Leg'eau – Irrigation en goutte à goutte sur culture de panais - 2019

Objectif de l'essai

Evaluer l'efficacité d'un système d'irrigation au goutte à goutte dans une culture de panais. Comparaison avec un système en aspersion et évaluation selon :

- La qualité des panais récoltés et les rendements ;
- Les économies en volume d'eau réalisées.

Materiel et Methodes

- L'essai est mis en place sur l'exploitation POMECO à ALLONNES.
- Longueur de la parcelle d'essai : 110 m.
- Largeur : 9 planches d'1m40, pour chacune des modalités.
- Sol à majorité sableux
- Variété : Albion
- Semis : 06 Mai 2018

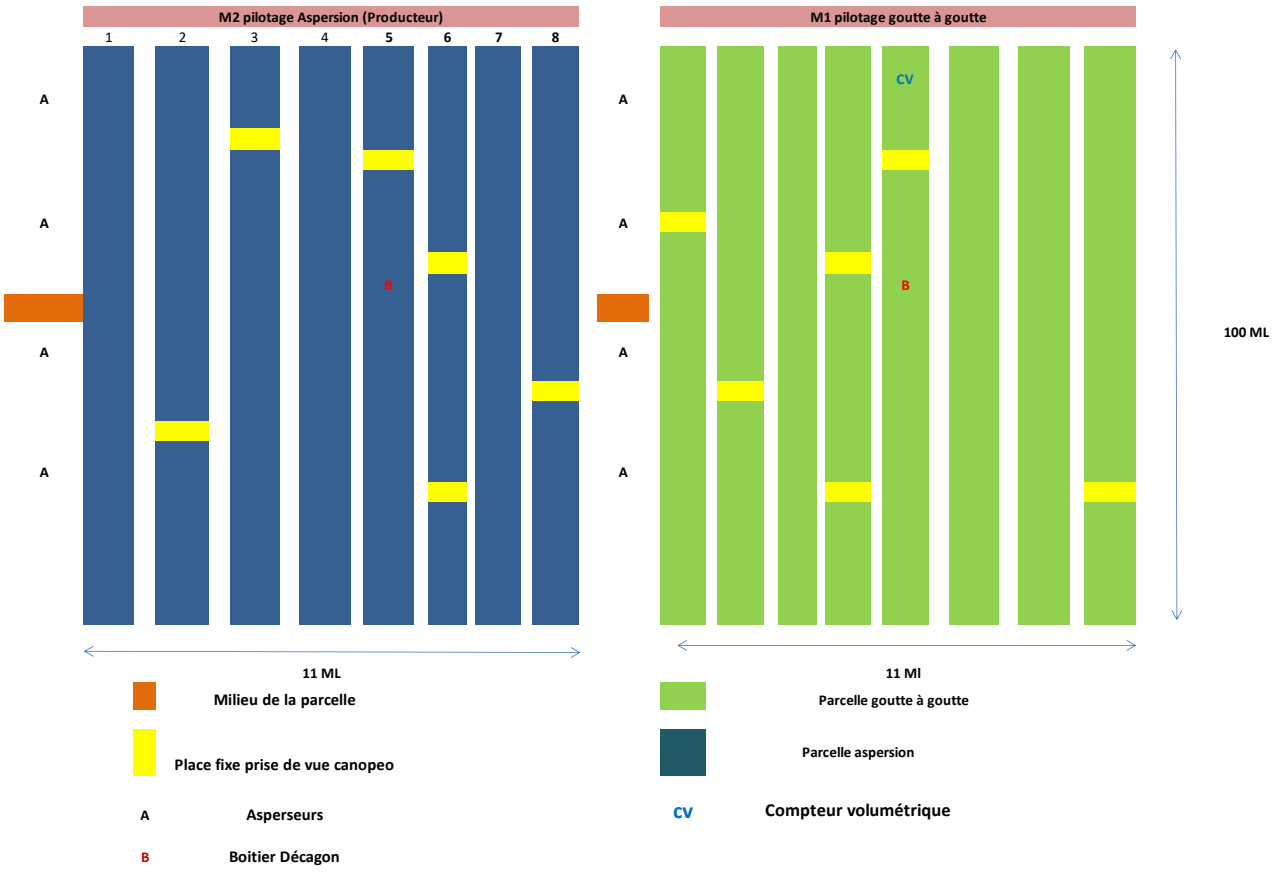
Suivi hydrique : la disponibilité en eau est suivie par des sondes capacitives de la marque Decagon®. Les capteurs sont positionnés à 10, 20 et 30 cm et déterminent la quantité d'eau disponible pour la plante en pourcentage. Les sondes sont également équipées de pluviomètre. Enfin, un volucompteur est positionné sur une des gaines de la modalité goutte-à-goutte, à proximité de la sonde.

