



**BILAN TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE L'UTILISATION  
DE TUYAUX DE CHAUFFE (GROWING PIPE) À L'INTÉRIEUR DE LA CANOPÉE DES  
PLANTS DE TOMATE DE SERRE**



Rapport final de projet présenté  
au BEIÉ dans le cadre du programme PAIE

Entente no PAIE-12-13-054

8 février 2015

Syndicat des Producteurs en Serre du Québec (SPSQ)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Équipe de réalisation .....</b>	<b>16</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>17</b>
<b>1. SOMMAIRE DU PROJET.....</b>	<b>18</b>
1.1. Description du projet.....	18
1.2. Technologies utilisées.....	19
1.3. Schéma du procédé.....	22
1.4. Activités réalisées et des résultats obtenus.....	26
1.4.1. Bilan climatique et énergétique .....	26
1.4.2. Bilan agronomique.....	31
1.4.3. Bilan économique .....	38
1.5. Description des modifications apportées – Exécution, justification, impact.....	38
1.6. Conclusion.....	38
<b>2. RAPPEL DES OBJECTIFS.....</b>	<b>40</b>
<b>3. DESCRIPTION DE LA RÉALISATION DU PROJET .....</b>	<b>41</b>
<b>4. RÉSULTATS ET ANALYSES .....</b>	<b>42</b>
4.1. Caractéristiques des lieux et des systèmes .....	42
4.1.1. Localisation.....	42
4.1.2. Système de contrôle .....	46
4.1.3. Enveloppe thermique .....	46
4.1.4. Système de génération et de distribution de chaleur.....	47
4.1.5. Boucle TCC et localisation des capteurs ROTRONICS.....	48
4.1.6. Systèmes de ventilation et de déshumidification, HAF .....	48
4.2. Bilan climatique et énergétique .....	49
4.2.1. Généralités .....	49
4.2.2. Définition des différentes périodes journalières.....	51
4.2.3. Bilan « Radiation solaire (shortwave) » .....	52
4.2.4. Radiation solaire cumulée.....	55
4.2.5. Température .....	65
4.2.6. Pression barométrique.....	89
4.2.7. Humidité relative .....	102
4.2.8. Déficit de pression de vapeur (DPV) .....	134
4.2.9. Besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification.....	166
4.2.10. Taux d'ouverture des toits ouvrants .....	173

4.2.11. Bilan de l'énergie émise par les différentes boucles de chauffe incluant les TCC .....	175
4.2.12. Bilan des ratios d'efficacité énergétique : chauffe, humidité et déshumidification.....	227
4.2.13. Sommaire et recommandations .....	255
4.3. Bilan agronomique .....	256
4.3.1. Évaluation de la performance agronomique engendrée par l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée chez Excel Serres.....	256
4.3.1.1. Démarche .....	256
4.3.1.2. Résultats, analyses et discussions.....	262
4.3.2. Éléments pour la régie des tuyaux de chauffe dans la canopée.....	291
4.4. Bilan économique - Évaluation économique de l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC) .....	295
4.4.1. Coût d'établissement des tuyaux de chauffe dans la canopée .....	295
4.4.2. Coût d'amortissement des tuyaux de chauffe dans la canopée.....	297
4.4.3. Coût de l'entretien et des réparations des tuyaux de chauffe dans la canopée .....	298
4.4.4. Coûts d'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée .....	298
4.4.5. Effet de l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée sur la rentabilité à l'aide de l'évaluation de la marge contributive .....	299
<b>5. RETOMBÉES DES ACTIVITÉS POUR LE MILIEU .....</b>	<b>305</b>
<b>6. CONCLUSION.....</b>	<b>307</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>309</b>

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Définition des différentes périodes journalières pour 2013 et 2014 .....	310
Annexe 2 - Courbes pour évaluer le taux de transmission de lumière .....	318
Annexe 3 - Schémas détaillés de l'entreprise Excel-Serres ltée et de la localisation des principaux systèmes (valable pour 2013 et 2014).....	327
Annexe 4 - Caractéristiques des débits des pompes (valable pour 2013 et 2014).....	331
Annexe 5 - Coût de l'investissement pour des tuyaux de chauffe dans la canopée .....	335
Annexe 6 - Coût du kWh net de chauffe.....	336
Annexe 7 - Exemple de programmation du système de contrôle ARGUS lorsque les TCC sont utilisés en tenant compte de la radiation solaire (capture d'écran).....	337
Annexe 8 - Sommaire des températures dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 pour diverses périodes journalières .....	338
Annexe 9 - Sommaire des humidités relatives (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9.....	340
Annexe 10 - Sommaire des $DPV_{PB}$ (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 - Valeurs calculées (24 h) .....	342
Annexe 11 - Tableaux des températures et consignes des TCC le 16 juin 2014 : intervalles de 15 minutes .....	344
Annexe 12 - Puissance rayonnée 2013 et 2014 pour les périodes journalières JOUR, NUIT et 24h (effet de levier seulement).....	346

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Sommaire des fluctuations des REÉ de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h).....	27
Tableau 2 - Sommaire des fluctuations des besoins de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h).....	28
Tableau 3 - 2013 : sommaire des données de production par traitement pour le rang 3 (69,1 m <sup>2</sup> ) .....	33
Tableau 4 - 2014 : Sommaire des données de production par traitement pour le rang 3 (69,1 m <sup>2</sup> ) .....	33
Tableau 5 - Chaleur émise par les boucles de chauffe au sol et en pourtour pour les chapelles 1 à 8 et pour les chapelles 9 et 10 en kWh/m <sup>2</sup> /jour .....	34
Tableau 6 - Calibre moyen des tomates en 2013 et 2014 pour le rang 3 et selon différentes périodes climatiques .....	34
Tableau 7 - Grille de sensibilité pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de 2 ans avec les TCC .....	38
Tableau 8 - Principales caractéristiques de l'enveloppe thermique du complexe de serres .....	46
Tableau 9 - Principales caractéristiques des différentes boucles de chauffe .....	47
Tableau 10 - Taux de transmission de lumière à ± une heure du midi solaire pour les chapelles 7 et 9 .....	53
Tableau 11 - Taux de transmission de lumière basé sur une journée entière pour les chapelles 7 et 9 .....	54
Tableau 12 - 2013 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) Extérieure du complexe de serres .....	55
Tableau 13 - 2014 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) Extérieure du complexe de serres .....	57
Tableau 14 - Comparaison de la radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) des années 2013 et 2014 pour les semaines 1 à 49 Radiation solaire mesurée à l'extérieure du complexe de serres .....	59
Tableau 15 - 2013 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) Intérieure des chapelles 7 et 9 .....	62
Tableau 16 - 2014 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) des chapelles 7 et 9 .....	63
Tableau 17 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août .....	68
Tableau 18 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre .....	69
Tableau 19 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre .....	70
Tableau 20 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre .....	71
Tableau 21 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai .....	72
Tableau 22 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin.....	73
Tableau 23 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août .....	74
Tableau 24 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre .....	75

Tableau 25 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre .....	76
Tableau 26 - Périodes où la serre et la salle d'emballage sont séparées par un film double non gonflé de polyéthylène .....	77
Tableau 27 - Localisation des capteurs de température d'Onset Computer dans la canopée des chapelles 7 et 9 .....	77
Tableau 28 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 : Moyenne hebdomadaire 24 h en 2014.....	78
Tableau 29 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 : Moyenne hebdomadaire NUIT en 2014 .....	81
Tableau 30 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 : Moyenne hebdomadaire JOUR en 2014.....	84
Tableau 31 - Sommaire des températures dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 (24 h) .....	88
Tableau 32 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) Période : 24 h.....	90
Tableau 33 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) Période : NUIT.....	92
Tableau 34 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) Période : JOUR .....	94
Tableau 35 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : 24 h.....	96
Tableau 36 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : NUIT.....	98
Tableau 37 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : JOUR .....	100
Tableau 38 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août (PB à 101 325 Pa) .....	103
Tableau 39 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre (PB à 101 325 Pa) .....	104
Tableau 40 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre (PB à 101 325 Pa) .....	105
Tableau 41 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre (PB à 101 325 Pa) .....	106
Tableau 42 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai (PB à 101 325 Pa) .....	107
Tableau 43 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin (PB à 101 325 Pa).....	108
Tableau 44 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août (PB à 101 325 Pa) .....	109
Tableau 45 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre (PB à 101 325 Pa).....	110
Tableau 46 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre (PB à 101 325 Pa) .....	111
Tableau 47 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	113
Tableau 48 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	114
Tableau 49 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	115

Tableau 50 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée.....	116
Tableau 51 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	117
Tableau 52 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	118
Tableau 53 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	119
Tableau 54 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	120
Tableau 55 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée .....	121
Tableau 56 - Sommaire des humidités relatives (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 (24 h).....	133
Tableau 57 - Quantité de vapeur d'eau contenue par kilogramme d'air sec pour différentes températures du bulbe sec et une humidité relative fixe à 70 %.....	136
Tableau 58 - DPV (mbar) et zone de confort pour la plupart des plantes .....	138
Tableau 59 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	140
Tableau 60 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	141
Tableau 61 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	142
Tableau 62 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	143
Tableau 63 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	144
Tableau 64 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée.....	145
Tableau 65 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée.....	146
Tableau 66 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	147
Tableau 67 - $DPV_{PB}$ moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée .....	148

Tableau 68 - DPV <sub>PB</sub> - Moyenne hebdomadaire en 2013 – NUIT et JOUR et leurs écarts.....	149
Tableau 69 - DPV <sub>PB</sub> - Moyenne hebdomadaire en 2014 – NUIT et JOUR et leurs écarts.....	150
Tableau 70 - Écarts moyen entre le DPV <sub>FIXE</sub> et le DPV <sub>PB</sub> pour les chapelles 7 et 9 en 2013.....	162
Tableau 71 - Écarts moyen entre le DPV <sub>FIXE</sub> et le DPV <sub>PB</sub> pour les chapelles 7 et 9 en 2014.....	162
Tableau 72 - Simulation présentant le DPV <sub>PB</sub> à partir d'un DPV <sub>FIXE</sub> de 9,0 mbar (valeur fictive) en tenant compte des variations observées en 2013.....	163
Tableau 73 - Sommaire des DPV <sub>PB</sub> (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 - Valeurs calculées (24 h).....	165
Tableau 74 - Différence entre un besoin standard et un besoin net pour la : chauffe, ventilation, et déshumidification.....	167
Tableau 75 - Besoins standards de chauffe, de ventilation et de déshumidification.....	168
Tableau 76 - Besoins nets de chauffe, de ventilation et de déshumidification.....	170
Tableau 77 - Taux de variation entre les besoins standards et les besoins nets de : chauffe, de ventilation et de déshumidification pour 2013 et 2014.....	172
Tableau 78 - Taux d'ouverture des toits ouvrants des chapelles 1 à 6 et 7 à 10 pour 2013 et 2014.....	174
Tableau 79 - Température moyenne des TCC en 2013 en fonction des différents modes de fonctionnement.....	177
Tableau 80 - Température moyenne des TCC en 2014 en fonction des différents modes de fonctionnement.....	178
Tableau 81 - Température 24 h des TCC lors des arrêts programmés : ligne principale et lignes secondaires.....	179
Tableau 82 - Température moyenne des TCC pour les semaines 1 à 49 pour les années 2013 et 2014.....	184
Tableau 83 - Nombre d'heures de radiation solaire extérieure (shortwave) par jour par niveau tel que décrit par l'algorithme utilisé par le système ARGUS pour gérer les TCC en 2013 (mode 3 : semaines 19 à 32, 41 à 46).....	185
Tableau 84 - Nombre d'heures de radiation solaire extérieure (shortwave) par jour par niveau tel que décrit par l'algorithme utilisé par le système ARGUS pour gérer les TCC en 2014 (mode 3 : semaines 19 à 27, 41 à 49; mode 7 : semaines 31 à 41).....	186
Tableau 85 - 2013 : 24 h - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	187
Tableau 86 - 2014 : 24 h - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	189
Tableau 87 - 2013 : NUIT - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	191
Tableau 88 - 2014 : NUIT - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	193
Tableau 89 - 2013 : JOUR - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	195
Tableau 90 - 2014 : JOUR - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC.....	197
Tableau 91 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes.....	199



Tableau 92 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes.....	199
Tableau 93 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes.....	200
Tableau 94 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique.....	202
Tableau 95 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique.....	202
Tableau 96 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique.....	203
Tableau 97 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m <sup>2</sup> /Journée.....	204
Tableau 98 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m <sup>2</sup> /Journée.....	205
Tableau 99 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m <sup>2</sup> /Journée.....	206
Tableau 100 - Période 24 h : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».....	207
Tableau 101 - Période NUIT : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».....	207
Tableau 102 - Période JOUR : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».....	207
Tableau 103 - Effets observés de la salle d'emballage sur la variation JOUR et NUIT du taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter la boucle de chauffe « pourtour-sol » des chapelles 9 et 10.....	208
Tableau 104 - Contribution des différentes boucles de chauffe incluant les TCC pour répondre aux besoins de chauffe du complexe de serres en 2013 et 2014 (mois complets seulement).....	210
Tableau 105 - Apport des TCC à la chauffe des chapelles 9 et 10 seulement.....	211
Tableau 106 - 2013 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net).....	212
Tableau 107 - 2013 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net).....	213
Tableau 108 - 2013 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net).....	214
Tableau 109 - 2014 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net).....	215

Tableau 110 - 2014 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net) .....	216
Tableau 111 - 2014 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net) .....	217
Tableau 112 - 2013 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	219
Tableau 113 - 2013 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	220
Tableau 114 - 2013 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	221
Tableau 115 - 2014 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	222
Tableau 116 - 2014 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	223
Tableau 117 - 2014 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m <sup>2</sup> ) .....	224
Tableau 118 - Taux de variation de la chaleur émise par unité de surface des boucles de chauffe des chapelles 9 à 10 versus celles des chapelles 1 à 8 .....	225
Tableau 119 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 1 à 10 .....	226
Tableau 120 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 1 à 8 .....	226
Tableau 121 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 9 à 10 .....	226
Tableau 122 - Superficies globales du complexe de serres .....	227
Tableau 123 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2013 - 24 h .....	229
Tableau 124 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2014 - 24 h .....	230
Tableau 125 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2013 - NUIT .....	231
Tableau 126 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2014 - NUIT .....	232
Tableau 127 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2013 - JOUR .....	233
Tableau 128 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffe standard - 2014 - JOUR .....	234
Tableau 129 - Ratios d'efficacité énergétique d'Excel-Serres – 365 jours (2004, 2008, 2013) .....	235
Tableau 130 - Ratios d'efficacité énergétique d'Excel-Serres – 337 jours (2013, 2014) .....	235
Tableau 131 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - 24 h .....	241
Tableau 132 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - 24 h .....	242
Tableau 133 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - NUIT .....	243
Tableau 134 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - NUIT .....	244
Tableau 135 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - JOUR .....	245
Tableau 136 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - JOUR .....	246
Tableau 137 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - 24 h .....	247
Tableau 138 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - 24 h .....	248
Tableau 139 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - NUIT .....	249
Tableau 140 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - NUIT .....	250
Tableau 141 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - JOUR .....	251
Tableau 142 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - JOUR .....	252

Tableau 143 - Sommaire des fluctuations des REÉ de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h) .....	253
Tableau 144 - Sommaire des fluctuations des besoins de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24) .....	253
Tableau 145 - Sommaire des périodes de récolte pour 2013 et 2014 .....	256
Tableau 146 - Densité de culture des parcelles expérimentales pour 2013 et 2014 .....	256
Tableau 147 - Définition et localisation des parcelles pour les traitements .....	257
Tableau 148 - Températures moyennes obtenues à l'intérieur des tuyaux de chauffe dans la canopée et structure des consignes les régissant selon les périodes et pour l'année 2013.....	258
Tableau 149 - Températures moyennes obtenues à l'intérieur des tuyaux de chauffe dans la canopée et structure des consignes les régissant selon les périodes et pour l'année 2014 <sup>A</sup> .....	259
Tableau 150 - Calendrier de culture et des traitements, année 2013 <sup>A</sup> .....	260
Tableau 151 - Calendrier de culture et des traitements, année 2014 <sup>A</sup> .....	261
Tableau 152 - Sommaire des données de production par traitement en 2013 (trois rangs de tomates roses de serre sur 207,3 m <sup>2</sup> ) .....	263
Tableau 153 - Sommaire des données de production par traitement en 2014 (trois rangs de tomates roses de serre sur 207,3 m <sup>2</sup> ) .....	263
Tableau 154 - Sommaire des données de production par traitement en 2013 pour le rang 3 (69,1 m <sup>2</sup> ) .....	264
Tableau 155 - Sommaire des données de production par traitement en 2014 pour le rang 3 (69,1 m <sup>2</sup> ) .....	264
Tableau 156 - 2013 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine (rangs 2, 3 et 4).....	270
Tableau 157 - 2013 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine (rang 3).....	271
Tableau 158 - 2013 : Moyenne mobile de 4 semaines du taux relatif <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC.....	272
Tableau 159 - 2013 : Coefficient de variation des trois rangs de chaque parcelle expérimentale selon les différentes périodes .....	275
Tableau 160 - Calibre moyen des tomates en 2013 et 2014 pour le rang 3 et selon différentes périodes climatiques.....	277
Tableau 161 - 2014 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine (rangs 2, 3 et 4).....	281
Tableau 162 - 2014 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine (rang 3).....	282
Tableau 163 - 2014 : Moyenne mobile de 4 semaines du taux relatif <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC.....	283
Tableau 164 - 2014 : Coefficient de variation des trois rangs de chaque parcelle expérimentale selon les différentes périodes .....	286
Tableau 165 - Radiation solaire à l'extérieur de la serre selon l'année et pour une même période en joules par cm <sup>2</sup> .....	287
Tableau 166 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe dans les chapelles 1 à 10 durant la période de récoltes .....	287
Tableau 167 - Chaleur émise par les boucles de chauffe au sol et en pourtour pour les chapelles 1 à 8 et pour les chapelles 9 et 10 en kWh/m <sup>2</sup> /jour.....	288
Tableau 168 - Analyse des rendements de la serre 9 selon le rang et la période de l'année 2014 .....	289

Tableau 169 - Durée du jour et élévation du soleil selon la période l'année 2014 .....	289
Tableau 170 - Projet de consignes d'utilisation des TCC en fonction des températures ambiantes, de l'ensoleillement, des périodes de jour, de nuit et de l'année.....	293
Tableau 171 - Caractéristiques techniques des tuyaux de chauffe dans la canopée.....	295
Tableau 172 - Estimation du coût pour l'installation des tuyaux de chauffe dans la canopée.....	296
Tableau 173 - Estimation de la main-d'œuvre requise pour l'installation des tuyaux de chauffe dans la canopée.....	297
Tableau 174 - Investissement initial <sup>A</sup> pour des tuyaux de chauffage dans la canopée et coût de l'amortissement par m <sup>2</sup> .....	297
Tableau 175 - Coût de l'entretien et des réparations des TCC pour une superficie de culture de 3 455 m <sup>2</sup> .....	298
Tableau 176 - Coût annuel d'utilisation <sup>A</sup> des TCC pour une superficie de culture de 3 455 m <sup>2</sup> .....	299
Tableau 177 - Critères techniques liés au programme de culture de tomates roses de serre avec et sans TCC .....	301
Tableau 178 - Critères techniques liés à la production de tomates roses de serre et servant à établir une marge brute .....	302
Tableau 179 - Évaluation du gain de marge brute en \$/m <sup>2</sup> /an pour la production de tomates roses de serre avec TCC vs sans TCC .....	303
Tableau 180 - Période de récupération de l'investissement (PRI) selon le gain de marge brute procuré par les TCC.....	304
Tableau 181 - Grille de sensibilité pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de 2 ans avec les TCC.....	304

## LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour <sup>B</sup> .....	35
Graphique 2 - 2014 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour <sup>B</sup> .....	36
Graphique 3 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h <sup>B</sup> .....	37
Graphique 4 - Radiation solaire cumulée extérieure 2013 et 2014 (données ARGUS).....	61
Graphique 5 - Modes d'opération : températures réalisées et consignes de chauffe des TCC en 2013 et 2014 pour la période 24 h (moyenne hebdomadaire).....	66
Graphique 6 - Modes d'opération : températures réalisées et consignes de chauffe des TCC en 2013 et 2014 selon les périodes de NUIT et de JOUR (moyenne hebdomadaire).....	67
Graphique 7 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2013.....	123
Graphique 8 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2013 (moyenne).....	124
Graphique 9 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2013 .....	125
Graphique 10 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2013 (moyenne) .....	126
Graphique 11 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2014.....	127
Graphique 12 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2014 (moyenne).....	128
Graphique 13 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2014 .....	129
Graphique 14 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2014 (moyenne) .....	130
Graphique 15 - Zones de confort pour l'être humain et différents types de plantes .....	135
Graphique 16 - Diagramme psychrométrique.....	137
Graphique 17 - DPV <sub>PB</sub> de NUIT - Du 19 mai au 27 novembre 2013 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique.....	153
Graphique 18 - DPV <sub>PB</sub> moyen de NUIT - Du 19 mai au 27 novembre 2013 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique .....	154
Graphique 19 - DPV <sub>PB</sub> de JOUR - Du 19 mai au 27 novembre 2013 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique.....	155
Graphique 20 - DPV <sub>PB</sub> moyen de JOUR - Du 19 mai au 27 novembre 2013 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique .....	156
Graphique 21 - DPV <sub>PB</sub> de NUIT - Du 2 février au 29 novembre 2014 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique.....	157
Graphique 22 - DPV <sub>PB</sub> moyen de NUIT - Du 2 février au 29 novembre 2014 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique .....	158
Graphique 23 - DPV <sub>PB</sub> de JOUR - Du 2 février au 29 novembre 2014 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique .....	159

Graphique 24 - DPV <sub>PB</sub> moyen de JOUR - Du 2 février au 29 novembre 2014 Base hebdomadaire - Selon pression barométrique .....	160
Graphique 25 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er janvier au 1er février 2013 .....	180
Graphique 26 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er août au 1er octobre 2013.....	181
Graphique 27 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er décembre 2013 au 1er février 2014 .....	182
Graphique 28 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er juin au 1er septembre 2014 .....	183
Graphique 29 - 2013 : Moyenne mobile (4 semaines) pour la production en kg/m <sup>2</sup> /semaine Parcelle (rangs 2, 3 et 4) sans TCC vs parcelle avec TCC <sup>A</sup> .....	267
Graphique 30 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour.....	268
Graphique 31 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour.....	269
Graphique 32 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rangs 2, 3 et 4) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h.....	273
Graphique 33 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h.....	274
Graphique 34 - 2014 : Moyenne mobile (4 semaines) pour la production en kg/m <sup>2</sup> /semaine Parcelle (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs parcelle sans TCC.....	278
Graphique 35 - 2014 : Différence de rendement des parcelles (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour.....	279
Graphique 36 - Différence de rendement des parcelles (rangs 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m <sup>2</sup> /semaine comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour.....	280
Graphique 37 - 2014 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rangs 2, 3 et 4) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h.....	284
Graphique 38 - 2014 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h.....	285
Graphique 39 - Température moyenne quotidienne des TCC selon la période de l'année et selon le projet des consignes de température.....	294

## Liste des équations

Équation 1 - Besoin de chauffe (DJc) obtenue à partir de la température mesurée dans la serre ou la chapelle.....	166
Équation 2 - Besoin de chauffe (DJc) obtenu à partir de la consigne de chauffe de la serre ou de la chapelle.....	166
Équation 3 - Besoin de ventilation (DJv) de la serre ou de la chapelle .....	166
Équation 4 - Besoin de déshumidification (DJd) de la serre ou de la chapelle.....	167
Équation 5 - Loi de Stefan-Boltzmann.....	175

## Liste des figures

Figure 1 - Échanges gazeux au niveau d'une feuille .....	134
Figure 2 - Dynamique climatique et énergétique non uniforme.....	238
Figure 3 - Matelot « CAGE 9 » travaille en premier .....	238
Figure 4 - Matelot « CAGE 2 » commence à travailler à son tour .....	238
Figure 5 - Dynamique climatique et énergétique uniforme .....	238

## Liste des photos

Photo 1 - Tuyau de chauffe dans canopée (TCC) - Production maraichère.....	20
Photo 2 - Tuyau de chauffe dans la canopée (TCC) - Production ornementale .....	20
Photo 3 - Tuyau de chauffe dans la canopée (TCC) chez Excel-Serres Ltée .....	21
Photo 4 - Localisation de l'entreprise .....	43
Photo 5 - Vue aérienne de l'entreprise .....	44
Photo 6 - Stomate sur une feuille d'un plant de tomate .....	134
Photo 7 - Chapelle 9 : Zones de lumière et d'ombre .....	290
Photo 8 - Tuyaux de chauffe dans la canopée utilisant l'énergie résiduelle de la compagnie Vermillon Energy .....	306

## Liste des schémas

Schéma 1 - Principales dimensions du complexe de serres.....	22
Schéma 2 - Vue de profil des chapelles 7 et 9 chez Excel-Serres Ltée.....	23
Schéma 3 - Vue aérienne des chapelles 7 et 9 chez Excel-Serres Ltée.....	24
Schéma 4 - Localisation du TCC et des capteurs ROTRONICS .....	25
Schéma 5 - Principales dimensions du complexe de serres.....	45
Schéma 6 - Localisation du TCC et des capteurs ROTRONICS .....	48
Schéma 7 - Définition des différentes périodes journalières .....	51
Schéma 8 - Montage fait pour les essais faits chez Excel-Serres en 2013 et 2014 .....	291

## Équipe de réalisation

### Entreprise liée au projet

- M. Gabriel Beauregard – Excel-Serres Itée
- M. Louis-David Beauregard – Excel-Serres Itée
- Mme Dominique Fortier – Excel-Serres Itée
- Mme Nicole Guilmain – Excel-Serres Itée
- M. Rosaire Sauriol – Excel-Serres Itée

### Analyses, rédactions et éditions

- M. Gilles Cadotte, agr., OAQ no 2 053  
Consultant en serriculture (aspects agronomique et économique)
- M. Marco Girouard, ing., OIQ no 108 653  
Consultant en serriculture (aspects ingénierie et énergétique)

### Administrateur

- M. Louis Dionne, directeur général – SPSQ
- Mme Marie Bouillé, directrice générale – SPSQ

### Autres participants au projet

- M. Jean-François Laliberté, ing. jr – SPSQ
- Mme Claudia Berger, ing. jr – SPSQ
- Mme Stéphanie Mayer, ing. jr – CIDES inc.
- M. Jacques Thériault, MSc, agr., OAQ no 5 622 – Climax Conseil



## Remerciements

Le Syndicat des Producteurs en Serre du Québec (SPSQ) tient à remercier :

- Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIÉ) qui a permis de réaliser ce projet grâce à une aide financière dans le cadre du « Programme d'aide à l'innovation en énergie (PAIE) ».

