

ESSAI GOUTTE A GOUTTE SUR LAITUE

SOUS TUNNEL FROID

Synthèse 2006

1 - But de l'essai

- Comparer 2 techniques d'irrigation de salade sous abri :
 - conduite goutte à goutte
 - conduite micro-aspersion.
- Améliorer l'efficacité de l'irrigation en conduite goutte à goutte pour obtenir une salade de qualité supérieure à la conduite micro-asperseur (poids, homogénéité)
- Réaliser un bilan économique et phytosanitaire des deux conduites

2 - Description de l'essai

➤ Données culturales

Espèces : Frisée / Scarole

Tunnels plastiques de 920 m² (8 m x 118 m) orientés Nord-Sud

Précédent cultural : aubergine (été 2005) – salade (hiver 2005)

Date de plantation : 26 janvier 2006

Date de récolte : 12 avril 2006

Densité de plantation : 10 p/m² (40 cm entre plants ; 25 cm entre rang)

Pas de paillage plastique - Désinfection vapeur à l'automne 2005

Chauffage basse température

➤ Dispositif

Deux tunnels côte à côte ont été irrigués avec deux types de matériels d'irrigation:

- **Tunnel A** (salade frisée) équipé d'une micro-aspersion pendulaire tête en bas, type Rondo, buse blanche ailette verte, débit 134 l/h, esp 3x4 m double rampe. Pluviométrie **11,16 mm/h**.
- **Tunnel B** : (salade scarole) équipé de gaine souple T-Tape épaisseur 150 µ, esp 0,20 m x 0,50 m, débit à 0,9 l/h, pluviométrie **9 mm/h**..
Ce tunnel est aussi équipé d'un système d'aspersion identique au tunnel précédent qui ne doit normalement pas être utilisé pour l'irrigation.

➤ Mesures effectuées

- Analyse de sol granulométrique pour déterminer la réserve utile
- Contrôle des débits et volumes d'irrigation sur les deux modalités par compteur volumétrique
- Suivi tensiométrique dans le sol pour les deux modalités
 - 2 Sondes Watermarck (10 –20 cm)
 - 3 Sondes Humitron (10 –20 – 30 cm)
- Pesée des salades en récolte : 2 séries de 15 salades pour chaque modalité
- Notation de la qualité phytosanitaire

3- Analyse de sol

L'analyse granulométrique du sol a permis de caractériser une texture fine argilo-sableuse avec 23.3 % d'argiles et 22.7 % de limons. Selon les valeurs calculées sur le triangle des textures par H.ARNAL (BRL 1984), la RFU (Réserve Facilement utilisable) est de 1 mm d'eau /cm d'épaisseur de sol. Pour une profondeur d'enracinement de la salade de 40 cm maximum, une RFU de 40 mm est donc confortable. Les doses d'irrigation ont été appliquées en conséquence.

4- Suivi et analyse de l'irrigation

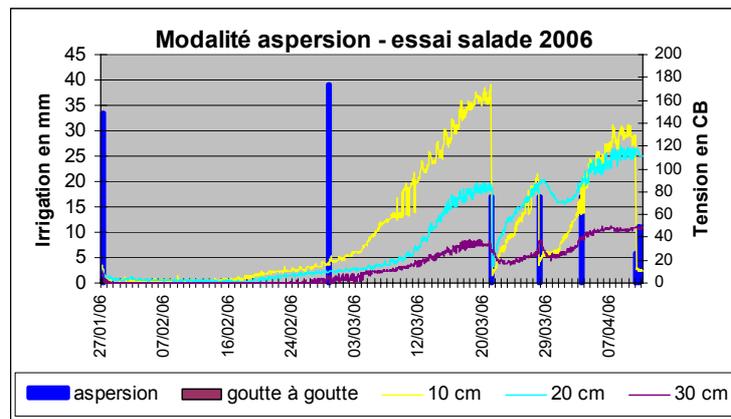
La consultation des sondes tensiométriques a été mise à disposition du producteur pour le pilotage des irrigations. Un contrôle hebdomadaire a été réalisé par les techniciens. Les irrigations ont été faites en fonction des données tensiométriques de chacune des modalités.

4.1 - Modalité aspersion

Calendrier des irrigations

Date	Irrigation	mm
28-janv	3h	33,5
01-févr	3h30	39
21-mars	1h30	17
28-mars	1h30	17
03-avr	1h30	17
10-avr	0h30	5,75
11-avr	1h	11,16
12-avr	1h	11,16
TOTAL	14h	151,57

Courbes tensiométriques



Le plein du sol a été réalisé avec deux irrigations de 33 mm et 39 mm. Cette dose de **72 mm** est largement supérieure à la RFU de 40 mm calculée à partir de l'analyse de sol. Cette pratique est courante, elle permet de compenser les zones d'hétérogénéité de l'irrigation par aspersion.

