



Economies d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de roses sur substrat

C. GILLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

@ E-mail: celine.gilli@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Résumé

La modification des conduites climatiques par l'utilisation de l'intégration des températures (IT) sur vingt-quatre heures est une des voies pour réaliser des économies d'énergie en cultures sous serre. Un essai conduit de 2007 à 2009 en cultures de roses sur substrat a montré qu'une économie d'énergie annuelle de 9,8% était possible. Le rendement en nombre de tiges/m², la longueur des tiges et la durée de vie en vase n'ont pas été influencés par la conduite IT. En revanche, la pression des aleurodes et de l'oïdium a été ponctuellement plus élevée dans la serre IT. Les résultats confirment que l'intégration des températures est une méthode utile pour économiser de l'énergie en culture de roses sur substrat.

Introduction

En cultures ornementales sous abri, les besoins en chauffage sont très variables selon les espèces cultivées. Parmi elles, la culture sous serre de roses pour la fleur coupée est certainement une des plus gourmandes en énergie. Pour cette culture, les consommations thermiques et électriques peuvent représenter jusqu'à 35% du coût de production en serre chauffée et éclairée (Mary, 2003). Ainsi, l'augmentation du prix des énergies fossiles se répercute directement sur les coûts de chauffage et donc sur les coûts de production. A cette constatation économique s'ajoutent des réflexions environnementales par rapport aux gaz à effet de serre, notamment avec la mise en place de la taxe sur le CO₂. La réduction de la consommation d'énergie est donc au cœur des préoccupations des sericulteurs. Différentes solutions sont envisageables pour y parvenir: amélioration de la structure de la serre (isolation des parois, matériaux de couverture, écrans thermiques, etc.), de la production et de la distribution de chaleur (récupération de la chaleur sur les fumées de combustion, cogénération, stockage de chaleur, etc.) ou des conduites climatiques. La réduction de la température moyenne sur vingt-quatre heures permet de réaliser des économies. Selon Mary (2008), une réduction de 1 °C de la température moyenne sur vingt-quatre heures, dans la gamme de 15 à 20 °C, permet d'économiser entre 7 et 10% des besoins énergétiques en France. Par contre, cette diminution de température entraîne un ralentissement de la vitesse de développement des plantes, un étalement des récoltes et une évolution de la qualité. Une



Fig. 1. Culture de roses dans la serre avec intégration des températures pendant la troisième période d'essai, le 26 novembre 2008.

autre approche est donc de conserver une température moyenne optimale sur vingt-quatre heures, tout en autorisant des écarts plus ou moins importants autour de cet optimum. Il s'agit de la conduite climatique par l'intégration des températures (IT) (De Koning, 1988; Körner et Challa, 2003). Concrètement, lors des journées ensoleillées, la consigne d'aération est relevée. Ce gain diurne est compensé par des températures de nuit plus froides, afin d'obtenir une température moyenne optimale sur vingt-quatre heures. L'intégration des températures s'applique pendant les périodes avec chauffage, soit en hiver, au début du printemps et éventuellement en automne.

Dans ce contexte, un essai d'intégration des températures a été mis en place par Agroscope Changins-Wädenswil ACW en culture de roses sur substrat, de 2007 à début 2009, avec l'objectif de mesurer l'impact d'une conduite avec intégration des températures sur vingt-quatre heures sur les économies d'énergie, le rendement, la qualité des tiges et la pression des maladies et ravageurs.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit dans deux serres identiques de 90 m², munies d'une aération factière et de deux aérations latérales continues, avec une hauteur du piedroit de 2,9 m et orientées nord-sud. Elles sont équipées de verre Hortiplus en toiture, d'un double vitrage latéral, d'un écran d'ombrage xls 15 de Svensson, d'aéroconvecteurs, d'un chauffage de végétation et de lampes à vapeur de sodium (4000 lux). Une serre est conduite de façon classique (serre témoin) et l'autre avec intégration des températures sur vingt-quatre heures (serre IT; fig.1).

La culture a été effectuée sur substrat de perlite, avec recyclage complet de la solution nutritive sans désinfection. Les boutures de rosiers en mini-motte de fibres de coco fines ont été plantées début avril 2005 en sac de perlite. Deux variétés, Prestige (rouge) et Cherry Brandy (orange cuivré) (fig. 2) de chez Rosen Tantau, sont présentes dans chaque serre. La densité de plantation est de 7 plantes/m². Chaque serre comprend quatre doubles lignes de 120 plantes, 60 par variété. Une ligne est considérée comme une répétition. La fertilisation est adaptée à partir des données de base pour la fumure de fleurs sur substrat (Pivot *et al.*, 2005) en système fermé. L'optimum de drainage souhaité est de 30%.

L'éclairage photosynthétique se déclenche au-dessous du seuil de 2 klux et s'arrête au-dessus de 3 klux, cela 16 h par jour, soit entre 4 h et 20 h (heures d'hiver). Pendant cette période, des apports de CO₂ sont effectués au seuil de 900 ppm. L'injection de CO₂ cesse lorsque l'ouverture des aérations atteint 5%.



Fig. 2. Les deux variétés de l'essai, Cherry Brandy (à gauche) et Prestige (à droite).

La lutte biologique a été utilisée les trois années pour lutter contre les ravageurs. Les traitements fongicides ont été appliqués selon les indications de la production intégrée. En septembre 2007, les rosiers ont été taillés pour renouveler certaines charpentières et en obtenir trois par plante.