Modalités testées

Détails	Modalité 1	Modalité 2
Préparation du terrain	Par le producteur. Semé en semaine 18	
Système d'irrigation	Aspersion	Goutte à goutte
Gestion de l'irrigation	Pratiques producteur	Selon un calendrier prévisionnel des irrigations

Les modalités 1 et 2 sont accolées sur une même parcelle. Les panais sont semés en semaine 18, à une densité de 24 graines/mètre linéaire.

Plan de l'essai



Calendrier prévisionnel des irrigations en goutte à goutte

Calendrier d'irrigation									
	Date		Coefficient cultural	Données météo	Besoins de la culture			Recommandations d'irrigation	
Stade	Semaine		*Kc*	ETP/semaine	m3/ha	**mm/semaine**	Marge de sécurité (+20 %) (mm/semaine)	**Nombre d'irrigation/semaine**	Durée (minutes)
Levée	20-mai	21		31					
Levée	27-mai	22		31					
Cotylédons à 3 feuilles	03-juin	23	0,4	31	124	**12,4**	14,9	**6**	30
Cotylédons à 3 feuilles	10-juin	24	0,4	31	124	**12,4**	14,9	**6**	30
Installation jusqu'à 5-6 feuilles	17-juin	25	0,4	32	128	**12,8**	15,4	**6**	30
Installation jusqu'à 5-6 feuilles	24-juin	26	0,5	32	160	**16,0**	19,2	**7**	30
Installation jusqu'à 5-6 feuilles	01-juil	27	0,5	32	160	**16,0**	19,2	**7**	30
Développement végétatif	08-juil	28	0,5	32	160	**16,0**	19,2	**7**	30
Développement végétatif	15-juil	29	0,6	28	168	**16,8**	20,2	**8**	30
Développement végétatif	22-juil	30	0,6	28	168	**16,8**	20,2	**8**	30
Développement végétatif	29-juil	31	0,7	28	196	**19,6**	23,5	**9**	30
Développement végétatif	05-août	32	0,8	28	224	**22,4**	26,9	**10**	30
Développement végétatif	12-août	33	0,9	28	252	**25,2**	30,2	**12**	30
Développement végétatif	19-août	34	1	28	280	**28,0**	33,6	**13**	30
Grossissement de la racine	26-août	35	1	28	280	**28,0**	33,6	**13**	30
Grossissement de la racine	02-sept	36	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30
Grossissement de la racine	09-sept	37	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30
Grossissement de la racine	16-sept	38	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30
Grossissement de la racine	23-sept	39	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30
Grossissement de la racine	30-sept	40	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30
Grossissement de la racine	07-oct	41	1	18	180	**18,0**	21,6	**8**	30

Remarque : les gaines étaient initialement prévues avec un débit de 0,7 L/h, les préconisations d'irrigation ont donc été calculées en utilisant cette valeur. Cependant, il a été réalisé tardivement que les gaines étaient finalement en 1,2 L/h.

En conséquence, les quantités d'eau apportées sont supérieures aux quantités théoriques souhaitées.

Variables mesurées

Croissance de la plante

- Taux de levée : Comptage sur 6 répétitions de 1 mètre linéaire. Un premier au stade 1 feuille du panais, puis 1 semaine, 2 semaines et 3 semaines plus tard.
- Suivi de l'état hydrique du sol pour les deux (2) modalités.
- Suivi de la dose d'irrigation appliquée/irrigation pour chaque modalité (notation par l'agriculteur sur une fiche de notation préétablie).
- Recouvrement foliaire : Le taux de recouvrement est évalué toutes les semaines, dès le stade 3-4 feuilles des panais grâce à l'application Canopéo dans les modalités 1 et 2. Pour ce faire, 6 placettes fixes sont définies dans la parcelle de goutte à goutte et à l'identique dans l'aspersion et 3 prises aléatoires.
- Mesures racinaires : toutes les semaines, à partir du stade 3-4 feuilles sur 3 répétitions à proximité des placettes définies précédemment dans la modalité 1 et 2.
- Suivi des apparitions des maladies.
- Suivi de la fertirrigation et des carences pouvant apparaître.

