



## Swiss Berry Note 6



Avril 2013 / April 2013

Nouvelles Homologations 2013	1
Comparaison de deux méthodes de gestion de l'irrigation des fraises	2

### Auteurs/Autoren

André Ançay, Catherine Baroffio, Vincent Michel.  
Agroscope ACW-Centre de Recherche Conthey, CH-1964 Conthey  
andre.ancay@agroscope.admin.ch  
catherine.baroffio@agroscope.admin.ch  
vincent.michel@agroscope.admin.ch

## Nouvelles Homologations 2013

Culture	Produit	Organismes	Dosage	Délai d'attente	Remarques
Fraises	Milbeknock	Tarsonème du fraisier	0.125%	1 semaine	Max. 1 traitement par année par parcelle
Fraises	Kiron	Tarsonème du fraisier	0.2%	3 semaines	Max. 1 traitement par année par parcelle
Fraises	Moon Privilege	Pourriture grise	0.05%	2 semaines	max. 2 traitements par année et parcelle

### Retraits 2013

L'homologation pour Ridomil Vino a été retirée pour l'application dans les fraises. Le produit peut être utilisé dans cette culture jusqu'au 28 août 2013. L'application dans les framboises et mûres de Ridomil Vino reste autorisée.

### Remarques générales:

Ce document est basé sur la liste de l'OFAG éditée et mise à jour régulièrement sur internet. En cas de doutes c'est l'index des produits phytosanitaires de l'OFAG qui fait office de référence :

[www.blw.admin.ch/psm/produkte/index.html?lang=fr](http://www.blw.admin.ch/psm/produkte/index.html?lang=fr) . Dans cet index sont également mentionnés les délais d'écoulement des stocks et d'utilisation pour les produits phytosanitaires dont l'homologation a été retirée (spécifiquement par produit).

Infos Baies sous: [www.agroscope.admin.ch/baies/index.html?lang=fr](http://www.agroscope.admin.ch/baies/index.html?lang=fr)

# Comparaison de deux méthodes de gestion de l'irrigation des fraises

## Introduction

Dans la perspective des changements climatiques qui s'annoncent, l'optimisation de l'irrigation est donc indispensable pour assurer une production de qualité et pour maîtriser les coûts de cette ressource, dans l'avenir. Dans cette optique, la gestion automatisée de l'irrigation basée sur des sondes Watermark® et pilotée par WEM (Watermark Electronic Module; fig. 1) pourrait être une solution prometteuse.



**Fig.1:** Gestion automatisée de l'irrigation basée sur des sondes Watermark® et pilotée par le système WEM (Watermark Electronic Module).

Ce système permet d'adapter les fréquences d'arrosages et les quantités d'eau apportées au besoin de la plante et au potentiel hydrique du sol ce qui permet de réduire le risque de pertes d'eau et de fertilisants par lessivage. Un essai a été conduit durant trois ans en comparant ce système avec une irrigation manuelle standard, afin de tester la gestion automatisée de l'irrigation sur fraisiers en plein champs, de mesurer les volumes d'eau appliqués et d'étudier l'impact sur le rendement et la qualité des fraises.

## Matériel et méthodes

### Site et conduite de la culture.

L'essai a été mis en place au Centre de recherche Conthey d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW dans la plaine du Rhône à 500 m d'altitude en 2009, 2010 et 2011. La culture de fraises a été installée sur un sol riche en matière organique (3,6%) avec une teneur de 33% de sable, de 44% de limon et de 23% d'argile.

La variété Cléry a été utilisée pour les trois essais. La plantation en mono-ligne de plants mottés s'est faite à la fin juillet sur butte recouverte de plastique noir avec une densité de 4 plants/m<sup>2</sup>. Pour faciliter la reprise des plants, des irrigations régulières par aspersion ont été faites après la plantation.

L'année de récolte, dès début mars, les fraises ont été couvertes par un tunnel plastique d'une largeur de 5 m. L'apport de nutriments et d'eau aux plantes a été assuré par fertigation. Une gaine de goutte à goutte (t-tape) d'un débit de 5 l/heure au mètre linéaire (3 l/h au m<sup>2</sup>) avec des goutteurs espacés de 20 cm a été installée lors de la mise en place des buttes. La fumure a été basée sur les normes de fumure pour les fraises qui correspondent à 100 N, 45 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 K<sub>2</sub>O et 25 Mg, exprimés en kg/ha. La fumure a été apportée lors de chaque irrigation de la mi-mars jusqu'à la fin mai. La concentration de la solution mère des engrais a été adaptée à la quantité d'eau différente des deux systèmes d'irrigation afin d'apporter la même quantité globale de fumure.