Intégration des températures

L'intégration des températures a été effective durant trois périodes (tabl.1) entre 2007 et 2009, avec l'objectif d'obtenir une température moyenne sur vingt-quatre heures identique dans les deux serres. Cette moyenne est prise lors du passage jour/nuit, à 4 h du matin. Les consignes de températures de nuit, de jour et d'aération sont synthétisées dans le tableau 2. Le matin, l'écran s'ouvre à 3,3 klux et se ferme le soir à

1,3 klux. Dans la serre IT, lorsque l'éclairage fonctionne et que l'écran est fermé, la consigne de chauffage est de 18 °C. Par contre, lorsque l'écran est ouvert, elle est de 17 °C (tabl. 2). Dans la serre témoin, la consigne de chauffage de jour est fixe (18 °C). La température d'aération de jour est augmentée de 5 °C en fonction du rayonnement instantané (+5 °C à 20 klux en hiver et à 30 klux au printemps et en automne). La température de nuit est abaissée au maximum de 5 °C en fonction du rayonnement global de la journée. Pour éviter les lourdeurs, la moyenne des températures moyennes est appelée ici moyenne des températures. L'humidité maximale n'est pas contrôlée.

Le pilotage de la serre est assuré à l'aide d'un ordinateur de gestion climatique (LCC 1240 DGT-Volmatic). La température de nuit dans la serre IT est calculée avec le logiciel Condilink de DGT-Volmatic.

Tableau 1. Périodes d'intégration des températures sur rosiers.

	Périodes d'intégration des températures	
	du	au
1 ^{re} période	19 février 2007	8 juin 2007
2 ^e période	3 décembre 2007	7 mai 2008
3 ^e période	16 septembre 2008	25 mars 2009

Tableau 2. Consignes de température de nuit, de jour et d'aération.

Serre témoin			Serre IT		
T _{nuit}	T _{jour}	T _{aération}	T _{nuit}	T _{jour}	T _{aération}
16 °C	18 °C avec écran 18 °C sans écran	20 °C	11-16 °C**	18 °C avec écran 17 °C sans écran	20-25 °C*

IT: intégration des températures. T: température. *selon le rayonnement instantané. **selon le rayonnement global de la journée.

Récolte

La conduite «japonaise» a été choisie pour cette culture: les tiges commercialisables sont récoltées en rasant leur base. Elles sont triées en fonction de leur longueur, fleur comprise, en différentes classes. Les classes retenues sont celles du règlement CEE n° 316/68 (Anonyme, 1968).

A chaque récolte, la longueur exacte de la tige, le diamètre et la longueur du bouton sont mesurés sur les tiges provenant de la 2^e ligne dans chaque serre.

Durée de vie en vase

Des tests de durée de vie en vase ont été réalisés à différentes dates. Quinze tiges homogènes, coupées au stade bouton ouvert, ont été placées pendant vingt-quatre heures à l'obscurité, à 5 °C et 80 à 90% d'humidité relative (HR), immédiatement après récolte, dans une solution de traitement de l'eau, confectionnée juste avant (phase producteur). Puis, elles ont été placées à sec, dans un film micro-perforé, pendant vingt-quatre heures, toujours à l'obscurité, à 5 °C et 80 à 90% HR (phase de transport/grossiste). Ensuite, les tiges ont été recoupées à leur base, trempées dans une solution de traitement de l'eau et placées dans une pièce à 20 °C avec douze heures de jour (phase fleuriste). Enfin, dix tiges homogènes ont été choisies parmi les quinze, recoupées à la base et effeuillées sur la partie immergée, placées individuellement dans un vase avec 0,5 l de solution de traitement de l'eau, dans une pièce à 20 °C, avec douze heures de jour. Les notations portent sur l'évolution de l'épanouissement, en se référant aux stades physiologiques décrits par Paulin (Métay *et al.*, 2003).

Suivi phytosanitaire

Les contrôles des ravageurs et auxiliaires sont effectués chaque semaine sur 96 feuilles par serre, soit vingt-quatre feuilles du pommier et vingt-quatre feuilles sur tige par variété. Les populations de ravageurs et d'auxiliaires sont enregistrées en pourcentage d'occupation, une feuille étant considérée comme occupée dès qu'un individu est observé. Les lâchers d'auxiliaires et/ou traitements chimiques sont décidés selon l'évolution respective des ravageurs et des auxiliaires, d'après les résultats du contrôle hebdomadaire.

Pour le suivi de l'oïdium et du botrytis, une notation présence/absence est réalisée chaque semaine par serre sur neuf plantes par répétition et par serre.

Analyses statistiques

Les valeurs moyennes d'hygrométrie sur vingt-quatre heures, les mesures exactes de longueur et de diamètre des tiges, de longueur du bouton floral ainsi que les populations d'auxiliaires et de ravageurs dans les deux serres ont été comparées à l'aide d'un test de Mann-Whitney.

Une analyse de variance a été effectuée pour comparer les rendements entre les deux serres ainsi que la durée de vie en vase des tiges. Le seuil de signification est de 0,05. Les moyennes ont été comparées au moyen d'un test de Tukey.

Résultats et discussion

Climat de la serre

Pendant les trois périodes d'intégration, les températures moyennes sur vingt-quatre heures sont comparables dans les deux serres (tabl. 3). Dans la serre IT, la moyenne des températures de jour a été plus élevée de 0,2 à 0,6 °C et la moyenne des températures de nuit plus basse de 0,8 à 1,1 °C. Dans cette même serre, les amplitudes thermiques moyennes jour/nuit sont plus importantes que dans la serre témoin (tabl. 3).

L'hygrométrie maximale n'a jamais dépassé 90% dans la serre IT et 87% dans la serre témoin. Le déficit de saturation, exprimé en grammes de vapeur d'eau par m³ d'air, est resté au-dessus de 3 dans la serre IT et de 4 dans la serre témoin. L'hygrométrie moyenne sur vingt-quatre heures est plus élevée dans la serre IT (tabl. 3). Ces différences peuvent facilement s'expliquer par l'aération retardée dans la serre IT.