[www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca)



- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) qui a permis de réaliser ce projet grâce à une aide financière dans le cadre du « Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH) ».

[www.mapaq.gouv.qc.ca](http://www.mapaq.gouv.qc.ca)



- Excel-Serres ltée et leur personnel pour avoir permis la réalisation de ce projet.

<http://www.excelserres.ca>



## 1. SOMMAIRE DU PROJET

---

**Titre du projet :** Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre

**Numéro de l'entente :** PAIE-12-13-054

**Coordonnées du requérant :**

*Syndicat des Producteurs en Serre du Québec (SPSQ)*

*555, boulevard Roland-Therrien*

*Longueuil (Québec) J4H 3Y9*

**Auteur :** M. Gilles Cadotte, agr. et M. Marco Girouard, ing. pour le SPSQ

**Date de remise du rapport :** 8 février 2015

**Période couverte :**

Le projet s'est déroulé du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au 8 mai 2014 dans le cadre du programme PSIH. Dans le cadre du programme avec le BEIÉ, la prise de données s'est terminée le 18 décembre 2014. Les analyses et la rédaction du rapport sont terminées en février 2015. Le projet a permis de couvrir deux années de production chez Excel-Serres ltée (2013 et 2014).

### 1.1. Description du projet

La déshumidification de serres maraîchères québécoises accapare une portion importante de l'énergie totale annuelle; pour certains mois, tels qu'avril et octobre, cette portion dédiée à la déshumidification peut atteindre la valeur de 50 %. La gestion de l'humidité chez la tomate de serre est essentielle pour assurer le transport des éléments minéraux vers la partie apicale et pour assurer un microclimat défavorable au développement de plusieurs maladies bactériennes et fongiques.

Au Québec, les entreprises de plus de 0,4 hectare en culture hâtive utilisent pour la plupart le chauffage à l'eau chaude distribuée à partir de tuyaux en acier localisés au sol et au niveau des gouttières de toit. Des essais en Ontario et en Europe ont démontré le potentiel de l'utilisation d'un chauffage à eau chaude localisé à l'intérieur de la canopée végétale (growing pipe) pour réduire les coûts de chauffage et les maladies, et augmenter les rendements. Le terme « *tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC)* » sera dorénavant employé.

Cependant, aucune étude avec mesurage n'a permis d'établir le coût réel de la déshumidification ni de déterminer l'efficacité technico-économique d'un tel moyen sous les conditions du Québec.

Ainsi, l'objectif principal est d'améliorer l'efficacité énergétique dans la production annuelle de la tomate sous serre en double polyéthylène par une optimisation des outils et des coûts de chauffage associés à la gestion de la déshumidification en fonction des variations climatiques prévalant durant les différentes saisons au Québec. Plus particulièrement, le projet visait à :

1. Établir un profil vertical d'humidité en fonction des conditions d'opérations d'une serre en double polyéthylène, selon les saisons, avec ou sans usage de tuyaux de chauffe dans la canopée.

2. Estimer la quantité d'énergie dédiée à la chauffe et à la déshumidification en condition usuelle.
3. Estimer la quantité d'énergie dédiée à la chauffe et à la déshumidification qui pourrait être économisée en utilisant les tuyaux de chauffe dans la canopée.
4. Évaluer les gains de rendement agronomique associés à l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée.
5. Identifier les critères d'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée afin de réduire le taux d'humidité dans la canopée.
6. Estimer les gains économiques pouvant résulter de l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée.

## 1.2. Technologies utilisées

Les tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC) ont pour fonction de stimuler le plant pour qu'elle puisse produire de façon optimale. La technologie consiste à passer un tuyau en acier à l'intérieur de la canopée sur chacun des rangs de tomates. Le diamètre nominal utilisé chez Excel-Serres est de 32 mm (1¼") pour le tuyau d'aller et de 38 mm (1½") pour le tuyau de retour. Ceux-ci proviennent de tuyaux déjà existants qui étaient au niveau du toit et qui ont été convertis en TCC. Certains fabricants vont concevoir des tuyaux de chauffe spécifiquement pour la chauffe au niveau de la canopée. Les diamètres varient entre 28 mm et 35 mm.

Un petit diamètre permet un meilleur contrôle sur la chaleur émise. Généralement, les tuyaux sont protégés de la corrosion et recouverts d'une peinture blanche lustrée pour maximiser la réflexion de la lumière. Il n'y a pas de maintenance particulière à réaliser.

L'eau chaude vient généralement du circuit d'eau chaude utilisé pour le chauffage de la serre. L'implantation d'un tel système avec un réseau de chauffe existant demande des connaissances sur la conception de réseau hydronique à eau chaude.

L'eau chaude y circule à une température inférieure à 50°C, ceci pour éviter des dommages aux plants. La chaleur émise crée un microclimat favorisant une déshumidification locale au niveau de la canopée. Un système de contrôle permet une bonne gestion de l'eau chaude qui circule dans le réseau des TCC. La Photo 1, la Photo 2 et la Photo 3 présentent un exemple d'un tuyau de chauffe utilisé comme TCC.

**Photo 1 - Tuyau de chauffe dans canopée (TCC) - Production maraichère**



Source : Tata Steel

**Photo 2 - Tuyau de chauffe dans la canopée (TCC) - Production ornementale**



Source : Tata Steel

Cette technologie permet de réduire :

- les coûts de chauffage liés à la déshumidification (utilisation moindre de la déshumidification par ventilation et chauffage);
- les maladies sur les plants, d'où l'augmentation des rendements de production en qualité et en quantité.

Bref, la quantité d'énergie utilisée pour produire un kilogramme de tomates de qualité va diminuer. Du même coup, les émissions des gaz à effet de serre (GES) vont aussi diminuer.

**Photo 3 - Tuyau de chauffe dans la canopée (TCC) chez Excel-Serres Itée**

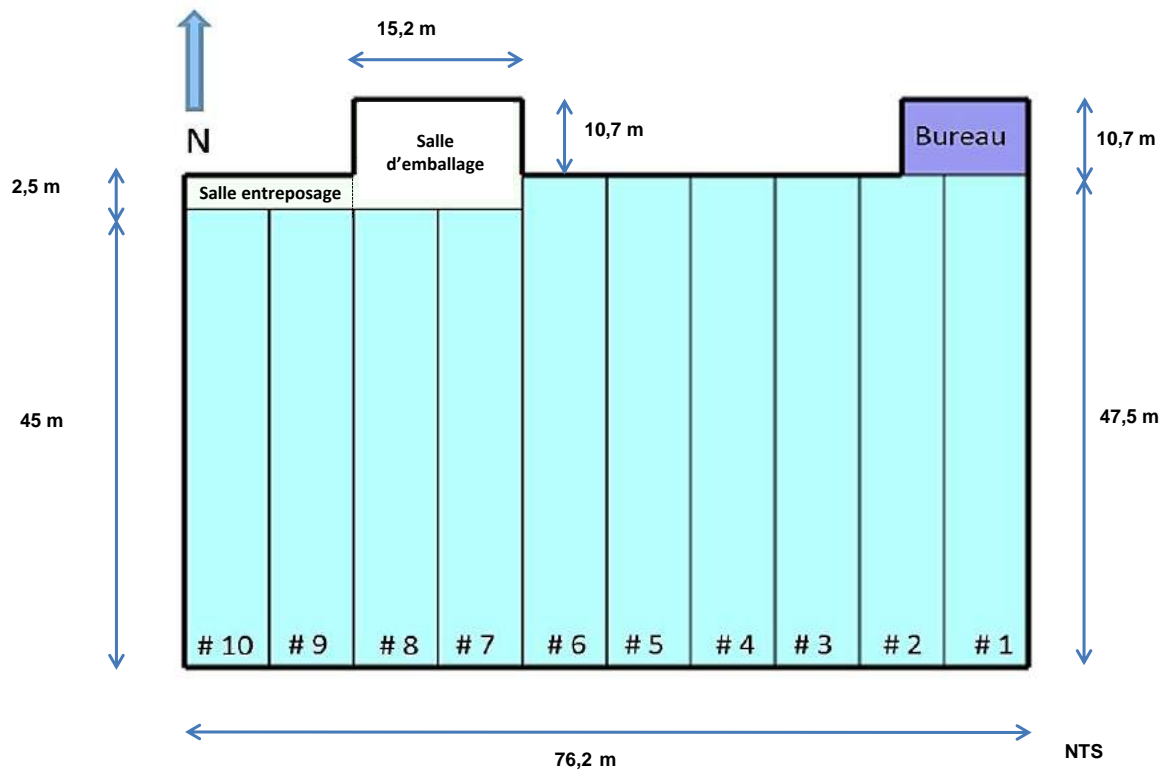


Source : Gilles Cadotte, agr, Marco Girouard, ing.

### 1.3. Schéma du procédé

Le Schéma 1 présente les principales dimensions du complexe de serres. Le bureau est isolé du complexe de serres. La salle d'emballage inclut un quai de réception et une salle de réfrigération. La salle d'emballage et la salle d'entrepôt sont à aire ouverte avec les différentes chapelles.

Schéma 1 - Principales dimensions du complexe de serres



Le Schéma 2 présente une vue de profil des chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). En regardant la vue de profil de face, le NORD est localisé derrière le lecteur. Les lignes en noir servent de balises pour identifier la localisation des différentes zones.

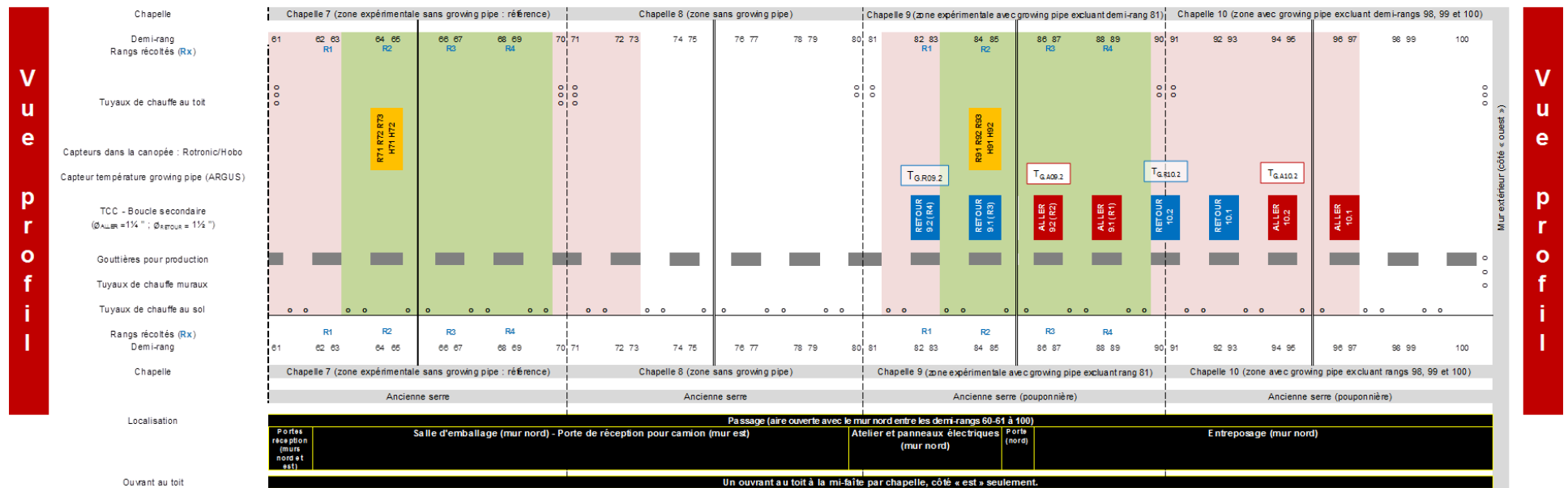
### Schéma 2 - Vue de profil des chapelles 7 et 9 chez Excel-Serres Ltée

Notes(s) :

Date (audit) : 12-mai-14

- Schéma simplifié NTS.
- La ligne pointillée représente la frontière entre deux chapelles.
- La ligne double représente le centre d'une chapelle.
- Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.
- Les capteurs de température pour les boucles secondaires des growing pipe sont localisés à environ 137,2 cm (4,5 pieds) du début des rangs " côté nord " des chapelles.
- La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm.
- La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.
- Les tuyaux de chauffe au toit n'ont pas tous les mêmes diamètres.

- Zone de bordure (tampon)
- Zone expérimentale

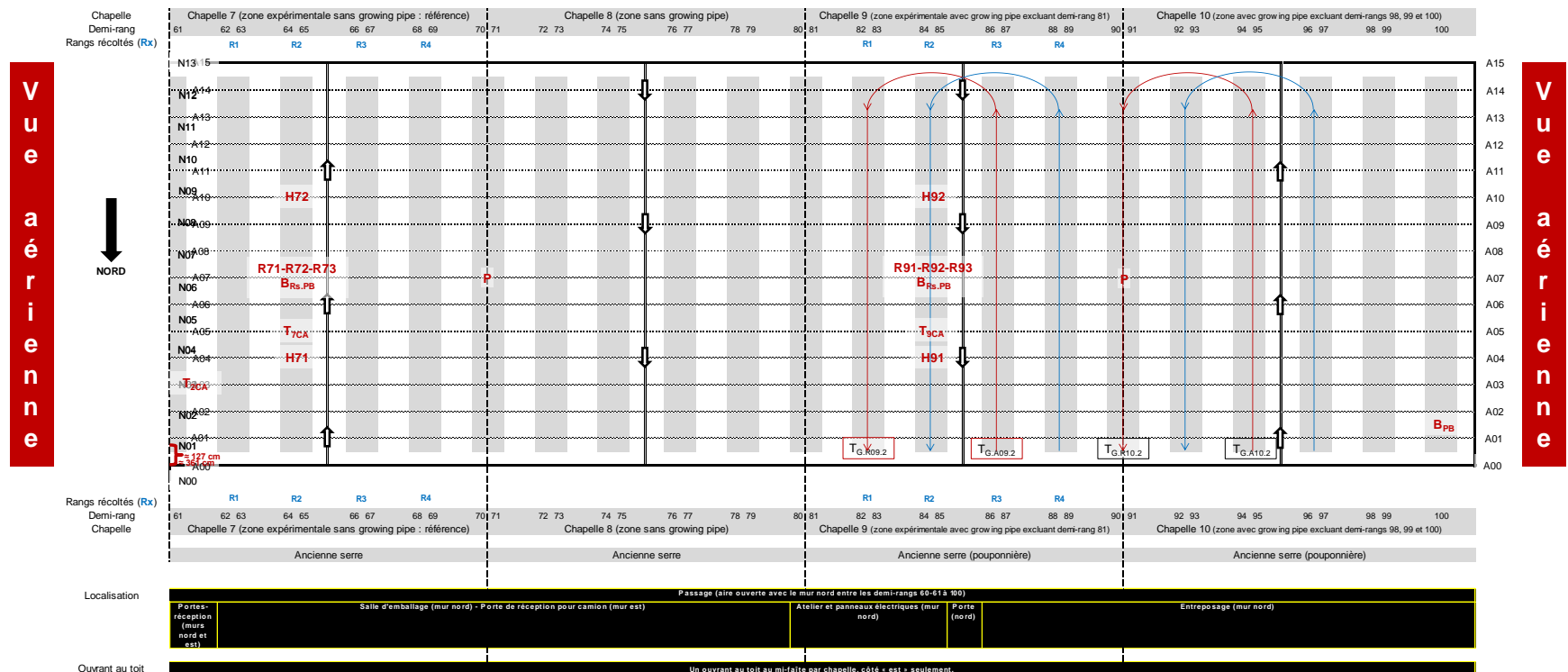


Le Schéma 3 présente une vue aérienne des chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). Les lignes en noir servent de balises pour identifier la localisation des différentes zones.

### Schéma 3 - Vue aérienne des chapelles 7 et 9 chez Excel-Serres Ltée

**Note(s) :**

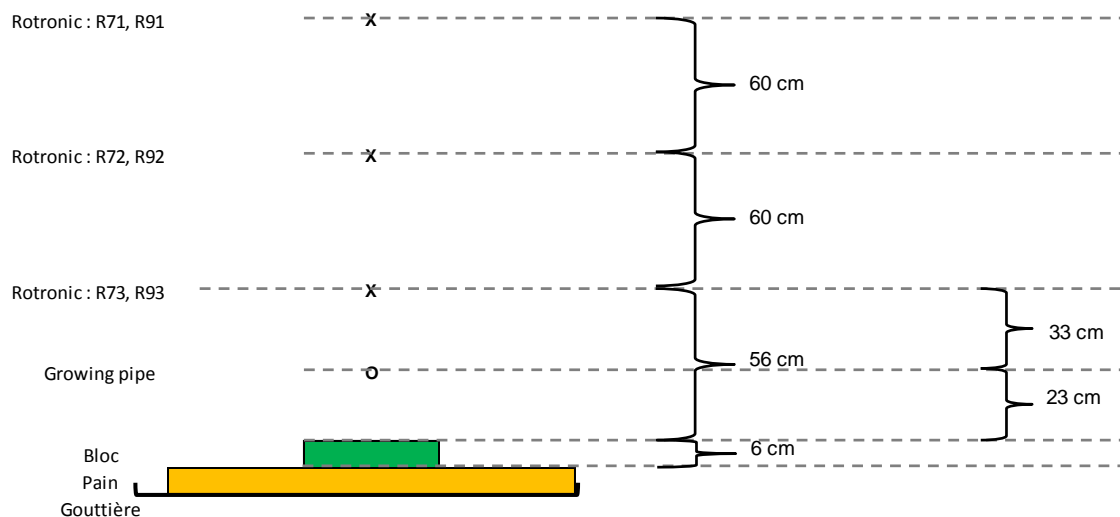
- Schéma simplifié NTS.
- La ligne pointillée en gras représente la frontière entre deux chapelles.
- La ligne double représente le centre d'une chapelle.
- Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.
- La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm.
- La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.
- « P » : prise électrique de la serre qui alimente les appareils Rotonic et certains Energy Logger.
- Les HAF (flèche) sont localisés au centre de l'axe transversal des chapelles. La flèche indique le sens du jet d'air des HAF.
- « B<sub>Rs, PB</sub> » : boîtier Energy Logger pour la pression barométrique extérieure - Capteur H<sub>PB</sub>.
- « B<sub>Rz, PB</sub> » : boîtier Energy Logger pour la radiation solaire intérieure et la pression barométrique intérieure - Capteurs H<sub>PB/7</sub>, H<sub>PB/9</sub>, H<sub>R5/7</sub>, H<sub>R5/9</sub>.
- « Hx » : boîtier Energy Logger pour la température dans la canopée - Capteur H<sub>71</sub>, H<sub>72</sub>, H<sub>91</sub>, H<sub>92</sub>; Capteurs disponibles en 2014 seulement.
- Localisation en hauteur des capteurs H71, H72, H91 et H92 par rapport au-dessus du pain : H71 = 66,0 cm, H72 = 73,7 cm, H91 = 68,6 cm, H92 = 71,1 cm.
- Les ouvrants au mi-faîte sont seulement du côté « est ».
- Axx : Numéro de l'arche pour les chapelles 7, 8, 9 et 10 (ancienne serre).
- Nxx : Numéro de l'arche pour les chapelles 1, 2, 3, 4, 5, 6 (nouvelle serre).





Le Schéma 4 présente la localisation verticale des capteurs ayant servi à mesurer la température et l'humidité relative dans la canopée.

#### Schéma 4 - Localisation du TCC et des capteurs ROTRONICS



#### Notes :

- les plants à maturité dépassent de 60 cm les capteurs R71 et R91.
- la cage aspirante 2 ( $T_{2CA}$ ) est localisée dans la chapelle 2 à 64" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ ) - demi-rang 16-17. La cage aspirante 2 est reliée au système ARGUS. Il y a un capteur de température et d'humidité relative. Les données sont utilisées pour gérer le climat.
- la cage aspirante 7 ( $T_{7CA}$ ) est localisée dans la chapelle 7 à 55" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ ) - voir le Schéma 3 - demi-rang 64-65. La cage aspirante 7 est reliée au système ARGUS. Il y a seulement un capteur de température. Les données ne sont pas utilisées pour gérer le climat.
- la cage aspirante 9 ( $T_{9CA}$ ) est localisée dans la chapelle 9 à 56" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ ) - voir le Schéma 3 - demi-rang 84-85. La cage aspirante 9 est reliée au système ARGUS. Il y a un capteur de température et d'humidité relative. Les données sont utilisées pour gérer le climat.

## 1.4. Activités réalisées et des résultats obtenus

Pour être en mesure d'atteindre les objectifs du projet, diverses prises de données ont eu lieu. Des données agronomiques ont été prises par Excel-Serres dans certains rangs des chapelles 7 et 9. Ces données ont permis d'effectuer le bilan agronomique et plus particulièrement les effets des TCC sur la quantité produite et le calibre pour diverses régies d'utilisation des TCC.

Pour le bilan climatique et énergétique, les données suivantes ont été recueillies et analysées : température aérienne (extérieure, intérieure, canopée), humidité relative aérienne (intérieure, canopée), radiation solaire instantanée (extérieure, chapelle 7, chapelle 9), pression barométrique (extérieure, chapelles 7, chapelle 9), taux d'ouverture des toits du complexe de serres, débit et température d'entrée et de sortie des différentes boucles de chauffe (TCC : boucle principale; pourtour-sol; toit). Ces données ont permis d'évaluer : la radiation solaire cumulée; le taux de transmission de lumière des chapelles; le déficit de pression de vapeur (DPV); les besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification; la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe du complexe de serres incluant les TCC et les ratios d'efficacité énergétique de la chauffe, de la ventilation et la déshumidification. La plupart des données et analyses ont été présentées en fonction de cinq périodes journalières : 24 h, NUIT, MATIN, JOUR et SOIR.

Finalement, ces diverses données et analyses ont permis d'établir :

- les critères technico-économique pour être en mesure d'effectuer le bilan économique
- quelques constats et recommandations pour utiliser les TCC de façon efficiente.

### 1.4.1. Bilan climatique et énergétique

L'analyse de la radiation solaire a démontré que les chapelles 7 et 9 ont un taux de transmission de lumière similaire. Ainsi, la différence de production entre les deux chapelles n'a pas été influencée par ce paramètre. Toutefois, une analyse plus poussée du rendement de la production rang par rang tant à démontrer que certains rangs dans la chapelle 9 ont reçu moins de radiation solaire que d'autres. Cette observation proviendrait de la localisation de certaines infrastructures au niveau de la gouttière du toit à la jonction des chapelles 8 et 9. La chapelle 7 est moins affectée.

La température moyenne dans la canopée a été plus élevée dans les chapelles 9 que dans la chapelle 7 d'environ 0,2 °C en 2013 (semaines 21 à 48) et 0,5 °C en 2014 (semaines 6 à 48).

L'humidité relative est similaire dans les chapelles 7 et 9 lorsque les TCC sont en fonction. Toutefois, l'arrêt des TCC en août et septembre 2013 (lors de cette période, l'entreprise a installé un nouveau système de génération de chaleur) a démontré que la chapelle 9 est beaucoup plus humide que la chapelle 7. Ceci démontre l'effet positif des TCC pour le contrôle de l'humidité relative et du même coup le déficit de pression de vapeur (DPV).

La mesure de la pression barométrique a permis d'ajuster les valeurs d'humidité relative et de DPV. Il a été démontré que cet ajustement n'est pas significatif et pertinent. Il est plus important pour l'entreprise de valider annuellement la lecture des capteurs électroniques de température et d'humidité relative selon les règles de l'art. Les capteurs électroniques d'humidité relative perdent de leur précision en quelques saisons, car ils sont davantage affectés par l'environnement de la serre. Le DPV est légèrement plus élevé dans la chapelle 9 (avec TCC) versus la chapelle 7 (sans TCC) en 2013. En 2014, le DPV est similaire. Ces résultats sont fortement influencés par les périodes de l'année et de la journée, les stratégies utilisées pour ventiler et surtout déshumidifier les chapelles.

L'évaluation des besoins de chauffe (DJc), de ventilation (DJv) et de déshumidification (DJd) permet de comparer les divers besoins entre les chapelles 7 et 9, et d'évaluer les ratios d'efficacité énergétique. Ces ratios sont exprimés comme ceci : kWh net de chauffe/m<sup>2</sup> / 100DJx (« x » devient : « c » pour la chauffe, « v » pour la ventilation et « d » pour la déshumidification).