## Procédés d'irrigation

Deux procédés ont été comparés: La gestion manuelle et la gestion automatique de l'irrigation (tableau 1).

**Tableau 1** : Dispositif expérimental avec indication des consignes d'arrosage.

Procédés	Mesure de l'humidité du sol	Fréquence des relevés	Seuil de déclenchement	Fréquence des arrosages
Gestion manuelle	Tensiomètre	1 fois par jour, sauf le week-end	20 cbar	1 à 2 fois par semaine
Gestion automatique (WEM)	Watermark®	2 fois par heure		1 à 3 fois par jour

Chaque procédé était composé de huit répétitions de 20 plants réparties de façon aléatoire en blocs. Pour la détermination de l'humidité du sol sous forme de potentiel matriciel du sol, des tensiomètres et des sondes Watermark® ont été installés à trois emplacements au niveau de la zone des racines à 20 cm de profondeur au centre de la butte entre deux goutteurs. Dans le procédé irrigation automatique, des sondes Watermark® supplémentaires ont été installées à une profondeur de 35 cm.

Pour les deux procédés d'irrigation, l'objectif était de couvrir les besoins en eau d'une culture de fraise basés sur l'ETc (Evapotranspiration de la culture). Pour le calcul de celle-ci, nous avons utilisé les coefficients culturaux (Kc) proposés par Krüger (2008), qui sont de 0,6 pour la période de floraison et de 0,7 pour la période de grossissement des fruits. L'irrigation a été enclenchée manuellement lorsque les tensiomètres indiquaient une valeur de 20 cbar et a été arrêtée à l'aide d'une vanne volumétrique lorsque le volume d'eau programmé était atteint.

Pour la gestion de l'irrigation automatique par WEM, le déclenchement de l'irrigation a également été fixé à 20 cbar mesuré par les sondes Watermark®. Le système WEM a été programmé pour trois cycles potentiels d'irrigation quotidien d'une durée maximum de 40 minutes, à 7h30, 11h00 ou 15h00. Si la valeur moyenne des sondes Watermark® était supérieure à 20 cbar, une irrigation avait lieu. Si la valeur n'atteignait pas cette valeur à ces moments, l'irrigation ne se mettait pas en route. Si durant la période d'irrigation, la tension redescendait en dessous de 20 cbar, l'irrigation s'arrêtait. L'irrigation a débuté lorsque 5 à 6 nouvelles feuilles étalées étaient visibles (stade 15 selon l'échelle BBCH) et elle a été stoppée après la dernière récolte. En 2010, l'irrigation a débuté le 1 avril pour finir le 14 juin et respectivement le 1 avril et le 14 juin pour 2011 et le 6 avril et le 15 juin pour 2012.

## Mesures et observations

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine. Ils ont été triés par appréciation visuelle selon des critères qualitatifs établis par la FUS. Les fruits déclassés ont été pesés et classés dans les déchets. Le rendement total comprend les fruits commercialisables et les déchets. Le poids moyen des fruits commercialisables a été mesuré lors de chaque récolte en divisant le poids d'une barquette par le nombre de fruits qu'elle contenait.

Les paramètres qualitatifs analysés ont été la teneur en sucres, en acidité, ainsi que la fermeté des fruits. Pour mesurer la teneur en sucres et en acidité titrable, des jus de fraises ont été préparés à l'aide d'un mixer. La teneur en sucres (exprimée en °Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (exprimée en g acide citrique/l) a été déterminée sur un échantillon de 10 g à un pH final de 8.1 avec une solution 0,1 N de soude (NaOH) à l'aide du titrateur. La fermeté des fruits a été mesurée au pénétromètre Durofel (embout plat d'une surface de 0,5 cm<sup>2</sup>) et exprimée par l'indice Durofel.

Pour suivre l'état hydrique du sol, les valeurs des tensiomètres ont été relevées tous les jours ouvrables. D'autre part, le temps de travail pour contrôler les tensiomètres et pour déclencher les irrigations a été estimé.

La différence des effets des procédés a été calculée au moyen d'une analyse de variance.

