Compte-rendu d'essai

Aubergine
2018
Essai Conduite Irrigation Culture hors-sol

Date : 23/01/2019
Rédacteur(s) : Henri CLERC / Samuel LABOISSE (relecture)
Collaboration : Marie CARSALADE, étudiante 3ème année ESAP Toulouse
Essai rattaché à l'action n° : 01806 - ProTecLeg
Nom et Titre de l'action : Améliorer les conduites culturales en culture sous abri en sol et en hors sol par différentes techniques (fertilisation, greffage,…).

1. Thème de l'essai :

Dans les cultures hors sol comme dans les cultures en sol, quelques problèmes ponctuels mais important de marquage superficiel des fruits en post récolte sont notés (Figure 1), dépréciant la récolte et pouvant être source de litiges commerciaux. La bibliographie attribue ces problèmes de « pressure spot » à une fragilité de l'épiderme du fruit dû à un engorgement de cellules. Celui-ci semble être provoqué par le déséquilibre entre l'absorption d'eau par les racines et la capacité d'évaporation de la plante et du fruit. Les essais menés en 2013 et 2014 (avec deux années particulièrement favorables à ce symptôme en culture et dans nos essais) ont étudié l'intérêt d'un renforcement de l'alimentation calcique ou potassique des plantes sans résultat tangible. La seconde année, en 2014, la modification de la conduite climatique (aération et ventilation) a été testée sans résultat. En 2015, une année à faible incidence du phénomène, le chauffage localisé ou la limitation des irrigations en fin de journée n'ont pas été concluants non plus. En 2016 et 2017, le travail sur l'effeuillage et sur la conductivité ont permis certaines améliorations en termes de rendement mais ont eu peu d'influence sur le marquage. Il nous faut rechercher d'autres moyens d'action sur le climat de la serre ou sur la conduite de la culture.

Figure 1 : Evolution du phénomène de marquage sur fruits entre la récolte et la conservation à 12°C.

2. Conclusion producteur de l'essai :

Dans le contexte de l'année chaude de 2018 et avec des attaques importantes d'*Agrobacterium rhizogenes* sur nos parcelles, les résultats obtenus suite à notre premier essai de pilotage des irrigations grâce à des sondes tensiométriques nous permettent de d'avancer les éléments suivants :

- Les données de potentiel hydrique fournies par les sondes vont dans le même sens que celles mesurées avec la sonde portative HH2 de Delta-T ;
- Les seuils ont été difficiles à fixer, mais un seuil de déclenchement entre 20 à 25 mbar semble convenir ;
- Il faut associer à ce seuil des durées d'irrigation assez longues de 14 à 16 min en été pour parvenir à bien ré-humecter le substrat et provoquer du drainage en atteignant pF=1 ;
- Ce type de pilotage permet d'alterner des périodes de ressuyage du substrat et de ré-humectation alors que la conduite témoin présentait des humidités plus constantes ;
- Il permet aussi d'obtenir un substrat moins humide en fin de nuit ;
- Il faudra vérifier que cette conduite, si elle est bien menée, n'entraîne pas une augmentation de l'hétérogénéité de l'humidité et de la conductivité entre pains et à l'intérieur comme on a pu l'observer (pourrait être due à des erreurs de seuils).

Au vu de ces observations, la technique est prometteuse et doit permettre d'aider à ajuster au mieux les apports d'eau aux besoins de la plante que ce soit en conduisant directement les irrigations ou en s'aidant de ces données pour ajuster les déclenchements des irrigations (durées et fréquences).

3. But de l'essai :

Nous souhaitons limiter les phénomènes de marquage de fruits et proposer aux producteurs des méthodes de prévention en optimisant la conduite hydrique des cultures grâce à des sondes tensiométriques. Cela permettra un suivi au plus juste des besoins des plantes et en même temps une limitation des coûts de la fertilisation, de la consommation d'eau et des quantités drainées.

4. Facteurs et modalités étudiées :

Le pilotage de l'irrigation se fait selon 2 modalités, en utilisant ou non des sondes tensiométriques :

- **Conduite avec sondes** : utilisation de sondes Irrometer MLT (15 cm) (cpt 14A), avec un positionnement à égale distance entre deux goutteurs (Figure 2). Le déclenchement est prévu selon les mesures de potentiel hydrique avec des seuils entre 35 et 40 mbar (seuil à caler). L'Ec d'apport sera renforcée en période de faible consommation de 0.2 mS/cm ;
- **Conduite normale** (témoin) : sans sonde (cpt 14B). Le réglage des temps d'irrigation et des cycles est ajusté en fonction du drainage avec déclenchement en mode cyclique ou solarimètre pour obtenir un drainage entre 15 et 25 %.

La conduite de départ, de la plantation au 20/04 (10 jours avant le début de la récolte), est identique. La variété utilisée est la Monarca (Rijk Zwaan) greffée sur Kaiser (Rijk Zwaan).

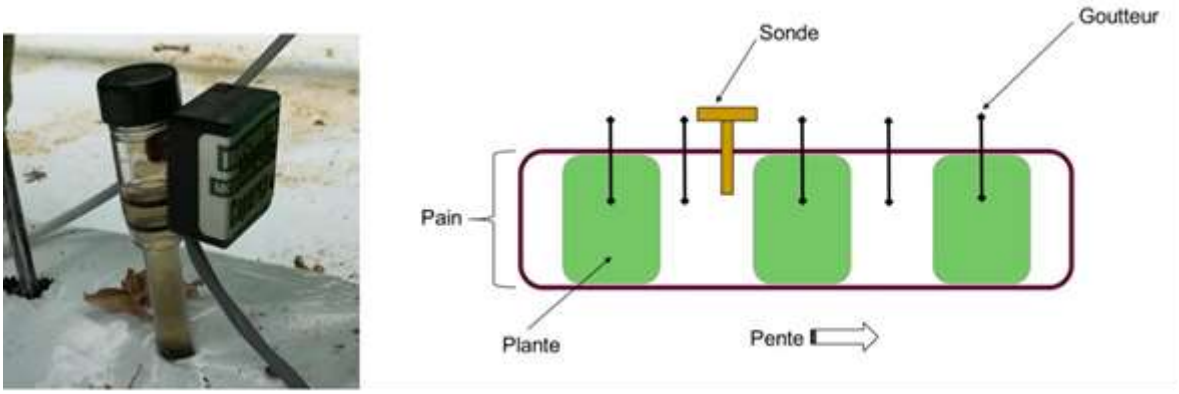

Figure 2 : Sonde tensiométrique et détail du positionnement sur le pain.

5. Matériel et Méthodes :

L'essai a été conduit sous serre chapelle double paroi à la station de Sainte-Livrade-sur-Lot (Lot-et-Garonne). L'essai est conduit sur substrat en fibres de coco Palmeco Exel, avec trois plantes par sac de 118 x 111 cm, cinq goutteurs de 2 L/h par pain, cinq rangs de culture sous une chapelle de 8 m. La plantation a lieu le 07/03/2018, avec une conduite à quatre bras par plante. La récolte a lieu du 26/04/2018 au 15/10/2018. Les répétitions ne sont pas facilement réalisables avec le peu de compartiments à notre disposition. Deux sondes seront positionnées dans la modalité avec sonde et le déclenchement a lieu dès que l'une des sondes atteint le seuil. Une autre sonde est positionnée

dans l'autre modalité pour suivre le potentiel hydrique dans cette modalité. Quatre placettes de contrôle seront implantées dans les compartiments. Le suivi climatique a été réalisé par des enregistrements de température d'air et d'hygrométrie. Les apports-drains ont été suivis de même que l'humidité dans les pains au moyen de l'enregistrement des quantités apportées et drainées, du nombre d'arrosages par jour, de l'analyse des drainages (Ec, pH et analyses au laboratoire), ainsi que du suivi des Ec substrat et humidité des pains au moyen d'une sonde mobile HH2 de Delta-T sur quatre zones caractéristiques d'un pain (Figure 3).