Pour ce faire, il faut prendre la température et l'humidité relative de la cage aspirante 2 localisée dans la chapelle 2 (sans TCC) pour évaluer les divers besoins de la chapelle 7 (sans TCC). En effet, la boucle de chauffe « pourtour-sol » est la même dans les chapelles 1 à 8. Toutefois, la cage aspirante 2 gère la ventilation et la déshumidification des chapelles 1 à 6, tandis que la cage aspirante 9 gère la ventilation et la déshumidification des chapelles 7 à 10. La ventilation et la déshumidification se font par l'ouverture des toits. Pour évaluer les divers besoins de la chapelle 9 (avec TCC), les données de la cage aspirante 9 ont été utilisées. La gestion des TCC est indépendante des données lues par la cage aspirante 9. La gestion de la boucle de chauffe du toit se fait selon le besoin. La boucle de chauffe du toit couvre les chapelles 1 à 10. Il est à noter que l'énergie totale émise par la boucle du toit a été répartie en fonction des superficies des chapelles avec et sans TCC.

Les évaluations ont démontré que les besoins de chauffe et de ventilation sont similaires entre les chapelles 7 et 9. Ces résultats indiquent que le climat de la serre ou encore les stratégies pour la chauffe ou pour la ventilation sont similaires. Concernant les besoins de déshumidification, les besoins de la chapelle 7 (via les données de la cage aspirante 2) ont été environ 2,5 fois plus élevés que les besoins de la chapelle 9 (moyenne des années 2013 et 2014). Ceci indique que le climat de la serre n'est pas homogène au niveau de l'humidité relative ou encore que les stratégies de déshumidification n'étaient pas les mêmes selon les chapelles et les années.

Avec l'évaluation des besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification et en intégrant les énergies nettes transmises par les différentes boucles de chauffe, il a été possible d'évaluer les ratios d'efficacité énergétique (REÉ) de la chauffe, de la ventilation et de la déshumidification. Le Tableau 1 et le Tableau 2 présentent le sommaire des REÉ et des besoins pour la chauffe (standard), la ventilation (ajustée) et la déshumidification (ajustée). Ces résultats couvrent pour les deux années la période du 1<sup>er</sup> janvier au 3 décembre (337 jours).

**Tableau 1 - Sommaire des fluctuations des REÉ de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h)**

24 h 1er janvier au 3 décembre (337 jours)	REÉ								
	Chauffe (standard)			Ventilation (ajustée)			Déshumidification (ajustée)		
	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10
2013	14,83	22,88	<b>16,42</b>	67,05	105,42	<b>74,66</b>	34,60	97,94	<b>47,16</b>
2014	20,49	34,01	<b>23,17</b>	217,35	362,01	<b>246,03</b>	44,83	165,81	<b>68,82</b>
2014.vs.2013	38,2%	48,6%	<b>41,1%</b>	224,1%	243,4%	<b>229,5%</b>	29,5%	69,3%	<b>45,9%</b>

**Tableau 2 - Sommaire des fluctuations des besoins de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h)**

24 h 1er janvier au 3 décembre (337 jours)	DJx								
	Chauffe (standard)			Ventilation (ajustée)			Déshumidification (ajustée)		
	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10
2013	3 659	3 681	<b>3 663</b>	376	356	<b>372</b>	1 308	586	<b>1 165</b>
2014	4 044	4 065	<b>4 048</b>	194	202	<b>196</b>	1 609	577	<b>1 405</b>
2014.vs.2013	10,5%	10,4%	<b>10,5%</b>	-48,4%	-43,3%	<b>-47,4%</b>	23,0%	-1,6%	<b>20,6%</b>

De ces résultats, il a été possible de faire ressortir les points suivants :

- Les besoins de chauffe sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de chauffe ont été plus élevés pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (10,5% globalement).
- Les besoins de ventilation sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de ventilation ont été beaucoup plus bas pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (47,4 % globalement).
- Le besoin de déshumidification est 2,2 fois plus élevé (123 %) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2013.
- Le besoin de déshumidification est 2,8 fois plus élevé (179%) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2014.
- Le besoin de déshumidification a été légèrement plus bas dans les chapelles « 9 à 10 » en 2014 versus 2013.
- Le besoin de déshumidification a été beaucoup plus élevé dans les chapelles « 1 à 8 » en 2014 versus 2013.
- On observe que le REÉ des chapelles « 9 à 10 » est toujours plus élevé que celui des chapelles « 1 à 8 » et ceci pour les deux années. Ceci est valable pour le REÉ de la chauffe, la ventilation et la déshumidification.
- L'augmentation des REÉ de la chauffe en 2014 versus 2013 (41,1% globalement pour une hausse des besoins de chauffe de seulement 10,5 % globalement) pourrait s'expliquer par la chauffe utilisée pour répondre à des besoins de déshumidification dans les chapelles « 1 à 8 ». En effet, les besoins de ventilation ont diminué en 2014 versus 2013. Toutefois, la chauffe supplémentaire a affecté le REÉ de la ventilation.
- Le déséquilibre au niveau de la dynamique climatique et énergétique est important, comme on peut l'observer entre les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ». En effet, les besoins de chauffe sont similaires pour une même année, mais le REÉ de la chauffe est plus élevé dans les chapelles « 9 à 10 » versus les chapelles « 1 à 8 ».

Concernant le déséquilibre au niveau de la dynamique climatique et énergétique, l'ensemble des boucles de chauffe des chapelles « 9 à 10 » ont émis 35,2 % plus de chaleur nette par m<sup>2</sup> pour répondre à un même besoin de chauffe par rapport aux chapelles « 1 à 8 » en 2013 : 22,88 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc pour les chapelles « 9 à 10 » versus 14,83 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc pour les chapelles « 1 à 8 » (référence : chapelles « 9 à 10 »).

En 2014, l'ensemble des boucles de chauffe des chapelles « 9 à 10 » ont émis 39,8 % plus de chaleur nette par m<sup>2</sup> pour répondre à un même besoin de chauffe par rapport aux

chapelles « 1 à 8 » : 34,01 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc pour les chapelles « 9 à 10 » versus 20,49 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc pour les chapelles « 1 à 8 » (référence : chapelles 9 à 10).

Ces résultats sont liés à la salle d'emballage qui crée une « zone froide » liée à la localisation du quai de réception et non au TCC, car l'apport des TCC à la chauffe des chapelles 9 à 10 est seulement de 2,5 % en 2013 et 2,3 % en 2014. De plus, les besoins de chauffe pour une même année sont similaires entre les chapelles « 9 à 10 » et les chapelles « 1 à 8 ». Comme la cage aspirante 9 est près de la salle d'emballage par rapport à la cage aspirante 2, la cage aspirante 9 est plus sensible aux baisses de température. Il est à noter que les données sont valables, car l'énergie totale émise par l'ensemble des boucles de chauffe pour répondre à un besoin de chauffe donné est similaire aux résultats d'audits énergétiques réalisés dans l'entreprise en 2004 ( $RE\dot{E}_{CHAUFFE} = 17,18 \text{ kWh/m}^2 / 100 \text{ DJc}$ ) et 2008 ( $RE\dot{E}_{CHAUFFE} = 13,45 \text{ kWh/m}^2 / 100 \text{ DJc}$ ), et au résultat de l'année 2013 ( $RE\dot{E}_{CHAUFFE} = 15,47 \text{ kWh/m}^2 / 100 \text{ DJc}$ ). Ces trois derniers  $RE\dot{E}_{CHAUFFE}$  couvrent 365 jours.

Ainsi, il n'a pas été possible d'évaluer directement les économies d'énergie que procurent les TCC en comparant le  $RE\dot{E}_{CHAUFFE}$  des chapelles « 9 à 10 » versus le  $RE\dot{E}_{CHAUFFE}$  des chapelles « 1 à 8 ». Pour évaluer l'impact des TCC, une analyse de la chaleur radiante émise par les TCC a été réalisée en le comparant aux rendements de la production et au calibre des tomates produites. Ces résultats sont présentés dans le bilan agronomique. Aussi, une modélisation a été développée pour effectuer le bilan économique. La modélisation a été réalisée à partir des bilans climatiques et énergétiques, et du bilan agronomique.

### Constats et recommandations

Les points suivants sont des recommandations qui pourront optimiser l'utilisation future des TCC, mais aussi pour faciliter la réalisation de projets de recherches à l'avenir concernant les aspects énergétiques et agronomiques liés aux TCC :

- La réalisation annuelle d'audit énergétique tout en intégrant les données agronomiques est pertinente pour connaître l'évolution dans le temps de la performance énergétique de l'entreprise et des actions réalisées. L'entreprise peut s'inspirer de la norme ISO 50001.
- Il faut éviter la présence de zones froides. Ces zones froides sont liées à la conception du complexe de serres. En minimisant les zones froides, ceci va faciliter l'uniformité et la gestion du climat et des systèmes de chauffe incluant les TCC. Aussi, les cages aspirantes qui sont reliées au système de contrôle de la serre seront équilibrées et harmonisées entre elles et donc plus efficaces.
- Il faut minimiser les pertes de lumière par les infrastructures.
- Les systèmes de chauffe et de ventilation doivent être conçus pour favoriser l'uniformité du climat dans le complexe de serres.
- Les entreprises serricoles doivent valider annuellement les lectures obtenues par les capteurs de température et d'humidité relative localisés dans les cages aspirantes selon les règles de l'art.
- Les modes d'utilisation (régies) des TCC devront être développées en tenant compte des caractéristiques des TCC et des effets désirés sur :
  - le microclimat selon la période de l'année et d'un jour (exemples : DPV, humidité relative, température)
  - la production.

Les projets de recherche qui pourront être réalisés à l'avenir devront séparer les zones « sans » et « avec » TCC. Ceci facilitera la prise de données, mais aussi pour identifier et développer des

modes optimales d'opération des TCC (exemple : utilisation de serres de recherche du CIDES ou autres).

- Les besoins de chauffe sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de chauffe ont été plus élevés pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (10,5% globalement).
- Les besoins de ventilation sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de ventilation ont été beaucoup plus bas pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (47,4 % globalement).
- Le besoin de déshumidification est 2,2 fois plus élevé (123 %) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2013.
- Le besoin de déshumidification est 2,8 fois plus élevé (179%) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2014.
- Le besoin de déshumidification a été légèrement plus bas dans les chapelles « 9 à 10 » en 2014 versus 2013.
- Le besoin de déshumidification a été beaucoup plus élevé dans les chapelles « 1 à 8 » en 2014 versus 2013.
- On observe que le REÉ des chapelles « 9 à 10 » est toujours plus élevé que celui des chapelles « 1 à 8 » et ceci pour les deux années. Ceci est valable pour le REÉ de la chauffe, la ventilation et la déshumidification.
- Le déséquilibre au niveau de la dynamique climatique et énergétique est important, comme on peut l'observer entre les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ». En effet, les besoins de chauffe sont similaires pour une même année, mais le REÉ de la chauffe est plus élevé dans les chapelles « 9 à 10 » versus les chapelles « 1 à 8 ».
- L'augmentation des REÉ de la chauffe en 2014 versus 2013 (41,1% globalement pour une hausse des besoins de chauffe de seulement 10,5 % globalement) pourrait s'expliquer par la chauffe utilisée pour répondre à des besoins de déshumidification dans les chapelles « 1 à 8 ». En effet, les besoins de ventilation ont diminué en 2014 versus 2013. Toutefois, la chauffe supplémentaire a affecté le REÉ de la ventilation.

### 1.4.2. Bilan agronomique

Au début du projet en 2013, quatre rangs, dans chacune des deux chapelles tenant lieu de parcelles expérimentales, avaient été retenus comme unités de production. Pour la parcelle avec TCC, chaque rang avait un tuyau de chauffe dans la canopée. Avec le temps, il a été constaté que le rang 3 (voir le Schéma 2 et le Schéma 3, rang R3) subissait moins d'effet d'ombres provenant des infrastructures de la serre. Ces effets d'ombres étaient significativement plus importants dans la chapelle avec TCC. En conséquence, seul le rang 3 est utilisé comme unité de référence pour la production.

#### *Rendement de la production durant l'année 2013*

Pour 2013, les TCC ont augmenté la production durant la période fonctionnelle d'environ 5,1% (voir le Tableau 3). Cette augmentation a été réalisée grâce à des augmentations simultanées du nombre de fruits/m<sup>2</sup> (+2,8%) et du calibre des fruits (+2,2%). Ce résultat est très semblable à ceux obtenus par Dr. Xiuming Hao.

Les effets des TCC au niveau de la production sont liés fortement à la chaleur radiante émise par les TCC. Ceci est démontré dans le Graphique 1. La courbe de tendance (polynomiale d'ordre 4) pour les différences de rendement entre la parcelle avec TCC et la parcelle sans TCC et la courbe de tendance du taux de chaleur radiante des TCC durant le jour évoluent pratiquement de la même façon ce qui indique une corrélation positive très forte entre ces deux éléments. Le redressement à la fin de la courbe rouge (taux de chaleur radiante) correspond à une accentuation de la chauffe par les TCC dans les dernières semaines de production après l'étêtage des plants afin de récolter rapidement les dernières tomates sur les plants. Les mois d'avril, de mai, d'octobre et de novembre sont sans doute les mois où l'utilisation des TCC a eu le plus d'effet sur le rendement pour les conditions où se sont déroulés ces essais.

Pour ce qui est de la courbe de tendance pour les différences de calibre entre les traitements (avec TCC et sans TCC) et la courbe de tendance du taux de chaleur radiante des TCC sur la période 24 heures, la corrélation y est plutôt négative sauf à la fin de la récolte lorsque les plants de tomates sont étêtés (voir le Graphique 3). Cependant, l'amélioration du calibre a été maintenue pendant pratiquement toutes les semaines démontrant qu'en 2013 et pour le rang 3 avec TCC, un certain équilibre a été gardé entre la quantité de lumière et le niveau des températures à l'intérieur de la canopée et le chauffage au sol (pour la déshumidification).

#### *Rendement de la production durant l'année 2014*

Pour l'année 2014, le rang 3 avec TCC a obtenu une production très semblable à la parcelle sans TCC (voir le Tableau 4). Pour le rang 3 avec TCC, l'augmentation en kg/m<sup>2</sup>, n'est que de 1,0 % durant la période fonctionnelle; pour le nombre de fruits/m<sup>2</sup> c'est une augmentation de 2,8% et pour le calibre de fruit c'est une diminution de 1,8%.

Même si la production cumulée dans l'année 2014 ne démontre pas davantage pour l'usage des TCC, on peut noter en comparant le Graphique 1 (2013) avec le Graphique 2 (2014) que les moyennes mobiles (4 semaines) des différences de rendement (TCC versus sans TCC) suivent les mêmes patrons de fluctuations saisonnières chaque année. On peut y distinguer également que pour la période des semaines 17 à 23 et pour la période de fin de production, les TCC ont eu une influence positive ou la plus forte amélioration durant les deux années. Pour les deux années également, la semaine 20 est celle qui affiche le plus gros effet des TCC. La coïncidence de ces deux mouvements d'amélioration lors de ces deux années (2013 et 2014) ne peut donc qu'amener à conclure à l'effet bénéfique des TCC même si au résultat global pour l'année 2014, la production a été très peu améliorée avec les TCC.

Tel qu'expliqué dans l'analyse du rendement en 2013, on constate qu'avec le rang 3 en 2014, que la courbe de tendance (polynomiale d'ordre 4) pour les différences de rendement entre la parcelle avec TCC et la parcelle sans TCC et que la courbe de tendance du taux de chaleur radiante des TCC durant le jour évoluent pratiquement de la même façon indiquant encore une forte corrélation positive entre ces deux éléments. Tout comme en 2013, les différences de rendement du rang 3 entre les deux parcelles sont bien synchronisées avec le taux de chaleur radiante.

En 2014, le calibre dans la parcelle avec TCC est inférieur de 3 grammes à la parcelle sans TCC et en 2013 nous avons une situation à l'inverse où la parcelle avec TCC a un calibre supérieur de 4 grammes durant la période où les TCC étaient fonctionnels. De plus, la parcelle sans TCC a augmenté son calibre en 2014 de 3 grammes par rapport à 2013 durant la période fonctionnelle et de 5 grammes pour toute la période. La parcelle avec TCC a fait le contraire avec moins 3 grammes pour la période fonctionnelle et moins 4 grammes pour toute la période en 2014 (voir le Tableau 3 et le Tableau 4). Autre élément à souligner en 2014 le calibre est à peu près le même dans chaque parcelle durant les semaines 24 à 31. C'est ce qui explique le faible gain de rendement pour la parcelle avec TCC en 2014. Pourquoi en fut-il ainsi?

L'examen du bilan de la chaleur émise par les boucles de chauffe au sol et au pourtour dans les chapelles « 1 à 8 » et dans les chapelles « 9 à 10 » donne probablement la réponse.

D'une part, il a été constaté qu'en 2014 pour la période du 25 janvier au 13 novembre les boucles de chauffe au sol et au pourtour, avaient émis environ 52% plus de chaleur en tenant compte de la variation des degrés-jours de chauffe requis. D'autre part, il a été constaté également que la quantité de chaleur émise par les boucles de chauffe au sol dans les chapelles « 9 à 10 » était de beaucoup plus importante que celle émise dans les chapelles « 1 à 8 » et que de fait la chaleur émise en 2014 dans les chapelles « 1 à 8 » était presque l'équivalent de la chaleur émise dans les chapelles « 9 à 10 » en 2013 (voir le Tableau 5).

Les chapelles « 9 à 10 » exportent donc environ 42% de la chaleur émise par la boucle de chauffe au sol et en pourtour. Si l'ajout de gaz carbonique injecté est exporté ou dilué de même façon, il ne sera pas surprenant d'assister à une réduction du calibre des fruits. La preuve étant qu'en été 2014 (voir le Tableau 6) le calibre des fruits était supérieur de 1 gramme dans la parcelle avec TCC tandis qu'il devenait inférieur en au printemps et en automne. De plus, dans les chapelles « 9 à 10 », ce surplus de chauffes a pu provoquer à certains moments un déséquilibre entre la radiation solaire reçue et la chaleur émise. Le rendement de la parcelle sans TCC a été bonifié par cet ajout de chaleur ce qui ne fut pas le cas pour la parcelle avec TCC et peut-être même désavagée.

Lorsqu'en fonction, les TCC ont représenté 4,8% de la chaleur émise au sol et dans le pourtour 2013 et 3,2% pour 2014. Les excès de chaleur émise au sol pour déshumidifier ont tout simplement atténué l'effet des TCC en 2014. Les TCC ont pour objectif le contraire de cette situation. En 2013, les TCC ont démontré qu'on pouvait obtenir environ la même augmentation de rendement avec beaucoup moins d'énergie. La parcelle sans TCC a consommé environ 230 kWh/m<sup>2</sup> de plus en 2014 comparés à 2013, pour générer un gain net de 3% en rendement de production, le gain obtenu par l'augmentation de la radiation solaire étant déduit.

Le dosage de la quantité de chaleur utilisée au sol et dans la canopée semble donc avoir de l'importance si l'on désire éviter d'influencer négativement le calibre et conserver l'avantage du nombre de tomates produites par m<sup>2</sup> avec les TCC. Les résultats de 2014 tendent à démontrer ce point. Ceci nous indique également que la régie des températures des TCC pourrait être fort importante ainsi que leur utilisation selon les conditions climatiques présentes et le stade de la culture afin d'optimiser leur rendement.



**Tableau 3 - 2013 : sommaire des données de production par traitement pour le rang 3 (69,1 m<sup>2</sup>)**

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	25 février au 9 août Fonctionnels 166 jours		10 août au 3 oct. Non fonctionnels 55 jours		4 oct. au 27 nov. Fonctionnels 55 jours		Total Fonctionnels 221 jours		Total pour toute la période 276 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	37,5	35,8	9,9	9,8	7,9	7,5	45,5	43,3	55,4	53,1
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	191,6	185,8	50,6	52,4	38,8	38,5	230,4	224,2	281,0	276,6
Calibre des fruits g	196	193	196	188	204	196	197	193	197	192
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,58	1,51	1,26	1,25	1,01	0,96	1,44	1,37	1,40	1,35
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,1	7,8	6,4	6,7	4,9	4,9	7,3	7,1	7,1	7,0
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	105	100	101	100	105	100	105	100	104	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	103	100	97	100	101	100	103	100	102	100
Calibre des fruits g	102	100	104	100	104	100	102	100	103	100

**Tableau 4 - 2014 : Sommaire des données de production par traitement pour le rang 3 (69,1 m<sup>2</sup>)**

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	6 mars au 27 juin Fonctionnels 114 jours		28 juin au 25 juillet Non fonctionnels 28 jours		26 juillet au 13 nov. Fonctionnels 111 jours		Total Fonctionnels 225 jours		Total pour toute la période 253 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	26,7	26,4	7,1	7,3	20,2	20,0	46,9	46,4	54,0	53,8
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	138,5	135,7	36,1	37,3	104,6	100,6	243,0	236,4	279,1	273,6
Calibre des fruits g	193	194	198	197	193	199	193	196	193	197
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,64	1,62	1,78	1,84	1,27	1,26	1,46	1,44	1,49	1,49
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,5	8,3	9,0	9,3	6,6	6,3	7,6	7,4	7,7	7,6
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	101	100	97	100	101	100	101	100	100	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	102	100	97	100	104	100	103	100	102	100
Calibre des fruits g	99	100	100	100	97	100	98	100	98	100

<sup>A</sup> Dans le Tableau 3 et le Tableau 4 la durée des périodes est définie par les dates de récoltes (dernière récolte de la semaine). Ceci peut créer de légères différences avec d'autres tableaux où les périodes peuvent être définies par des semaines complètes ou des dates de fonctionnement. Les décalages n'étant pas importants, l'impact sur l'analyse des résultats est négligeable.

**Tableau 5 - Chaleur émise par les boucles de chauffe au sol et en pourtour pour les chapelles 1 à 8 et pour les chapelles 9 et 10 en kWh/m<sup>2</sup>/jour**

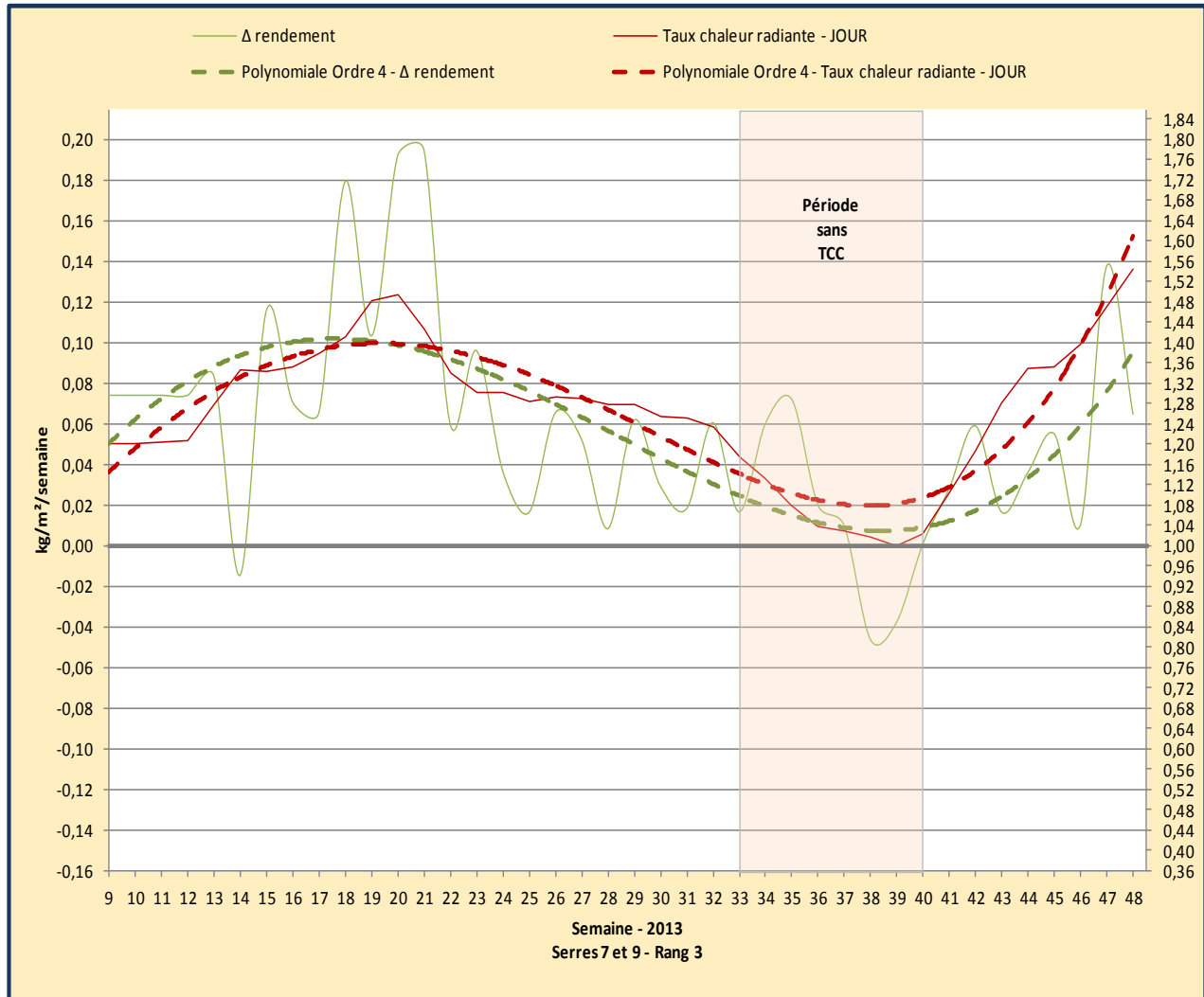
Période <sup>A</sup>		Chapelles		Différence entre les boucles
		1 à 8	9-10	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup> /j	kWh/m <sup>2</sup> /j	
2013-01-25	2013-11-13	1,30	2,05	<b>58,2%</b>
2014-01-25	2014-11-13	2,24	3,58	<b>60,0%</b>
<b>Δ 2014.vs.2013 :</b>		<b>72,9%</b>	<b>74,9%</b>	

<sup>A</sup> La période est basée sur la culture de 2014 et elle est de 293 jours.