Récolte

Deux notations de récolte sont réalisées : une en S35 durant la phase de grossissement de la racine, et une positionnée juste avant la récolte par le producteur. A chaque fois, la notation est réalisée comme suit :

- 6 zones de récolte ont été définies à l'identique dans les 2 modalités : 2 en haut de parcelle, 2 au milieu et 2 en bas. Les prélèvements sont faits sur 1 mètre linéaire de planche.
- La biomasse totale par répétition, puis la masse des racines en individuelles sont mesurées.
- La qualité sanitaire de la culture est notée à la récolte sur les modalités 1 et 2.
- La qualité commerciale est évaluée (fourchue, maladie, calibre, poids).
- Un profil racinaire est effectué au moment de la récolte au niveau des sondes dans les modalités 1 et 2, puis un second défini au choix.

RESULTATS

L'essai a bénéficié des pluies de mai, puis a subi les deux épisodes caniculaires de l'été 2019, avec à chaque fois des températures supérieures aux 40°C, et un temps très majoritairement chaud et sec sur la durée de la culture. Le temps était plus frais et humide à l'approche de la récolte.

La fertilisation des parcelles a été réalisée de la manière suivante :
• Apport de Profumus à 600 kg/ha

• Apport en plein de Nitrate de potasse à 200 kg/ha dans la modalité aspersion en S30.

• Apport de 500 L de solution fille d'engrais Agronutrition dans la modalité goutte-à-goutte de S30 à S32.

Un problème technique a entraîné un retard dans la fertilisation par rapport aux dates initialement prévues, ainsi qu'un apport en plein de nitrate de potasse dans la modalité goutte-à-goutte en plus de la fertirrigation.

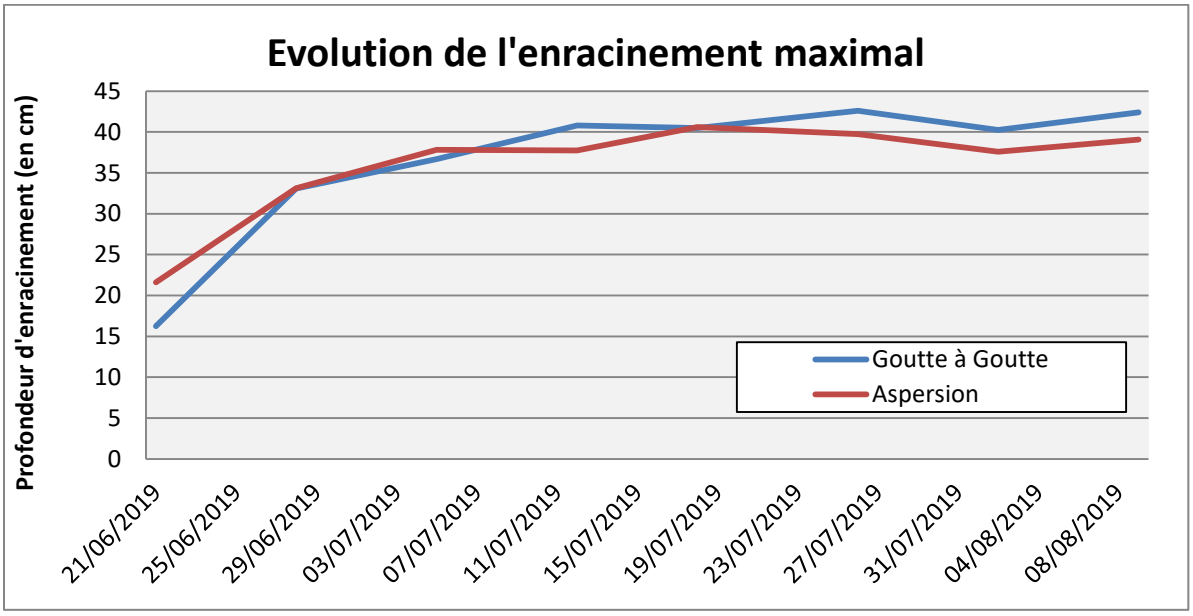
Levée

Dates	Taux de levé moyen des panais en goutte à goutte (%)	Taux de levé moyen des panais en aspersion (%)
24/05/2019	60,56	53,05
29/05/2019	57,25	52,75
06/06/2019	58,45	54,45
13/06/2019	55,45	49,22