## Résultats

Pour les trois années d'essai, l'irrigation gérée par WEM a généré un rendement de fraises 1er choix supérieur à l'irrigation manuelle (tab. 2). En moyenne sur les trois années, l'irrigation automatique a permis un gain de rendement de 13% comparé à l'irrigation manuelle.

**Tableau 2:** Rendement (g par plante), déchet (% du rendement total) et poids moyen des fruits (g par fruit) des deux systèmes de gestion de l'irrigation. (Ø = moyenne des trois années).

Procédés	Rendement 1 <sup>er</sup> choix par plante (g)				Déchets (%)				Poids moyen des fruits (g)			
	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø
<b>Gestion manuelle</b>	673,4	472,3	222,7	432,3	3,8	8,7	17,7	10,0	<b>17,5</b>	<b>14,5</b>	14,3	15,4
<b>Gestion automatique (WEM)</b>	710,4	487,9	<b>344,1</b>	<b>490,1</b>	4,1	<b>6,6</b>	<b>12,8</b>	<b>7,9</b>	16,2	13,8	<b>15,2</b>	15,1
<b>Différence statistique valeur P</b>	non	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non
	0,137	0,377	<0,001	<0,001	0,64	0,015	<0,001	<0,001	<0,001	0,040	0,007	

De l'autre côté, l'irrigation automatique a eu comme effet une diminution significative des déchets, c.-à-d. des fruits non commercialisables (tab. 2). Sur la moyenne des trois années, il n'y a pas eu de différence entre les deux systèmes d'irrigation concernant le poids moyen des fruits. Une analyse par année montre par contre un poids des fruits significativement plus élevé en 2010 et 2011 pour l'irrigation manuelle (tab. 2).

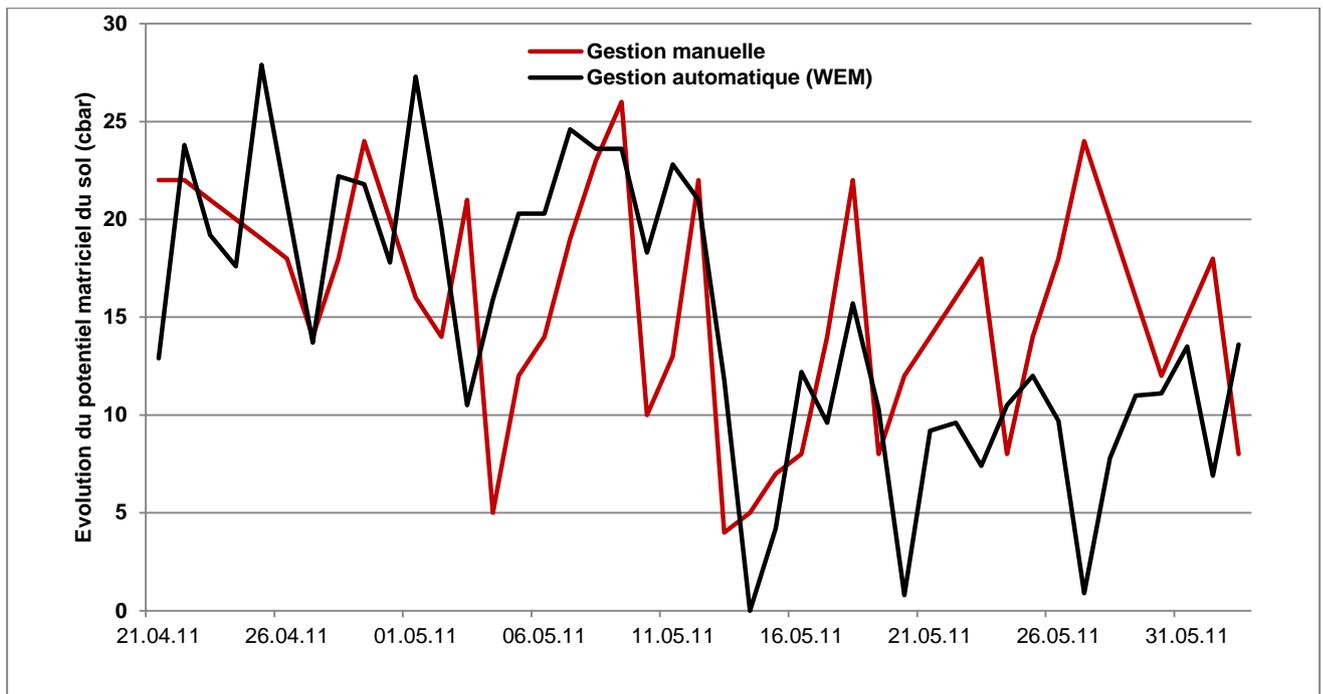
Par contre, en 2012, c'est le procédé piloté par WEM qui a entraîné une hausse significative du poids des fruits. La qualité des fruits, mesurée sous forme de fermeté des fruits, de l'indice Brix ou de l'acidité, n'a pas été influencée significativement par la gestion de l'irrigation (tab. 3), même si la teneur en sucre est légèrement supérieure dans le procédé piloté par le WEM.