Un mois après plantation (à partir de fin février), l'augmentation des besoins des plantes se traduit par l'augmentation des courbes tensiométriques (assèchement du sol).

Le déclenchement d'une **première irrigation de 17 mm** a été réalisé le 22 mars (8 semaines après plantation), lorsque les tensions à 30 cm ont atteint 40 Cb. On remarque que la tension à 20 cm est déjà à plus de 80 Cb. Les courbes chutent sans atteindre la saturation en profondeur, la dose est donc bien adaptée. Ensuite, les courbes remontent immédiatement, ce qui est en lien direct avec l'augmentation des besoins en eau dûs au grossissement des plantes.

Une **deuxième irrigation de 17 mm** est déclenchée une semaine plus tard (28 mars). Cette irrigation permet de ralentir la progression des tensions pendant quelques jours, puis de nouveau les courbes progressent fortement : les besoins en eau sont en augmentation. L'activité photosynthétique des plants augmente en rapport avec l'augmentation de la durée du jour et des températures.

Une **troisième irrigation de 17 mm** est effectuée le 03 avril. Cette irrigation n'influence pas les courbes tensiométriques et le sol continue de s'assécher : la courbe 30 cm dépasse les 40 Cb, et la courbe 20 cm atteint les 120 Cb.

Trois bassinages sont réalisés juste avant récolte pour rafraîchir les salades.

Conclusion modalité aspersion

Les courbes tensiométriques ont réagi après chaque irrigation : on constate que les tensions ont toujours baissé suite à un apport d'eau, sans saturer le sol en profondeur. Ceci montre que les doses d'irrigation ont bien été ajustées aux besoins.

Le niveau élevé des tensions en fin de culture montre que les réserves du sol ont bien été exploitées jusqu'en profondeur (45 cb à 30 cm). Les salades ont eu un grossissement normal et sont arrivés à maturité sans problèmes de bordage.

Le volume total utilisé sur cette modalité a été de **151 mm**.

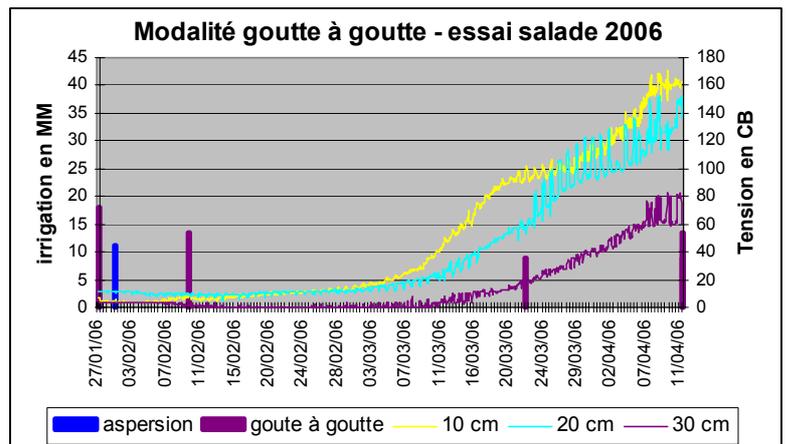
4.2 - Modalité goutte à goutte

Calendrier des irrigations

Date	Irrigation	mm
28-janv	15 mn aspersion	2,79
30-janv	2h gâg	18
01-févr	1h aspersion	11,16
10 fev	1h30 gâg	13,5
23-mars	1h gâg	9
12-avr	1h30 gâg	13,5
	1h gâg	9
	1h gâg	9
TOTAL		85,95

**1h15 aspersion
8h gâg**

Courbes tensiométriques



Sur cette modalité, le plein du sol a été réalisé avec trois irrigations, dont une au goutte à goutte (18 mm) et deux à l'aspersion (2,79 mm et 11,16 mm). Les deux irrigations par aspersion ont été déclenchées par le producteur surtout pour prévenir les effets de bordage durant une période de fort mistral.