La levée a été assurée pour les 2 modalités (suite à un problème dans le système goutte-à-goutte) jusqu'en semaine 21 par les pluies et l'aspersion.

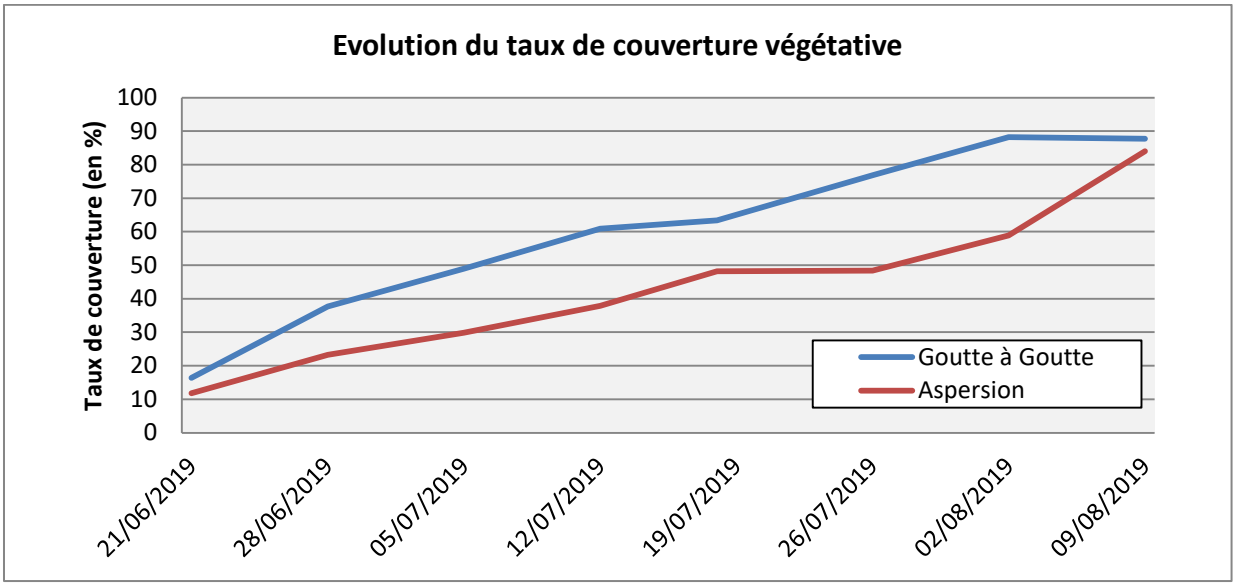
On observe une levée légèrement supérieure dans le goutte-à-goutte (de 5%) mais pas significative. Dans les 2 modalités on remarque une légère mortalité de l'ordre de 5 % également.

Développement racinaire



Il n'y a pas de différence significative de la profondeur d'enracinement entre les 2 modalités. La profondeur maximale est atteinte à 40 cm et en même temps par les 2 modalités.

