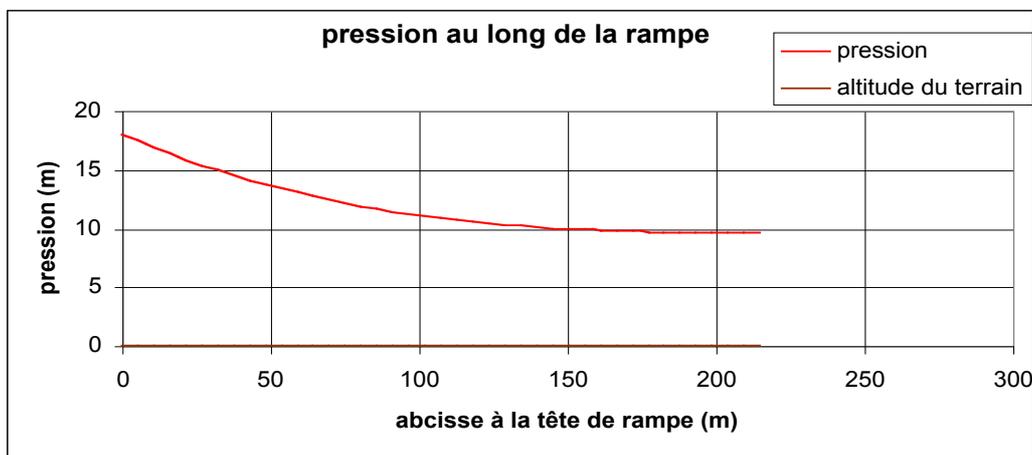
Au-delà d'une certaine valeur de pente, celle-ci entraîne une augmentation de la pression du début au bout de la rampe ce qui a pour effet de limiter fortement la longueur de la rampe.

Dans tous les cas, on se fixe une pression maxi égale à 1.8 Bar seuil au-delà duquel le risque d'éclatement de la gaine devient élevé.

Parmi les nombreuses simulations, nous en présentons trois qui sont typiques des comportements d'une rampe d'arrosage.

### 1. Exemple de résultat de simulation sur une parcelle horizontale (pente = 0%) Fig. 4

	maxi	moyenne	mini	Variation relative
pression	18.0 m	11.9 m	9.6 m	71 %
débit	4.0 l/h/m	3.5 l/h/m	3.3 l/h/m	20 %



#### RAPPEL

Une pression  
de 1 m d'eau  
=  
0,1 bar

Fig. 4 : Pour la gaine posée à plat, il ne faut pas dépasser une longueur de 215 m pour rester dans la tolérance de 20% de variation de débit.

2. Exemple de résultat de simulation avec une pente moyenne (4%) Fig. 5

	maxi	moyenne	mini	Variation relative
pression	18.0 m	11.7 m	9.7 m	70 %
débit	4.0 l/h/m	3.4 l/h/m	3.2 l/h/m	20 %

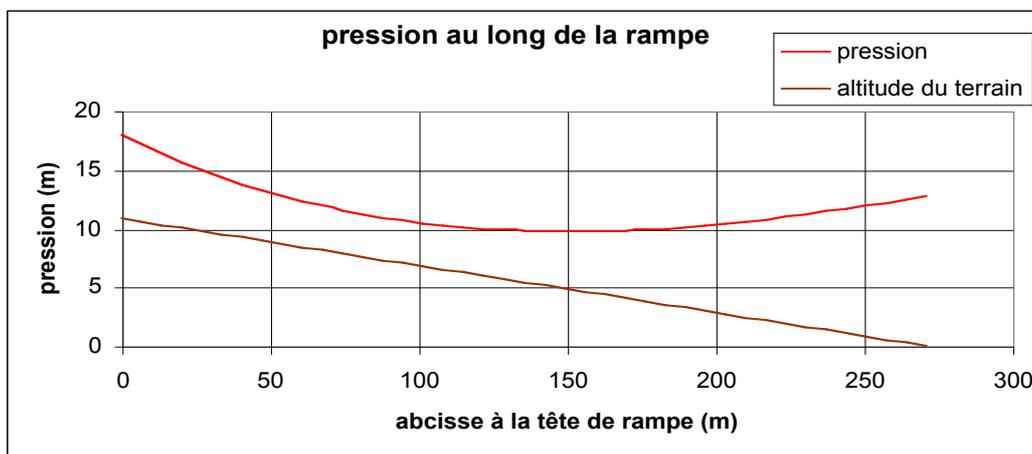


Fig. 5 : Une pente modérée de la gaine permet d'allonger leur longueur en restant dans la tolérance de débit.