**Tableau 3:** Influence des deux systèmes de gestion de l'irrigation sur la fermeté (indice Durofel) et qualité des fruits exprimée par la teneur en sucre (°Brix) et l'acidité totale (g/l). Ø = moyenne des trois années.

Procédés	Fermeté (Indice Durofel)				Teneur en Sucre (° Brix)				Acidité totale (g/l)			
	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø
<b>Gestion manuelle</b>	75,5	72,8	70,0	72,8	7,7	8,5	9,3	8,5	8,3	8,3	8,2	8,2
<b>Gestion automatique (WEM)</b>	74,5	73,1	71,8	73,1	8,4	<b>9,0</b>	9,7	9,0	8,2	8,2	8,2	8,3
<b>Différence statistique valeur P</b>	non	non	non	non	non	<b>oui</b>	non	non	non	non	non	non
	0,523	0,574	0,329	0,361	0,502	0,015	0,335	0,214	0,010	0,427	0,024	0,008

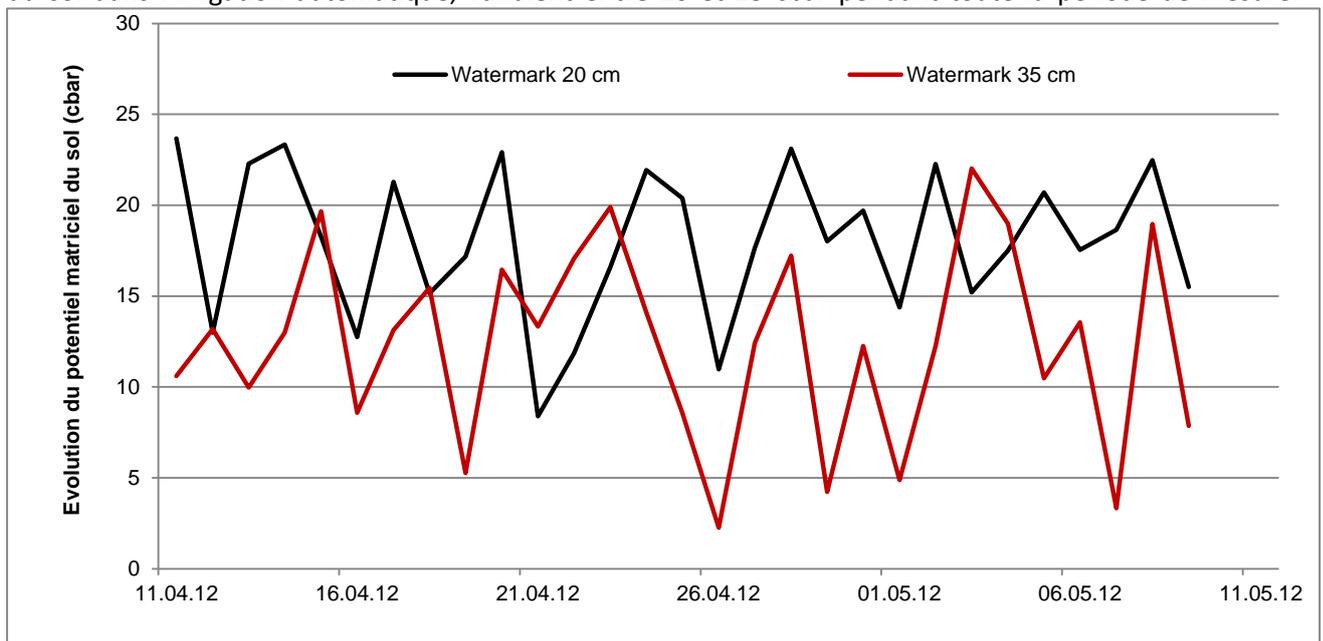
L'évolution du potentiel matriciel du sol dans le procédé irrigation automatique montre deux phases clairement différentes en 2011 (fig. 2). Les sondes Watermark® à 20 cm de profondeur affichaient des valeurs oscillant entre 10 et 30 cbar jusqu'au milieu de la période de récolte vers mi-mai. Après cette date, les valeurs des Watermark® variaient entre 15 et 0 cbar.