Taux de couverture végétative

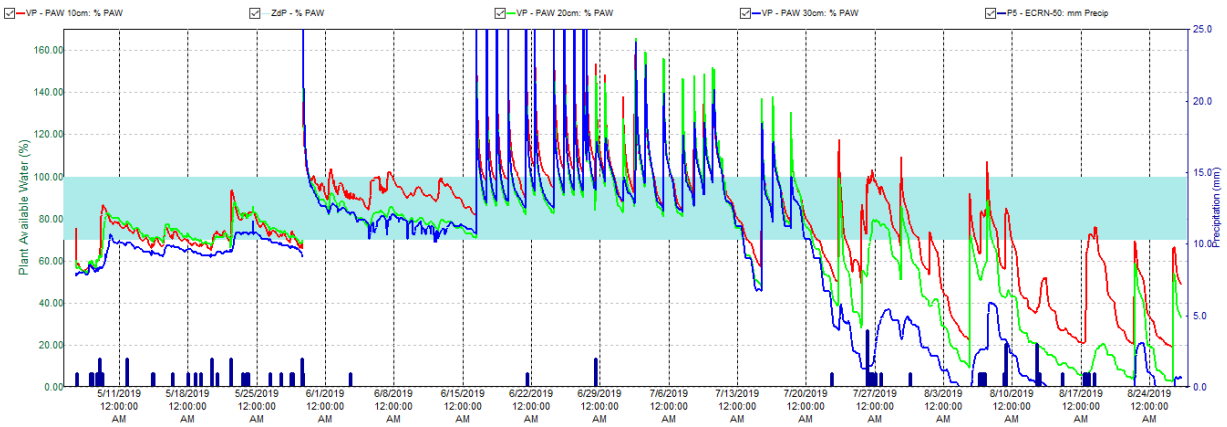


On observe un retard du développement foliaire de la modalité aspersion par rapport au goutte-à-goutte. Ce retard est rattrapé début août, alors que le goutte-à-goutte s'est stabilisé.

Le ralentissement observé dans le développement foliaire des panais à mi-juillet correspond au deuxième épisode de canicule. Durant cet épisode, le feuillage des panais en aspersion a brûlé, d'où le palier observé sur la courbe. Cependant, le feuillage des panais aspersion a pu se reconstituer rapidement grâce aux poses d'irrigation réalisées par la suite par le producteur.

Suivi hydrique

Modalité goutte-à-goutte

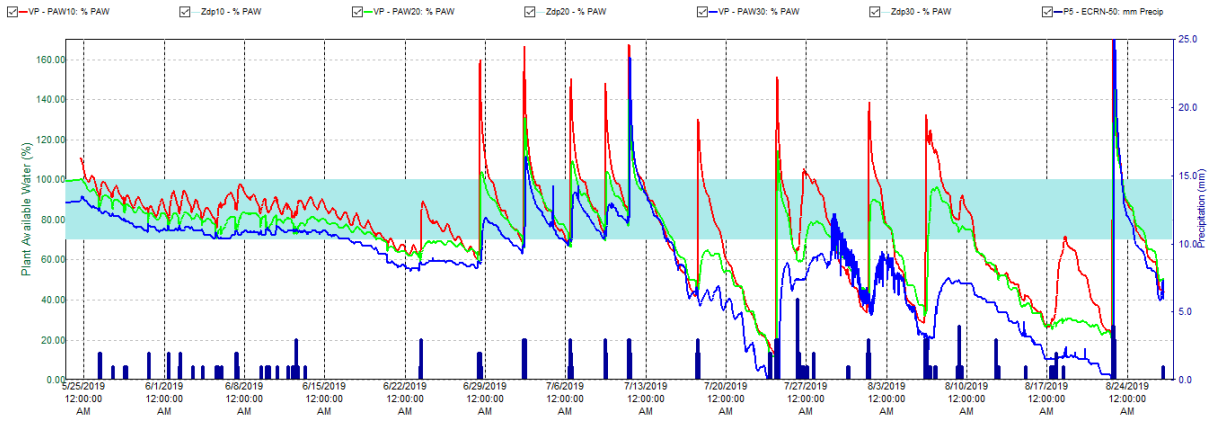


Total des apports : 488 mm au total, dont 375 mm par le goutte-à-goutte (au lieu des 245 mm qui auraient dû être apportés théoriquement) + 80 mm par pluies+ 33 mm aspersion (au semis)

La modalité a été irriguée par les pluies et l'aspersion jusqu'au 25/05. Puis le goutte-à-goutte a pris le relais. On observe le maintien du confort hydrique (zone théorique en bleue) jusqu'au 20/07. On remarque que les poses du 15/06 au 17/07 sont trop importantes, en lien avec le problème des gaines évoquées ci-avant.

Puis les températures élevées et l'augmentation des consommations ont entraîné un asséchement rapide du sol. A partir de cette date, le maintien dans la zone de confort hydrique a été et reste encore compliquée fin août. Sur les dernières poses réalisées, on observe l'importance des prélèvements par les panais.