Economies d'énergie

Pour la première période d'intégration, la consommation d'énergie a été estimée avec le logiciel Horticorn (Jolliet, 1988) en utilisant les données météorologiques de l'année. Pour la suite, des compteurs d'énergie ont été installés dans les serres. La consommation d'énergie annuelle pour le chauffage, dans la serre témoin, varie entre 330 et 527 kWh/m². Cette consommation est liée à la structure de la serre (écran, double vitrage, verre Hortiplus), aux conditions météorologiques, mais également au fait qu'il s'agit uniquement de la consommation dans la serre. Les pertes liées à la chaudière et à la distribution ne sont pas prises en compte. Les données sur la consommation d'énergie en culture de roses pour la fleur coupée, chauffée et éclairée, sont rares. Castel (2006) fait mention de 34 kg/m² de fioul lourd (environ 400 kWh/m²) par année, en Bretagne.

L'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin varie selon les périodes d'intégration (tabl. 4). Lors de la première période d'intégration, l'économie réalisée est élevée (35,5%). Cela peut s'expliquer par des températures un peu plus élevées en février et mars 2007 (+0,5 à +0,8 °C pour les températures men-

Tableau 3. Moyennes des températures, amplitudes thermiques jour/nuit et hygrométrie moyenne sur vingt-quatre heures dans les serres témoin et IT durant les trois périodes d'intégration.

		Moyenne des températures moyennes (°C)			ΔT (°C)	HR (%)
		Jour	Nuit	24 h		
19/02/07 au 8/06/07	Serre témoin	21,7 ± 2,1	17,5 ± 1,6	20,3 ± 1,9	4,2 ± 1,1	63,3
	Serre IT	22,3 ± 2,1	16,3 ± 2,0	20,3 ± 1,9	5,9 ± 1,8	68,0
3/12/07 au 7/05/08	Serre témoin	19,5 ± 1,5	16,3 ± 0,6	18,5 ± 1,9	3,2 ± 1,1	61,5
	Serre IT	20,0 ± 1,9	15,2 ± 1,0	18,6 ± 1,4	4,7 ± 1,9	67,2
16/09/08 au 25/03/09	Serre témoin	19,3 ± 1,2	16,3 ± 0,6	18,4 ± 1,0	2,9 ± 1,7	64,7
	Serre IT	19,5 ± 1,9	15,4 ± 1,0	18,3 ± 1,0	4,0 ± 2,3	68,3

ΔT : amplitude thermique. HR: humidité relative. \pm écart-type. IT: intégration des températures.

Tableau 4. Consommation d'énergie dans les serres témoin et IT pendant les trois périodes d'intégration et sur l'ensemble de la durée de l'essai.

	Consommation d'énergie (kWh/m ²)				Economie d'énergie (%)
	Serre témoin		Serre IT		
	Chauffage de végétation	Aérothermes	Chauffage de végétation	Aérothermes	
19/02/07 au 8/06/07	137,3*		88,5*		35,5
3/12/07 au 7/05/08	39,9	186,5	32,5	167,5	11,7
16/09/08 au 25/03/09	36,3	326,1	20,9	303,3	10,5
2007-2009	1294,9		1435,6		9,8

*Estimation avec le logiciel Horticorn. IT: intégration des températures.

suelles moyennes par rapport à 2008), mais surtout par un mois d'avril exceptionnellement chaud (+5,4 °C pour les températures mensuelles moyennes par rapport à 2008) et ensoleillé (+118,9 MJ/m² d'ensoleillement mensuel moyen par rapport à 2008). Pour les deux autres périodes d'intégration, les économies sont proches et oscillent entre 10 et 12% (tabl. 4). Sur l'ensemble de la durée de l'essai, l'économie se monte à 9,8%. Buwalda *et al.* (1999) font mention d'une économie de 12,6% grâce à l'intégration des températures, en culture de roses. Les économies d'énergie sont directement liées à l'ensoleillement et donc à la baisse des températures de nuit. Dans la serre témoin, lors des deux premières périodes d'intégration, plus de 96% des nuits ont une température moyenne supérieure à 16 °C, contre moins de 55% dans la serre IT (tabl. 5). Lors de la première période d'intégration, l'IT a été poursuivie jusqu'à début juin. A cette période, les températures extérieures de nuit ne sont plus assez basses pour compenser le retard d'aération durant la journée. Cela explique les températures de nuit supérieures à 17 °C. Lors de la troisième période d'intégration, 46% des nuits ont une température comprise entre 15 et 16 °C. En fait, les températures de nuit sont très proches de 16 °C comme le montre la moyenne (tabl. 3).

Récolte

Dans l'ensemble, les rendements en nombre de tiges/m² et en centimètres produits sont comparables entre les deux conduites (tabl. 6). Lorsqu'il y a des différences, elles sont en faveur de la conduite IT. Buwalda *et al.* (1999) concluent également que l'intégration des températures n'a pas d'effet sur le nombre de tiges produites par plante, sur les quatre variétés étudiées (Ravel, Frisco, Starlite, First Red).

En ce qui concerne la longueur (exacte) des tiges produites, les deux variétés ne semblent pas réagir de la même manière (tabl. 7). Pour Prestige, les tiges sont légèrement plus longues dans la serre témoin. Dieleman *et al.* (2005) et Dieleman et Meinen (2007) constatent également un effet négatif de l'intégration des températures sur la longueur des tiges de la variété Red Berlin. La diminution de la longueur des tiges est d'autant plus prononcée que l'amplitude thermique tolérée est grande. Sur Red Berlin, la réduction de la longueur de tige s'accompagne d'une diminution du nombre de feuilles sur la tige et

Tableau 5. Répartition des températures moyennes de nuit (en %) pendant les trois périodes d'intégration.