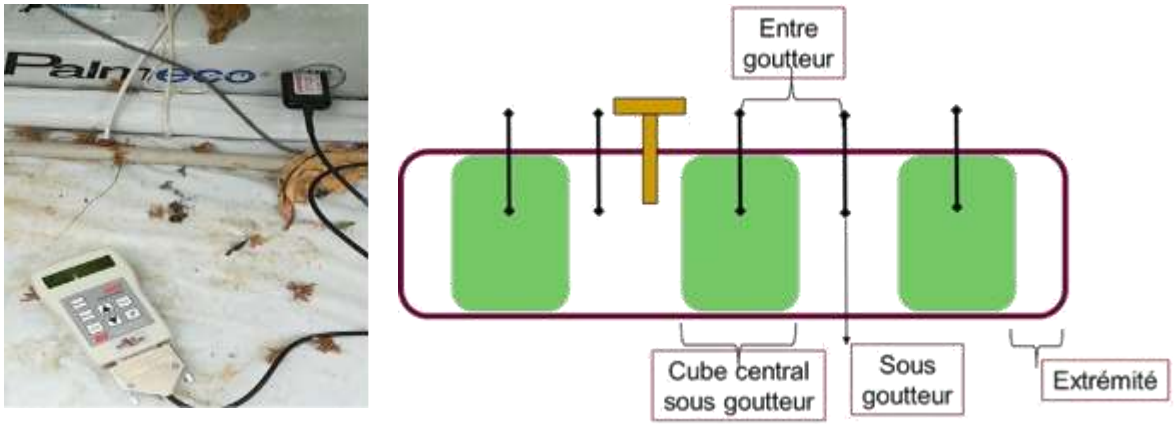

Figure 3 : Sonde mobile HH2 de Delta-T et localisation de l'évaluation de l'humidité dans les pains.

Le comportement des plantes a été apprécié par le suivi de la vigueur avec mesures du diamètre de la tige et de la densité du feuillage, de la hauteur des plantes, du nombre de plantes touchées par les plages vitreuses sur feuilles en début de culture, ainsi que par le nombre de plantes et de fruits touchés par le botrytis.

6. Résultats détaillés :

Détermination des seuils de déclenchement de l'irrigation

A partir du 20/04/2018, l'essai a été démarré avec le déclenchement des irrigations par les sondes :

Témoin : déclenchement par cyclique + déclenchement par solarimètre. Différents réglages ont été effectués pour coller aux besoins des plantes et avoir du drainage en milieu de journée en essayant d'obtenir 15 à 25 % de drainage. Trois périodes sont décidées sur la journée pour pouvoir varier les durées et les consignes : phase de démarrage (lever du Soleil à 4 h après lever du Soleil), phase milieu de journée (4 h après lever du Soleil – 2 à 3 h avant coucher du Soleil) – phase fin de journée (jusqu'au coucher du Soleil).

Avec sondes : nous avons aussi nos trois mêmes périodes qui ont pu nous permettre de varier les durées d'irrigation en fonction des périodes : un seuil identique en P1 et P2 mais une irrigation plus longue en durée en P1, un seuil plus élevé et une durée plus courte sur P3 par rapport à P2 (on essaye d'assécher légèrement le pain pour limiter les phénomènes de marquage de fruit). Par contre, nous avons tâtonné pour fixer les seuils de déclenchement et les durées d'irrigation (Figure 4). Nous sommes partis sur les données obtenues en fraise, mais il a fallu rapidement baisser ces seuils pour tenir compte de la spécificité et des besoins de la culture d'aubergine. Pour la durée des irrigations, nous ne voulions pas faire des irrigations trop longues pour éviter d'avoir un

phénomène de « pseudo drainage » caractérisées par la formation de cheminées préférentielles de drainage, mais nous nous sommes rendus compte qu'il fallait des irrigations longues si nous voulions atteindre pF=1 (10 mbar) et avoir du drainage.

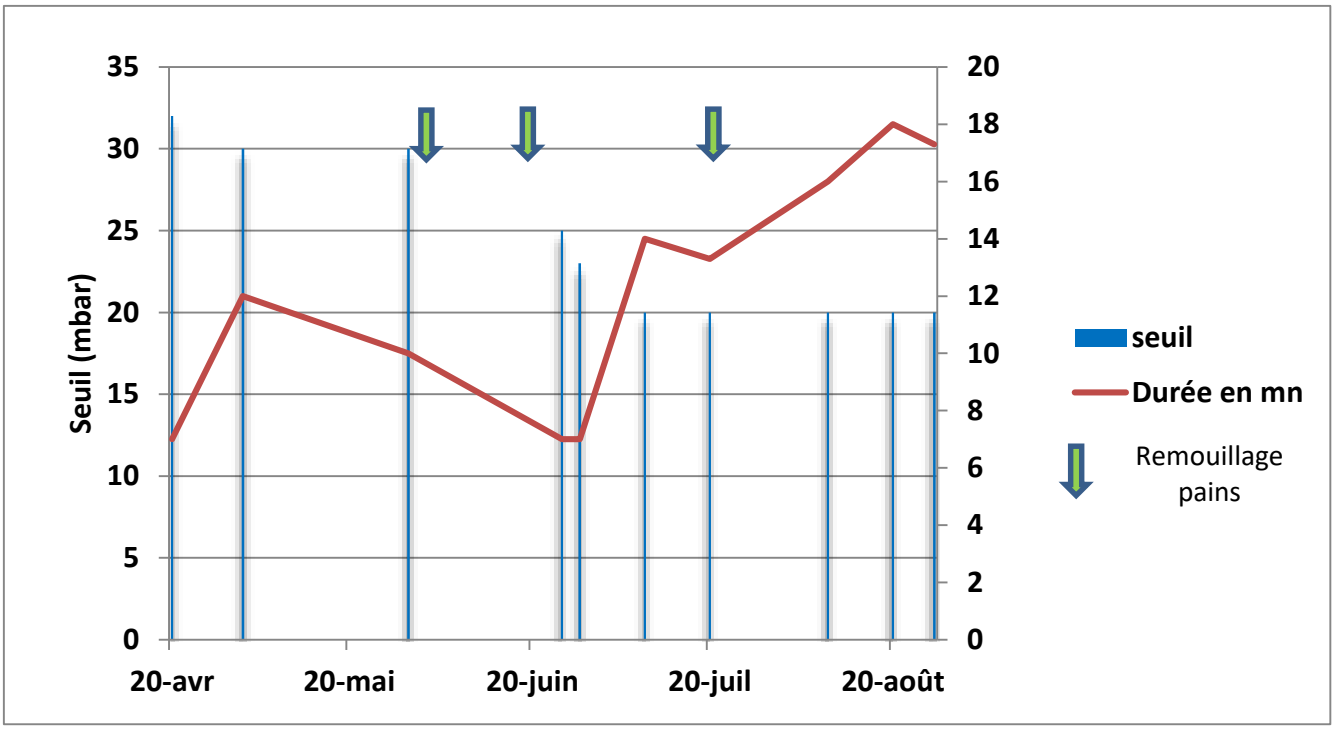

Figure 4 : Evolution des seuils et durée d'irrigation.

Suivi des volumes des apports et des drains

Les apports fluctuent en fonction du rayonnement dans les deux modalités (Figure 5 et Figure 6), mais le fonctionnement avec les sondes permet de mieux suivre les baisses de demande climatique ce qui n'est pas le cas avec le pilotage cyclique + solarimètre si les seuils sont mal fixés. Les apports sont globalement toujours inférieurs dans le pilotage avec sonde que dans le témoin (Figure 7). Le nombre moyen de déclenchement d'irrigation est significativement plus faible (Figure 8) : des irrigations beaucoup plus longues et moins nombreuses ont été réalisés avec le pilotage par les sondes. Il permet de réaliser 15 % d'économie d'apport d'eau, mais comme on peut le voir, certains jours nous avons été trop justes en apports avec des taux de drainages trop faibles, d'où les ajustements dans les réglages. Les conductivités sont significativement plus fortes dans la conduite avec sonde par rapport au témoin (Figure 12), surtout à partir de juin où le climat bascule vers l'été. A cette période, nous avons eu du mal à trouver les bons réglages de seuil et de durée d'irrigation.