Modalité aspersion



Total des apports : 623 mm, dont 543 mm par aspersion + 80 mm par pluies

Le maintien dans la zone de confort hydrique a été assuré jusqu'au 13/07, puis est devenu plus compliqué à partir de mi-juillet, soit une semaine plus tôt que dans le goutte-à-goutte.

L'asséchement du sol constaté a été suivi d'un desséchement important des panais lors du deuxième épisode caniculaire. Ils ont cependant pu refaire leur feuillage grâce aux irrigations réalisées, qui ont également permises de réhumidifer temporairement le sol. Malgré un dernier apport important le 23/08, la consommation est telle que le sol se retrouve à la moitié de la réserve utile en quelques heures seulement.

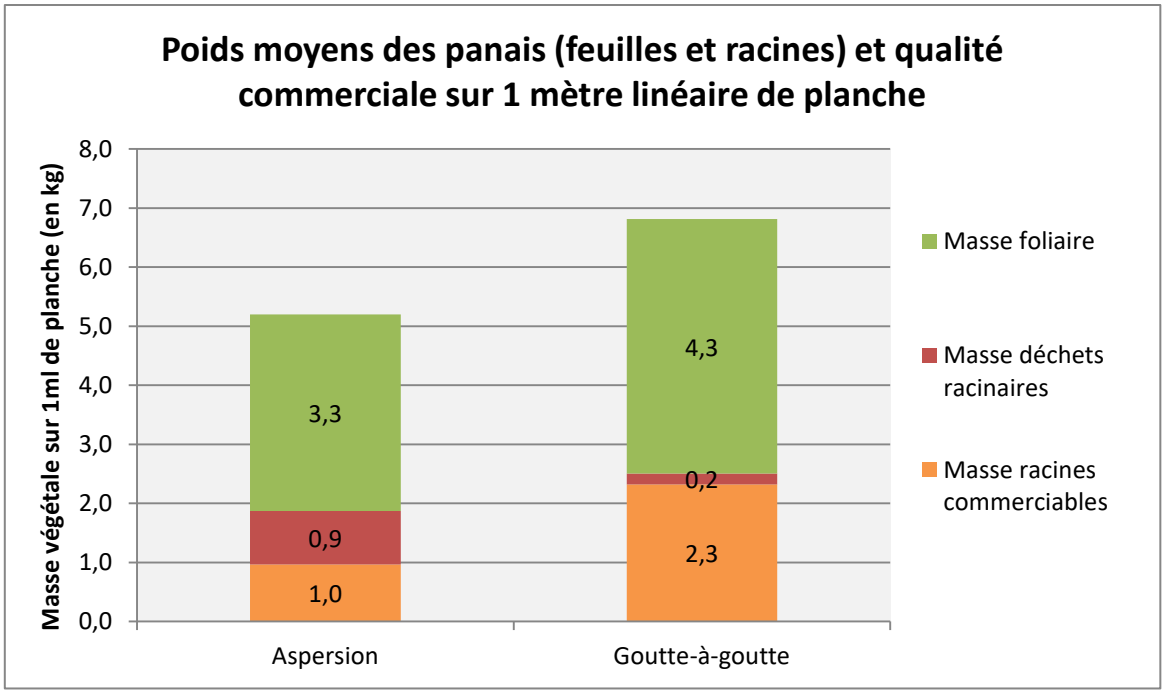
De manière générale, les panais des 2 modalités ont été en confort hydrique jusqu'à mi-juillet, puis ont subis plusieurs stress hydriques, plus importants dans l'aspersion que dans le goutte-à-goutte.

Pour le moment, l'économie d'eau réalisée dans le goutte-à-goutte au lieu de l'aspersion est de 135mm, soit près de 25% de moins que l'aspersion. Théoriquement, sans l'erreur sur le débit des gaines, l'économie en eau aurait dû être de 45%.