	19/02/07 au 8/06/07		3/12/07 au 7/05/08		16/09/08 au 25/03/09	
	Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
12 °C < T _{nuit} < 13 °C	0	0,9	0	0	0	3,7
13 °C < T _{nuit} < 14 °C	0	12,7	0,6*	9,0	0	6,3
14 °C < T _{nuit} < 15 °C	0	16,4	1,9*	34,2	0	12,7
15 °C < T _{nuit} < 16 °C	0	16,4	1,3	41,3	46,0	48,7
16 °C < T _{nuit} < 17 °C	54,5	21,8	87,7	11,0	39,7	25,4
17 °C < T _{nuit} < 18 °C	15,5	10,0	4,5	13,0	11,6	2,6
18 °C < T _{nuit}	30,0	21,8	3,9	3,2	2,6	0,5

T_{nuit}: température moyenne de nuit. *Problème de chauffage. IT: intégration des températures.

Tableau 6. Rendements pendant les trois périodes d'intégration et sur l'ensemble de la durée de l'essai.

	Période	Nombre de tiges/m ²		cm produits/m ²	
		Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
Cherry Brandy	19/02/07 au 8/06/07	27,51	29,4	1870,5	1984,5
	3/12/07 au 7/05/08	17,7	17,6	1388,0	1397,6
	16/09/08 au 25/03/09	45,3b	51,1a	3589,2b	4102,6a
	2007-2009	190,1	195,2	13539,8	14026,1
Prestige	19/02/07 au 8/06/07	26,0b	33,0a	1435,8b	1789,9a
	3/12/07 au 7/05/08	26,5	27,7	1925,9	2026,8
	16/09/08 au 25/03/09	47,7	51,9	3355,3	3638,5
	2007-2009	195,9	206,4	12171,5	12778,7

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P < 0,05 (test de Tukey). IT: intégration des températures.

Tableau 7. Longueur (exacte) et diamètre des tiges, longueur du bouton floral, au stade récolte, mesurés sur la 2^e ligne dans les serres IT et témoin.

	Période	Conduite	Tige (cm)	Ø de la tige (mm)	Bouton (cm)
Cherry Brandy	du 05/03/08 au 07/05/08	Serre témoin	83,3b ± 11,1	5,5b ± 0,6	4,6b ± 0,4
		Serre IT	88,9a ± 11,5	5,9a ± 0,6	4,8a ± 0,4
	du 29/10/08 au 25/03/09	Serre témoin	83,9 ± 10,0	5,0b ± 0,6	4,1 ± 0,4
		Serre IT	83,8 ± 10,6	5,2a ± 0,5	4,2 ± 0,4
Prestige	du 05/03/08 au 07/05/08	Serre témoin	79,4 ± 10,4	5,6 ± 0,6	4,2 ± 0,3
		Serre IT	76,9 ± 9,9	5,6 ± 0,7	4,2 ± 0,4
	du 29/10/08 au 25/03/09	Serre témoin	77,4a ± 9,9	5,0a ± 0,6	3,8a ± 0,4
		Serre IT	74,5b ± 9,3	4,8b ± 0,6	3,7b ± 0,4

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P < 0,05 (test de Mann-Whitney). Ø: diamètre. IT: intégration des températures. ± écart-type.

d'un raccourcissement des entre-nœuds. Dieleman et Meinen (2007) expliquent cette réduction par une réponse non linéaire de la longueur des tiges des roses aux variations de températures (pour une même température moyenne). Selon eux, les températures au-dessus de 20 °C affectent plus la longueur des tiges que

les températures plus basses. Pour limiter ce phénomène, il suffirait donc de réduire la température moyenne sur vingt-quatre heures.

Par contre, pour Cherry Brandy, les tiges produites sont soit de même longueur dans les deux serres, soit légèrement plus longues dans la serre IT.

Dambre (2008) fait mention de longueurs de tiges plus élevées avec l'intégration des températures sur plusieurs jours, chez la variété Sphinx. Par contre, il observe une moins bonne qualité des fleurs avec l'intégration des températures sur vingt-quatre heures.

Le diamètre de la tige ainsi que la longueur du bouton suivent la même tendance que la longueur de la tige, pour les deux variétés (tabl. 7).

Durée de vie en vase

Cinq tests de durée de vie en vase ont été effectués (30 mars 2007, 10 mai 2007, 13 mai 2008, 5 novembre 2008 et 9 janvier 2009). Leurs résultats sont présentés dans le tableau 8. Exception faite du test du 13 mai 2008 avec Prestige, la durée de vie en vase des roses produites dans la serre témoin et dans la serre IT est la même. L'intégration de température a peu d'effet sur ce paramètre. Sur les quatre variétés de l'essai mis en place par Buwalda *et al.* (1999), l'IT n'influence pas la durée de vie en vase de trois d'entre elles.

Ravageurs, auxiliaires et maladies

La pression des aleurodes a été plus forte dans la serre IT en 2008 (fig. 3). Les températures de jour plus élevées dans la serre IT ont peut-être favorisé le développement de ce ravageur. En ce qui concerne les acariens prédateurs (fig. 4), *Encarsia formosa* (fig. 5) et

Fig. 3. Pourcentage de feuilles du poumon occupées par au moins une larve d'aleurode dans les serres témoin et IT, en 2008. ▷

Tableau 8. Durée de vie en vase en jours à différentes dates des tiges produites dans les serres IT et témoin.

Date	Variété	Durée de vie en vase en jour	
		Serre témoin	Serre IT
30 mars 2007	Cherry Brandy	5,8	5,4
	Prestige	6,8	6,6
10 mai 2007	Cherry Brandy	7,6	7,2
	Prestige	8,1	7,7
13 mai 2008	Cherry Brandy	7,4	7,2
	Prestige	9,5a	11,0b
5 novembre 2008	Cherry Brandy	10,7	11,0
	Prestige	13,6	11,9
9 janvier 2009	Cherry Brandy	11,0	11,2
	Prestige	13,4	13,9

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à $P < 0,05$ (test de Tukey). IT: intégration des températures.