**Tableau 6 - Calibre moyen des tomates en 2013 et 2014 pour le rang 3 et selon différentes périodes climatiques**

Période	2013		2014	
	Avec TCC g	Sans TCC g	Avec TCC g	Sans TCC g
Semaines 10 à 24	192,0	188,9	191,8	196,7
Semaines 24 à 31	206,1	201,0	195,2	194,3
Semaines 32 à 46	199,9	191,9	193,0	199,2
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>197,7</b>	<b>192,7</b>	<b>193,5</b>	<b>196,6</b>

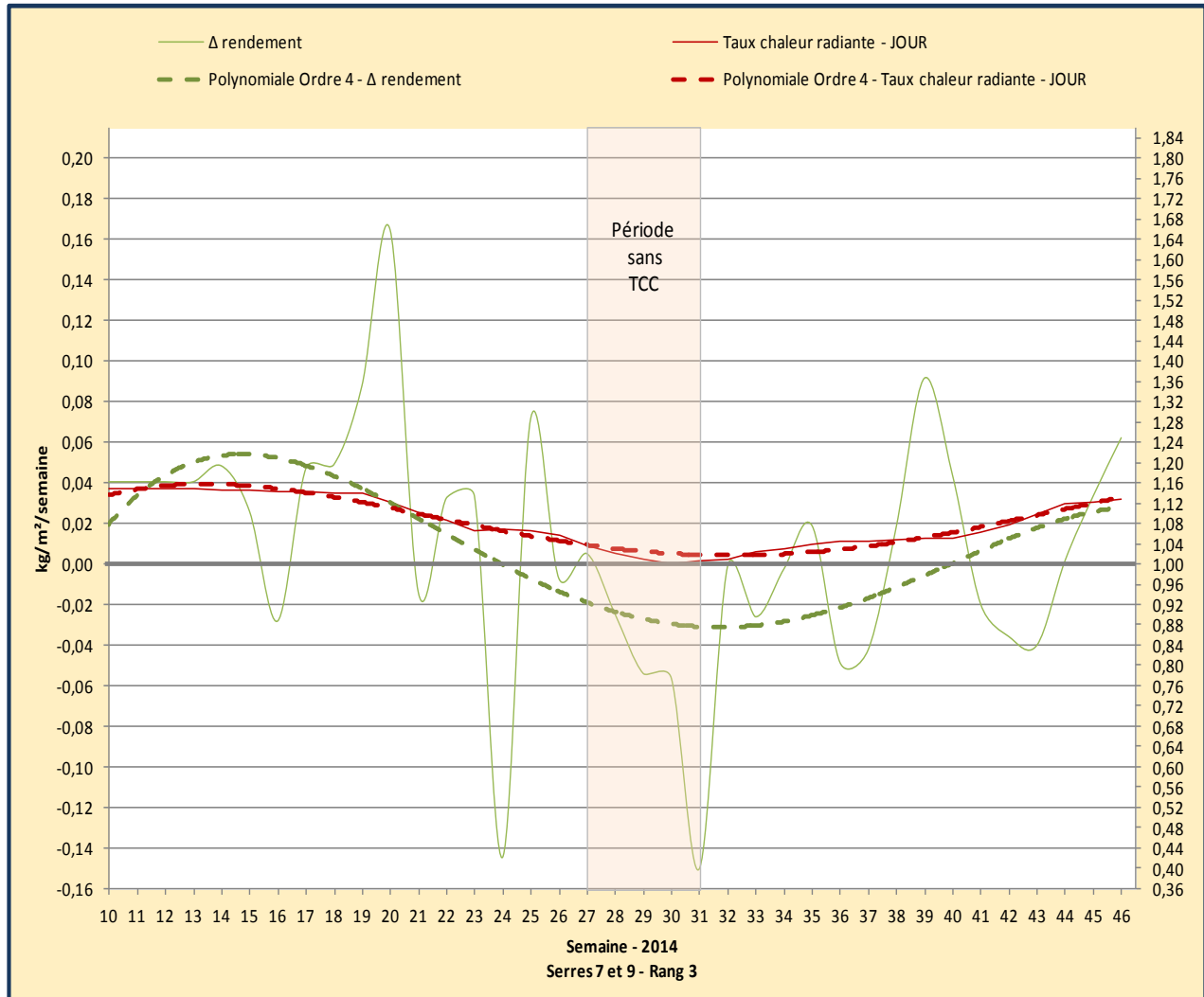
**Graphique 1 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour<sup>B</sup>**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

<sup>B</sup> Les courbes de tendance sont en pointillés (polynomiale d'ordre 4).

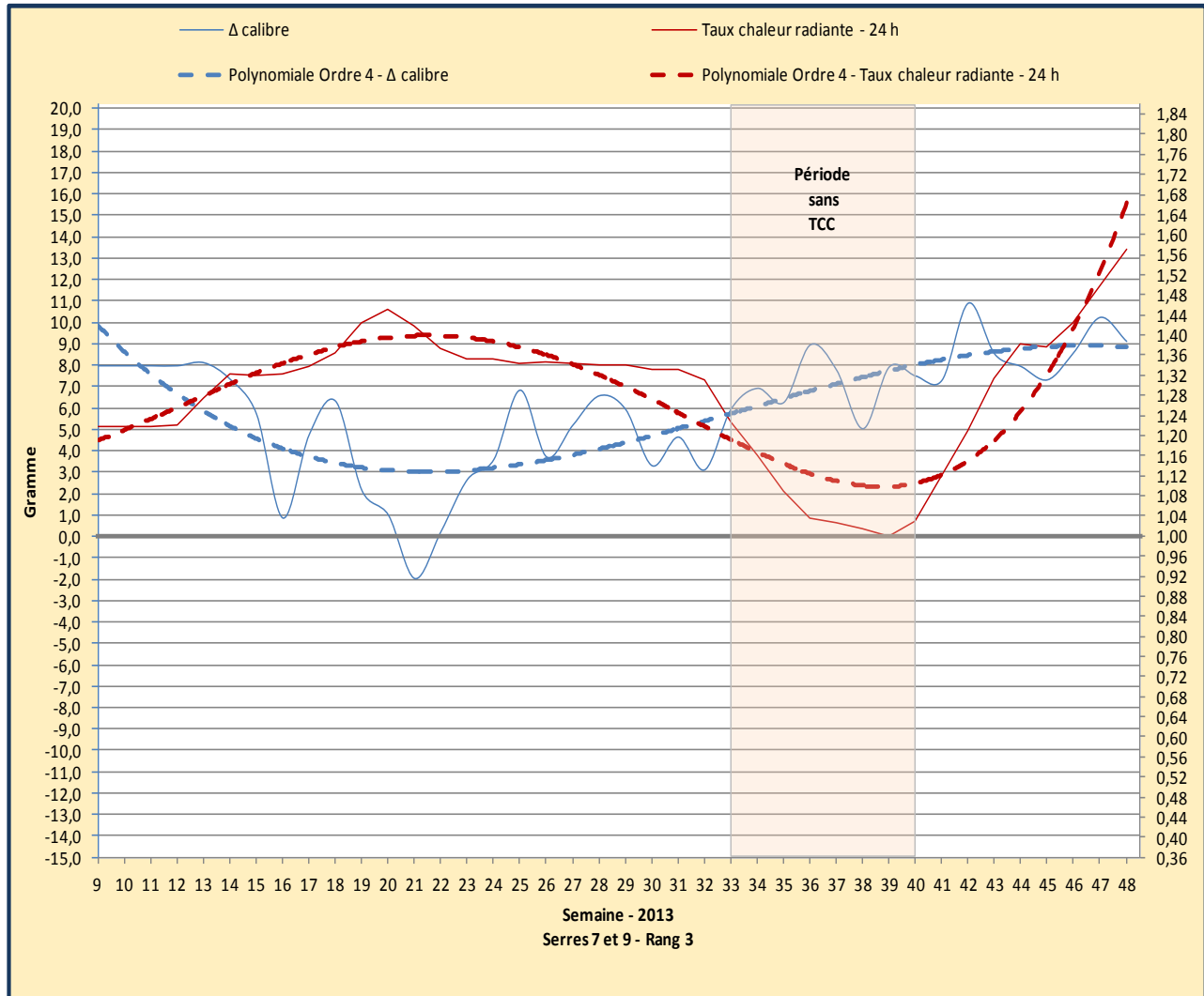
**Graphique 2 - 2014 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour<sup>B</sup>**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

<sup>B</sup> Les courbes de tendance sont en pointillés (polynomiale d'ordre 4).

**Graphique 3 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h<sup>B</sup>**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

<sup>B</sup> Les courbes de tendance sont en pointillés (polynomiale d'ordre 4).

### 1.4.3. Bilan économique

L'ensemble des bilans climatique, énergétique et agronomique ont permis d'élaborer la grille de sensibilité présentée dans le Tableau 7. Cette grille permet de connaître l'augmentation de production vendable requise pour obtenir uniquement par celle-ci une période de récupération de l'investissement de deux (2) ans. Sur la deuxième ligne de ce tableau, c'est par l'économie d'énergie requise uniquement.

**Tableau 7 - Grille de sensibilité pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de 2 ans avec les TCC**

Paramètre d'exploitation	Unité	%
Ajout de production vendable requis	1,28 kg/m <sup>2</sup> / an	2,5 %
Économie d'énergie en kWh net de chauffe	65 kWh/m <sup>2</sup> / an	9,9 %

Cette grille de sensibilité permet de constater qu'il est plus difficile de rentabiliser les TCC avec les économies d'énergie que par l'augmentation de la production. Sans compter que les économies d'énergie devront être réalisées avec des systèmes conçus, harmonisés et gérés de façon efficiente pour obtenir une économie optimale.

### 1.5. Description des modifications apportées – Exécution, justification, impact

La prise de données s'est déroulée comme convenu. Suite à l'analyse des données pour évaluer la dynamique climatique et énergétique du complexe de serres, les données énergétiques n'ont pas pu être utilisées directement pour évaluer les économies d'énergie. Les économies d'énergie ont été évaluées et non mesurées. Toutefois, les tâches exécutées ont permis comprendre la dynamique de fonctionnement des TCC incluant l'effet de la chaleur radiante sur la production et d'atteindre les objectifs du projet.

### 1.6. Conclusion

Dans le cadre du projet « Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre », l'ensemble des objectifs a été atteint sauf celui de mesurer les économies d'énergie provenant de l'utilisation des TCC. Il a été possible d'effectuer ou d'évaluer les différents bilans, climatiques, énergétiques et agronomiques pour chacune des parcelles expérimentales.

La dynamique climatique et la dynamique énergétique du complexe de serres ont été évaluées et analysées à partir des données recueillies. Ces dynamiques se sont avérées non uniformes entre les sections « Sans TCC » (chapelles 1 à 8) et « Avec TCC » (chapelles 9 à 10). Le protocole expérimental n'a pas été développé pour cette situation. Toutefois, les données recueillies et les analyses sont valables, car les ratios d'efficacité énergétique de l'ensemble de ce complexe de serres pour 2013 et 2014 sont du même ordre même si plus élevés que ceux évalués pour les années 2004-2005 et 2008.

Pour ce qui est de l'estimation des économies d'énergie que les TCC pourraient générer, étant données les conditions expérimentales de ce projet, on a dû procéder par modélisation. Cette modélisation suppose un système de contrôle bien programmé et une régie des TCC en harmonie avec les conditions climatiques et le stade de culture. Ainsi, un minimum d'économie d'énergie de 40 kWh/m<sup>2</sup> /an pourrait facilement en résulter.

Suite aux résultats obtenus et aux analyses qui ont été faites, on est donc convaincu qu'il y a des possibilités d'économie d'énergie en terme absolu (kWh/m<sup>2</sup> / an) et à coup sûr en terme de kWh/kg tomates produites.

Les différents bilans ont permis d'évaluer les effets positifs des TCC, sa dynamique de fonctionnement et des recommandations pour optimiser leur utilisation en fonction de l'année, de la période du jour et des objectifs de production (régie d'utilisation). D'autres études devront être réalisées pour développer et optimiser ces régies d'utilisation.

Les TCC ont un potentiel plus élevé que ce que le projet a permis de mesurer soit une augmentation de la production d'environ 3 à 4 % en utilisant avec précision une partie de la chaleur qui sert habituellement à la chauffe de la chapelle (transfert de 3,7 % d'énergie provenant des boucles de chauffe vers les TCC). Dans un complexe de serres dédié aux TCC et avec les bonnes régies d'utilisation, il serait possible non seulement d'augmenter le niveau de production, mais aussi de générer des économies d'énergie en terme absolue (kWh/m<sup>2</sup> /an) et en terme relié à la production (kWh/kg de tomates produites). L'effet des TCC sur le microclimat de la canopée est significatif et influence positivement le niveau de production. Il étonnant qu'avec aussi peu d'énergie qu'on puisse influencer le microclimat dans la canopée par l'apport de chaleur radiante. La fluctuation des gains agronomique est corrélée à la chaleur radiante émise à l'intérieur de la canopée par les TCC.

Les TCC diminuent les risques de maladies conditionnés par de mauvaises conditions climatiques au niveau de la canopée tout en utilisant les mêmes quantités d'énergie habituellement utilisées pour la chauffe. De jour, on observe que les plants travaillent mieux grâce à l'amélioration du microclimat des couches inférieures de feuilles d'où une augmentation du taux d'évapotranspiration des feuilles inférieures.

Pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de deux ans avec les TCC utilisés adéquatement, il est estimé que l'entreprise peut atteindre un seul des deux critères ci-dessous ou une combinaison de ceux-ci avec des niveaux moins élevés pour chacun:

- augmente la production de 2,5 % sur une base annuelle ou de 1,28 kg/m<sup>2</sup> / an;
- engendre des économies de 65 kWh nets de chauffe/m<sup>2</sup> / an ou 9,9 %.

Avec les TCC, les entreprises serricoles ont un nouvel outil de production qui, s'il est utilisé adéquatement, contribuera à augmenter la rentabilité et la viabilité de l'entreprise tout en diminuant les risques de maladies liées à une trop grande humidité dans la canopée. D'ailleurs dans les 4 dernières années, plusieurs nouveaux et grands complexes de serres maraîchères ont inclus les TCC dans leur système de distribution de chaleur.

## 2. RAPPEL DES OBJECTIFS

---

La déshumidification de serres maraîchères québécoises accapare une portion importante de l'énergie totale annuelle; pour certains mois, tels qu'avril et octobre, cette portion dédiée à la déshumidification peut atteindre la valeur de 50 %. La gestion de l'humidité chez la tomate de serre est essentielle pour assurer le transport des éléments minéraux vers la partie apicale et pour assurer un microclimat défavorable au développement de plusieurs maladies bactériennes et fongiques.

Au Québec, les entreprises de plus de 0,4 hectare en culture hâtive utilisent pour la plupart le chauffage à l'eau chaude distribuée à partir de tuyaux en acier localisés au sol et au niveau des gouttières de toit. Des essais en Ontario et en Europe ont démontré le potentiel de l'utilisation d'un chauffage à eau chaude localisé à l'intérieur de la canopée végétale (growing pipe) pour réduire les coûts de chauffage et les maladies, et augmenter les rendements. Le terme « *tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC)* » sera dorénavant employé.

Cependant, aucune étude avec mesurage n'a permis d'établir le coût réel de la déshumidification ni de déterminer l'efficacité technico-économique d'un tel moyen sous les conditions du Québec.

Ainsi, l'objectif principal est d'améliorer l'efficacité énergétique dans la production annuelle de la tomate sous serre en double polyéthylène par une optimisation des outils et des coûts de chauffage associés à la gestion de la déshumidification en fonction des variations climatiques prévalant durant les différentes saisons au Québec. Plus particulièrement, le projet visait à :

1. Établir un profil vertical d'humidité en fonction des conditions d'opérations d'une serre en double polyéthylène, selon les saisons, avec ou sans usage de tuyaux de chauffe dans la canopée.
2. Estimer la quantité d'énergie dédiée à la chauffe et à la déshumidification en condition usuelle.
3. Estimer la quantité d'énergie dédiée à la chauffe et à la déshumidification qui pourrait être économisée en utilisant les tuyaux de chauffe dans la canopée.
4. Évaluer les gains de rendement agronomique associés à l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée.
5. Identifier les critères d'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée afin de réduire le taux d'humidité dans la canopée.
6. Estimer les gains économiques pouvant résulter de l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée.



### **3. DESCRIPTION DE LA RÉALISATION DU PROJET**

---

Après avoir caractérisé le profil vertical d'humidité dans la canopée, deux techniques de déshumidification ont été comparées :

1. Déshumidification selon les méthodes généralement reconnues par l'utilisation des tuyaux au niveau du sol et du toit.
2. Substitution d'une portion du chauffage vers les tuyaux de chauffe de type « growing pipe » localisés près de la base de la canopée.

Chaque technique sera comparée en fonction de différentes journées types tenant compte des paramètres suivants : température extérieure, luminosité extérieure, luminosité intérieure, stade de la culture et conditions climatiques intérieures réelles et désirées (températures et humidités). Le lecteur lira au début de chaque analyse, les méthodologies appliquées dans le but d'analyser et d'interpréter adéquatement les données associées aux bilans énergétique, agronomique et économique.

## 4. RÉSULTATS ET ANALYSES

---

### 4.1. Caractéristiques des lieux et des systèmes

Le projet s'est déroulé en 2013 et 2014 chez Excel-Serres ltée. L'entreprise cultive de la tomate en serre depuis 1971. Il y a eu plusieurs phases de rénovations du complexe de serres, les rendements sont passés de 20 kilos au mètre carré en 1971 à près de 55 kilos au mètre carré pour la saison 2011. La culture se fait sur gouttière et de type hydroponique par goutte à goutte dans un substrat de fibre de coco avec 4,5 litres par plant.

Excel-Serres ltée emploie dix ouvriers à temps plein. Au fil des ans, les propriétaires se sont entourés d'une équipe qualifiée. De plus, de nombreux consultants nationaux et internationaux effectuent des visites régulières afin d'assurer le succès de la production sur tous les niveaux (croissance générale des plants, aspects phytosanitaires, etc.).

Depuis leurs débuts, l'entreprise se fait un devoir de favoriser la lutte biologique dans leurs serres. L'entreprise est aussi membre d'un club de production regroupant six des entreprises les plus en vue en culture en serre de tomates au Québec, soit le Club Pro-Serre. Ce club d'encadrement technique s'implique dans des projets de recherche et est considéré comme un outil puissant de mise en commun du savoir des producteurs.

Lors de l'édition 2010 de l'Ordre national du mérite agricole, Excel-Serres ltée a reçu les mérites suivants :

- Gagnant national : catégorie Bronze - 1er rang
- Lauréat régional : catégorie Bronze - 1er rang

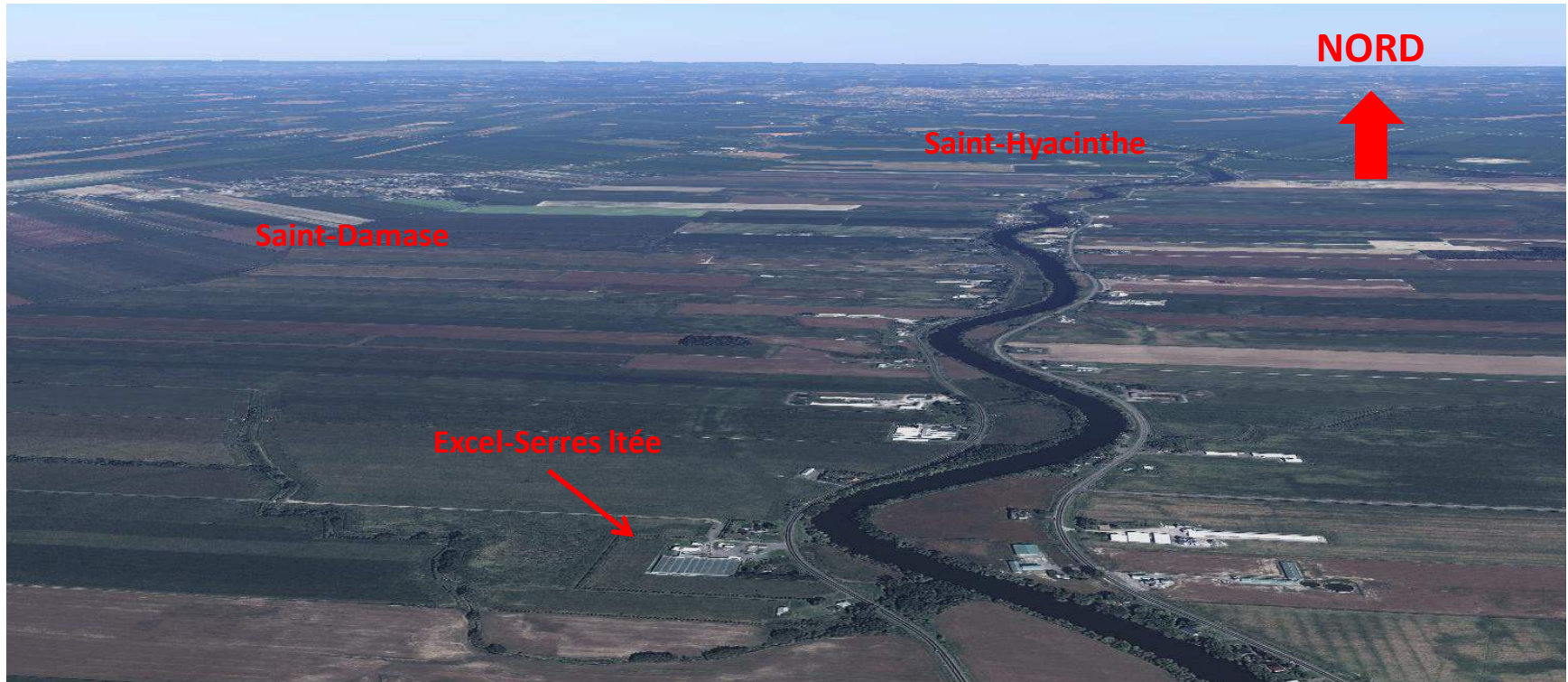
#### 4.1.1. Localisation

L'entreprise est localisée à Saint-Damase près de Saint-Hyacinthe. La Photo 4 et la Photo 5 présentent une vue aérienne de l'entreprise. Le Schéma 5 présente les principales composantes et dimensions du complexe de serres. Les chapelles ont toutes la même largeur. Le lecteur trouvera à l'Annexe 3 des schémas plus détaillés des lieux, de la localisation de divers systèmes (exemples : système de distribution de chaleur à eau chaude, système de tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC)<sup>1</sup>, Horizontal Air Flow, cages aspirantes, capteurs ROTRONICS, capteurs HOBO et plus).

---

<sup>1</sup>Autre terme utilisé : « growing pipe (GP) ».

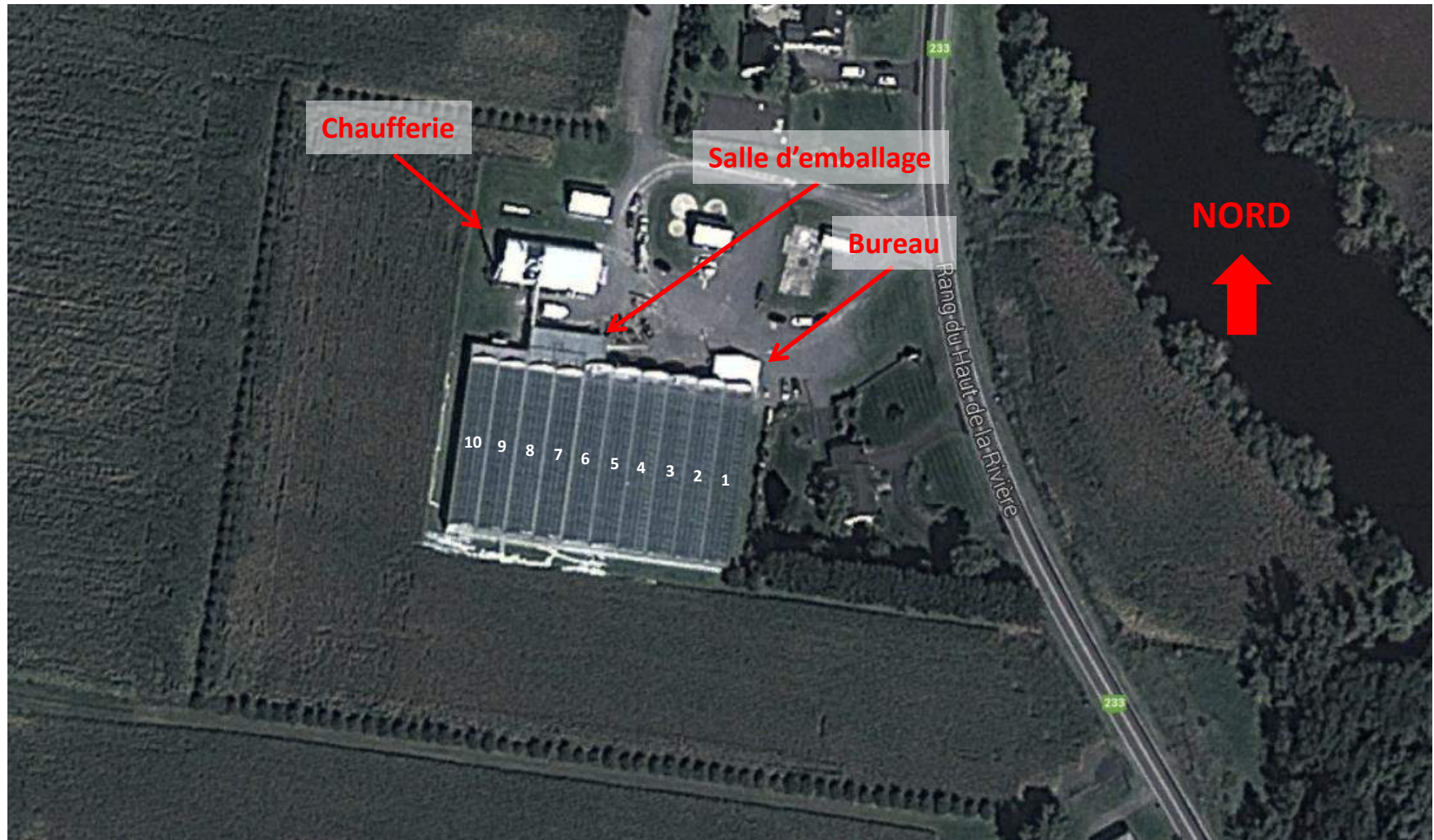
**Photo 4 - Localisation de l'entreprise**



Source : Google Maps (12 mai 2014); Adaptation : Marco Girouard, ing.