Rendement et qualité des racines (1ère notation, le 28/08/19)

Masse totale (feuilles + racines), longueur et qualité des racines

Sont considérées comme « déchets » les racines non commercialisables, c'est-à-dire les racines étant fourchues, trapues ou racineuses (phénomènes principalement liés aux conditions climatiques et à l'irrigation), éclatées (cailloux dans le sol ou passage de la bineuse ayant blessé la racine) ou présentant des maladies (rouille, itersonilia) et dégâts de ravageurs (mouche de la carotte, nématodes). Le graphique ci-dessous présente les valeurs obtenues en mesurant la masse des panais récoltés (feuillage et racines) ainsi que la part de racines non commercialisables sur le poids moyen de chaque modalité :



En moyenne, les rendements foliaires et racinaires sont plus élevés dans la modalité goutte-à-goutte que l'aspersion, avec 1kg de différence pour le feuillage et 600g pour les racines.

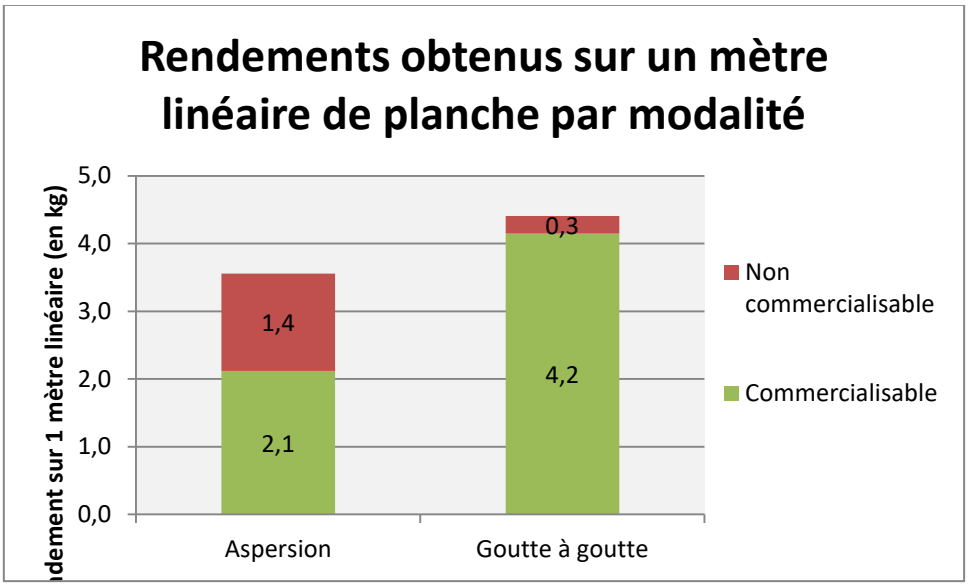
Les mesures de longueur racinaire montrent également que racines sont généralement plus longues dans le goutte-à-goutte qu'en aspersion, avec respectivement 25 cm de longueur moyenne de racine contre 19 cm.

Mais la différence la plus importante est celle constatée au niveau de la qualité commerciale des racines. En effet, 48% des racines sont non commerciales dans la modalité aspersion, contre seulement 7% dans le goutte-à-goutte. Sur la moitié des racines récoltées étant non commercialisables de la modalité aspersion, 80% sont fourchues ou racineuses. Le reste des déchets sont des éclatements sur les racines (dû à des pierres dans le sol ou lors du binage) et des kystes de nématodes attestant d'un foyer sur la modalité. Quelques tâches d'itersonilia ont été également observées dans les 2 modalités, mais cela reste minime.

A gauche des panais de la modalité aspersion, à droite de la modalité goutte-à-goutte

Rendement et qualité des racines à récolte (le 26/09/19)

Une seconde et dernière notation a été réalisée sur les racines des 2 modalités, après broyage des feuilles et juste avant la récolte par le producteur. Les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous :



On observe que le rendement brut est meilleur en goutte-à-goutte, mais cela n'est pas significatif. En revanche, la différence de rendement commerciale est bien significative : en effet, 40% du rendement en aspersion est qualifié en déchet, contre 5% en goutte-à-goutte.

De manière générale, les panais en aspersion étaient très irréguliers, avec beaucoup de fourchus et de racineux, tandis que les panais en goutte-à-goutte étaient plus homogènes et réguliers.