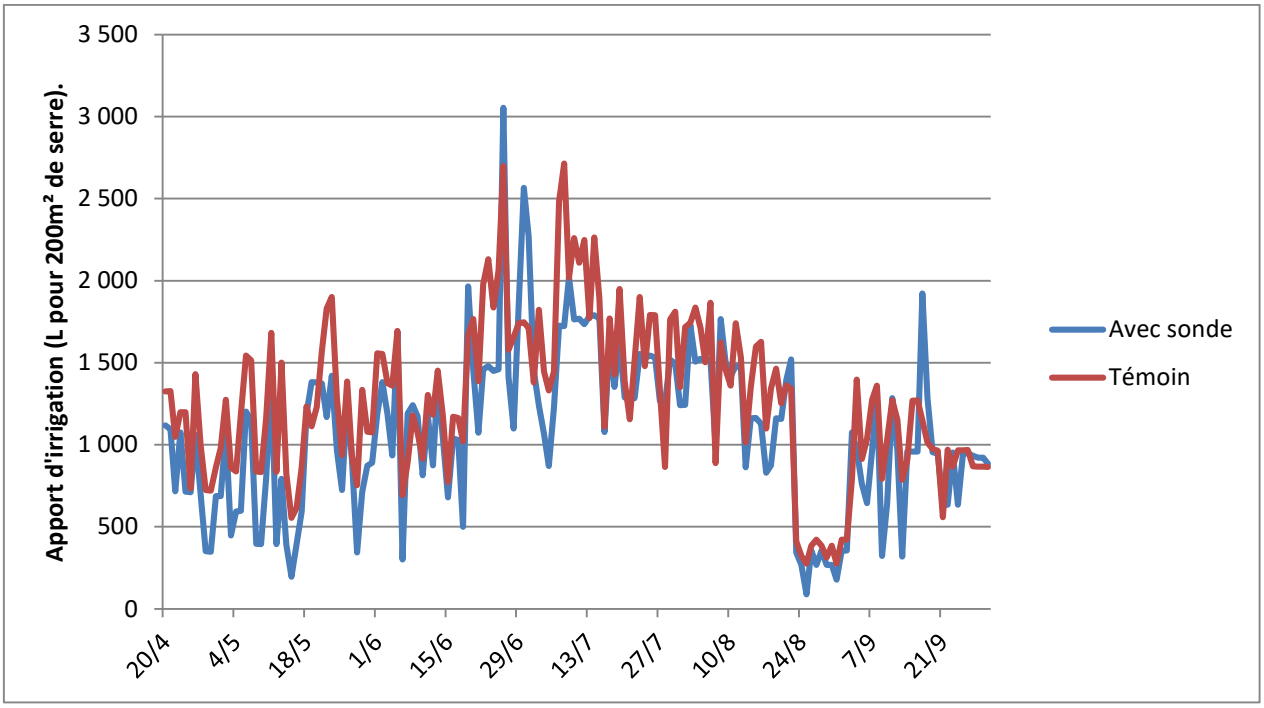

Figure 5 : Evolution temporelle des apports journaliers pour les deux modalités étudiées, pour 200 m² de serre.

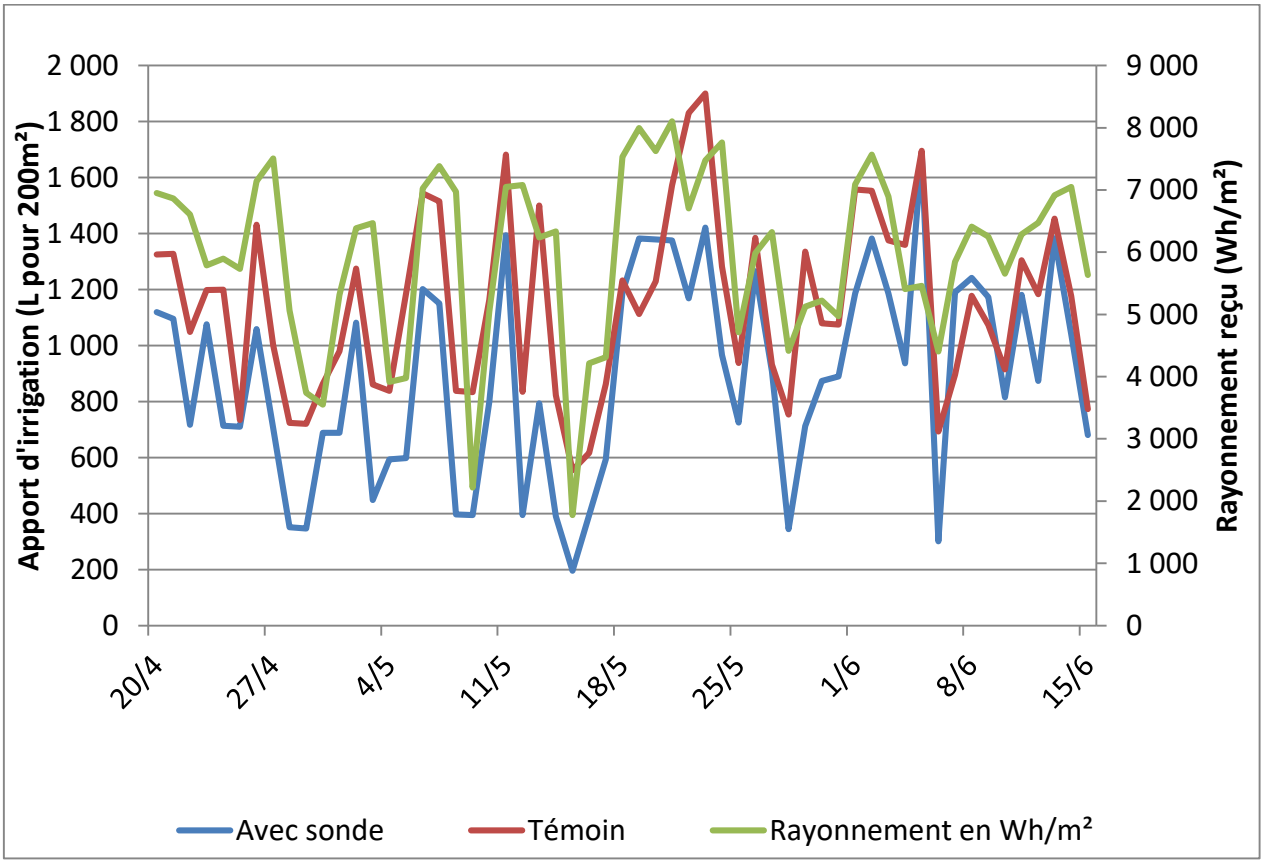

Figure 6 : Evolution temporelle des apports pour 200 m² de serre en fonction des deux modalités et comparaison avec l'évolution temporelle du rayonnement reçu, entre les dates du 20/04/2018 et du 15/06/2018.

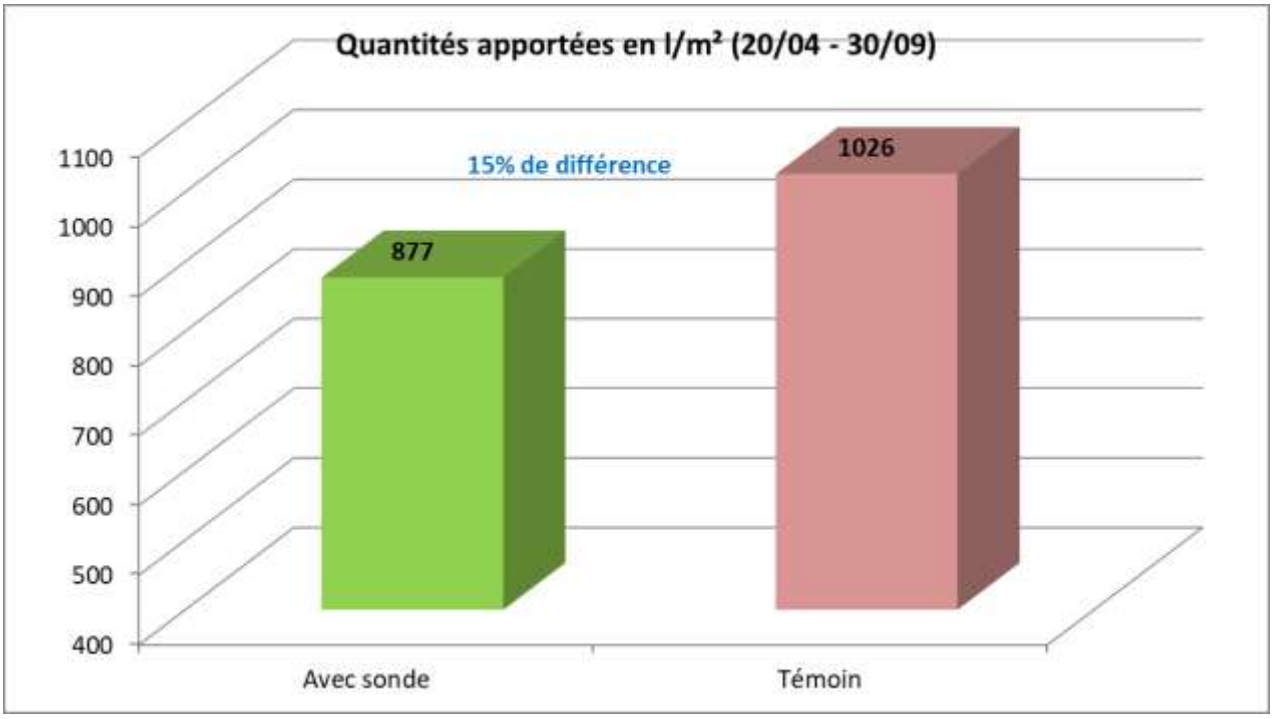

Figure 7 : Quantité totale d'irrigation apportée en l/m² du 20/04/2018 au 30/09/2018 en fonction des deux modalités étudiées.