Le potentiel matriciel du sol dans le procédé irrigation manuelle mesuré avec des tensiomètres était similaire dans la première phase. Par contre, dès la mi-mai, les valeurs mesurées dans l'irrigation manuelle étaient plus élevées comparé à l'irrigation piloté par WEM.



**Fig.2:** Evolution du potentiel matriciel du sol en 2011 mesurée dans les procédés irrigation manuelle (moyenne de 3 tensiomètres) et irrigation automatique (moyenne de 3 sondes Watermark®).

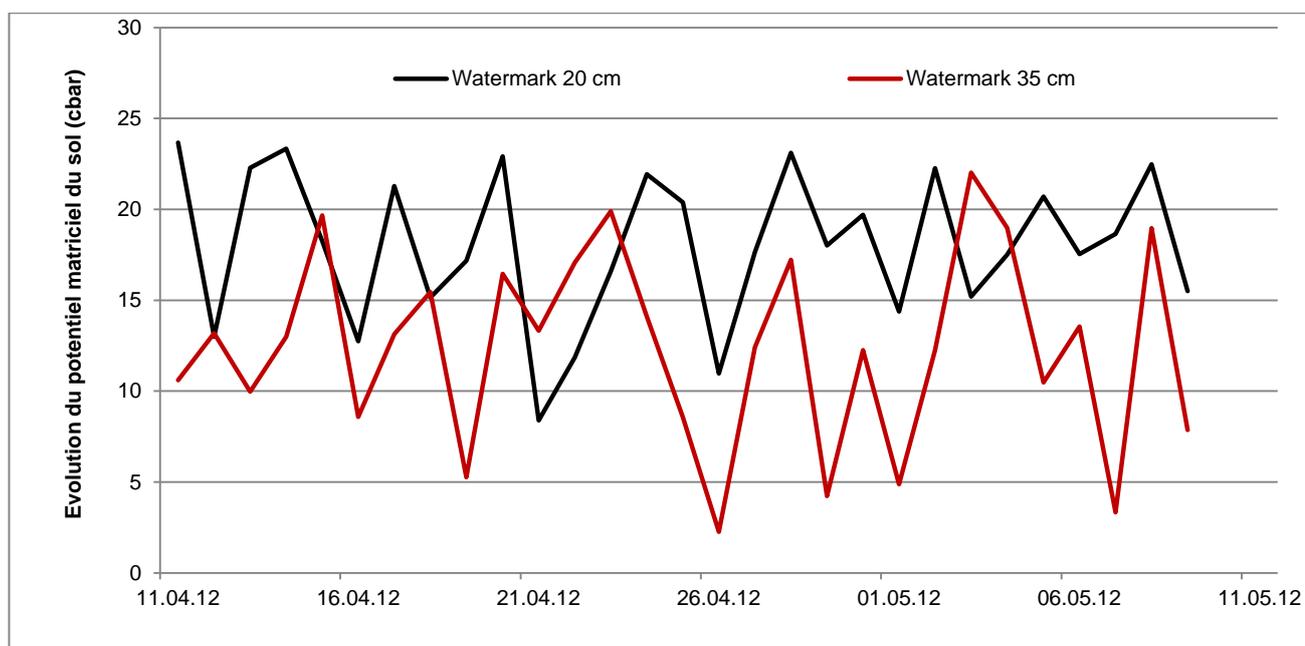
En 2012, le suivi du potentiel matriciel du sol s'est limité, à cause d'une défaillance technique, à la première partie de la période d'irrigation. L'évolution du potentiel matriciel du sol montrait des fluctuations moins prononcées (fig. 3) qu'en 2011. A 20 cm de profondeur, les sondes Watermark®, qui mesuraient l'humidité du sol dans l'irrigation automatique, variaient entre 10 et 25 cbar pendant toute la période de mesure.



**Fig.3:** Evolution du potentiel matriciel du sol en 2012 mesurée dans les procédés irrigation manuelle (moyenne de 3 tensiomètres) et irrigation automatique (moyenne de 3 sondes Watermark®).