A gauche des panais de la modalité aspersion, à droite de la modalité goutte-à-goutte

Discussion & Conclusion

L'effet le plus important du goutte-à-goutte sur la culture se voit principalement sur l'homogénéité et la qualité des racines de panais. Lors de l'essai réalisé en 2018, nous avions déjà remarqué cet effet positif du goutte-à-goutte. Nous l'observons de nouveau cette année, et ce malgré les biais qui affectent l'essai. L'apport au plus proche des racines de l'eau et des nutriments y jouent certainement un grand rôle.

La réduction importante du taux de déchets amené par le goutte-à-goutte représente un grand intérêt, auquel s'ajoutent les économies d'eaux possibles ainsi que la possibilité (dans le contexte géographique et réglementaire de l'essai) de continuer à irriguer la culture librement en période de restrictions hydriques.

En revanche, la mise en place d'un goutte-à-goutte et l'achat du matériel représente un coût supplémentaire, en temps et en argent. De plus, le goutte-à-goutte n'est pas adapté à de grandes parcelles, et n'est pas réalisable en cas de pente non favorable.

Il est également conseillé dans la mesure du possible d'avoir un quadrillage (mobile ou fixe) sur la parcelle pour faire le plein d'eau en cas d'asséchement trop important du sol, car le goutte-à-goutte ne permet pas à lui de recharger la réserve en eau d'un sol.

La pose des gaines au semis est contraignante (pose sur sol nu sans plantes pour retenir les gaines, besoin de les fixer avec des attaches posées manuellement et régulièrement tout au long de la planche). Sur les semis printaniers où les pluies sont souvent suffisantes pour assurer la levée (cas sur les 2 années d'essai), il serait plus pertinent de poser les gaines au moment du premier binage. La piste des gaines enterrées est également à explorer, mais nécessitera forcément des gaines réutilisables, ce qui entraîne un surcoût.

Concernant les semis plus tardifs où l'irrigation est indispensable, l'effet du goutte-à-goutte sur la levée du panais n'a pas pu être mis en évidence durant le projet. Il serait donc intéressant de reproduire d'expérimenter des levées menées uniquement au goutte-à-goutte sur des semis plus tardifs (juin).

Enfin, l'itinéraire a besoin d'être approfondi, et de nombreuses pistes sont à explorer pour optimiser la technique et réduire les coûts, comme par exemple passer d'une gaine par rang à une gaine entre deux rangs.

Le tableau ci-dessous récapitulent les grandes conclusions développées ci-dessous, et est complétée de quelques références technico-économique sur le goutte-à-goutte.

Quelques éléments technico-économique du goutte-à-goutte

Paramètre	Coût (pour 1 ha)
Coût investissement matériel fixe*	*Pompe doseuse (possibilité de mutualisation sur pls ha) : 500 €* *Filtration : 6 000 €* *Electro-vannes (x 3) + régulateur : 400 €* *Programmateurs autonomes (x 3) : 300 €* *Tuyau Flat (pour 100m) : 500 €* ***Total : 7 700 €***
Coût matériel renouvelable (gaines, raccords…)*	*En comptant 3 gaines par planche : - Gaines jetables: 600 €* *ou : - Gaines réutilisables : 5 500 €* *Raccords : 500 €* ***Total :** de **1100** à **6000 €***

Avantages potentiels	- **Entre 40% et 50% de déchets en moins** par rapport à une aspersion classique** - **Entre 30% et 40% d'économies d'eau** possibles** - **Possibilité de ferti-irrigation**, pour une meilleure nutrition des plantes et **minimiser le lessivage** - **Dérogation pour le goutte-à-goutte** en cas de restrictions hydriques
Inconvénients potentiels	- **Entre 10 et 15h supplémentaires** pour installer les gaines, monter le système, démonter et retirer les gaines** - En cas d'asséchement important, **impossible de refaire le plein en eau du sol** seulement avec le goutte-à-goutte, nécessite le recours à l'aspersion - Pose des gaines au semis contraignante - Compliqué voire impossible pour de grandes surfaces et pour les parcelles dont la pente n'est pas favorable - Nécessite une certaine rigueur dans la programmation et le suivi des apports (utilisation d'un programmateur fortement conseillé)

** Coûts à titre uniquement indicatifs – Source : Société Debernard. Pour plus de détails renseignez-vous auprès de votre fournisseur habituel.*
*** Provenant des premiers résultats de 2 années d'essai, valeurs à confirmer*