Une irrigation complémentaire de 13,5 mm au goutte à goutte a été réalisée le 10 février. Celle-ci n'est pas justifiée par rapport aux besoins des plantes (les tensions sont encore en dessous de 20 Cb) mais elle a été réalisée pour des raisons d'organisation d'exploitation. En effet, la gaine n'ayant pas été enterrée, elle subit les contraintes thermiques et se dilate en serpent. Pour garder une homogénéité d'irrigation, le producteur a été obligé de la replacer avant chaque arrosage, et prévoyant un manque de temps courant le mois de mars, il a préféré anticiper les besoins des plantes. Cette irrigation peut donc être comptabilisée dans le plein du sol.

Le volume total pour la réalisation du plein du sol sur cette modalité est donc de **45.5 mm**, ce qui est proche de la RFU du sol et inférieur au volume sur la modalité aspersion.

A partir de début mars (8 semaines après plantation), l'assèchement du sol se fait de façon progressive dans les trois horizons en rapport avec la consommation des plantes.

Une irrigation de 9 mm est effectuée le 23 mars. Cette irrigation de faible dose n'influence pas les courbes qui continuent d'augmenter : la courbe 30 cm est à 20 Cb et la courbe 20 cm atteint les 60 Cb. La dose peut être considérée comme insuffisante.

La consommation des plantes se poursuit et fait progresser les tensions.

Alors que le producteur ne pensait pas irriguer, à l'approche de la récolte (12 avril), les tensions sont très élevées (120 cb à 20 cm et 80 cb à 30 cm) témoignant d'un sol en déficit hydrique. Trois irrigations au goutte à goutte sont réalisées pour éviter des problèmes de bordage.

Conclusion

Les courbes tensiométriques montrent un profil un peu différent sur cette modalité : la réaction des courbes aux irrigations est moins marquée et les tensions ont été dans l'ensemble plus élevées que sur la modalité en aspersion.

Le pilotage de l'irrigation a cependant bien été adapté et a permis d'utiliser les réserves du sol en profondeur, puisque le grossissement des plantes s'est fait de façon normale comme dans la modalité aspersion.

Les sondes tensiométriques se sont avérées particulièrement utiles sur les dernières semaines de la culture. En effet, le producteur ne pensait pas arroser en fin de culture alors qu'il y a eu un dessèchement important (plus de 100 Cb en surface) difficile à corriger même avec des arrosages importants. Ceci lui a permis par ailleurs de corriger ses arrosages sur les tunnels voisins et lui éviter des problèmes de bordage.

Le volume total utilisé sur cette modalité est de **86 mm**, ce qui est inférieur à la modalité aspersion.

5 – Analyse de la production

Au 12 avril, les salades sont arrivées à maturité dans les deux modalités avec un cycle de 77 jours. Les récoltes de frisées et scaroles se sont faites en même temps.

Résultats :

	Modalité goutte à goutte SCAROLES		Modalité aspersion FRISEES	
	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2
Poids moyen (en g)	772,0	843,3	813,3	722,7
Ecart-type	140,9	135,4	130,7	110,7

Les poids moyens des scaroles et des frisées sont comparables malgré une conduite d'irrigation différente. On note une certaine variabilité des poids mesurés au sein d'un même tunnel : l'écart-type moyen va de 110.7 à 140.9 g, ce qui est assez important. Cet écart type est comparable entre les deux modalités de l'essai et n'est donc pas attribuable au facteur irrigation.

Qualité de la production

Les salades récoltées présentent un beau volume, satisfaisant pour le producteur dans les deux modalités. La coupe a été très saine du dessous (pas de pourriture ou de nécroses). On note un léger bordage extérieur sur feuilles de scarole (modalité goutte à goutte) mais qui n'a pas provoqué de déchets. L'assèchement du sol en fin de culture dans cette modalité est sans doute à l'origine de cette observation.

Aucun signe de montaison n'a été noté dans les deux tunnels. Le chauffage au sol, en réduisant les écarts de température Jour/Nuit caractéristiques de la saison, a sans doute permis de limiter le problème de montaison, surtout sur scarole qui y est assez sensible.

La culture n'a pas eu de problèmes phytosanitaires et n'a reçu que 2 traitements dont un antibiotrytis et un insecticide, ce qui est peu par rapport aux traitements préconisés habituellement sur ces cultures. La présence du chauffage permet sans doute d'assainir l'environnement de la salade en limitant l'humidité.

En conclusion, il n'y a pas de différence significative au niveau de la qualité des salades récoltées entre une irrigation au goutte à goutte et une irrigation par aspersion.

Au vue du moindre volume d'eau utilisé sur la modalité goutte à goutte (- 65 mm par rapport à l'aspersion, soit 43 % d'économie d'eau), l'irrigation goutte à goutte apparaît plus efficiente que l'aspersion pour une qualité de culture identique.