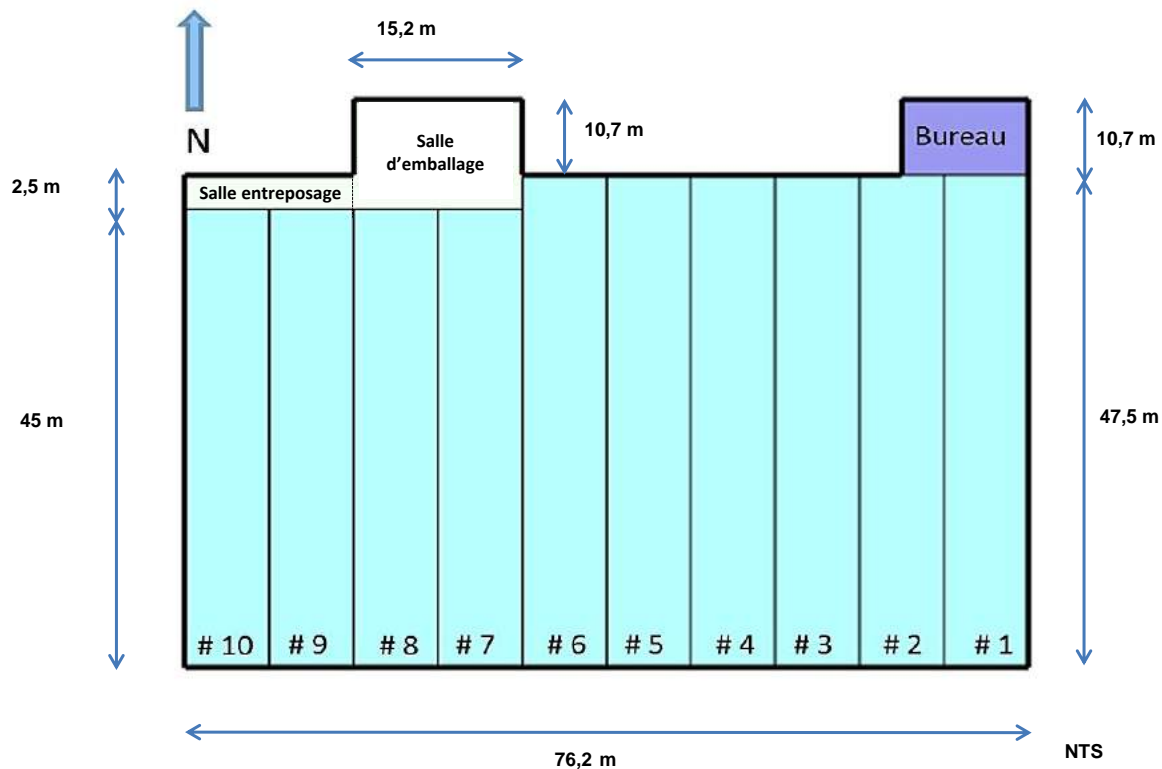
Excel-Serres Itée : latitude : 45° 29' Nord, longitude : 73° 0' Ouest, élévation 29,9 mètres

Photo 5 - Vue aérienne de l'entreprise



Source : Google Maps (12 mai 2014); Adaptation : Marco Girouard, ing.

### Schéma 5 - Principales dimensions du complexe de serres



Il y a dans la section nord des chapelles 9 et 10 une zone entreposage. La zone entreposage comprend un mini atelier de travail (chapelle 9, section nord-est). La salle d'emballage comprend une salle réfrigérée (section nord-est) et le quai de réception des marchandises (côté est). La salle d'entreposage, le mini atelier de travail et la salle d'emballage sont à aire ouverte avec les chapelles. Le bureau comprend la salle de repos des employés. Le bureau est séparé des chapelles par un mur isolé.

#### 4.1.2. Système de contrôle

L'entreprise utilise le système de contrôle ARGUS pour contrôler et gérer les différents systèmes qu'on retrouve dans le complexe de serre (exemples : systèmes de génération et de distribution de chaleur, système de ventilation, système d'irrigation et de fertilisation, système TCC, etc.).

Au niveau de la gestion climatique, il existe deux cages aspirantes localisées respectivement dans la chapelle 2 et la chapelle 9. Chacune des cages aspirantes possède un capteur de température et un capteur d'humidité relative. Tous les deux sont des capteurs électroniques. Le système de contrôle ARGUS gère les boucles de chauffe. Aussi, il prend la température d'aller et de retour des différentes boucles de chauffe, et le taux d'ouverture des valves mélangeuses.

Des données météo sont aussi sauvegardées par le système de contrôle ARGUS (exemples : direction et intensité du vent, radiation solaire, température extérieure).

Le système de gestion de la combustion de la biomasse et de ses diverses composantes sont gérés par le système à biomasse et non par le système de contrôle ARGUS.

#### 4.1.3. Enveloppe thermique

Le Tableau 8 présente les principales caractéristiques de l'enveloppe thermique du complexe de serres. Le complexe de serres ne possède pas d'écrans thermiques.

**Tableau 8 - Principales caractéristiques de l'enveloppe thermique du complexe de serres**

Zones	Sections	Matériau	Hauteur Superficie	Épaisseur
Chapelles 1 à 10	Murs : sud, est et ouest	Polyuréthane giclé	0 m à 1,83 m (0 à 6 pieds)	7,6 cm (3 pouces)
	Murs : sud, est et ouest	Double paroi de polyéthylène gonflé	De 1,83 m à la gouttière	n.a.
	Toit	Double paroi de polyéthylène gonflé	Au complet	n.a.
Bureau Salle d'emballage Salle d'entreposage	Murs : nord, ouest, sud <sup>2</sup> et est	Laine minérale	Au complet	15,2 cm (6 pouces)
	Plafond	Laine minérale	Au complet	25,4 cm (10 pouces)

<sup>2</sup> Mur séparant le bureau du complexe de serres seulement.

#### 4.1.4. Système de génération et de distribution de chaleur

La chaleur est générée par un système à biomasse et au propane. Le propane est utilisé à la base pour générer du CO<sub>2</sub> le jour pour la production de tomates. Le système à biomasse a été remplacé par un nouveau à l'automne 2013. Pendant cette période, les TCC n'ont pas été en fonction.

La chaleur est distribuée par un réseau hydronique. L'entreprise utilise aussi un réservoir d'hydro-accumulation. Le Tableau 9 présente les principales caractéristiques de ce réseau de distribution de chaleur. Le lecteur trouvera à l'Annexe 3 des schémas détaillant davantage le réseau hydronique. La boucle TCC principale alimente quatre boucles TCC secondaires.

Une pompe de circulation dans chaque boucle fonctionne en continu. La pompe est à débit fixe. Une valve mélangeuse s'ouvre pour alimenter ces boucles de chaleur selon le besoin. Un taux d'ouverture de 0% indique que la boucle n'est pas alimentée en chaleur par la boucle primaire. Cette chaleur provient évidemment des systèmes de génération de chaleur ou encore du réservoir d'hydro-accumulation (boucle primaire).

Le lecteur trouvera à l'Annexe 4 les caractéristiques des débits des pompes des différentes boucles selon différents taux d'ouverture des valves mélangeuses. La venue du nouveau système de chauffe n'a pas changé ces caractéristiques.

**Tableau 9 - Principales caractéristiques des différentes boucles de chauffe**

No.	Chapelle(s)	Localisation	Superficie (m <sup>2</sup> )	Contrôle Gestion	Période en fonction
1	1 à 8	Pourtour et rails au sol	2 859	Cage aspirante 2	À l'année
2	9 à 10	Pourtour et rails au sol	685	Cage aspirante 9	À l'année
3	1 à 10 <sup>3</sup>	Toit	3 544	Cage aspirante 2	2013-01-01 au 2013-04-18 2013-11-09 au 2014-04-17 <b>La boucle n'a pas été réutilisée par la suite pour la production de 2014.</b>
4	TCC (principale)	9 à 10 La boucle principale alimente quatre boucles secondaires qui circulent dans la canopée des demi-rangs : 82-83 à 96-97	Aller : Ø de 3,175 cm (1¼") 4 fois 45,0 m Retour : Ø = 3,810 cm (1½") 4 fois 45,0 m	Programmation	À l'année <b>Note : non en opération du 8 août au 1<sup>er</sup> octobre 2013<sup>4</sup></b>

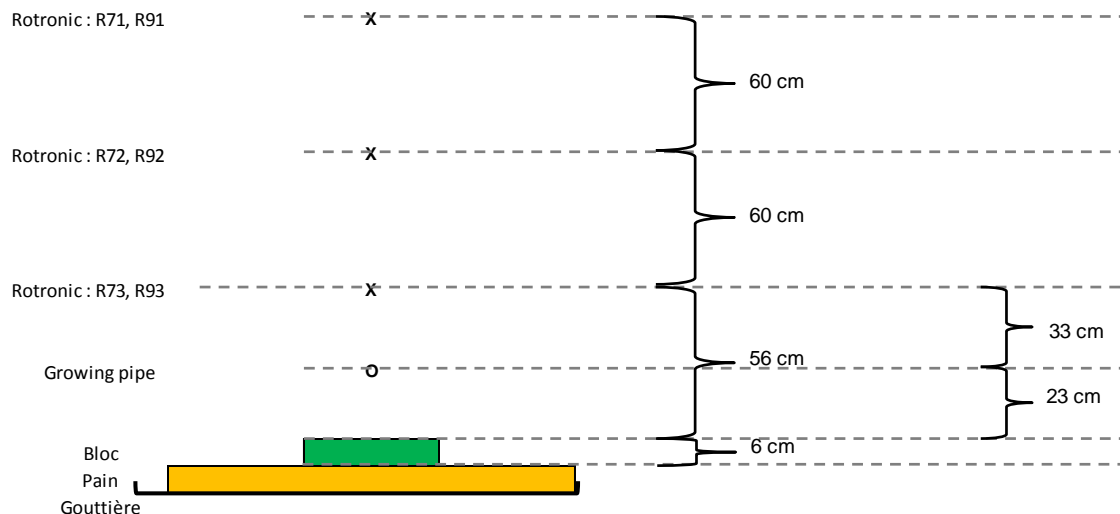
<sup>3</sup> La boucle de chauffe au toit sert principalement à faire fondre la neige au toit lors de tempêtes de neige ou encore pour combler un manque de chaleur lors de froid extrême. La pompe de circulation est arrêtée du printemps (mi-avril) jusqu'au début de l'hiver (mi-novembre).

<sup>4</sup> Les TCC ont été fermés pendant la journée 8 août 2013. Le 9 août 2013 est la première journée complète sans TCC (taux d'ouverture de la valve : 0%). Les TCC ont été utilisés de nouveau pendant la journée du 1<sup>er</sup> octobre 2013. Le 26 septembre 2013 est la dernière journée complète sans TCC (taux d'ouverture de la valve : 0%). La fermeture est liée à l'installation du nouveau système à biomasse.

#### 4.1.5. Boucle TCC et localisation des capteurs ROTRONICS

Le Schéma 6 présente la localisation du TCC dans la canopée et la localisation des capteurs ROTRONICS. Ceci est valable pour les années 2013 et 2014. Les capteurs ROTRONICS mesurent pour une pression barométrique normalisée de 101 325 Pa l'humidité relative et la température à différentes hauteurs dans la canopée dans les chapelles 7 (chapelle sans TCC) et la chapelle 9 (chapelle avec TCC). Les capteurs ROTRONICS sont utilisés seulement dans le cadre du projet. Le lecteur trouvera à l'Annexe 3 la localisation des capteurs dans les chapelles 7 et 9 (vue aérienne et de profil).

#### Schéma 6 - Localisation du TCC et des capteurs ROTRONICS



Notes : les plants à maturité dépassent de 60 cm les capteurs R71 et R91.

#### 4.1.6. Systèmes de ventilation et de déshumidification, HAF

La ventilation et la déshumidification du complexe de serres sont réalisées par l'ouverture des ouvrants au toit à un taux donné selon la programmation du système ARGUS. Les chapelles ont un ouvrant au toit à mi-toit sur un seul côté (côté est). Le complexe de serres ne possède pas d'ouvrants latéraux. La cage aspirante 2 contrôle les ouvrants au toit des chapelles 1 à 6. La cage aspirante 9 contrôle les ouvrants au toit des chapelles 7 à 10.

Le complexe de serre utilise aussi des HAF<sup>5</sup>. Les HAF servent à uniformiser le climat dans le complexe de serres. Les HAF sont localisés à travers la serre entre le sommet de la canopée et les gouttières du toit.

<sup>5</sup> Horizontal Air Flow



## 4.2. Bilan climatique et énergétique

### 4.2.1. Généralités

Un des objectifs du projet consiste à estimer les économies d'énergie que pourrait engendrer l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC). L'économie d'énergie que peut engendrer l'utilisation des TCC peut avoir plusieurs composantes :

- Réduction du taux de ventilation de la serre par une optimisation de la gestion de l'humidité relative ou du DPV<sup>6</sup> au niveau de la canopée. Cette dernière minimise ainsi la perte de chaleur via la ventilation.
- Optimisation du climat au niveau de la canopée pour gérer la croissance des plants et de la production selon les objectifs de l'entreprise sericole tout en tenant compte du stade des plants, de la période de l'année.

Dans le cadre de ce projet, les sources d'énergie proviennent de trois sources :

1. l'énergie nette émise par le système de distribution de chaleur des chapelles 1 à 10;
2. l'énergie nette émise par les TCC des chapelles 9 à 10;
3. l'énergie nette provenant de la radiation solaire (shortwave) des chapelles 1 à 10.

L'énergie nette émise par le système de distribution de chaleur et les TCC est principalement utilisée pour y maintenir un climat optimal pour la production. Cette énergie a été évaluée en mesurant le débit circulant à travers les différentes boucles de chaleur et les températures d'entrée et de sortie de ces mêmes boucles<sup>7</sup>. Le complexe de serres utilise quatre boucles de chauffe (voir le Tableau 9 à la page 47).

Concernant la radiation solaire (shortwave), celle-ci agit sur deux niveaux. Premièrement, la lumière va activer le processus de la photosynthèse. Deuxièmement, la chaleur émise sur le plant va favoriser l'augmentation du taux de respiration du plant. La qualité et l'état des infrastructures qui composent le complexe de serres peuvent réduire le niveau de radiation solaire que la canopée peut recevoir. Pour ce dernier point et dans le cadre du projet, la radiation solaire (shortwave) a été analysée en mesurant la radiation solaire reçue à l'intérieur des chapelles 7 et 9, et à l'extérieure du complexe de serres.

La chapelle 7 est une chapelle sans TCC. Elle est la chapelle de référence. La chapelle 9 est une chapelle avec TCC. L'analyse de la radiation solaire permet d'évaluer si une chapelle a été privilégiée de façon significative ou non par rapport à l'autre sur la quantité de radiation solaire reçue. Cet élément sera discuté dans la section 4.3 (page 256). Toutefois, cette analyse de la radiation solaire ne peut pas évaluer les fluctuations qui peuvent survenir d'un rang à l'autre pour les chapelles 7 et 9. La fluctuation de la radiation solaire d'un rang à l'autre sera discutée dans la section du bilan agronomique.

Au niveau du bilan énergétique, il y a deux approches pour comparer la chapelle 9 de la chapelle 7 :

1. Évaluer les ratios d'efficacité énergétique associés à la chauffe, à la ventilation et à la déshumidification.

---

<sup>6</sup> Déficit de pression de vapeur.

<sup>7</sup> Référence : Production thermique issue de chaufferie biomasse. Fiche technique : comptage de l'énergie thermique : eau chaude et surchauffée (mai 2012). Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par Enertime SAS ([www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)).

2. Évaluer la quantité d'énergie nette pour produire un kilogramme de tomates vendables. Pour se faire, il faut évaluer les besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification. Aussi, il faut évaluer la dynamique de fonctionnement du système de distribution de chaleur pour être en mesure d'interpréter adéquatement les résultats obtenus. Les sections suivantes présentent :

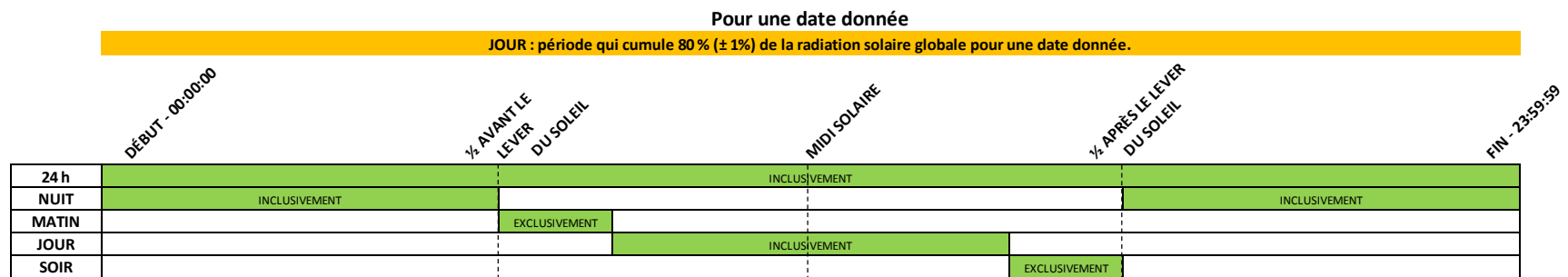
- les méthodologies utilisées;
- les résultats et analyses obtenus;
- une interprétation des résultats.

#### 4.2.2. Définition des différentes périodes journalières

Les données climatiques externes et internes des chapelles 7 et 9 incluant la radiation solaire, et la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe ont été traitées en fonction de cinq périodes journalières : 24 h, NUIT<sup>8</sup>, MATIN, JOUR et SOIR.

Cette façon de procéder a été choisie pour faciliter l'analyse et l'interprétation des données. La dynamique climatique et énergétique d'un complexe de serres et sa gestion ne sont pas les mêmes selon les périodes de la journée à cause des gains solaires. Les périodes du MATIN et du SOIR n'ont pas été analysées de façon systématique, car ce sont des périodes de transition entre la NUIT et le JOUR. Ainsi, les périodes « 24 h », « NUIT » et « JOUR » sont celles qui ont été privilégiées pour effectuer les analyses des données et leurs interprétations. Le lecteur trouvera à l'Annexe 1 pour les années 2013 et 2014 les heures affiliées à ces différentes périodes journalières. Le Schéma 7 présente la définition des différentes périodes journalières.

#### Schéma 7 - Définition des différentes périodes journalières



Période de la journée pour une date donnée qui définit les différentes périodes journalières.  
Les termes « INCLUSIVEMENT » ou « EXCLUSIVEMENT » indiquent si pour une période journalière donnée le temps calculé fait partie ou non de cette période journalière.

<sup>8</sup> Cette période est souvent présentée comme la NUIT #2 dans certains tableaux que le lecteur pourra retrouver dans les annexes. Si le lecteur voit la période NUIT #1, celle-ci est la période qui commence ½ heure après le lever du soleil jusqu'au lendemain matin ½ heure avant le lever du soleil. La différence entre la NUIT #1 et la NUIT #2 pour une donnée spécifique (exemple : température dans la chapelle 7) est très minime. Plus les données couvrent une plus grande période, plus la différence entre la NUIT #1 et la NUIT #2 est faible. Pour le projet, la période de NUIT #2 a été privilégiée, car elle se rapporte à une seule et même date.

### 4.2.3. Bilan « Radiation solaire (shortwave) »

L'analyse de la radiation solaire (shortwave)<sup>9</sup> permet d'évaluer d'une part la radiation solaire (shortwave) cumulée et reçue par les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). Pour ce faire, un capteur de radiation solaire<sup>10</sup> a été installé à la hauteur des gouttières du complexe de serres au centre des deux chapelles. D'autre part, deux autres capteurs<sup>11</sup> localisés à l'extérieur du complexe de serres ont permis d'évaluer le taux de transmission de lumière. Les différentes analyses indiquent si une chapelle a reçu davantage de radiation solaire (shortwave) par rapport à l'autre. Le bilan agronomique doit en tenir compte s'il y a lieu lors de l'interprétation des résultats agronomiques.

#### Taux de transmission de lumière

Le taux de transmission de lumière est un indicateur qui présente globalement l'impact des infrastructures d'une serre au niveau de la lumière reçue à l'intérieure de la serre (exemples : charpente, matériaux de recouvrement : type et âge).<sup>12</sup>

Ce taux varie aussi selon la période de la journée et de l'année. Pour les besoins du projet, les journées les plus ensoleillées ont été choisies pour l'évaluer. L'évaluation du taux de transmission de lumière a été réalisée de deux façons :

1. Analyse des données de la radiation solaire en prenant les données à  $\pm 1$  heure du midi solaire
2. Analyse de la radiation solaire pour une journée complète.

Le Tableau 10 (page 53) présente le taux de transmission de lumière lorsque le soleil est au zénith ( $\pm 1$  heure du midi solaire). Le Tableau 11 présente le taux de transmission de lumière basé sur une journée entière.

De ces résultats, le taux de transmission de lumière est légèrement supérieure lorsque les données sont prises à  $\pm 1$  heure du midi solaire dans la chapelle 9 par rapport à la chapelle 7. Le même constat s'applique lorsque le taux a été évalué sur une journée entière. Toutefois, cette différence n'est pas jugée significative. Pour refléter davantage la lumière reçue par les plants, la radiation solaire cumulée doit être évaluée.

---

<sup>9</sup> Shortwave varie de 280 à 2 800 nm. Longwave varie de 2 800 à 100 000 nm.

<sup>10</sup> 1 x capteur pyranomètre (shortwave) de la compagnie d'Onset Computer.

<sup>11</sup> 1 x capteur pyranomètre (shortwave) de la station météo DAVIS; 1 x capteur pyranomètre (shortwave) de la station météo ARGUS.

<sup>12</sup> Le montage des capteurs de radiation solaire ne permet pas de voir la fluctuation de la radiation solaire à différents endroits pour une même chapelle à un temps donné.

**Tableau 10 - Taux de transmission de lumière à ± une heure du midi solaire pour les chapelles 7 et 9**

Date	Clear Sky		DAVIS						ARGUS					
	Lumière extérieure théorique		Selon heures Clear Sky			Selon heures valables			Selon heures Clear Sky			Selon heures valables		
	7	9	7	9	$\Delta_{9-7}$	7	9	$\Delta_{9-7}$	7	9	$\Delta$	7	9	$\Delta_{9-7}$
17 juillet 2013	75,9%	78,0%	78,3%	80,4%	2,1%	78,8%	79,5%	0,7%	81,1%	83,3%	2,2%	81,1%	83,3%	2,2%
21 juillet 2013	76,6%	78,8%	79,7%	82,0%	2,3%	80,4%	82,5%	2,1%	77,2%	79,5%	2,2%	77,2%	79,5%	2,2%
22 juillet 2013	82,0%	83,8%	79,4%	81,2%	1,8%	81,7%	82,9%	1,3%	82,8%	84,7%	1,9%	82,8%	84,7%	1,9%
29 septembre 2013	73,9%	74,4%	76,7%	77,3%	0,6%	75,8%	75,0%	-0,8%	77,6%	78,2%	0,6%	77,6%	78,2%	0,6%
17 février 2014	78,2%	79,5%	73,4%	74,7%	1,3%	73,4%	74,7%	1,3%	78,9%	81,4%	2,5%	78,9%	81,4%	2,5%
19 juin 2014	85,0%	88,0%	86,1%	89,1%	3,0%	86,1%	89,1%	3,0%	83,5%	86,4%	2,9%	83,5%	86,4%	2,9%
22 juin 2014	84,5%	87,6%	86,0%	89,2%	3,1%	86,0%	89,2%	3,1%	83,5%	86,6%	3,0%	83,5%	86,6%	3,0%
27 juin 2014	86,1%	88,0%	86,6%	88,6%	2,0%	86,6%	88,6%	2,0%	84,2%	86,2%	1,9%	84,2%	86,2%	1,9%
<b>Moyenne 2013 :</b>					<b>1,7%</b>			<b>0,8%</b>			<b>1,7%</b>			<b>1,7%</b>
<b>Moyenne 2014 :</b>					<b>2,4%</b>			<b>2,4%</b>			<b>2,6%</b>			<b>2,6%</b>

Notes :

- Le taux de transmission de lumière est le rapport de la radiation solaire lu par le capteur d'Onset Computer d'une serre sur la radiation solaire lu à l'extérieure de la serre (valeur théorique via Clear Sky, DAVIS, ARGUS).
- Les dates retenues sont des journées considérées les plus ensoleillées et où les données d'Onset Computer étaient disponibles.
- Les heures retenues sont à ± 1 heure du midi solaire.
- Pour le taux de transmission « Clear Sky », la lumière extérieure est une valeur théorique qui ne tient pas compte des conditions météo et de l'environnement à l'extérieure des serres (exemple : réflexion de la lumière sur la neige au sol).
- « Selon heures Clear Sky » : ceci indique que la moyenne est calculée à partir des données d'Onset Computer correspondantes aux données Clear Sky dans le temps (heures).
- « Selon heures valables » : ceci indique que la moyenne est calculée à partir des données d'Onset Computer jugées valables (période ensoleillée).