Dans le procédé irrigation manuelle, les valeurs des tensiomètres montraient une grande régularité des fluctuations qui variaient entre 5 et 25 cbar.

De même, les sondes placées à une profondeur de 35 cm montrent qu'il n'y a pas de période saturée et que malgré les faibles volumes d'eau apportés, il n'y pas un assèchement du sol à 35 cm (fig. 4).



**Fig.4:** Evolution du potentiel matriciel du sol en 2012 mesurée dans le procédé irrigation automatique à 20 cm et à 35 cm de profondeur. (moyenne de 3 sondes Watermark®).

Pour le procédé irrigué manuellement, 1,6 litres/m<sup>2</sup> ont été apportés par jour jusqu'à la fin de la floraison, ensuite 2,6 litres/m<sup>2</sup> jusqu'à la fin de la récolte. Pour le procédé irrigué avec le WEM les quantités d'eau apportées étaient de 0,6 et respectivement 1,5 litres/m<sup>2</sup> par jour.

La gestion automatique de l'irrigation par le système WEM a permis une réduction importante de la quantité d'eau (tab. 4). L'économie d'eau réalisée grâce à la gestion automatique de l'irrigation représente 755 m<sup>3</sup>, 888 m<sup>3</sup> et 938 m<sup>3</sup> d'eau à l'hectare en 2010, 2011 et 2012.

**Tableau 4:** Paramètres d'irrigation des trois essais de 2010 à 2012. Ø = moyenne des trois années.

Procédés	Quantité d'eau apportée par jour (l/m <sup>2</sup> )			
	2010	2011	2012	Ø
Gestion manuelle	2,53	2,33	2,29	2,38
Gestion automatique (WEM)	1,51	1,13	0,95	1,20
Economie d'eau en %	40,3	51,4	58,6	50,1

Avec un prix de 1,60 CHF/m<sup>3</sup> d'eau (Kopp et al., 2012), ceci correspond à des économies de 1208, 1421 et 1500 CHF/ha. De plus, la gestion automatique de l'irrigation permet de réduire les heures de travail pour le suivi des tensiomètres et le déclenchement manuel des irrigations. Le gain a été estimé à 20 heures/ha, ce qui représente une économie supplémentaire de 615.- CHF/ha

## Discussion

En 2010, le rendement des deux procédés a été sensiblement plus élevé qu'en 2011 et 2012. En 2012, le faible rendement, peut s'expliquer par le gel d'hiver qui a détruit une partie des cœurs des plantes. Pour 2011, le faible rendement est probablement dû au fait que le mois d'avril a été très chaud, et que ce stress thermique a accéléré la croissance des hampes florales et le mûrissement des fruits au détriment du grossissement des fruits. Ce qui a entraîné une diminution du calibre des fruits à la récolte, comme l'a démontré Boivin dans ces travaux sur l'impact du stress thermique sur le rendement des fraises (Boivin, 2008).

---

Le système de gestion automatique de l'irrigation basé sur des sondes Watermark® et piloté par WEM a permis d'irriguer de manière plus fine avec plusieurs déclenchements journaliers, pendant les périodes où la plante a une forte consommation d'eau. Il en a résulté une économie d'eau de 40 à 58%. La fraise est une culture qui réagit fortement à un manque d'eau, avec comme conséquence une diminution du rendement en cas d'un apport insuffisant d'eau (Liu et al. 2007; Kumar et Dey 2012; Yuan et al. 2004). Malgré la diminution importante de la quantité d'eau apportée par le procédé irrigation automatique, ce mode de gestion de l'eau n'a pas eu d'incidence négative sur le rendement. La quantité supérieure d'eau utilisée dans le procédé irrigation manuelle peut alors être considérée comme inutile. Une irrigation trop généreuse peut, en plus du coût supplémentaire, provoquer des problèmes phytosanitaires. Dans des cultures telles que betterave à sucre, luzerne, pomme de terre ou melon, une augmentation des maladies telluriques causée par une humidité du sol élevée a été constatée (Harveson et Rush 2002; Jefferson et Gossen 2002; Olanya et al. 2010; Pivonia et al. 2004). Ceci est une raison de plus d'éviter tout excès d'irrigation.