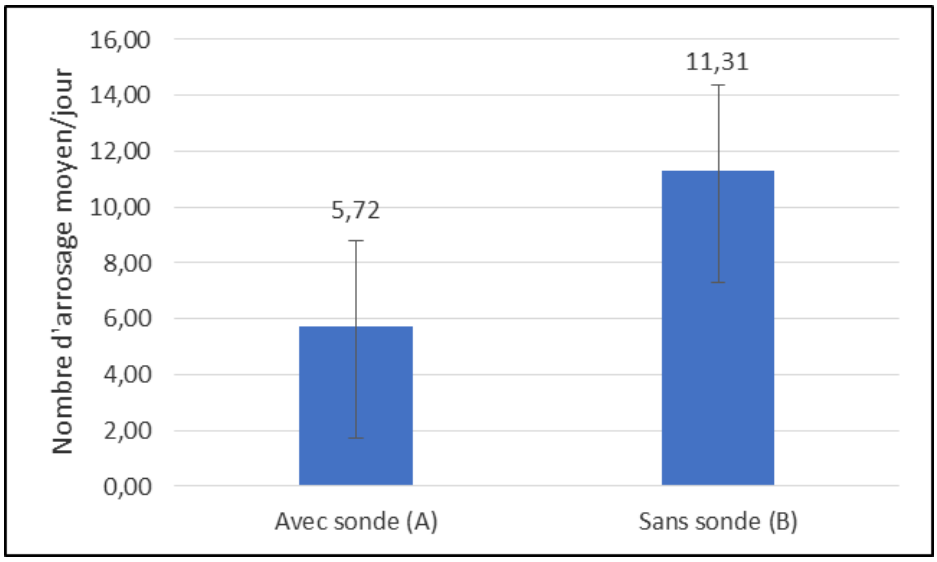

Figure 8 : Nombre moyen d'irrigation par jour pour la période du 23/04/2018 au 30/08/2018 pour les deux modalités évaluées.

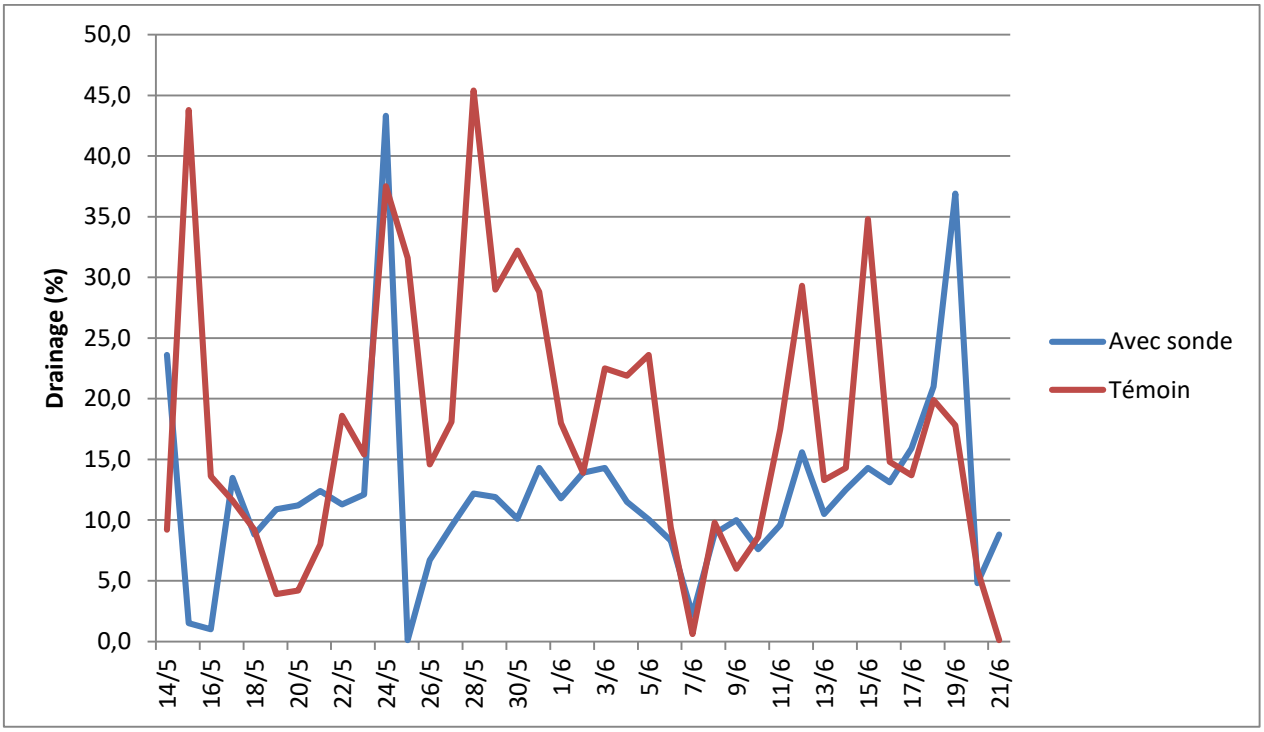

Figure 9 : Evolution temporelle du drainage entre le 14/05/2018 et le 21/06/2018, pour les deux modalités évaluées.

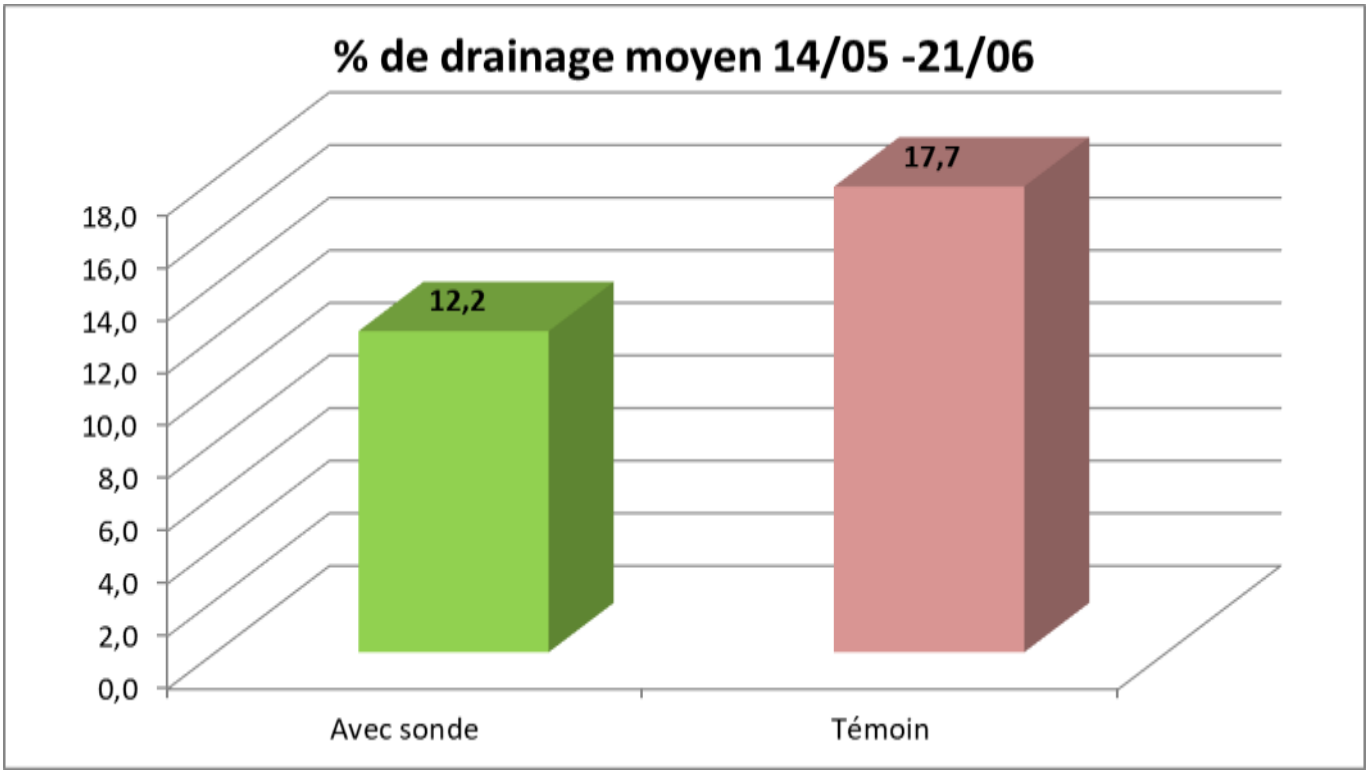

Figure 10 : Comparaison du taux de drainage moyen entre le 14/05/2018 et le 21/06/2018, pour les deux modalités évaluées.