**Tableau 11 - Taux de transmission de lumière basé sur une journée entière pour les chapelles 7 et 9**

Date	DAVIS		
	7	9	$\Delta_{9-7}$
21 juillet 2013	84,6%	86,0%	1,4%
29 septembre 2013	75,8%	79,7%	3,9%
19 juin 2014	85,9%	88,4%	2,5%
22 juin 2014	86,6%	90,3%	3,6%
27 juin 2014	85,2%	85,9%	0,7%
<b>Moyenne 2013 :</b>			<b>2,6%</b>
<b>Moyenne 2014 :</b>			<b>2,3%</b>

Notes :

- Le taux de transmission de lumière est le rapport de la superficie sous les courbes mesurant la radiation solaire à l'intérieur d'une serre versus celle de l'extérieur. Les superficies ont été évaluées avec un outil informatique. Pour ce faire, les courbes ont été lissées pour corriger les imperfections au meilleur de nos connaissances.
- Les dates retenues sont des journées considérées les plus ensoleillées et où les données étaient disponibles (Onset Computer, DAVIS, ARGUS).
- En fonction de la qualité des courbes des serres 7 et 9, seules les courbes des dates suivantes ont été jugées représentatives de la réalité :
  - 21 juillet 2013
  - 29 septembre 2013
  - 19 juin 2014
  - 22 juin 2014
  - 27 juin 2014

Les courbes du 17 février 2014 n'ont pas été retenues à cause de la trop grande variation de l'intensité lumineuse durant cette journée.

- Lors des analyses, les courbes ont été effectuées avec les données ARGUS. Celles-ci ont été considérées comme similaires aux courbes réalisées avec les données de DAVIS. Ainsi, seul le tableau avec les données DAVIS a été effectué.
- Le lecteur trouvera à Annexe 2 les courbes intégrant les données d'Onset Computer avec les données de DAVIS et d'ARGUS.

#### 4.2.4. Radiation solaire cumulée

Pour connaître ce que les plants ont obtenu en terme de lumière, la radiation solaire (shortwave) mesurée à l'extérieur du complexe de serres, mais aussi à l'intérieur des chapelles 7 et 9 permet de calculer la radiation solaire cumulée (shortwave). Sur une base hebdomadaire, le terme généralement utilisé est le « rayonnement solaire global hebdomadaire ». La radiation solaire cumulée est exprimée en terme de Joule/cm<sup>2</sup>.

Le Tableau 12 et le Tableau 13 présentent la radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) calculée à partir du capteur de lumière ARGUS. En 2013, les données sont complètes. En 2014, les données ont débuté dès le début de l'année pour se terminer à la dernière semaine de production. On observe que le complexe de serres a reçu sur une base de 49 semaines 2,0 % plus de radiation solaire en 2014 par rapport en 2013 (voir le Tableau 14; les caractères en rouge indiquent un déficit de la radiation solaire par rapport à l'année 2013). Le Graphique 4 présente la variation de la radiation solaire cumulée pour les semaines 1 à 49 pour les années 2013 et 2014. Les semaines 16 à 20 en 2014 fut des semaines très peu ensoleillé.

**Tableau 12 - 2013 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave)  
Extérieure du complexe de serres**

2013 : Semaine			Radiation solaire cumulée extérieure
#	Début	Fin	J/cm <sup>2</sup>
1	2012-12-30	2013-01-05	2 524
2	2013-01-06	2013-01-12	2 784
3	2013-01-13	2013-01-19	2 823
4	2013-01-20	2013-01-26	4 299
5	2013-01-27	2013-02-02	4 364
6	2013-02-03	2013-02-09	5 947
7	2013-02-10	2013-02-16	4 760
8	2013-02-17	2013-02-23	5 782
9	2013-02-24	2013-03-02	5 546
10	2013-03-03	2013-03-09	8 450
11	2013-03-10	2013-03-16	7 243
12	2013-03-17	2013-03-23	11 255
13	2013-03-24	2013-03-30	11 306
14	2013-03-31	2013-04-06	10 259
15	2013-04-07	2013-04-13	6 777
16	2013-04-14	2013-04-20	9 988
17	2013-04-21	2013-04-27	15 834
18	2013-04-28	2013-05-04	16 492
19	2013-05-05	2013-05-11	15 951
20	2013-05-12	2013-05-18	13 952
21	2013-05-19	2013-05-25	7 368
22	2013-05-26	2013-06-01	14 272
23	2013-06-02	2013-06-08	10 715
24	2013-06-09	2013-06-15	13 538
25	2013-06-16	2013-06-22	14 027
26	2013-06-23	2013-06-29	9 805
27	2013-06-30	2013-07-06	13 274

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2013 : Semaine			Radiation solaire cumulée extérieure
#	Début	Fin	J/cm <sup>2</sup>
28	2013-07-07	2013-07-13	16 487
29	2013-07-14	2013-07-20	14 883
30	2013-07-21	2013-07-27	15 986
31	2013-07-28	2013-08-03	13 796
32	2013-08-04	2013-08-10	14 063
33	2013-08-11	2013-08-17	13 705
34	2013-08-18	2013-08-24	13 840
35	2013-08-25	2013-08-31	8 916
36	2013-09-01	2013-09-07	10 311
37	2013-09-08	2013-09-14	6 574
38	2013-09-15	2013-09-21	10 697
39	2013-09-22	2013-09-28	7 628
40	2013-09-29	2013-10-05	8 632
41	2013-10-06	2013-10-12	8 029
42	2013-10-13	2013-10-19	4 747
43	2013-10-20	2013-10-26	4 044
44	2013-10-27	2013-11-02	2 707
45	2013-11-03	2013-11-09	4 326
46	2013-11-10	2013-11-16	3 224
47	2013-11-17	2013-11-23	2 887
48	2013-11-24	2013-11-30	3 088
49	2013-12-01	2013-12-07	2 098
50	2013-12-08	2013-12-14	3 150
51	2013-12-15	2013-12-21	2 400
52	2013-12-22	2013-12-28	2 173
<b>Total (semaine 1 à 49) :</b>			<b>440 006</b>



**Tableau 13 - 2014 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave)  
Extérieure du complexe de serres**

2014 : Semaine			Radiation solaire cumulée extérieure
#	Début	Fin	J/cm <sup>2</sup>
1	2013-12-29	2014-01-04	3 455
2	2014-01-05	2014-01-11	2 802
3	2014-01-12	2014-01-18	2 738
4	2014-01-19	2014-01-25	3 937
5	2014-01-26	2014-02-01	4 377
6	2014-02-02	2014-02-08	4 431
7	2014-02-09	2014-02-15	4 970
8	2014-02-16	2014-02-22	6 374
9	2014-02-23	2014-03-01	8 224
10	2014-03-02	2014-03-08	10 307
11	2014-03-09	2014-03-15	7 614
12	2014-03-16	2014-03-22	9 625
13	2014-03-23	2014-03-29	11 245
14	2014-03-30	2014-04-05	11 426
15	2014-04-06	2014-04-12	12 362
16	2014-04-13	2014-04-19	10 503
17	2014-04-20	2014-04-26	9 303
18	2014-04-27	2014-05-03	9 582
19	2014-05-04	2014-05-10	9 995
20	2014-05-11	2014-05-17	13 185
21	2014-05-18	2014-05-24	15 950
22	2014-05-25	2014-05-31	12 183
23	2014-06-01	2014-06-07	15 261
24	2014-06-08	2014-06-14	12 187
25	2014-06-15	2014-06-21	17 196
26	2014-06-22	2014-06-28	15 990
27	2014-06-29	2014-07-05	14 062
28	2014-07-06	2014-07-12	15 495
29	2014-07-13	2014-07-19	13 777
30	2014-07-20	2014-07-26	15 654
31	2014-07-27	2014-08-02	12 647
32	2014-08-03	2014-08-09	15 229
33	2014-08-10	2014-08-16	10 420
34	2014-08-17	2014-08-23	12 407
35	2014-08-24	2014-08-30	13 668
36	2014-08-31	2014-09-06	9 849
37	2014-09-07	2014-09-13	9 530
38	2014-09-14	2014-09-20	9 752
39	2014-09-21	2014-09-27	8 516
40	2014-09-28	2014-10-04	7 741
41	2014-10-05	2014-10-11	6 148
42	2014-10-12	2014-10-18	5 338
43	2014-10-19	2014-10-25	3 561

2014 : Semaine			Radiation solaire cumulée extérieure
#	Début	Fin	J/cm <sup>2</sup>
44	2014-10-26	2014-11-01	3 615
45	2014-11-02	2014-11-08	3 875
46	2014-11-09	2014-11-15	3 544
47	2014-11-16	2014-11-22	3 848
48	2014-11-23	2014-11-29	2 295
49	2014-11-30	2014-12-06	2 624
<b>Total (semaine 1 à 49) :</b>			<b>448 814</b>

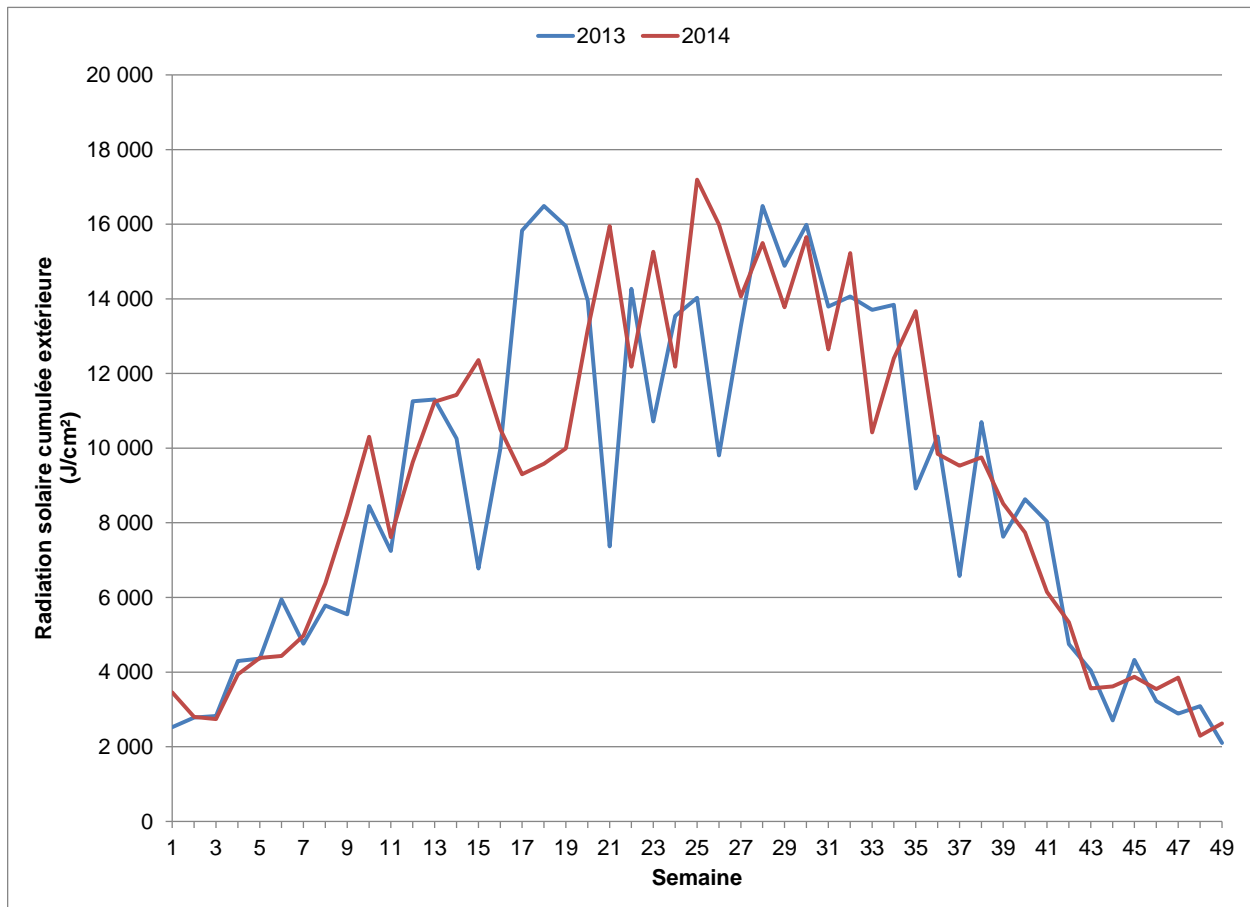
**Tableau 14 - Comparaison de la radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) des années 2013 et 2014 pour les semaines 1 à 49**  
**Radiation solaire mesurée à l'extérieure du complexe de serres**

Semaine	$\Delta_{2014-2013}$ %
1	26,9
2	0,6
3	-3,1
4	-9,2
5	0,3
6	-34,2
7	4,2
8	9,3
9	32,6
10	18,0
11	4,9
12	-16,9
13	-0,5
14	10,2
15	45,2
16	4,9
17	-70,2
18	-72,1
19	-59,6
20	-5,8
21	53,8
22	-17,1
23	29,8
24	-11,1
25	18,4
26	38,7
27	5,6
28	-6,4
29	-8,0
30	-2,1
31	-9,1
32	7,7
33	-31,5
34	-11,6
35	34,8
36	-4,7
37	31,0
38	-9,7
39	10,4
40	-11,5
41	-30,6
42	11,1
43	-13,6

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

<b>Semaine</b>	$\Delta_{2014-2013}$
	%
44	25,1
45	-11,6
46	9,0
47	25,0
48	-34,6
49	20,0
<b>Semaine 1 à 49 :</b>	2,0

**Graphique 4 - Radiation solaire cumulée extérieure 2013 et 2014 (données ARGUS)**



Le Tableau 15 présente la radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) des chapelles 7 et 9 et leurs différences pour l'année 2013. En 2013, seules les données des semaines 25 à 39 sont disponibles et complètes.

Le Tableau 16 présente la radiation solaire cumulée hebdomadaire des chapelles 7 et 9 et leurs différences pour l'année 2014. En 2014, seules les données des semaines 4 à 48 sont disponibles et complètes. Le lecteur observera que la chapelle 9 a reçu un peu plus de radiation solaire que la chapelle 7. Toutefois la différence demeure minime pour les années 2013 et 2014 pour les semaines 25 à 39, et inférieure à 3,1 % en 2014 pour les semaines 4 à 48 en 2014.

**Tableau 15 - 2013 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave)  
Intérieure des chapelles 7 et 9**

Semaine			24h			
#	Début	Fin	7	9	$\Delta_{9-7}$	%
25	2013-06-16	2013-06-22	11 721	11 752	31	0,3%
26	2013-06-23	2013-06-29	8 053	8 087	34	0,4%
27	2013-06-30	2013-07-06	10 941	11 013	72	0,7%
28	2013-07-07	2013-07-13	13 688	13 802	113	0,8%
29	2013-07-14	2013-07-20	12 408	12 546	138	1,1%
30	2013-07-21	2013-07-27	13 230	13 518	288	2,1%
31	2013-07-28	2013-08-03	10 716	10 999	282	2,6%
32	2013-08-04	2013-08-10	10 869	11 031	162	1,5%
33	2013-08-11	2013-08-17	10 882	10 982	101	0,9%
34	2013-08-18	2013-08-24	10 889	11 075	186	1,7%
35	2013-08-25	2013-08-31	7 034	7 144	110	1,5%
36	2013-09-01	2013-09-07	8 151	8 408	256	3,0%
37	2013-09-08	2013-09-14	5 407	5 562	155	2,8%
38	2013-09-15	2013-09-21	8 697	8 861	164	1,9%
39	2013-09-22	2013-09-28	6 303	6 331	28	0,4%
<b>Moyenne (semaines 25 à 39) :</b>					<b>141</b>	<b>1,4%</b>

**Tableau 16 - 2014 : Radiation solaire cumulée hebdomadaire (shortwave) des chapelles 7 et 9**

Semaine			24h			
#	Début	Fin	7	9	$\Delta_{9-7}$	%
4	2014-01-19	2014-01-25	3 147	3 363	216	6,4%
5	2014-01-26	2014-02-01	3 808	3 999	191	4,8%
6	2014-02-02	2014-02-08	3 937	4 226	290	6,9%
7	2014-02-09	2014-02-15	4 208	4 868	660	13,6%
8	2014-02-16	2014-02-22	4 780	5 206	426	8,2%
9	2014-02-23	2014-03-01	6 169	6 376	208	3,3%
10	2014-03-02	2014-03-08	7 792	7 713	-79	-1,0%
11	2014-03-09	2014-03-15	6 252	6 443	191	3,0%
12	2014-03-16	2014-03-22	7 432	7 926	494	6,2%
13	2014-03-23	2014-03-29	9 100	9 477	376	4,0%
14	2014-03-30	2014-04-05	9 278	9 492	215	2,3%
15	2014-04-06	2014-04-12	10 065	10 350	285	2,8%
16	2014-04-13	2014-04-19	8 383	8 755	372	4,2%
17	2014-04-20	2014-04-26	7 464	7 766	302	3,9%
18	2014-04-27	2014-05-03	7 723	7 915	193	2,4%
19	2014-05-04	2014-05-10	9 519	9 856	337	3,4%
20	2014-05-11	2014-05-17	10 286	10 887	601	5,5%
21	2014-05-18	2014-05-24	12 886	13 543	656	4,8%
22	2014-05-25	2014-05-31	9 855	10 260	405	4,0%
23	2014-06-01	2014-06-07	12 429	12 957	528	4,1%
24	2014-06-08	2014-06-14	9 934	10 354	421	4,1%
25	2014-06-15	2014-06-21	13 957	14 502	545	3,8%
26	2014-06-22	2014-06-28	13 085	13 456	371	2,8%
27	2014-06-29	2014-07-05	11 506	11 768	262	2,2%
28	2014-07-06	2014-07-12	12 523	12 892	369	2,9%
29	2014-07-13	2014-07-19	11 105	11 238	132	1,2%
30	2014-07-20	2014-07-26	12 613	12 869	256	2,0%
31	2014-07-27	2014-08-02	9 854	10 082	228	2,3%
32	2014-08-03	2014-08-09	11 523	11 644	121	1,0%
33	2014-08-10	2014-08-16	8 317	8 357	40	0,5%
34	2014-08-17	2014-08-23	9 644	9 748	104	1,1%
35	2014-08-24	2014-08-30	10 570	10 671	100	0,9%
36	2014-08-31	2014-09-06	7 761	7 860	98	1,3%
37	2014-09-07	2014-09-13	7 487	7 624	137	1,8%
38	2014-09-14	2014-09-20	7 736	7 758	23	0,3%
39	2014-09-21	2014-09-27	6 813	6 746	-67	-1,0%
40	2014-09-28	2014-10-04	5 992	5 965	-27	-0,5%

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

Semaine			24h			
#	Début	Fin	7	9	$\Delta_{9-7}$	%
41	2014-10-05	2014-10-11	4 889	4 905	15	0,3%
42	2014-10-12	2014-10-18	4 023	4 068	45	1,1%
43	2014-10-19	2014-10-25	2 954	2 947	-7	-0,2%
44	2014-10-26	2014-11-01	2 877	2 911	35	1,2%
45	2014-11-02	2014-11-08	2 943	3 060	117	3,8%
46	2014-11-09	2014-11-15	2 654	2 790	136	4,9%
47	2014-11-16	2014-11-22	2 789	2 962	174	5,9%
48	2014-11-23	2014-11-29	1 689	1 753	64	3,7%
<b>Moyenne (semaines 25 à 39) :</b>					<b>181</b>	<b>1,5%</b>
<b>Moyenne (semaines 4 à 48) :</b>					<b>141</b>	<b>3,1%</b>



#### 4.2.5. Température

La prise de données associées aux températures permet d'établir :

- a. la dynamique climatique au niveau de la canopée dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC) telle que présentée dans cette section.
- b. les besoins de chauffe et de ventilation (voir la section 4.2.9).
- c. la dynamique de fonctionnement du système de distribution de chaleur incluant les TCC (voir la page 175).

#### Dynamique climatique de la température dans la canopée par l'analyse des capteurs ROTRONICS

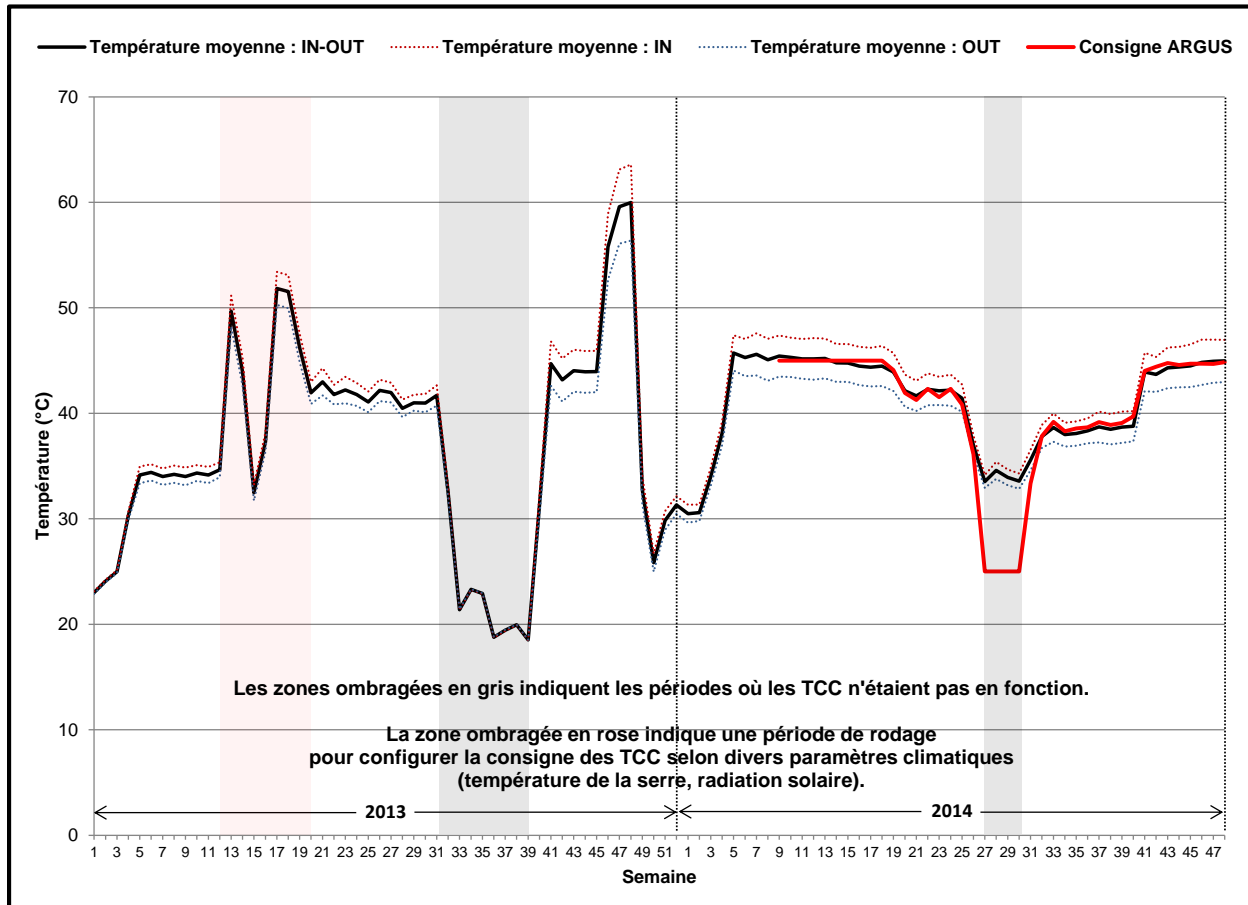
Pour être en mesure d'analyser la dynamique climatique au niveau de la canopée, des capteurs ROTRONICS ont été utilisés. Ces capteurs mesurent la température et l'humidité relative. La localisation de ces capteurs dans le rang 2 (R2) est présentée à l'Annexe 3.

Les tableaux suivants ont été générés à partir des données de 2013 et 2014 et en fonction des modes d'opération des TCC observés en 2013 et 2014 sur une base hebdomadaire<sup>13</sup>. Le Graphique 5 et le Graphique 6 présentent les températures réalisées et les consignes de chauffe des TCC pour les années 2013 et 2014 pour diverses périodes journalières.

---

<sup>13</sup> La fin ou le début d'un mode d'opération peut survenir au milieu d'une semaine. Toutefois, l'impact sur les moyennes pour un mode d'opération donné est négligeable.