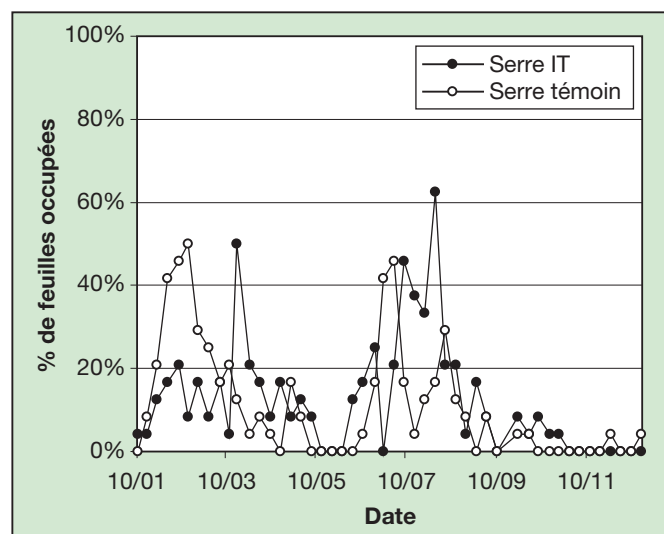
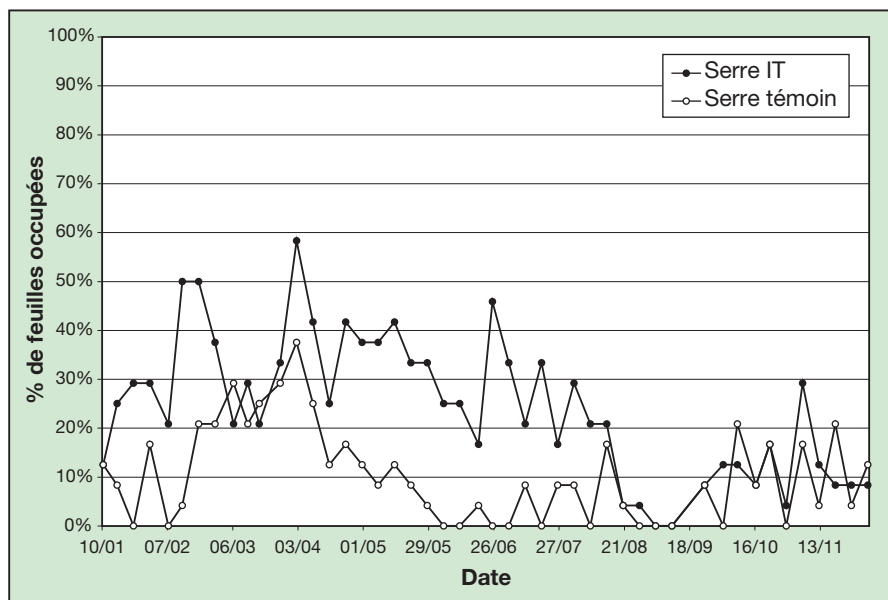


Fig. 4. Pourcentage de feuilles du poumon occupées par au moins un auxiliaire *Amblyseius sp.* dans les serres témoin et IT, en 2008.

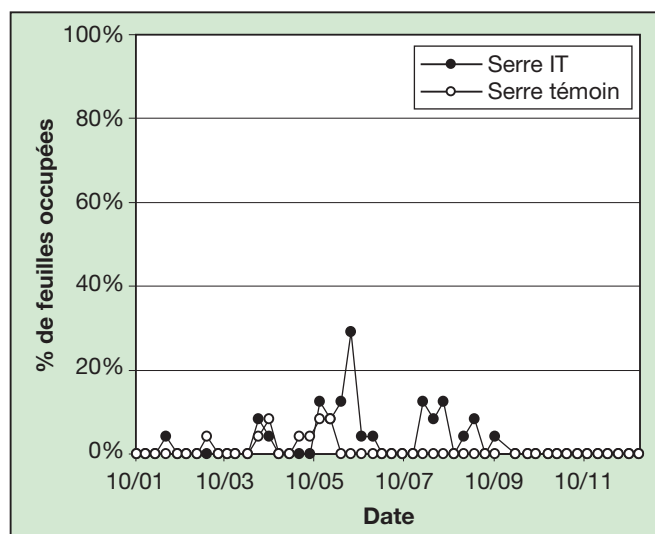


Fig. 5. Pourcentage de feuilles du poumon occupées par au moins une larve d'aleurode parasitée par *Encarsia formosa* dans les serres témoin et IT, en 2008.

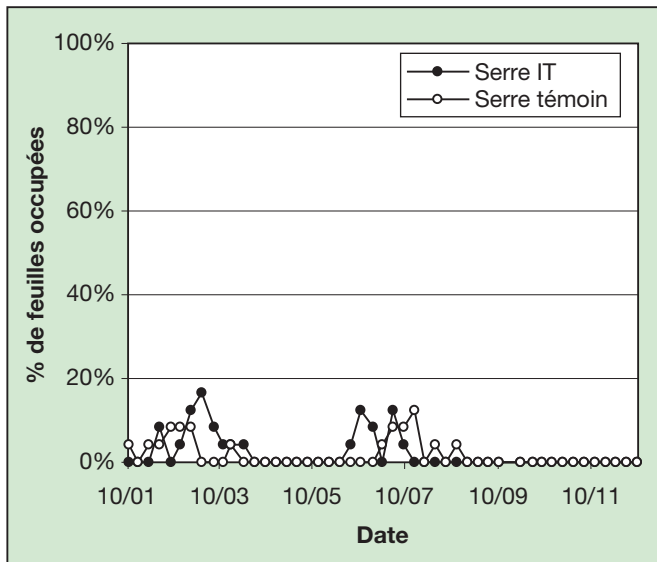


Fig. 6. Pourcentage de feuilles du pommier occupées par au moins un auxiliaire *Phytoseiulus persimilis* dans les serres témoin et IT, en 2008.