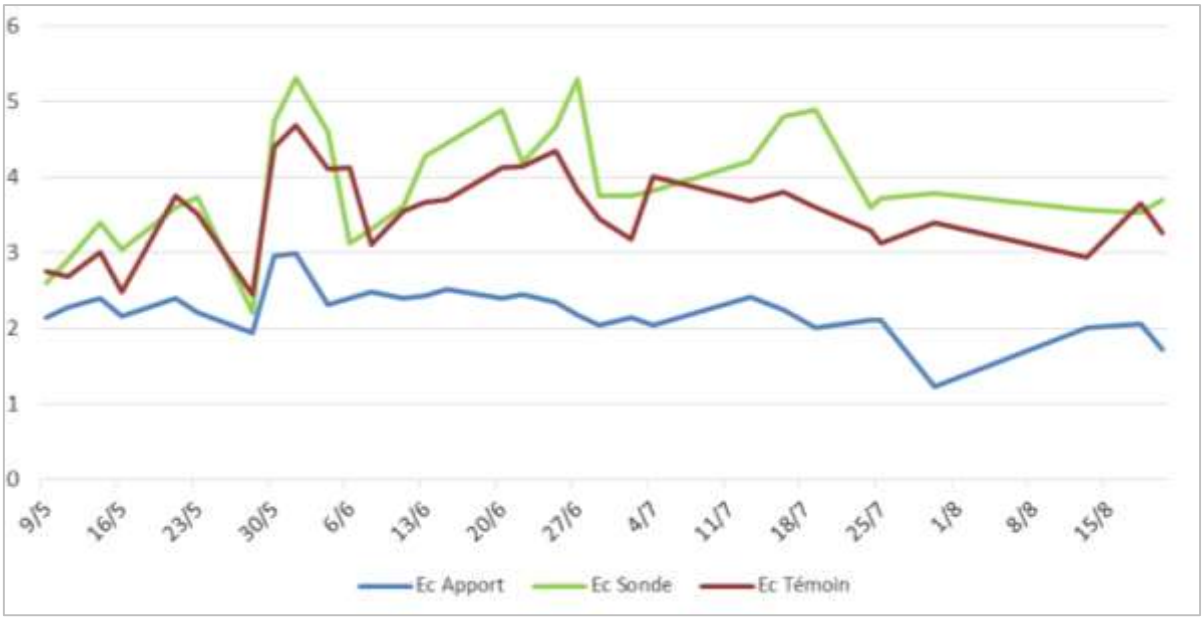

Figure 11 : Evolution temporelle des Ec (mS/cm) apports et drains pour les deux modalités considérées,

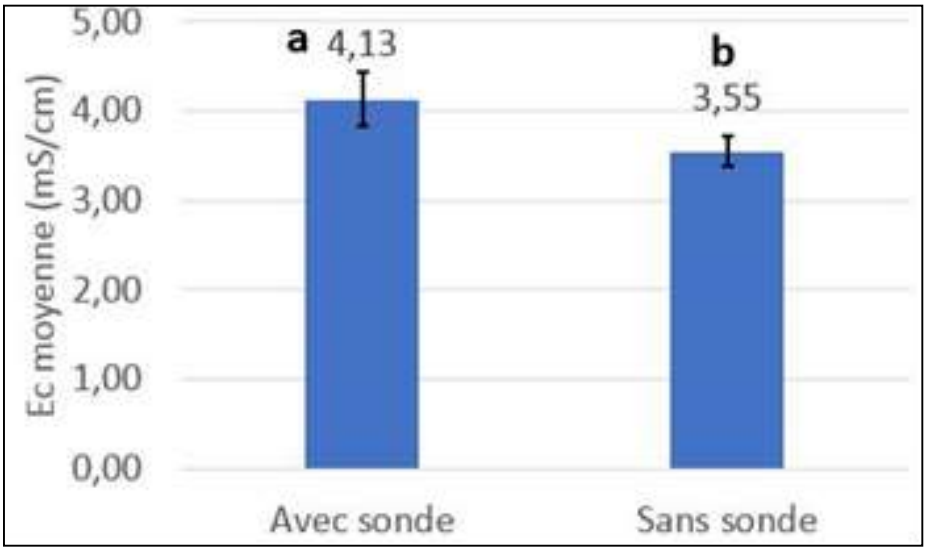

Figure 12 : Conductivité moyenne pour les 2 modalités évaluées.

Suivi de l'humidité et de la conductivité dans les pains.

Ce suivi a été réalisé du 23/04/2018 au 31/08/2018 à l'aide de la sonde mobile HH2 de Delta-T. Plusieurs constats ont été effectués. Les humidités moyennes des pains sont inférieures et plus hétérogènes dans la modalité « avec sonde » que dans le témoin (Figure 13). Le fait de réduire les drainages augmente l'hétérogénéité entre pain. Nous avons pu noter aussi que ces différences peuvent être amplifiées par des développements hétérogènes des plantes sur les pains. Cela renvoie au choix du pain de contrôle pour guider les irrigations. A l'intérieur des pains, les humidités sont toujours inférieures dans la modalité « Avec sonde » par rapport au témoin (Figure 14), mais surtout elles sont beaucoup plus irrégulières avec en particulier des humidités plus faibles à l'extrémité du pain et entre les goutteurs. Ceci peut s'expliquer par la baisse de l'humidité générale du pain, par une

baisse des drainages mais aussi par les apports longs. Nous avons été obligés à 2 reprises dans la saison de refaire l'homogénéisation de l'humidité des pains en pratiquant des irrigations courtes et très rapprochées pour remouiller les pains. Nous retrouvons ces observations dans les mesures de conductivité avec des Ec supérieures « avec sonde » par rapport au témoin et des Ec qui montent à des niveaux importants à l'extrémité des substrats (Figure 15).

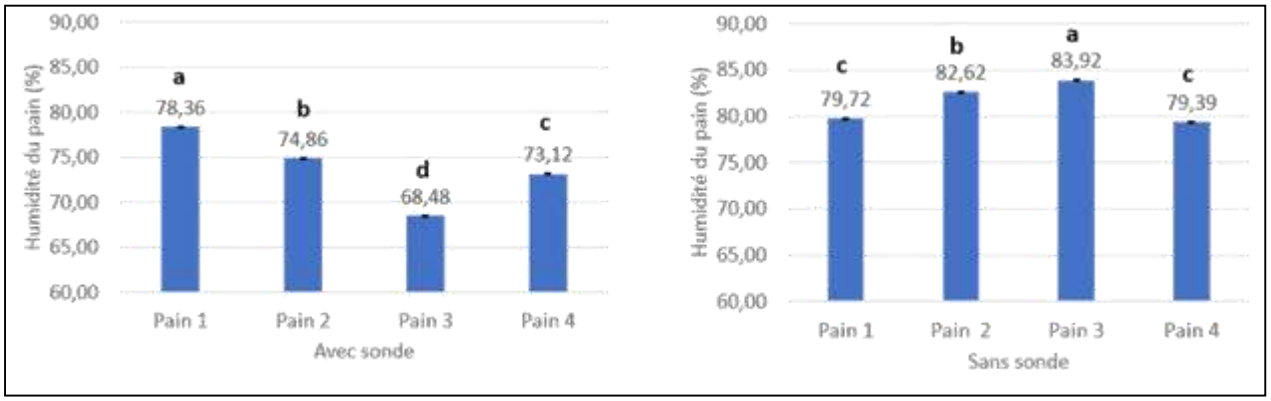

Figure 13 : Comparaison des humidités moyennes mesurées en fonction des pains et des modalités.