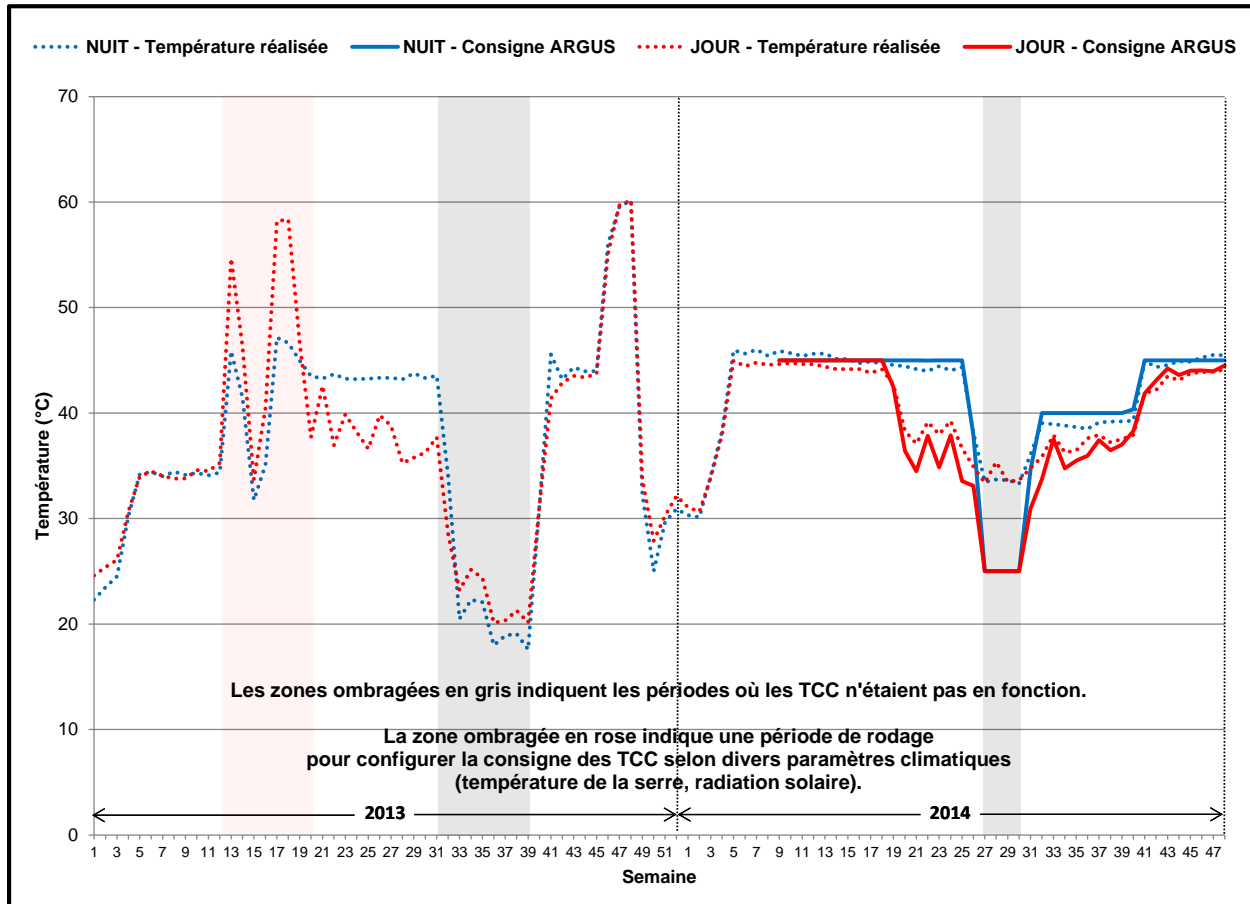
**Graphique 5 - Modes d'opération : températures réalisées et consignes de chauffe des TCC en 2013 et 2014 pour la période 24 h (moyenne hebdomadaire)**



Les consignes de chauffe des TCC n'ont pu être enregistrées par le système de contrôle ARGUS avant le 28 février 2014. Toutefois, la température moyenne des TCC (IN-OUT) représente bien la consigne de chauffe des TCC utilisée par le système de contrôle ARGUS pour opérer les TCC en excluant les périodes où les TCC n'étaient pas en fonction.

Le système de contrôle ARGUS opère les différents systèmes de la serre en fonction de paramètres définis par les administrateurs d'Excel-Serres Ltée.

**Graphique 6 - Modes d'opération : températures réalisées et consignes de chauffe des TCC en 2013 et 2014 selon les périodes de NUIT et de JOUR (moyenne hebdomadaire)**



**Tableau 17 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	22,6	19,9	19,4	25,5	24,7
		R92 milieu	22,5	20,4	19,8	24,7	24,6
		R93 bas	23,3	21,6	20,7	25,0	25,3
		<b>Moyenne</b>	<b>22,8</b>	<b>20,6</b>	<b>20,0</b>	<b>25,1</b>	<b>24,9</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	22,5	19,8	19,2	25,4	24,6
		R72 milieu	22,2	20,2	19,4	24,3	24,1
		R73 bas	22,9	21,4	20,5	24,6	24,9
		<b>Moyenne</b>	<b>22,5</b>	<b>20,5</b>	<b>19,7</b>	<b>24,8</b>	<b>24,5</b>
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔTempérature (°C)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
		Rx2 milieu	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
		Rx3 bas	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4
		<b>Moyenne</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>

Le Tableau 17 démontre que l'écart de température est constant pour les différentes périodes journalières.

La chapelle 9 a une température un peu plus élevée que la chapelle 7.

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire. De NUIT, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des différentes boucles de chauffe et des TCC, mais aussi de l'absence de gains solaires. De JOUR, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des gains solaires.

**Tableau 18 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du au		Température (°C)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	20,4	18,0	17,5	23,9	23,5
		R92 milieu	20,2	18,3	17,7	22,7	22,8
		R93 bas	20,8	19,4	18,7	22,6	23,1
		<b>Moyenne</b>	<b>20,5</b>	<b>18,6</b>	<b>18,0</b>	<b>23,0</b>	<b>23,1</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du au		Température (°C)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	20,5	18,4	17,7	23,4	23,1
		R72 milieu	20,3	18,8	18,0	22,3	22,5
		R73 bas	21,1	20,0	19,1	22,5	23,2
		<b>Moyenne</b>	<b>20,6</b>	<b>19,1</b>	<b>18,3</b>	<b>22,7</b>	<b>22,9</b>
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du au		ΔTempérature (°C)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,0	-0,4	-0,3	0,4	0,4
		Rx2 milieu	-0,1	-0,5	-0,3	0,4	0,4
		Rx3 bas	-0,3	-0,6	-0,4	0,1	-0,1
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>

Le Tableau 18 démontre que l'écart de température n'est pas constant pour les différentes périodes journalières. Cette période correspond au moment où les TCC n'étaient pas en fonction. La température des TCC a descendu près de 20 C (voir le Graphique 5 et le Graphique 6).

De NUIT, la chapelle 9 a une température plus basse de 0,5 °C par rapport à la chapelle 7. De JOUR, la chapelle 9 a une température plus élevée de 0,3 °C par rapport à la chapelle 7.

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire.

De JOUR, l'écart peut être plus faible du à une ventilation plus active. De NUIT, on soupçonne que cet écart de température serait lié à la localisation de la salle d'emballage. La salle d'emballage serait considérée comme une zone froide. Ceci demeure une hypothèse de travail. D'autres résultats présentés ultérieurement tant à démontrer la véracité de cette hypothèse de travail.

**Tableau 19 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Température (°C)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	17,1	15,3	16,4	19,8	20,3
		R92 milieu	17,4	15,8	17,0	19,6	20,3
		R93 bas	18,4	17,0	18,4	20,2	21,0
		<b>Moyenne</b>	<b>17,6</b>	<b>16,0</b>	<b>17,3</b>	<b>19,9</b>	<b>20,5</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Température (°C)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	16,8	15,3	16,5	19,1	19,4
		R72 milieu	17,0	15,7	16,9	18,7	19,3
		R73 bas	18,2	17,1	18,2	19,4	20,3
		<b>Moyenne</b>	<b>17,3</b>	<b>16,0</b>	<b>17,2</b>	<b>19,1</b>	<b>19,7</b>
<b>2013 -Écart des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du	au	ΔTempérature (°C)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,3	0,0	-0,1	0,7	0,9
		Rx2 milieu	0,4	0,2	0,1	0,9	1,0
		Rx3 bas	0,2	-0,1	0,2	0,8	0,7
		<b>Moyenne</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>

Le Tableau 19 démontre que l'écart de varie selon les périodes journalières.

De NUIT, l'écart de température entre les chapelles 9 et 7 est nul. De JOUR, la chapelle 9 a une température plus élevée de 0,8 °C par rapport à la chapelle 7. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC avec une température d'eau chaude plus élevée et des gains solaires de JOUR. Ceci demeure une hypothèse de travail.

De JOUR comme de NUIT pour les chapelles 7 et 9, la température est plus élevée à la base des par rapport au sommet de la canopée. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe. Aussi, les gains solaires n'ont plus d'effet significatif.

**Tableau 20 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	17,9	15,5	18,8	21,6	22,7
		R92 milieu	18,1	15,7	19,0	21,7	22,8
		R93 bas	18,7	16,3	19,8	22,4	23,4
		<b>Moyenne</b>	<b>18,2</b>	<b>15,8</b>	<b>19,2</b>	<b>21,9</b>	<b>23,0</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	17,4	15,0	18,4	20,9	21,9
		R72 milieu	17,4	15,0	18,4	20,8	22,1
		R73 bas	18,3	16,0	19,2	21,5	22,9
		<b>Moyenne</b>	<b>17,7</b>	<b>15,3</b>	<b>18,7</b>	<b>21,1</b>	<b>22,3</b>
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔTempérature (°C)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,6	0,5	0,4	0,7	0,8
		Rx2 milieu	0,7	0,6	0,6	0,9	0,7
		Rx3 bas	0,5	0,3	0,5	0,8	0,5
		<b>Moyenne</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>

Le Tableau 20 que l'écart de température est assez constant pour les différentes périodes journalières.

La chapelle 9 a un écart de 0,5 °C de NUIT et de 0,8 °C de JOUR. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC avec une température d'eau chaude plus élevée. Ceci demeure une hypothèse de travail.

De JOUR comme de NUIT pour les chapelles 7 et 9, la température est plus élevée à la base par rapport au sommet de la canopée. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe. Aussi, les gains solaires n'ont plus d'effet significatif.

**Tableau 21 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	19,8	17,0	18,9	23,5	22,4
		R92 milieu	20,3	18,2	19,8	22,7	22,6
		R93 bas	21,4	19,8	21,3	22,9	23,4
		<b>Moyenne</b>	<b>20,5</b>	<b>18,3</b>	<b>20,0</b>	<b>23,0</b>	<b>22,8</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	19,4	17,1	18,5	21,9	22,0
		R72 milieu	19,6	17,8	19,1	21,3	22,0
		R73 bas	20,8	19,6	21,0	21,7	22,6
		<b>Moyenne</b>	<b>19,9</b>	<b>18,1</b>	<b>19,5</b>	<b>21,7</b>	<b>22,2</b>
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔTempérature (°C)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,4	-0,1	0,4	1,5	0,3
		Rx2 milieu	0,7	0,4	0,7	1,3	0,6
		Rx3 bas	0,6	0,3	0,3	1,2	0,8
		<b>Moyenne</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>

Le Tableau 21 démontre que l'écart de varie selon les périodes journalières.

La chapelle 9 a une température un peu plus élevée que la chapelle 7 de NUIT. De JOUR, cet écart est plus important. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC avec une température d'eau chaude plus élevée. Ceci demeure une hypothèse de travail.

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire. De NUIT, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe, mais aussi de l'absence des gains solaires. De JOUR, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des gains solaires.



**Tableau 22 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	22,9	18,8	20,1	26,7	25,5
		R92 milieu	22,8	19,7	20,8	25,3	25,4
		R93 bas	23,5	21,0	22,0	25,4	26,0
		<b>Moyenne</b>	<b>23,1</b>	<b>19,8</b>	<b>21,0</b>	<b>25,8</b>	<b>25,6</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	22,5	18,5	20,0	26,1	25,1
		R72 milieu	22,1	19,0	20,3	24,6	24,6
		R73 bas	23,0	20,4	21,6	24,8	25,4
		<b>Moyenne</b>	<b>22,5</b>	<b>19,3</b>	<b>20,6</b>	<b>25,2</b>	<b>25,0</b>
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔTempérature (°C)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,4	0,3	0,1	0,6	0,4
		Rx2 milieu	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8
		Rx3 bas	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
		<b>Moyenne</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>

Le Tableau 22 démontre que l'écart de température est constant pour les différentes périodes journalières.

La chapelle 9 a une température un plus élevée que la chapelle 7.

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire. De NUIT, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe. De JOUR, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des gains solaires.

**Tableau 23 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août**

R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	23,7	20,6	20,2	26,8	26,8
		R92 milieu	23,4	21,2	20,7	25,4	26,1
		R93 bas	24,0	22,4	21,7	25,5	26,7
		<b>Moyenne</b>	<b>23,7</b>	<b>21,4</b>	<b>20,8</b>	<b>25,9</b>	<b>26,5</b>
R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée							
# de semaines dates: du au			Température (°C)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	23,4	20,2	19,6	26,6	26,3
		R72 milieu	23,1	20,6	19,7	25,7	26,1
		R73 bas	23,8	21,9	21,0	25,5	26,5
		<b>Moyenne</b>	<b>23,4</b>	<b>20,9</b>	<b>20,1</b>	<b>25,9</b>	<b>26,3</b>
2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)							
# de semaines dates: du au			ΔTempérature (°C)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4
		Rx2 milieu	0,3	0,6	0,9	-0,2	0,0
		Rx3 bas	0,3	0,5	0,7	-0,1	0,1
		<b>Moyenne</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>

Le Tableau 23 démontre que l'écart de température est nul de JOUR entre la chapelle 9 et la chapelle 7. De NUIT, la température y est plus élevée de 0,5 °C dans la chapelle 9 par rapport à la chapelle 7. Cette période correspond au moment où les TCC n'étaient pas en fonction (consigne des TCC à 25 °C). Cependant, la température des TCC est restée à environ 35 °C (voir le Graphique 5 et le Graphique 7).

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire. De JOUR, ceci pourrait s'expliquer par les gains solaires.

**Tableau 24 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du au		Température (°C)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	21,2	19,0	18,5	24,2	24,2
		R92 milieu	21,2	19,6	19,0	23,1	23,8
		R93 bas	21,9	20,7	20,0	23,3	24,4
		<b>Moyenne</b>	<b>21,5</b>	<b>19,8</b>	<b>19,1</b>	<b>23,5</b>	<b>24,1</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du au		Température (°C)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	20,9	18,5	17,8	24,2	24,2
		R72 milieu	20,8	18,9	18,0	23,2	23,8
		R73 bas	21,5	20,1	19,2	23,3	24,2
		<b>Moyenne</b>	<b>21,1</b>	<b>19,1</b>	<b>18,3</b>	<b>23,6</b>	<b>24,1</b>
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du au		ΔTempérature (°C)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,3	0,5	0,7	-0,1	0,0
		Rx2 milieu	0,4	0,8	1,0	-0,1	0,0
		Rx3 bas	0,4	0,6	0,8	0,0	0,2
		<b>Moyenne</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>

Le Tableau 24 démontre que l'écart de température n'est pas constant pour les différentes périodes journalières.

De NUIT, la chapelle 9 a une température plus élevée de 0,6 °C par rapport à la chapelle 7. De JOUR, l'écart est presque nul entre la chapelle 9 et la chapelle 7.

De JOUR, la température au sommet de la canopée est plus élevée que celle à la base (chapelles 7 et 9). De NUIT, il se produit le phénomène contraire. De NUIT, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe. De JOUR, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation des TCC et des gains solaires.

**Tableau 25 - Température moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Température (°C)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	17,6	16,1	17,0	19,9	20,8
		R92 milieu	18,0	16,6	17,5	19,9	21,0
		R93 bas	19,3	18,2	19,3	20,7	21,8
		<b>Moyenne</b>	<b>18,3</b>	<b>17,0</b>	<b>17,9</b>	<b>20,2</b>	<b>21,2</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Température (°C)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	17,3	15,7	16,6	19,9	20,5
		R72 milieu	17,5	16,0	17,0	19,8	20,8
		R73 bas	18,8	17,5	18,6	20,6	21,7
		<b>Moyenne</b>	<b>17,9</b>	<b>16,4</b>	<b>17,4</b>	<b>20,1</b>	<b>21,0</b>
<b>2014 - Écart des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du	au	ΔTempérature (°C)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		Rx1 haut	0,3	0,5	0,4	0,0	0,3
		Rx2 milieu	0,5	0,6	0,5	0,1	0,2
		Rx3 bas	0,5	0,7	0,6	0,1	0,2
		<b>Moyenne</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>

Le Tableau 25 démontre que l'écart de température n'est pas constant pour les différentes périodes journalières.

De NUIT, la chapelle 9 a une température plus élevée de 0,6 °C par rapport à la chapelle 7. De JOUR, l'écart est presque nul entre la chapelle 9 et la chapelle 7.

De JOUR comme de NUIT pour les chapelles 7 et 9, la température est plus élevée à la base par rapport au sommet de la canopée. Ceci pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation des TCC et des autres boucles de chauffe. Aussi, les gains solaires n'ont plus d'effet significatif.

Dynamique climatique de la température dans la canopée par l'analyse des capteurs d'Onset Computer

Pour enrichir la prise de données de la température dans la canopée, des capteurs d'Onset Computer (HOBO) ont été installés sur l'axe longitudinal au centre des chapelles 7 et 9 (rang 2; voir l'Annexe 3, section « Vue aérienne : chapelles 7 à 10 »). Des capteurs sans fil avaient été installés en 2013. Cependant, les données n'ont pu s'enregistrer, car les armatures métalliques provenant des gouttières et de leurs supports créaient de l'interférence. Toutefois, d'autres types de capteurs de la compagnie d'Onset Computer ont pu être installés en 2014.

Il est à noter qu'une des pratiques de l'entreprise est de séparer la serre de la salle d'emballage par un film double non gonflé de polyéthylène lorsque cette dernière n'est pas utilisée. Le Tableau 26 présente les périodes où ce film y était installé. Ce film permet de réduire le volume d'air à chauffer.

**Tableau 26 - Périodes où la serre et la salle d'emballage sont séparées par un film double non gonflé de polyéthylène**

Année de production	Début	au	Fin
2013	7 décembre 2012		9 février 2013
2014	6 décembre 2013		15 février 2014

Note : le film sera de nouveau installé en décembre 2014.

Les tableaux suivants présentent ces résultats. Les semaines ombragées en rouge n'ont pas été comptabilisées pour évaluer la moyenne (semaines valables), car elles sont des semaines qui comportent des données manquantes. Les capteurs H71 et H91 sont localisés dans la partie nord des chapelles 7 et 9. Tandis que les capteurs H72 et H92 sont localisés dans la partie sud. Ces capteurs sont localisés à des hauteurs similaires telles que présentées dans le Tableau 27.

**Tableau 27 - Localisation des capteurs de température d'Onset Computer dans la canopée des chapelles 7 et 9**

Capteur	Localisation		Hauteur <sup>A</sup> cm
	Chapelle	Section	
H71	7	Nord	66,0
H72	7	Sud	73,7
H91	9	Nord	68,6
H92	9	Sud	71,1

<sup>A</sup> Cette hauteur est définie par la distance entre le dessus du pain et le centre du capteur de température d'Onset Computer (voir le Schéma 6).

**Tableau 28 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 :  
Moyenne hebdomadaire 24 h en 2014**

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
<b>Moyenne (semaines 4 à 11, 14 à 25, 28 à 47)</b>			<b>21,0</b>	<b>20,8</b>	<b>21,4</b>	<b>21,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Moyenne (semaines 3 à 4)</b>			<b>23,0</b>	<b>22,7</b>	<b>23,2</b>	<b>23,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Moyenne (semaines 5 à 19)</b>			<b>20,6</b>	<b>20,3</b>	<b>21,2</b>	<b>21,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>
<b>Moyenne (semaines 20 à 26)</b>			<b>22,7</b>	<b>22,5</b>	<b>23,2</b>	<b>23,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 27 à 31)</b>			<b>23,4</b>	<b>23,2</b>	<b>23,4</b>	<b>23,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,4</b>
<b>Moyenne (semaines 32 à 40)</b>			<b>21,2</b>	<b>21,2</b>	<b>21,7</b>	<b>21,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 41 à 47)</b>			<b>18,1</b>	<b>18,1</b>	<b>18,5</b>	<b>18,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>
1	2013-12-29	2014-01-04			20,5	20,4				0,1
2	2014-01-05	2014-01-11			20,8	20,8				0,0
3	2014-01-12	2014-01-18	21,9	22,0	22,4	22,3	0,4	0,4	0,0	0,0
4	2014-01-19	2014-01-25	23,0	22,7	23,3	23,0	0,3	0,3	0,2	0,2
5	2014-01-26	2014-02-01	23,3	22,9	23,9	23,5	0,6	0,6	0,4	0,4
6	2014-02-02	2014-02-08	20,9	20,6	22,0	21,6	1,1	1,0	0,3	0,3
7	2014-02-09	2014-02-15	19,2	19,0	19,9	19,5	0,7	0,5	0,1	0,4
8	2014-02-16	2014-02-22	19,4	19,2	20,3	20,0	0,9	0,8	0,1	0,3
9	2014-02-23	2014-03-01	20,4	20,2	21,4	20,9	1,0	0,8	0,2	0,4
10	2014-03-02	2014-03-08	21,5	21,2	22,0	21,6	0,5	0,4	0,3	0,4
11	2014-03-09	2014-03-15	21,3	20,7	22,0	22,0	0,7	1,4	0,6	-0,1
12	2014-03-16	2014-03-22	21,4	20,3	21,4	21,4	0,0	1,1	1,2	0,1
13	2014-03-23	2014-03-29	20,0	20,6	21,2	21,1	1,2	0,6	-0,6	0,1
14	2014-03-30	2014-04-05	21,7	21,2	21,7	21,5	0,0	0,3	0,5	0,3
15	2014-04-06	2014-04-12	21,0	20,8	21,3	21,5	0,3	0,7	0,2	-0,2
16	2014-04-13	2014-04-19	20,4	20,1	21,4	21,6	1,0	1,5	0,3	-0,2
17	2014-04-20	2014-04-26	20,4	20,0	20,7	20,5	0,3	0,5	0,4	0,2
18	2014-04-27	2014-05-03	19,6	19,6	19,7	19,7	0,1	0,1	0,0	0,0
19	2014-05-04	2014-05-10	19,2	18,9	19,8	19,9	0,6	1,0	0,3	0,0
20	2014-05-11	2014-05-17	22,3	22,3	22,8	23,0	0,5	0,6	-0,1	-0,2
21	2014-05-18	2014-05-24	22,7	22,2	22,9	22,5	0,2	0,2	0,4	0,4

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
22	2014-05-25	2014-05-31	22,1	21,6	22,1	21,9	0,0	0,3	0,4	0,2
23	2014-06-01	2014-06-07	23,5	23,3	24,2	24,3	0,7	1,0	0,2	-0,1
24	2014-06-08	2014-06-14	22,4	22,4	23,0	23,1	0,6	0,8	0,0	-0,2
25	2014-06-15	2014-06-21	23,5	22,9	24,2	23,9	0,6	1,0	0,7	0,3
26	2014-06-22	2014-06-28	23,2	23,4	24,5	24,5	1,2	1,0	-0,2	0,0
27	2014-06-29	2014-07-05	23,6	25,1	25,3	25,7	1,7	0,6	-1,5	-0,4
28	2014-07-06	2014-07-12	23,3	23,5	23,8	24,4	0,5	0,9	-0,2	-0,5
29	2014-07-13	2014-07-19	23,7	23,5	23,5	23,9	-0,2	0,4	0,3	-0,3
30	2014-07-20	2014-07-26	24,2	23,8	23,9	24,2	-0,3	0,4	0,4	-0,3
31	2014-07-27	2014-08-02	22,3	22,1	22,3	22,6	-0,1	0,5	0,2	-0,4
32	2014-08-03	2014-08-09	23,3	23,0	23,8	23,8	0,5	0,8	0,3	0,0
33	2014-08-10	2014-08-16	21,5	21,5	21,9	22,3	0,4	0,8	-0,1	-0,4
34	2014-08-17	2014-08-23	22,0	21,8	22,5	22,3	0,5	0,5	0,1	0,1
35	2014-08-24	2014-08-30	22,8	22,8	23,4	23,5	0,6	0,7	0,0	-0,1
36	2014-08-31	2014-09-06	23,2	23,3	23,5	23,9	0,3	0,5	-0,2	-0,3
37	2014-09-07	2014-09-13	19,6	19,9	20,2	20,5	0,6	0,6	-0,3	-0,3
38	2014-09-14	2014-09-20	18,7	19,3	19,4	19,4	0,7	0,0	-0,7	0,0
39	2014-09-21	2014-09-27	19,9	20,0	20,4	20,7	0,5	0,7	-0,2	-0,3
40	2014-09-28	2014-10-04	19,6	19,3	19,9	19,9	0,3	0,6	0,3	0,0
41	2014-10-05	2014-10-11	18,4	18,2	19,0	19,3	0,5	1,1	0,2	-0,4
42	2014-10-12	2014-10-18	20,0	20,1	20,7	21,3	0,7	1,2	0,0	-0,5
43	2014-10-19	2014-10-25	18,1	17,9	18,0	17,9	-0,1	0,1	0,3	0,1
44	2014-10-26	2014-11-01	17,7	17,5	17,9	18,1	0,3	0,6	0,2	-0,2
45	2014-11-02	2014-11-08	17,4	17,5	18,1	18,3	0,6	0,8	-0,1	-0,2
46	2014-11-09	2014-11-15	17,3	17,7	17,9	18,0	0,5	0,3	-0,4	-0,2
47	2014-11-16	2014-11-22	17,5	17,9	18,2	18,7	0,8	0,8	-0,4	-0,5

Sur une période de 24 h, on observe que la chapelle 9 a une température plus élevée que la chapelle 7 que ce soit dans la section au nord ou au sud (voir les colonnes «  $\Delta_{H91-H71}$  » et «  $\Delta_{H92-H72}$  »).

On remarque l'effet probable de la désinstallation du film double en polyéthylène qui sépare les serres de la salle d'emballage lors de la semaine 7. En effet, il se produit une baisse de la température au niveau des capteurs H71, H72, H91 et H92 par rapport à la semaine 6.

Sur l'axe longitudinal des chapelles, les écarts de température sont minimes ( $\leq 0,3^{\circ}\text{C}$ ; voir les colonnes «  $\Delta_{H71-H72}$  » et «  $\Delta_{H91-H92}$  »).