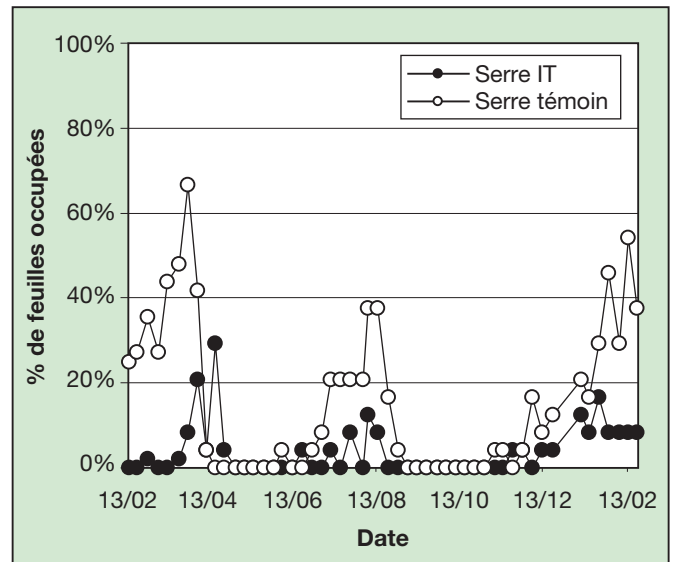


Fig. 7. Pourcentage de feuilles du pommier occupées par au moins une forme mobile de *Tetranychus urticae* dans la serre témoin et dans la serre IT, en 2007 et début 2008.

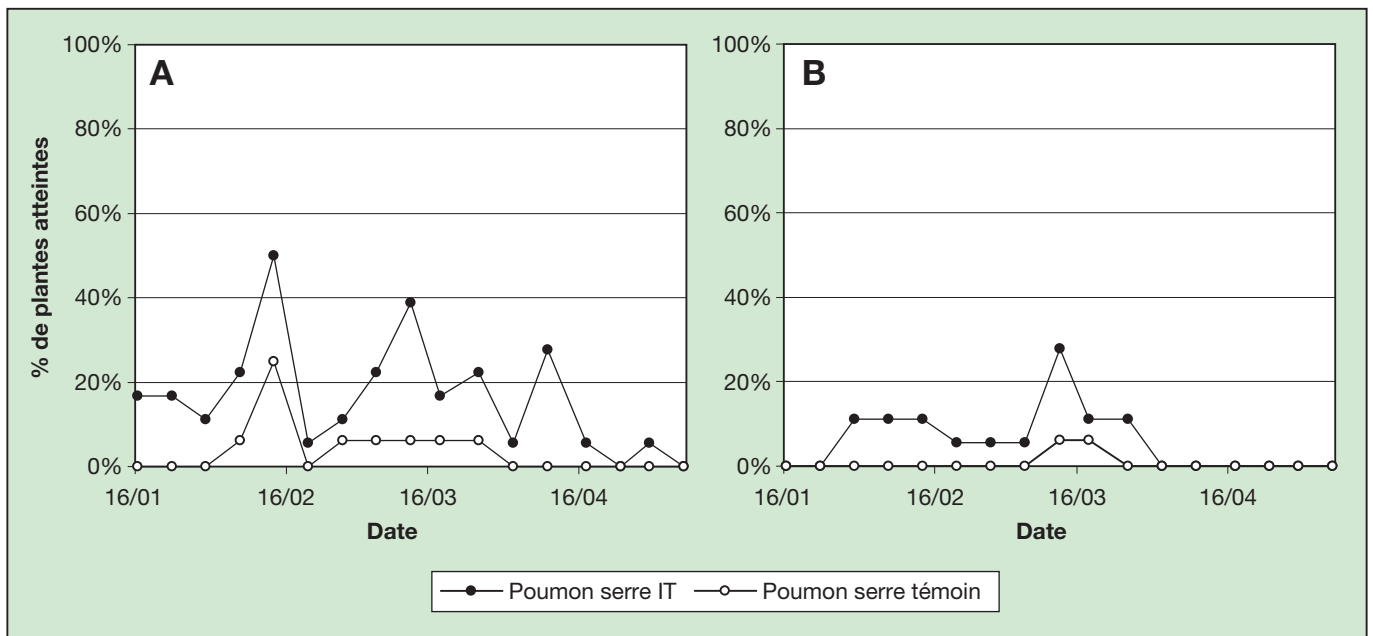


Fig. 8. Pourcentage de plantes de Prestige avec des symptômes d'oïdium dans le pommier (a) ou sur tiges (b) lors de la 2^e période (03/12/07 au 07/05/08) d'intégration.

Phytoseiulus persimilis (fig. 6), leurs populations sont comparables dans les deux serres. Pour les acariens jaunes *Tetranychus urticae*, en 2007 et jusqu'à début 2008, la pression a été plus forte dans la serre témoin que dans la serre IT (fig. 7).

Aucun symptôme de botrytis n'a été observé dans les deux serres

La variété Prestige est plus sensible à l'oïdium que Cherry Brandy. Durant la deuxième période d'intégration (3/12/07 au 07/05/08), la pression de l'oïdium a été plus forte dans la serre IT (fig. 8). C'est le microclimat régnant au niveau de la feuille qui affecte le développement des pathogènes (Jewett et Jarvis,

2001). Or ce microclimat est distinct du macroclimat de la serre et difficile à mesurer. Selon Bertaux *et al.* (2003), «des alternances de nuits fraîches (15 à 18 °C) et humides (plus de 90% d'humidité relative) et de jours plus chauds (25 à 27 °C) et plus secs (70% d'humidité relative) favorisent d'une part le développement du mycélium et la formation des conidies, et d'autre part leur maturation et leur émission». La conduite avec intégration des températures favorise ces conditions. Dans cet essai, l'humidité maximale n'a pas été contrôlée. Cependant, les humidités relatives supérieures à 85% sont rares. Toutefois, la mise en place d'un contrôle

de l'humidité maximale avec des consignes fixes pourrait réduire les économies d'énergie réalisées. Körner et Challa (2004) ont montré en culture de chrysanthèmes pour la fleur coupée qu'il était possible de combiner l'IT avec un programme de contrôle de l'humidité avec des consignes variables (durée maximale d'humectation des feuilles, transpiration minimale, etc.). Les économies d'énergie ainsi réalisées sont supérieures à celles d'une conduite IT avec contrôle de l'humidité et consignes fixes. Dans les régions où le contrôle de l'humidité est nécessaire, une telle combinaison pourrait être envisagée.