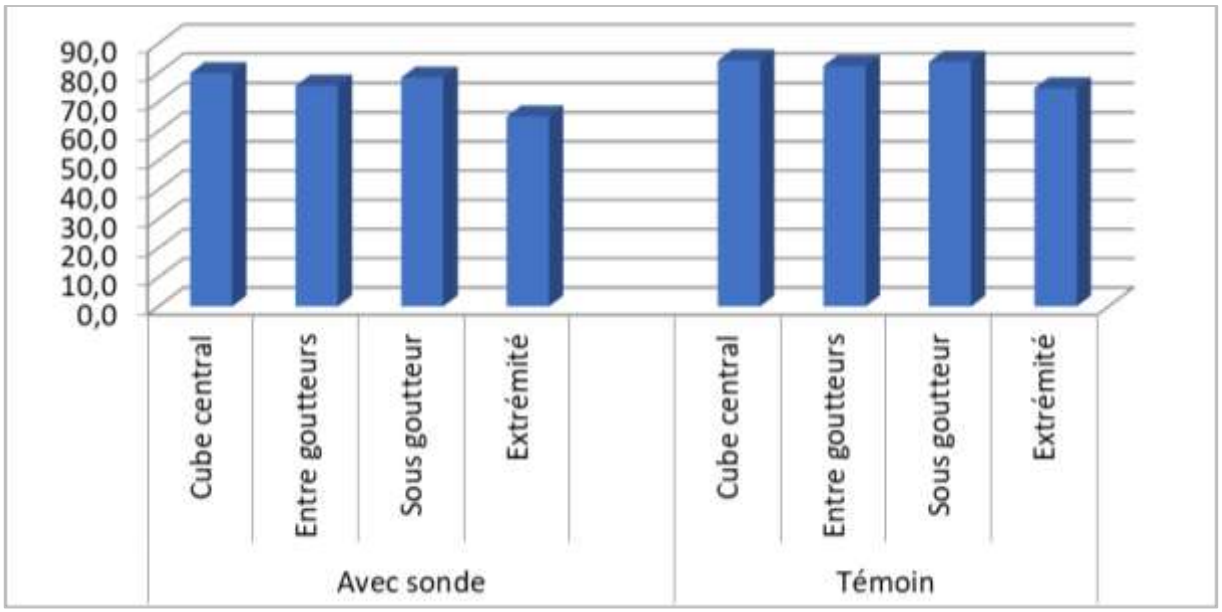

Figure 14 : Comparaison des humidités moyennes en fonction des zones de mesure dnas les pains.

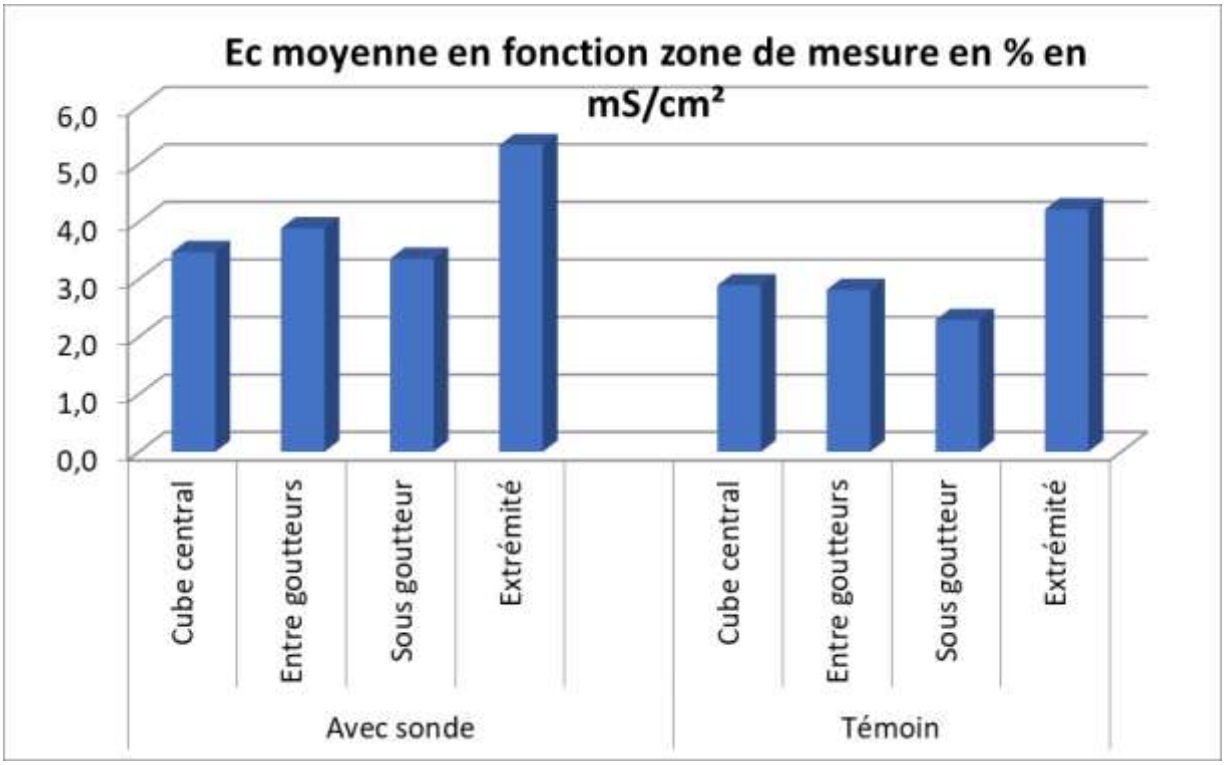

Figure 15 : Comparaison des Ec mesurées en fonction des zones du pain, pour les deux modalités évaluées.

Evolution temporelle du potentiel hydrique

La période du 15 et 16 mai 2018 est caractérisée par un apport faible en rayonnement solaire (Figure 16). Elle se situe à une quinzaine de jours après le début de la récolte. Le seuil de déclenchement se situe à 30 mbar. Le pilotage avec sondes permet de réduire nettement le nombre d'irrigations pour s'adapter aux besoins réduits de la plante. Par contre, la durée d'irrigation est trop faible et ne permet pas de refaire l'humidité du pain. *A contrario*, dans le témoin avec pilotage de l'irrigation en cyclique et solarimètre, il y a plus d'irrigation et le substrat reste plus humide en début de nuit.

Pour les deux périodes suivantes considérées (juillet et septembre), les niveaux de rayonnement étaient élevés et la journée ensoleillée. Lors de la période du 3 et 4 juillet, nous sommes en plein questionnement suite aux fortes chaleurs et aux fanaisons observées (Figure 17). Le seuil de déclenchement est à 23 mbar et nous testons des irrigations plus courtes. Mais ce fonctionnement ne nous permet pas de refaire la saturation du pain en eau. Cela va nous inciter à baisser notre seuil à 20 mbar et augmenter la durée des irrigations à 14 min. Dans le témoin, les déclenchements sont très nombreux, activés par le solarimètre et nous restons toujours dans une zone proche de la saturation (10 mbar).

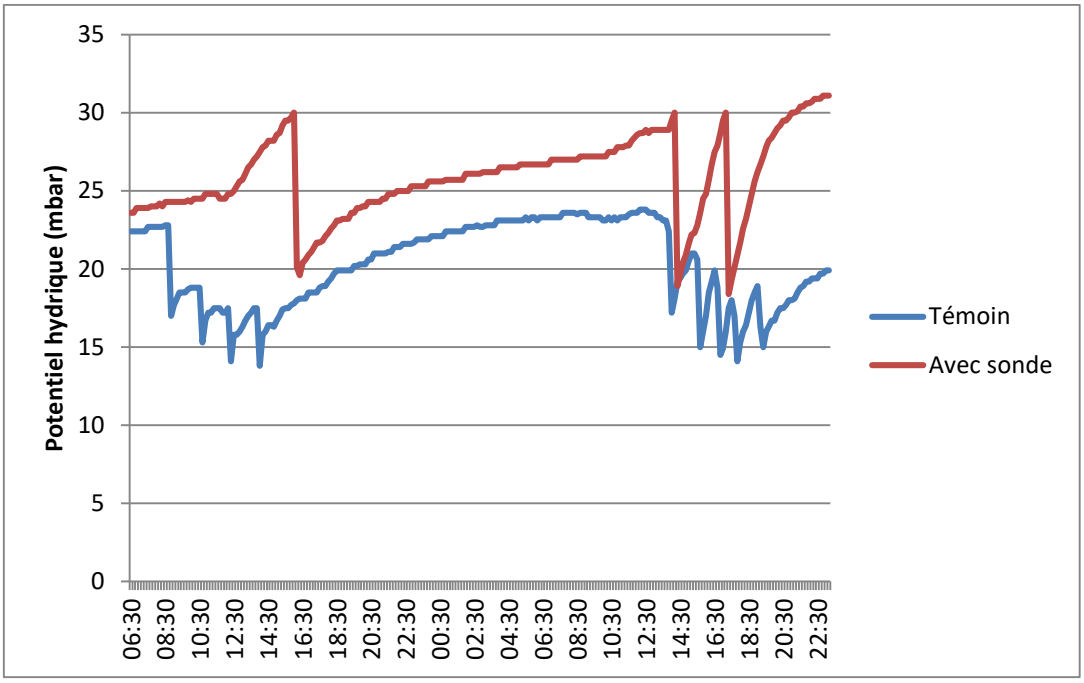

Figure 16 : Evolution temporelle du potentiel hydrique mesuré pour les deux modalités évaluées, le 15 et 16 mai 2018.