6- Estimation de la rentabilité irrigation goutte à goutte

L'irrigation au goutte à goutte a montré une économie d'eau de 43% par rapport à l'aspersion. Pour obtenir un gain financier, il faudrait que le coût engendré par la mise en place du goutte à goutte (gaine et main d'œuvre) soit compensé par le coût de l'eau et/ou de l'énergie de pompage.

Coût de l'équipement goutte à goutte

Coût moyen de la gaine = 0,05 €/m linéaire

Pour un tunnel de 8 m x 118 m avec 15 lignes de gaine,

Estimation : $118 \times 15 \times 0,05 \text{ €} = 88,5 \text{ € / tunnel}$

Pour 1 ha avec 10 tunnels, investissement gaine /ha = 885 €

Coût de main d'oeuvre

Temps de pose: 4h pour poser 15 lignes dans un tunnel de 920 m² et réaliser les branchements. Ce temps peut être réduit en mécanisant la pose au moment de la plantation.

Estimation : $4 \text{ h} \times 10 \text{ €/h} = 40 \text{ € /tunnel}$

Pour 1 ha avec 10 tunnels, coût main d'œuvre/ha = 400 €

Gain de pompage:

Sur cette exploitation, l'irrigation des cultures se fait à partir d'un forage où l'eau est pompée.

Caractéristiques de la pompe : capacité de 20m³/h - puissance de 11 kW

Abonnement EDF : Tarif EJP souscription 36 KVA soit abonnement de 552,79 €/an

Coût du KWH Heure pleine: 0,51 €/kw/h

 Heure creuse: 0,059 €/kw/h

Hypothèse heure creuse pour les 2 modalités:

Aspersion : $14 \text{ h} \times 11 \text{ KW} \times 0,059 \text{ €/KWH} = 9,086 \text{ €}$

Goutte à goutte: $(8 \text{ h} + 1\text{h}15) \times 11 \text{ KW} \times 0,059 \text{ €/KWH} = 6.162 \text{ €}$

Du fait d'une moindre consommation d'eau, le gain électrique de la modalité goutte à goutte est de $9.086 - 6.162 = 2.9 \text{ €}$

La pompe fonctionne pour plusieurs tunnels en même temps. Pour 1 ha, si on a 2 blocs de 5 tunnels arrosés en même temps, on peut donc économiser $2,9 \text{ €} \times 2 = 6 \text{ € /ha}$

La gaine peut être conservée sur 2 rotations de salade, le gain sera alors de :

$6 \text{ €} \times 2 = 12 \text{ €/ha}$

Cette économie d'énergie ne justifie pas à elle seule l'investissement d'équipement de la gaine.

Gain sur l'eau

La loi sur l'eau prévoit pour 2007 ou 2008 un coût de $0,3 \text{ €/ m}^3$ pompé, pour un seuil minimum de $10\,000 \text{ m}^3$ pompé sur l'année par exploitation.

Dans cette hypothèse, l'économie de 65 mm d'eau obtenue avec la modalité goutte à goutte correspond à $650 \text{ m}^3 / \text{ha}$ ($1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3 / \text{ha}$)

L'économie financière sur l'eau est donc de : $650 \text{ m}^3 / \text{ha} \times 0,3 \text{ €/m}^3 = 195 \text{ € /ha}$

Sur 2 rotations l'économie serait de: 390 € /ha

Conclusion

COUTS		GAINS	
Achat gaine	885 €/ha	Electricité de pompage	12 €/ha
Main d'œuvre (pose et dépose)	400 €/ha	Economie d'eau (hypothèse)	390 €/ha
TOTAL	1295 €/ha		402 €/ha

On constate que les coûts sont largement supérieurs aux gains. D'un point de vue économique, la pratique du goutte à goutte n'est pas rentable.

L'essai nous a permis de montrer que la culture avec le goutte à goutte permettait d'arriver à une production de même qualité qu'avec l'aspersion sur des parcelles non paillées. Son intérêt technique et environnemental est réel:

- meilleure gestion de l'eau
- possibilité de pratiquer la ferti-irrigation en goutte à goutte

La pratique du goutte à goutte sur la culture de salade d'hiver peut s'intégrer dans une politique de réduction des intrants.

Sur une culture paillée, où le contexte phyto-sanitaire est plus délicat à maîtriser (humidité stagnante au niveau des feuilles en contact avec le paillage, et humidité créée par l'aspersion sur les feuilles), il serait intéressant de vérifier que la conduite en goutte à goutte permet de mieux maîtriser la qualité sanitaire .