Conclusions

- ❑ En culture de roses sur substrat pour la fleur coupée, l'intégration des températures (IT) sur vingt-quatre heures a permis de réaliser des économies d'énergie d'environ 10% par rapport à une conduite classique.
- ❑ L'IT n'a pas eu d'influence sur les rendements globaux, sur la qualité des tiges (longueur) ou la durée de vie en vase.
- ❑ Avec l'IT, une attention particulière doit être portée aux humidités relatives excessives (supérieures à 85-90%) afin d'éviter le développement des maladies fongiques (botrytis, oidium).

Remerciements

Toute l'équipe du groupe culture sous serre de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW ainsi que les stagiaires et apprentis qui ont participé à ces expérimentations sont remerciés pour leur précieux travail.

Bibliographie

- Anonyme, 1968. Règlement (CEE) n° 316/68 du Conseil, 12 mars 1968, fixant des normes de qualité pour les fleurs coupées fraîches et les feuillages frais. Adresse: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31968R0316:FR:HTML> [21 septembre 2009].
- Bertaux F., Poncet C. & Pionnat J. C., 2003. Les maladies et parasites. In: La rose sous serre pour la fleur coupée. INRA éditions et Astredhor, Paris, 145-163.
- Buwalda F., Rijdsdijk A. A., Vogelesang J. V. M., Hattendorf A. & Batta L. G. G., 1999. An energy efficient heating strategy for cut rose production based on crop tolerance to temperature fluctuations. *Acta Hort.* **507**, 117-125.
- Castel J. J., 2006. La flambée de l'énergie: conséquences économiques pour les serristes. S'adapter pour pérenniser son entreprise. Journée nationale serres et énergies CTIFL, 21 septembre, 2006, Balandran, France.
- Dambre P., 2008. Intégration des températures. In: Serres horticoles et énergie, quel avenir?, 30-31 janvier, 2008, Brest, France, 81-88.
- De Koning A. N. M., 1988. The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* **63** (3), 465-471.
- Dieleman J. A., Meinen E. & Dueck Th. A., 2005. Effects of temperature integration on growth and development of roses. *Acta Hort.* **691**, 51-57.
- Dieleman J. A. & Meinen E., 2007. Interacting effects of temperature integration and light intensity on growth and development of single-stemmed cut rose plants. *Scientia Horticulturae* **113**, 182-187.

Summary

Energy saving in glasshouse cultivation of roses on substrate using temperature integration

Management of climate conditions in the glasshouse using temperature integration (TI) over a 24-hours period is one of the ways to achieve energy savings. A trial carried out from 2007 to 2009 in roses on substrate showed that an energy saving potential of 9.8% is possible with TI. TI neither influenced the yield in number of shoots/m², nor the shoot lengths or the vase life. On the other hand, white fly and powdery mildew pressure was locally higher with TI. The results confirm that temperature integration is a useful method to save energy in roses cultivation on substrate.

Key words: energy saving, shoot length, vase life.

Zusammenfassung

Einfluss von Energiesparmassnahmen im Gewächshaus mittels Temperaturintegration in Rosenkulturen auf Substrat

Die Änderung der Klimaführung im Gewächshaus mittels Temperaturintegration (TI) während 24 Stunden ist einer der Wege, um Energie zu sparen. Ein Versuch von 2007 bis 2009 im Rosenanbau auf Substrat hat gezeigt, dass eine jährliche Energieeinsparung von 9,8% möglich ist im Vergleich zur klassischen Temperaturführung. Die Resultate haben gezeigt, dass der Ertrag an Rosenstielen, sowie deren Länge und deren Lebensdauer in der Vase durch die unterschiedliche Temperaturführung nicht beeinflusst wurde. Dagegen hat die TI die Weisse Fliege und den Mehltau im Vergleich zur klassischen Temperaturführung phasenweise leicht gefördert. Die Ergebnisse bestätigen, dass die TI eine nützliche Methode ist, um in Rosenkulturen auf Substrat Energie einzusparen.

Riassunto

Risparmio energetico in serra tramite l'integrazione di temperatura nella coltivazione di rose su substrato

La modifica della gestione climatica mediante l'uso dell'integrazione di temperatura (IT) nell'arco delle 24 ore è uno dei modi per risparmiare energia nelle colture serricole. Uno studio condotto dal 2007 al 2009 nella coltivazione di rose su substrato ha dimostrato che era possibile ottenere un risparmio energetico annuo del 9,8%. La resa in numero di steli/m², la loro lunghezza e la durata di vita in vaso non sono state influenzate dalla gestione IT. Tuttavia si è registrato in modo puntuale nella serra IT una pressione più elevata degli aleurodi e del oidio. I risultati confermano che l'integrazione di temperatura è un metodo utile per risparmiare energia nella coltivazione di rose su substrato.