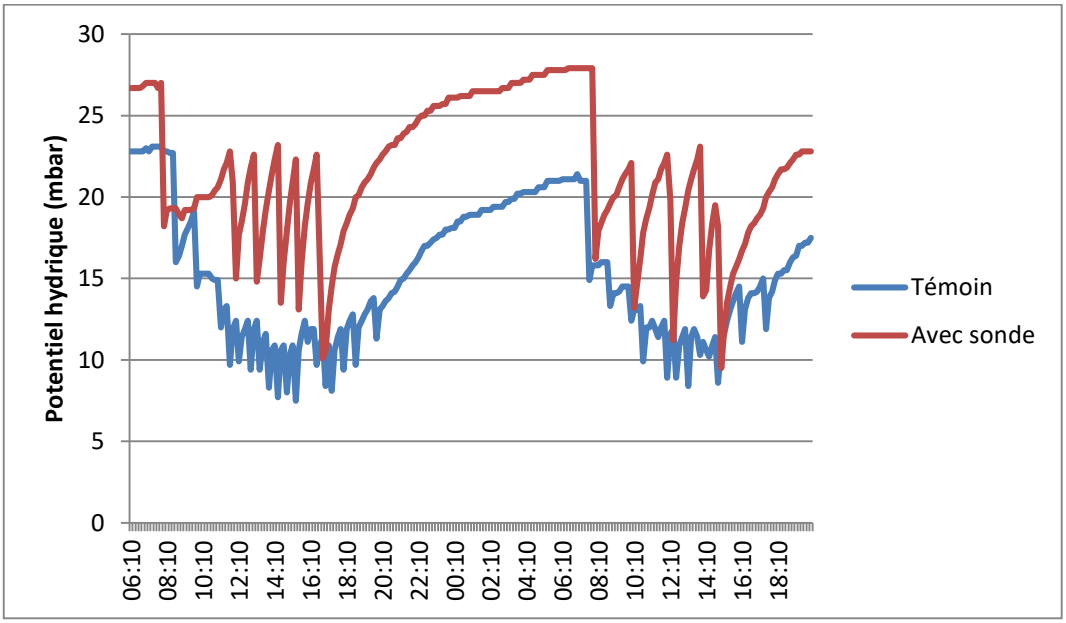

Figure 17 : Evolution temporelle du potentiel hydrique mesuré pour les deux modalités évaluées, les 3 et 4 juillet 2018.

On se place maintenant dans le contexte de la période du 1er et 2 septembre (Figure 18) Depuis quelques temps, nous sommes revenus à un seuil de déclenchement de 25 mbar et 16 min de temps d'irrigation. Les déclenchements ne sont pas très fréquents (4 dans la journée) et permettent une bonne ré-humectation du pain. Dans le témoin, les irrigations sont plus nombreuses (12 le 1/09) et courtes et maintiennent le potentiel hydrique entre 17 et 10 mbar.

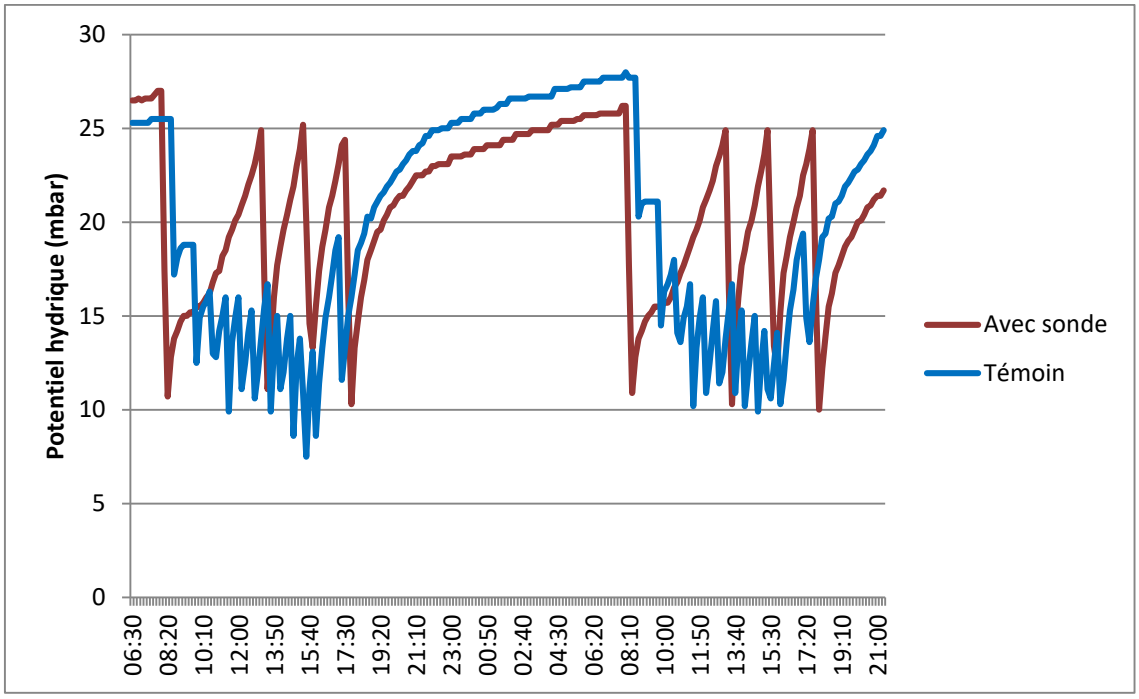

Figure 18 : Evolution temporelle du potentiel hydrique pour les deux modalités évaluées, les 1er et 2 septembre 2018

Résultats agronomiques

Il est important de signaler avant de commencer l'analyse que des attaques d'*Agrobacterium rhizogenes* ont eu lieu sur certains sacs, ce qui a pu affecter le rendement des parcelles. Au niveau des rendements bruts et nets nous obtenons de meilleurs résultats avec la conduite « avec sonde » (Tableau 1 et Figure 19). Néanmoins, ces différences ne sont pas validées par les analyses statistiques et le différentiel se réalise plutôt en fin de culture sur les mois d'août et septembre (Figure 20). Nous observons un peu plus de déchet « avec sonde » mais qui sont en partie dus aux tâtonnements pour régler les seuils et les durées d'irrigation en particulier fin juin – début juillet à la période des fortes chaleurs (Tableau 1). Au niveau des marquages de fruit en post récolte, il y a aussi un léger mieux « avec sonde » mais le différentiel reste faible (Figure 21).