Sur cet exemple, la pression est maximale en tête de rampe : elle a été fixée à 18m d'eau. La pression commence par décroître jusqu'à 150 m de la tête de rampe, où elle atteint 10 m puis augmente légèrement ensuite jusqu'en bout de rampe où elle atteint 13m. L'augmentation de la perte de charge devient de plus en plus faible puisque le débit décroît dans la rampe ; elle devient inférieure au gain produit par la pente du terrain ; on peut dire que la pente compense la perte de charge. Alors que la rampe atteint 270 m, la variation de pression est de 70% et la variation relative de débit reste dans la fourchette fixée soit  $\pm 10\%$

3. Exemple de simulation sur une pente forte (10%) Fig. 6

	maxi	moyenne	mini	Variation relative
pression	18.0 m	13.5 m	9.4 m	64%
débit	4.2 l/h/m	3.6 l/h/m	3.2 l/h/m	20 %

Dans cet exemple, la pression ne fait qu'augmenter entre la tête et le bout de rampe ; la pression en tête doit être limitée à 9.4 m pour que la pression ne dépasse pas 18 m en bout de rampe.

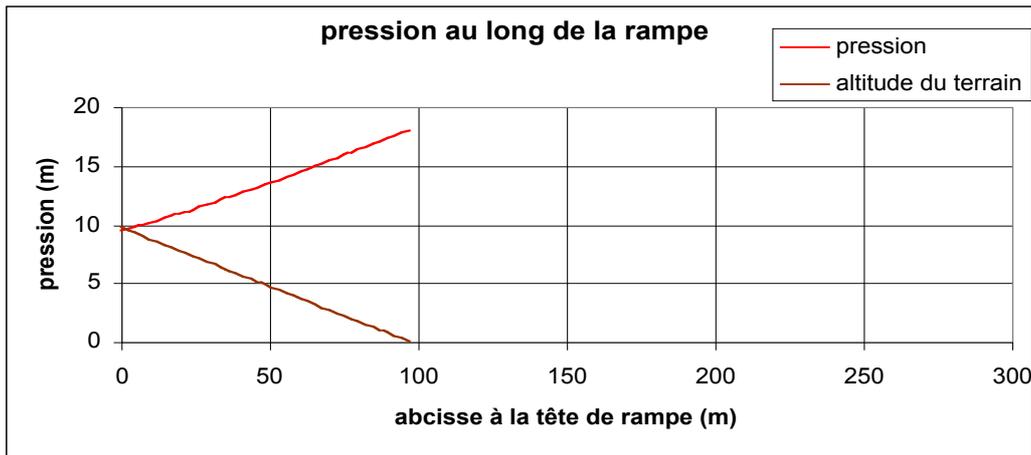


Fig. 6 : Une forte pente oblige à poser des gaines de longueur très faible.

Avec une pente de 10%, la perte de charge est, dès le début de rampe, inférieure au dénivelé : il n'y a plus de compensation possible. Dans le cas présent, il faut limiter la longueur de rampe à moins de 100m pour rester dans les tolérances de variations de débit.

## Quels enseignements retirés de ces simulations ?

### 1. Choisir une gaine à faible débit nominal :

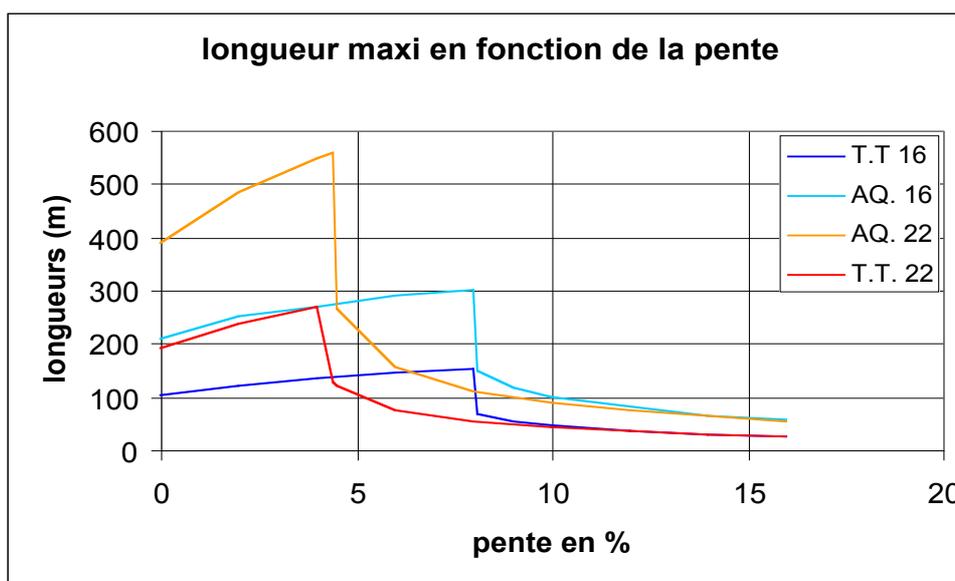
En diminuant les débits nominaux, les débits de tête, pour une même longueur de rampe, sont plus faibles, ce qui entraîne des pertes de charge plus faibles. On peut donc avec un même «  $\alpha$  », réaliser des rampes plus longues. Mais plus le débit nominal est faible, plus les risques de bouchages sont importants. La filtration doit être de qualité ; bien se conformer aux préconisations des fabricants quant aux dimensions des mailles des filtres.