Le poids des fruits est un aspect important dans la production de fraises. Des fruits plus gros diminuent les frais de récolte, qui représentent en moyenne 40% des frais de production (FUS 2012). Une irrigation généreuse peut induire un poids du fruit supérieur (Yuan et al. 2004). Un tel effet a été mesuré dans nos essais en 2010 et 2011. Les fruits dans l'irrigation manuelle, qui ont reçu 40 et 51% plus d'eau que dans l'irrigation automatique, ont montré un poids moyen significativement supérieur. En 2012, malgré un volume d'irrigation comparable, le poids des fruits dans l'irrigation manuelle a été significativement inférieur en 2012. Cette année, le potentiel matriciel dans l'irrigation automatique à 20 cm de profondeur se trouvait toujours dans une plage optimale oscillant entre 10 et 20 cbar. Au contraire, dans l'irrigation manuelle le potentiel matriciel est descendu à plusieurs reprises en-dessous des 5 cbar. De plus, la quantité d'eau apportée dans ce procédé était 140% supérieure à celle de la gestion automatique. Cette humidité du sol élevée était éventuellement néfaste pour le développement des fraises.

L'irrigation automatique gérée par WEM permet une économie d'eau importante comparée à l'irrigation manuelle traditionnelle. Selon l'année, une réduction de la quantité d'eau de 41 à 58% a été possible. Ce qui correspond à une diminution de coût qui varie entre 1200 et 1500 Fr/ha en fonction des années. Ce qui correspond approximativement aux coûts annuels du WEM. Une économie supplémentaire est réalisée par la diminution des heures de travail pour le suivi des tensiomètres et le déclenchement manuel des irrigations.

## Conclusions

- L'irrigation automatique a entraîné une augmentation moyenne du rendement de 13 % sur les trois années d'essai, sans incidence significative sur le calibre des fruits.
- Le mode de gestion de l'irrigation n'a pas eu d'incidence significative sur les paramètres qualitatifs des fruits (fermeté, teneur en sucre, acidité).
- L'irrigation automatique gérée par WEM (Watermark Electronic Module) permet une économie d'eau importante comparée à l'irrigation manuelle traditionnelle. Selon l'année, une réduction de la quantité d'eau de 41 à 58% a été possible. Ce qui correspond à une diminution de coût qui varie entre 1200 et 1500 CHF/ha en fonction des années.

## Bibliographie

- Boivin C., 2008. La micro-aspersion pour contrôler la température dans la fraise à jours neutres. [www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Miro-aspersion.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Miro-aspersion.pdf)
- Fuhrer, J. & Jasper, K., 2009. Bewässerungsbedürftigkeit in der Schweiz. Schlussbericht, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), 74 S.
- FUS, 2012. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 149 p.
- Harveson R. M. & Rush C. M., 2002. The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beets. *Plant Dis.* 86 (8), 901-908.

- 
- Kopp, M., Ançay A., Berger H.-P., Steinemann B. & Thoss H. 2012. Erdbeeren - Produktionskosten 2012, Fruit Union Suisse, Zug.
- Jefferson P. G. & Gossen B. D., 2002. Irrigation increases Verticillium wilt incidence in a susceptible alfalfa cultivar. *Plant Dis.* 86 (6), 588-592.
- Krüger, E., 2008. Bewässerungssteuerung bei Erdbeeren und Himbeeren. *Monatszeitschrift Forschungsanstalt Geisenheim* 96, 8-9.
- Kumar S. & Dey P., 2012. Influence of soil hydrothermal environment, irrigation regime, and different mulches on the growth and fruit quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* L.) in a sub-temperate climate. *J. Hort. Sci. Biotech.* 87 (4), 374-380.
- Liu F., Savić S., Jensen C. R., Shahnazari A., Jacobsen S. E., Stikić R. & Andersen M. N., 2007. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. *Sci. Hort.* 111, 128-132.
- OECD, 2010. Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. ISBN 978-92-64-083455
- Olanya O. M., Porter G. A., Lambert D. H., Lakin R. P. & Starr G. C., 2010. The effects of supplemental irrigation and soil management on potato tuber diseases. *Plant Path. J.* 9 (2), 65-72.
- Pivonia S., Cohen R., Cohen S., Kigel J., Levita R. & Katan J., 2004. Effect of irrigation regimes on disease expression in melon plants infected with *Monosporascus cannonballus*. *Eur. J. Plant Path.* 110, 155-161.
- Yuan B. Z., Sun J. & Nishiyama S., 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. *Biosystems Engineering* 87 (2), 237-245.