- Jewett T. J. & Jarvis W. R., 2001. Management of the greenhouse microclimate in relation to disease control: a review. *Agronomie* **21**, 351-366.
- Jolliet O., 1988. Modélisation du comportement thermique d'une serre horticole. Thèse n° 713, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 247 p.
- Körner O. & Challa H., 2003. Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture* **39**, 39-59.
- Körner O. & Challa H., 2004. Temperature integration and process-based humidity control in chrysanthemum. *Computers and Electronics in Agriculture* **43**, 1-21.
- Mary L., 2003. La gestion climatique. In: La rose sous serre pour la fleur coupée. INRA éditions et Astredhor, Paris, 61-99.

- Mary L., 2008. Optimisation de la conduite climatique sous serre pour réaliser des économies d'énergie. In: Serres horticoles et énergie, quel avenir?, 30-31 janvier, 2008, Brest, France, 29-36.
- Métay C., Brun R. & Chapugier Y., 2003. La récolte, la mise en marché et la tenue en vase. In: La rose sous serre pour la fleur coupée. INRA éditions et Astredhor, Paris, 199-211.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen C., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (2), 1-8.



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste BUCHER-VASLIN depuis plus de 35 ans

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 5
X Pro 8**



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**

FENDT station

**Un investissement qui
en vaut la peine**



Sur un Fendt Vario, vous profitez de coûts d'utilisation exceptionnellement avantageux grâce à une technique d'entraînement innovante et à des motorisations à la pointe de la technique.

Vous pouvez ainsi limiter vos coûts à l'hectare, à la tonne ou au kilomètre – un facteur décisif pour votre réussite économique.

Vario de FENDT

GVS Agrar

GVS-Agrar AG, CH-8207 Schaffhausen
Tél. 052 631 19 00, Fax 052 631 19 29
info@gvs-agrar.ch, www.gvs-agrar.ch



INTERVITIS INTERFRUCTA

Salon international des technologies du vin,
des fruits, des jus de fruits et des spiritueux



Tracteur équipé de la **prétailleuse Binger**

LOEFFEL

Tracteur à roues et à chenilles hydrostatique,
adaptable à vos vignes, pentes à 70%
Construction et recherche mécanique viticole
www.loeffel-fils.com

Les Conrardes 13-2017 Boudry
Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07

1955 chamoson/vs
mobile 079 310 59 51
tél. + fax 027 306 49 44
tél. atelier 027 306 28 63

**YVES
MARTIN**

**PÉPINIÈRE
VITICOLE**

www.chamoson.ch/pepiniere-martin
e-mail pepiniere-martin@bluwin.ch

Une moisson de succès

- CULTURE & RÉCOLTE
- TRANSFORMATION & COMMANDE DE PROCÉDÉ
- REMPLETTAGE & EMBALLAGE
- ENVIRON 600 EXPOSANTS DE 30 PAYS
- MARKETING & ORGANISATION
- CONGRÈS INTERNATIONAL

24 – 28 MARS 2010

NOUVEAU PARC DES EXPOSITIONS DE STUTTART

www.intervitis-interfructa.de
www.dwv-online.de/kongress

En mars 2010,
l'Allemagne sera
la plateforme
d'exposition
n° 1 pour le
commerce inter-
national du vin.

La sélection pour
Le commerce et la technique



Messe Düsseldorf
21.-23.03.2010



Messe Stuttgart
24.-28.03.2010

International. Professionnel. Indispensable.



OldSTONES®
PANEL SYSTEM

Extrêmement fins, ...

**Des vrais murs
en fausses pierres**



flexibles, ...



résistants au feu, ...



isolants, ...



**Des murs en parfaite
harmonie avec leur entourage.**

légers, ...

**Des solutions pratiques pour
créer de nouveaux espaces.**

**Des combinaisons avec tous
types de styles et de matériaux.**



imperméables, ...



indéformables, ...



facile à poser, ...



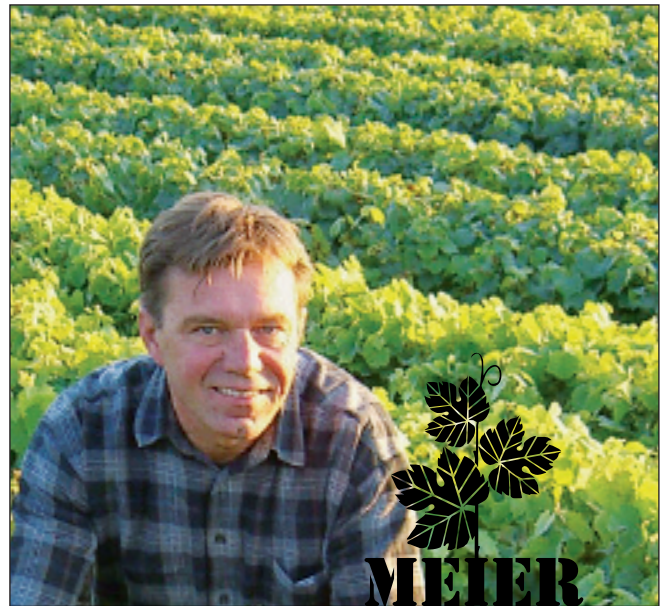
**Votre fournisseur
monteur...**



1070 Puidoux

Tél. 021 946 33 34 - Fax 021 946 33 86

www.serex-plastic.ch



PLANTS DE VIGNES

Pour une viticulture moderne
couronnée de succès

PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co.

5303 Würenlingen | T 056 297 10 00

office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch

**DÉCOUVREZ LES DERNIÈRES NOUVEAUTÉS
SUR NOTRE STAND
LORS D'AGROVINA 2010**



• PORTE-OUTILS VITICOLES
MULTI-JYP

• LE PROGRAMME PELLENC

• PLATE-FORME DE CUEILLETTE

Stand 1205



CHAPPOT SA

Route Cantonale – 1906 Charrat

Constructeur – Distributeur

Tél. 027 746 13 33

Fax 027 746 33 69

www.chappotmachines.com

E-mail: etchapsa@omedia.ch