Tableau 1: Relevés agronomiques sur l'essai en fonction des deux modalités considérées

Modalité	Avec sondes	Témoin	Signification au seuil de 5%
Rendement brut	21,8	19,4	NS
Rendement net	20,0	18,4	NS
% de 1° choix	95	96	NS
Poids moyen en g	351	348	NS
Pourcentage de déchet total (toute origine confondue)	8	5	NS
Pourcentage de déchet dû au blossom	6	4	
Pourcentage de déchet dû au botrytis	1	1	
Pourcentage de déchet dû à autre chose	0	0	

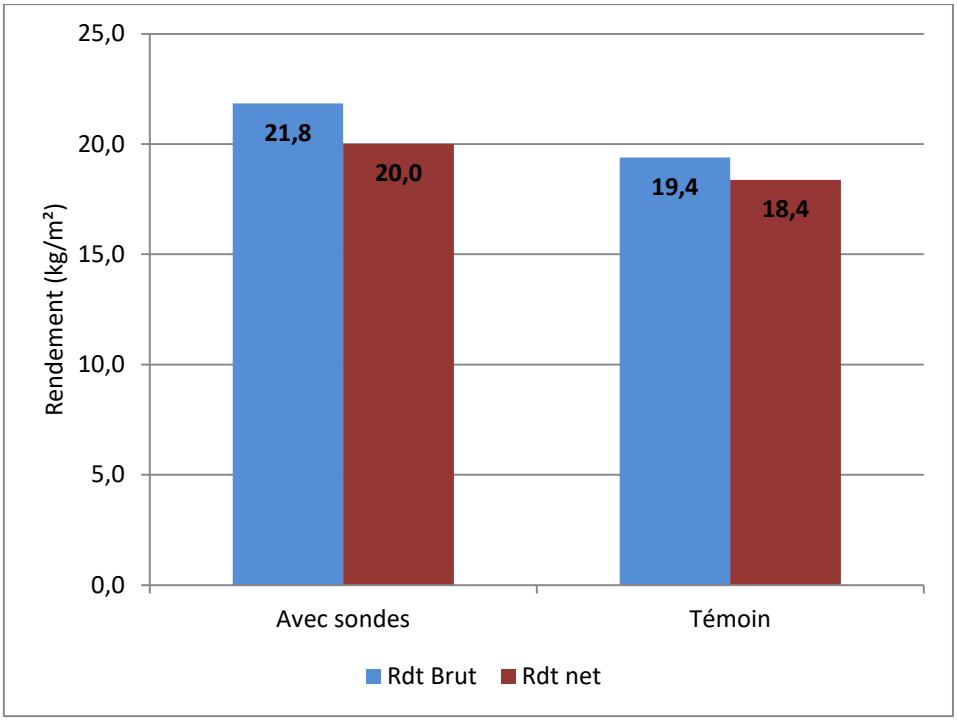

Figure 19 : Rendements globaux bruts et nets selon les deux modalités.

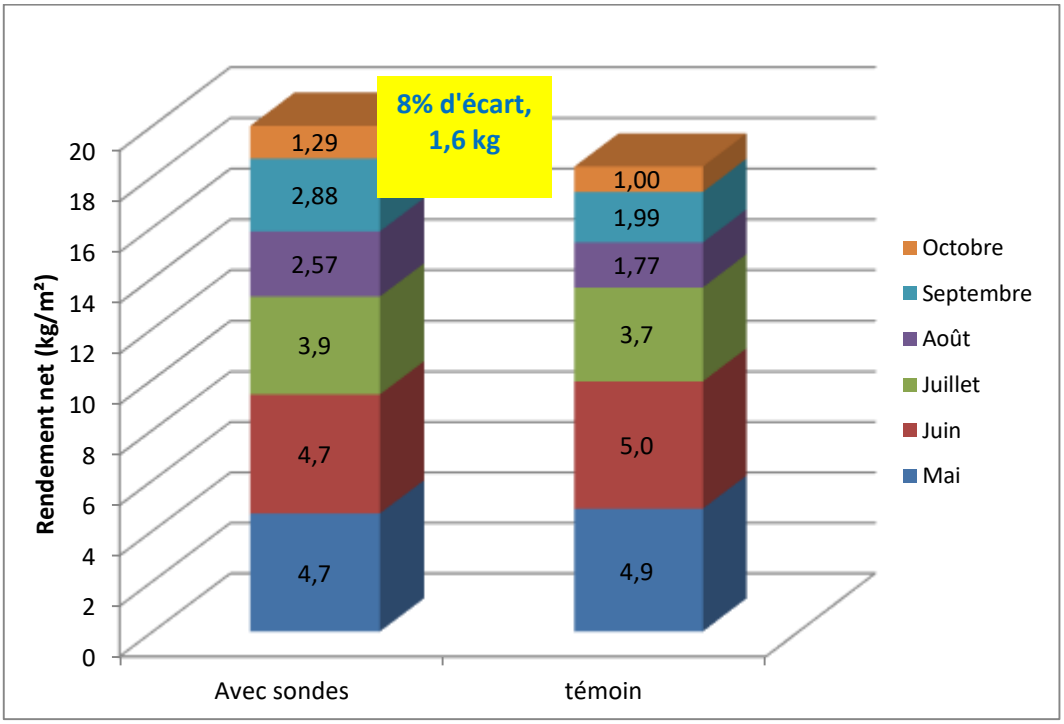

Figure 20 : Rendement net mensuel en fonction de la modalité considérée.

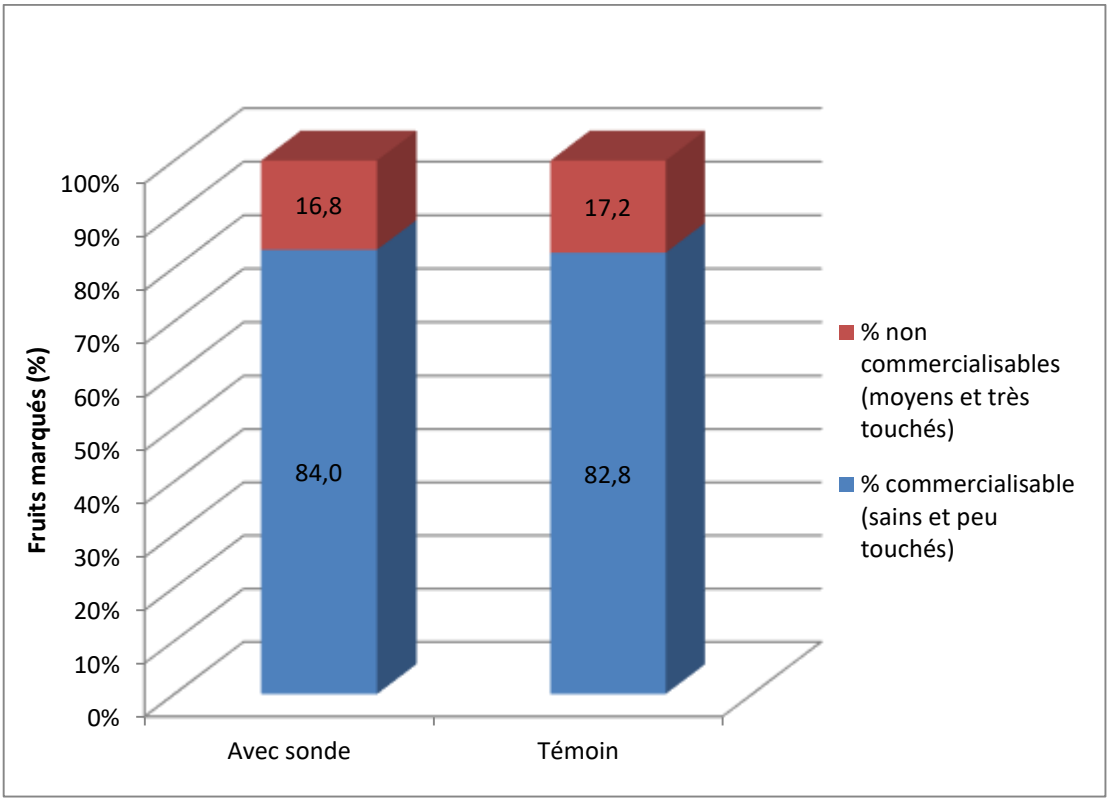

Figure 21: Comparaison de la moyenne des fruits marqués après passage de 3 ou 4 jours en frigo à 12°C sur l'ensemble de la campagne, pour les deux modalités évaluées.

7. Conclusions de l'essai :

Cet essai traduisait une volonté de pouvoir piloter l'irrigation de manière précise pour lutter contre les phénomènes de marquage post-récolte. Ce pilotage a été évalué en utilisant des sondes tensiométriques. Par ailleurs, l'humidité des pains a été mesurée à l'aide de sondes, dans différentes zones caractéristiques du pain. La détermination d'un seuil de déclenchement de l'irrigation a également été réalisée. En utilisant le pilotage au moyen de sondes, il s'est avéré nécessaire de recourir à des irrigations plus longues afin d'homogénéiser l'humidité à l'intérieur de l'ensemble du pain. Le nombre total d'irrigation est plus faible, de même que la valeur moyenne du drainage. L'économie des apports d'eau est d'environ 15%. Les conductivités mesurées sont également plus élevées. Une valeur comprise entre 20 et 25 mbar a été retenu comme seuil de déclenchement de l'irrigation. Des rendements légèrement supérieurs ainsi qu'un marquage plus faible ont été constatées avec le pilotage de l'irrigation au moyen de sondes, bien que non significativement différents sur le plan statistique. Le taux de déchets est par ailleurs plus élevé, mais ce résultat serait dû aux différents seuils de déclenchement testés plutôt que d'un réel effet du pilotage.