### 2. Fonctionner avec la pression maximum admissible :

Plus la pression moyenne est élevée dans la rampe, plus les rampes peuvent être longues tout en respectant une variation de débit +/- 10%. On a donc toujours intérêt à fonctionner à la pression la plus élevée que peut supporter la rampe. Il faut donc vérifier à l'aide de prises de pression en tête et en bout de rampe et d'un manomètre portable que l'on reste inférieur à 1,8 bar.

### 3. Equilibre des pressions dans la rampe :

On constate que selon la pente l'équilibre se réalise de deux façons différentes : tant que la pente est inférieure à une valeur charnière, le dénivelé compense plus ou moins la perte de charge ce qui conduit à poser de grandes longueurs de gaines en respectant la tolérance sur les débits. Au-delà de cette valeur de pente, le dénivelé est toujours plus fort que la perte de charge ; la pression augmente depuis la tête de rampe vers le bout de rampe. Les longueurs de rampe possibles deviennent très faibles.



*Longueur tolérable en fonction du type de gaine, de son diamètre et de la pente de la parcelle.*

Si on calcule les longueurs maximales admissibles en fonction de la pente, on constate que celles-ci commencent par augmenter jusqu'à une certaine valeur de pente puis chutent brusquement lorsque la pression maxi s'établit en bout de rampe. La transition entre les deux régimes est assez brutale et dépend surtout du diamètre de gaine :

Diamètre de gaine	Pente charnière
16 mm	8 % ± 0.1%
22 mm	4,2 % ± 0.1%

La pente charnière n'est pas, en particulier, influencée par la valeur  $\alpha$  de la gaine.

On peut poser une gaine de diamètre 16 plus longue, avec une pente modérée (8 %) que sur un terrain plat.

De même, on peut poser des longueurs plus grandes avec une gaine de 16 qu'avec une gaine de 22 lorsque la pente est située entre 4.2 et 8%.

Au-delà de ces valeurs charnières de pente la longueur acceptable chute brutalement et de manière considérable.

Quelque soit la pente, l'avantage est toujours à la gaine qui a la valeur la plus petite de  $\alpha$ .

## Quelques conseils pratiques

Sur le terrain, le choix est compliqué par les variations de pente très fréquentes au sein d'une même parcelle. Une étude particulière devient nécessaire pour fixer les conditions de bonne utilisation.

Au-delà de 8% de pente, il est souvent plus avantageux de travailler avec de la « vraie » gaine autorégulante ou des goutteurs en ligne autorégulants mais le coût sera plus élevé.

*Les gaines à faible valeur de  $\alpha$  permettent de doubler les longueurs de rampe par rapport aux gaines ordinaires.* Leur utilisation permet de conserver une bonne répartition de l'eau dans des conditions où les gaines courantes nécessiteraient des distributions plus complexes (multiplication des peignes).

Même si le calcul permet de prévoir la disposition des rampes adaptées à une parcelle donnée, installer quelques prises de pression aux bons endroits permet de savoir rapidement si on fonctionne dans de bonnes conditions.

Prévoir des prises de pression :

- en tête de parcelle après le filtre et le régulateur de pression.
- En tête de rampe sur une rampe représentative de la parcelle
- En bout de la même rampe

Il suffit d'un seul manomètre que l'on déplace sur les différentes prises de pression. On choisira la plage de mesure la plus proche des pressions à contrôler. La plage 0 – 3 Bar ou 0 – 4 Bar convient bien en général.