**Tableau 29 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 :  
Moyenne hebdomadaire NUIT en 2014**

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
<b>Moyenne (semaines 4 à 11, 14 à 25, 28 à 47)</b>			<b>19,0</b>	<b>18,8</b>	<b>19,4</b>	<b>19,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Moyenne (semaines 3 à 4)</b>			<b>22,4</b>	<b>22,1</b>	<b>22,5</b>	<b>22,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
<b>Moyenne (semaines 5 à 19)</b>			<b>19,2</b>	<b>19,1</b>	<b>19,5</b>	<b>19,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>
<b>Moyenne (semaines 20 à 26)</b>			<b>19,6</b>	<b>19,2</b>	<b>19,9</b>	<b>19,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 27 à 31)</b>			<b>20,5</b>	<b>20,3</b>	<b>20,7</b>	<b>21,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,4</b>
<b>Moyenne (semaines 32 à 40)</b>			<b>19,3</b>	<b>19,0</b>	<b>19,7</b>	<b>19,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,2</b>
<b>Moyenne (semaines 41 à 48)</b>			<b>16,5</b>	<b>16,4</b>	<b>17,1</b>	<b>17,3</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,3</b>
1	2013-12-29	2014-01-04			20,2	20,1				0,0
2	2014-01-05	2014-01-11			20,3	20,2				0,2
3	2014-01-12	2014-01-18	21,6	21,8	21,8	21,4	0,2	-0,4	-0,2	0,4
4	2014-01-19	2014-01-25	22,4	22,1	22,6	22,2	0,2	0,0	0,2	0,4
5	2014-01-26	2014-02-01	22,8	22,6	23,3	22,6	0,5	0,0	0,2	0,8
6	2014-02-02	2014-02-08	20,7	20,6	21,7	21,0	1,0	0,4	0,2	0,7
7	2014-02-09	2014-02-15	19,1	19,2	19,5	18,9	0,4	-0,3	-0,2	0,6
8	2014-02-16	2014-02-22	18,3	18,3	18,9	18,3	0,6	0,0	0,0	0,6
9	2014-02-23	2014-03-01	18,7	18,8	19,2	18,5	0,6	-0,3	-0,1	0,7
10	2014-03-02	2014-03-08	19,4	19,4	19,5	18,8	0,1	-0,6	0,0	0,7
11	2014-03-09	2014-03-15	19,8	19,3	20,0	19,9	0,2	0,7	0,6	0,1
12	2014-03-16	2014-03-22	18,6	18,6	19,2	18,9	0,6	0,3	0,0	0,3
13	2014-03-23	2014-03-29	19,1	18,3	18,8	18,5	-0,3	0,2	0,7	0,3
14	2014-03-30	2014-04-05	20,1	19,6	19,5	19,1	-0,6	-0,5	0,5	0,3
15	2014-04-06	2014-04-12	18,7	18,5	18,4	18,3	-0,4	-0,2	0,2	0,1
16	2014-04-13	2014-04-19	18,5	18,1	19,2	19,3	0,7	1,2	0,4	-0,1
17	2014-04-20	2014-04-26	19,1	18,9	19,1	19,0	-0,1	0,1	0,2	0,1
18	2014-04-27	2014-05-03	17,6	17,7	17,6	17,6	0,0	-0,1	-0,1	0,0
19	2014-05-04	2014-05-10	17,0	16,9	17,3	17,4	0,2	0,6	0,2	-0,2
20	2014-05-11	2014-05-17	19,8	19,7	19,9	20,1	0,1	0,4	0,0	-0,2
21	2014-05-18	2014-05-24	19,2	18,7	19,0	18,8	-0,2	0,0	0,4	0,3

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
22	2014-05-25	2014-05-31	19,0	18,4	19,2	19,2	0,2	0,8	0,6	0,1
23	2014-06-01	2014-06-07	20,3	19,9	20,9	20,9	0,6	1,0	0,4	0,0
24	2014-06-08	2014-06-14	19,6	19,6	20,2	20,4	0,6	0,8	0,1	-0,1
25	2014-06-15	2014-06-21	19,5	19,1	20,1	19,7	0,6	0,7	0,5	0,4
26	2014-06-22	2014-06-28	20,6	20,0	20,8	20,9	0,2	0,9	0,6	-0,1
27	2014-06-29	2014-07-05	20,6	22,5	22,7	23,0	2,1	0,5	-1,9	-0,3
28	2014-07-06	2014-07-12	20,6	20,8	20,9	21,5	0,2	0,7	-0,2	-0,7
29	2014-07-13	2014-07-19	20,7	20,6	20,8	21,2	0,1	0,6	0,1	-0,4
30	2014-07-20	2014-07-26	20,9	20,6	21,0	21,3	0,1	0,7	0,3	-0,2
31	2014-07-27	2014-08-02	19,7	19,1	20,0	20,1	0,3	1,0	0,6	-0,2
32	2014-08-03	2014-08-09	20,6	19,8	20,8	20,7	0,2	0,9	0,8	0,1
33	2014-08-10	2014-08-16	20,0	19,6	20,5	20,7	0,4	1,1	0,4	-0,3
34	2014-08-17	2014-08-23	19,5	18,6	19,7	19,6	0,2	1,0	0,8	0,1
35	2014-08-24	2014-08-30	20,5	19,9	20,8	21,1	0,3	1,2	0,6	-0,3
36	2014-08-31	2014-09-06	21,5	21,4	21,7	22,0	0,2	0,7	0,1	-0,3
37	2014-09-07	2014-09-13	18,1	18,0	18,5	19,0	0,5	1,0	0,1	-0,5
38	2014-09-14	2014-09-20	17,5	18,0	18,0	18,0	0,6	0,0	-0,5	0,1
39	2014-09-21	2014-09-27	18,4	18,4	18,8	19,2	0,5	0,8	0,0	-0,4
40	2014-09-28	2014-10-04	18,1	17,6	18,1	18,3	0,1	0,7	0,5	-0,1
41	2014-10-05	2014-10-11	17,4	16,8	17,8	18,1	0,4	1,2	0,5	-0,3
42	2014-10-12	2014-10-18	19,0	18,8	19,6	20,1	0,6	1,3	0,2	-0,5
43	2014-10-19	2014-10-25	16,5	16,5	16,8	16,9	0,3	0,5	0,0	-0,1
44	2014-10-26	2014-11-01	16,3	16,2	16,6	16,8	0,4	0,6	0,0	-0,2
45	2014-11-02	2014-11-08	15,6	15,7	16,4	16,5	0,8	0,8	-0,1	-0,1
46	2014-11-09	2014-11-15	15,5	15,5	16,2	16,3	0,7	0,8	0,0	-0,1
47	2014-11-16	2014-11-22	15,2	15,0	16,0	16,6	0,8	1,6	0,2	-0,6

De NUIT, on observe que l'écart de température est minime entre les chapelles 9 et 7 pour la section nord. Pour la section sud, l'écart est nul (voir les colonnes «  $\Delta_{H91-H71}$  » et «  $\Delta_{H92-H72}$  »).

Sur l'axe longitudinal des chapelles, les écarts de température sont relativement minimes ( $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$ ; voir les colonnes «  $\Delta_{H71-H72}$  » et «  $\Delta_{H91-H92}$  »).

L'écart de température entre la semaine 7 et la semaine 6 est attribué au retraitement du film double de polyéthylène qui sépare la serre de la salle d'emballage lors de la période hivernale. Cet écart est encore plus important pour la chapelle 9.

De façon générale et pour cette période, la température est jugée uniforme si on compare les chapelles 7 et 9. Ceci peut s'expliquer par une faible activité au niveau du quai de réception et de la ventilation des chapelles.

**Tableau 30 - Écarts des températures dans la canopée selon les axes longitudinaux ou transversaux des chapelles 7 et 9 :  
Moyenne hebdomadaire JOUR en 2014**

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
<b>Moyenne (semaines 4 à 11, 14 à 25, 28 à 47)</b>			<b>23,3</b>	<b>23,4</b>	<b>24,0</b>	<b>24,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 3 à 4)</b>			<b>24,8</b>	<b>24,4</b>	<b>25,3</b>	<b>25,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,2</b>
<b>Moyenne (semaines 5 à 19)</b>			<b>22,3</b>	<b>21,8</b>	<b>23,3</b>	<b>23,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>0,5</b>	<b>-0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 20 à 26)</b>			<b>25,5</b>	<b>25,4</b>	<b>26,3</b>	<b>26,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
<b>Moyenne (semaines 27 à 31)</b>			<b>26,7</b>	<b>26,7</b>	<b>26,3</b>	<b>26,8</b>	<b>-0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,5</b>
<b>Moyenne (semaines 32 à 40)</b>			<b>23,7</b>	<b>24,3</b>	<b>24,4</b>	<b>24,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,1</b>
<b>Moyenne (semaines 41 à 47)</b>			<b>20,7</b>	<b>21,3</b>	<b>21,2</b>	<b>21,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,2</b>
1	2013-12-29	2014-01-04			21,1	20,8				0,4
2	2014-01-05	2014-01-11			21,5	21,8				-0,2
3	2014-01-12	2014-01-18	23,8	23,4	23,5	24,6	-0,3	1,2	0,4	-1,1
4	2014-01-19	2014-01-25	24,8	24,4	25,0	25,2	0,2	0,8	0,4	-0,2
5	2014-01-26	2014-02-01	24,8	23,9	25,4	25,7	0,6	1,8	0,8	-0,3
6	2014-02-02	2014-02-08	21,4	20,6	22,5	23,0	1,1	2,4	0,8	-0,4
7	2014-02-09	2014-02-15	19,2	18,5	20,4	20,5	1,3	1,9	0,6	-0,1
8	2014-02-16	2014-02-22	21,2	20,8	22,0	22,0	0,7	1,2	0,5	0,0
9	2014-02-23	2014-03-01	22,6	22,0	23,6	23,6	1,1	1,7	0,6	0,0
10	2014-03-02	2014-03-08	24,8	24,0	24,9	24,7	0,1	0,7	0,8	0,2
11	2014-03-09	2014-03-15	22,9	22,2	23,6	23,9	0,8	1,8	0,7	-0,3
12	2014-03-16	2014-03-22	24,7	22,3	23,7	23,9	-1,0	1,7	2,5	-0,2
13	2014-03-23	2014-03-29	21,8	23,2	23,4	23,6	1,5	0,4	-1,3	-0,2
14	2014-03-30	2014-04-05	22,9	22,9	23,8	23,5	0,9	0,5	0,0	0,4
15	2014-04-06	2014-04-12	23,2	23,6	24,2	24,6	1,0	1,1	-0,3	-0,4
16	2014-04-13	2014-04-19	21,9	22,0	23,1	23,3	1,2	1,3	-0,1	-0,2
17	2014-04-20	2014-04-26	21,8	21,3	22,6	22,3	0,8	1,0	0,5	0,3
18	2014-04-27	2014-05-03	21,1	21,2	21,5	21,6	0,4	0,4	-0,1	-0,1
19	2014-05-04	2014-05-10	21,1	20,6	22,2	22,0	1,1	1,4	0,4	0,2
20	2014-05-11	2014-05-17	24,5	24,7	25,5	25,7	1,0	1,0	-0,2	-0,2
21	2014-05-18	2014-05-24	25,7	25,4	26,5	25,8	0,7	0,4	0,3	0,7
22	2014-05-25	2014-05-31	24,6	24,6	24,7	24,3	0,0	-0,3	0,1	0,4
23	2014-06-01	2014-06-07	26,4	26,6	27,5	27,4	1,1	0,8	-0,2	0,1

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

Semaine			Température (°C)							
#	Début	Fin	H71	H72	H91	H92	$\Delta_{H91-H71}$	$\Delta_{H92-H72}$	$\Delta_{H71-H72}$	$\Delta_{H91-H92}$
24	2014-06-08	2014-06-14	24,7	24,8	25,5	25,6	0,9	0,8	-0,2	-0,1
25	2014-06-15	2014-06-21	27,0	26,1	27,9	27,5	0,9	1,4	0,9	0,4
26	2014-06-22	2014-06-28	25,8	26,9	28,0	28,0	2,2	1,1	-1,1	0,0
27	2014-06-29	2014-07-05	25,7	27,8	27,9	28,3	2,1	0,5	-2,1	-0,5
28	2014-07-06	2014-07-12	26,1	26,5	26,9	27,4	0,8	1,0	-0,4	-0,5
29	2014-07-13	2014-07-19	27,1	26,8	26,3	26,7	-0,8	-0,1	0,3	-0,4
30	2014-07-20	2014-07-26	28,2	27,7	27,1	27,6	-1,1	-0,1	0,5	-0,5
31	2014-07-27	2014-08-02	25,3	25,7	24,8	25,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,7
32	2014-08-03	2014-08-09	26,8	27,1	27,5	27,6	0,7	0,5	-0,3	-0,1
33	2014-08-10	2014-08-16	23,5	24,1	23,8	24,5	0,4	0,4	-0,6	-0,6
34	2014-08-17	2014-08-23	25,0	25,8	25,8	25,6	0,8	-0,3	-0,8	0,3
35	2014-08-24	2014-08-30	25,6	26,7	26,9	26,6	1,2	0,0	-1,0	0,2
36	2014-08-31	2014-09-06	25,7	26,3	26,1	26,4	0,4	0,1	-0,6	-0,3
37	2014-09-07	2014-09-13	21,8	22,8	22,6	22,6	0,8	-0,2	-1,0	0,0
38	2014-09-14	2014-09-20	20,2	21,3	21,6	21,5	1,3	0,2	-1,1	0,0
39	2014-09-21	2014-09-27	22,1	22,9	22,8	23,3	0,7	0,4	-0,8	-0,5
40	2014-09-28	2014-10-04	22,1	22,2	22,8	22,5	0,7	0,3	-0,1	0,3
41	2014-10-05	2014-10-11	20,1	20,7	21,0	21,4	0,9	0,8	-0,6	-0,5
42	2014-10-12	2014-10-18	21,7	22,4	22,7	23,4	1,0	1,0	-0,7	-0,7
43	2014-10-19	2014-10-25	20,6	19,9	20,0	19,3	-0,6	-0,5	0,7	0,7
44	2014-10-26	2014-11-01	19,6	19,1	19,8	20,0	0,2	1,0	0,5	-0,3
45	2014-11-02	2014-11-08	20,5	20,5	20,8	21,2	0,3	0,7	0,1	-0,4
46	2014-11-09	2014-11-15	20,7	22,3	20,9	21,3	0,2	-1,0	-1,5	-0,4
47	2014-11-16	2014-11-22	22,0	24,4	22,9	23,1	0,9	-1,3	-2,3	-0,2

De JOUR, on observe la température y est plus élevée dans la chapelle 9 que dans la chapelle 7, et ceci pour les sections nord et sud (voir les colonnes «  $\Delta_{H91-H71}$  » et «  $\Delta_{H92-H72}$  »).

Sur l'axe longitudinal des chapelles, les écarts de température sont relativement minimes ( $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$ ; voir les colonnes «  $\Delta_{H71-H72}$  » et «  $\Delta_{H91-H92}$  »).

L'écart de température entre la semaine 7 et la semaine 6 est attribué au retraitement du film double de polyéthylène qui sépare la serre de la salle d'emballage lors de la période hivernale. Cet écart est similaire pour les chapelles 7 et 9.

De façon générale et pour cette période, la température n'est pas uniforme si on compare les chapelles 7 et 9. Ceci peut s'expliquer par une plus forte activité au niveau du quai de réception et de la ventilation des chapelles.

Dynamique climatique de la température dans la canopée et de la serre par l'analyse des données provenant des capteurs Rotronics et des capteurs localisés dans les cages aspirantes 2 et 9

Le Tableau 31 présente le sommaire 24 h des températures enregistrées provenant des capteurs de température Rotronics et des capteurs de température localisés dans les cages aspirantes 2 et 9. Ces derniers sont utilisés par le système de contrôle ARGUS pour gérer le climat au niveau de la chauffe et de la ventilation. Les capteurs Rotronics ont été en fonction en 2013 à partir de la semaine 21. Le lecteur trouvera à l'Annexe 8 l'ensemble des tableaux pour les autres périodes journalières.

Voici les principaux constats observés :

- La température moyenne lue par les capteurs Rotronics dans la canopée de la chapelle 9 est légèrement plus élevée que celle de la chapelle 7.
- La température moyenne du capteur Rotronics R91 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée avec TCC) est très légèrement supérieure à celle lue par la cage aspirante 9.
- La température moyenne du capteur Rotronics R71 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée) est similaire à celle lue par la cage aspirante 2. Comme les capteurs (R71 et cage aspirante 2) ne sont pas localisés dans la même chapelle, il faut limiter l'interprétation des résultats au climat général. En effet, la cage aspirante 2 gère la chauffe des chapelles 1 à 8.
- La température moyenne des capteurs Rotronics R7x et R9x est légèrement supérieure à celle lue par les cages aspirantes 2 et 9.
- La température moyenne des capteurs provenant des cages aspirantes 2 et 9 est similaire.

Les capteurs de température Rotronics et ceux provenant des cages aspirantes lisent les températures de façon similaire, car les écarts sont minimes (< 0,5 °C). Ainsi, les besoins de chauffe ne sont pas sous ou sur évalués (voir : Tableau 75, page168; Tableau 76, page 170).

**Tableau 31 - Sommaire des températures dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 (24 h)**

T <sub>MOYENNE</sub> - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
<b>2013 (21 à 48)</b>	20,4	20,4	20,3	20,5	-0,2	20,2	20,5	-0,3	21,1	21,2	-0,1	20,5	20,7	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,3
<b>2014 (21 à 48)</b>	20,7	20,8	20,7	21,0	-0,3	20,6	21,0	-0,5	21,5	21,9	-0,5	20,9	21,3	-0,4	0,0	0,2	0,2	0,5
<b>2013 (6 à 48)</b>	20,2	20,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>2014 (6 à 48)</b>	20,4	20,6	20,3	20,7	-0,4	20,3	20,8	-0,5	21,3	21,8	-0,5	20,6	21,1	-0,5	-0,1	0,1	0,2	0,5

Notes :

T<sub>R7X</sub> est la température moyenne des capteurs R71, R72 et R73.

T<sub>R9X</sub> est la température moyenne des capteurs R91, R92 et R93.



#### 4.2.6. Pression barométrique

La pression barométrique a été mesurée à l'extérieure et à l'intérieure des chapelles 7 et 9. La pression barométrique influence la valeur de l'humidité relative et du déficit de pression de vapeur (DPV). Pour deux derniers éléments, ils seront traités dans les sections suivantes.

Les données de pression barométrique donnent un bref aperçu de la circulation de l'air dans la serre. En effet, l'air plus dense ou froid aura tendance à se déplacer aux endroits où la pression est plus basse. Évidemment, le montage expérimental ne permet pas de détailler les mouvements d'air à l'intérieur du complexe de serres. Les données disponibles de pression barométrique sont celles présentées dans les tableaux suivants.

Le Tableau 32 présente la pression barométrique des chapelles 7 et 9, et l'écart entre les eux. On observe que la chapelle 9 a une pression légèrement plus basse que celle de la chapelle 7. Le Tableau 33 et le Tableau 34 montrent que l'écart de pression barométrique entre les chapelles 7 et 9 est plus important la nuit que le jour. La pression barométrique y est plus basse lors de ces deux périodes dans la chapelle 9.

Pour expliquer ce phénomène, ceci pourrait d'une part provenir d'une utilisation plus intense de la chauffe au sol et des TCC (hypothèse no 1). D'autre part, ceci pourrait provenir de la ventilation (hypothèse no 2). Or pour ce dernier, la ventilation est généralement peu sollicitée la nuit. De plus, l'analyse des températures démontre justement une température plus élevée dans la chapelle 9 que par rapport à la chapelle 7 lorsque les TCC sont en fonction (voir la section 4.2.5 et les différents tableaux).

Le Tableau 35, le Tableau 36, Tableau 37 montrent la pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9. On observe que la pression barométrique extérieure est inférieure à celles des chapelles 7 et 9. Le capteur pour mesurer la pression barométrique à l'extérieure du complexe de serres était localisé sur le coin nord-ouest du toit l'entrepôt des chapelles 9 et 10 (voir le Schéma 5). Ces données sont à titre d'information seulement.

**Tableau 32 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014)**  
Période : 24 h

24 h	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta P_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 489	100 492	-3
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 276	101 281	-5
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 366	100 370	-4
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 306	101 311	-5
	2013-07-07	2013-07-13	7	101 177	101 184	-6
	2013-07-14	2013-07-20	7	101 133	101 138	-5
	2013-07-21	2013-07-27	7	100 977	100 983	-6
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 894	100 903	-8
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 970	100 978	-8
	2013-08-11	2013-08-17	7	101 071	101 077	-7
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 354	101 359	-5
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 970	100 981	-11
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 784	100 801	-17
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 849	100 871	-23
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 388	101 410	-22
2013-09-22	2013-09-28	7	101 317	101 340	-23	
2013-09-29	2013-09-30	2	101 382	101 409	-26	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 319	101 334	-15
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 761	101 781	-20
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 235	101 259	-23
	2014-02-16	2014-02-22	7	100 970	100 992	-22
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 869	100 900	-31
	2014-03-02	2014-03-08	7	101 980	102 018	-38
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 174	100 223	-49
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 125	101 204	-79
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 354	101 408	-53
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 153	101 229	-76
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 654	100 733	-79
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 562	101 634	-72
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 636	100 731	-96
	2014-04-27	2014-05-03	7	101 072	101 154	-83
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 839	100 911	-72
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 151	101 206	-55
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 087	101 165	-78
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 168	101 242	-74
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 708	100 795	-87
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 906	100 957	-50
	2014-06-15	2014-06-21	7	101 026	101 074	-48
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 114	101 185	-70
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 748	100 815	-67
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 686	100 735	-49
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 829	100 889	-60
2014-07-20	2014-07-26	7	100 932	100 985	-53	

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

24 h	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta P_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
	2014-07-27	2014-08-02	7	100 762	100 804	-42
	2014-08-03	2014-08-09	7	101 025	101 077	-52
	2014-08-10	2014-08-16	7	100 789	100 835	-46
	2014-08-17	2014-08-23	7	101 016	101 052	-36
	2014-08-24	2014-08-30	7	101 235	101 303	-68
	2014-08-31	2014-09-06	7	100 739	100 784	-45
	2014-09-07	2014-09-13	7	101 466	101 526	-60
	2014-09-14	2014-09-20	7	101 444	101 511	-67
	2014-09-21	2014-09-27	7	101 526	101 592	-66
	2014-09-28	2014-10-04	7	101 002	101 097	-94
	2014-10-05	2014-10-11	7	100 702	100 739	-37
	2014-10-12	2014-10-18	7	100 717	100 766	-49
	2014-10-19	2014-10-25	7	100 936	100 969	-33
	2014-10-26	2014-11-01	7	100 738	100 738	0
	2014-11-02	2014-11-08	7	100 834	100 846	-12
	2014-11-09	2014-11-15	7	101 098	101 081	17
	2014-11-16	2014-11-22	7	100 786	100 797	-12
	2014-11-23	2014-11-29	7	101 041	101 039	2
	2014-11-30	2014-11-30	1	100 708	100 743	-34
	<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>			<b>101 025</b>	<b>101 065</b>	<b>-40</b>

**Tableau 33 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014)**  
**Période : NUIT**

NUIT	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta P_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 494	100 500	-7
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 283	101 291	-8
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 401	100 410	-9
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 281	101 291	-11
	2013-07-07	2013-07-13	7	101 178	101 192	-14
	2013-07-14	2013-07-20	7	101 168	101 181	-13
	2013-07-21	2013-07-27	7	100 947	100 960	-13
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 913	100 926	-13
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 953	100 967	-13
	2013-08-11	2013-08-17	7	101 082	101 092	-10
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 336	101 345	-9
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 960	100 972	-12
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 776	100 793	-17
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 836	100 861	-25
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 360	101 383	-23
	2013-09-22	2013-09-28	7	101 318	101 340	-22
2013-09-29	2013-09-30	2	101 366	101 396	-30	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 243	101 260	-17
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 764	101 787	-22
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 217	101 243	-25
	2014-02-16	2014-02-22	7	101 025	101 053	-27
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 907	100 945	-38
	2014-03-02	2014-03-08	7	101 935	101 982	-46
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 125	100 184	-59
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 138	101 247	-108
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 309	101 372	-63
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 150	101 251	-100
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 679	100 764	-86
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 604	101 679	-75
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 627	100 760	-133
	2014-04-27	2014-05-03	7	101 080	101 181	-102
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 851	100 927	-77
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 113	101 173	-61
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 051	101 160	-109
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 107	101 201	-94
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 649	100 800	-150
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 874	100 931	-58
	2014-06-15	2014-06-21	7	100 924	100 988	-64
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 034	101 114	-80
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 696	100 795	-99
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 616	100 669	-53
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 816	100 886	-69
	2014-07-20	2014-07-26	7	100 912	100 993	-81

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

NUIT	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta Pb_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
2014-07-27	2014-08-02	7	100 756	100 800	-44	
2014-08-03	2014-08-09	7	100 977	101 050	-73	
2014-08-10	2014-08-16	7	100 752	100 815	-62	
2014-08-17	2014-08-23	7	100 975	101 009	-35	
2014-08-24	2014-08-30	7	101 172	101 272	-100	
2014-08-31	2014-09-06	7	100 728	100 785	-57	
2014-09-07	2014-09-13	7	101 487	101 552	-66	
2014-09-14	2014-09-20	7	101 381	101 474	-93	
2014-09-21	2014-09-27	7	101 489	101 560	-71	
2014-09-28	2014-10-04	7	100 980	101 107	-126	
2014-10-05	2014-10-11	7	100 742	100 770	-28	
2014-10-12	2014-10-18	7	100 710	100 782	-72	
2014-10-19	2014-10-25	7	100 914	100 954	-41	
2014-10-26	2014-11-01	7	100 734	100 715	19	
2014-11-02	2014-11-08	7	100 810	100 827	-18	
2014-11-09	2014-11-15	7	101 100	101 068	31	
2014-11-16	2014-11-22	7	100 759	100 778	-19	
2014-11-23	2014-11-29	7	101 027	101 025	3	
2014-11-30	2014-11-30	1	100 732	100 794	-62	
<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>			<b>101 008</b>	<b>101 059</b>	<b>-51</b>	

**Tableau 34 - Pression barométrique des chapelles 7 et 9 (2013 et 2014)**  
Période : JOUR

JOUR	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta Pb_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 495	100 494	2
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 289	101 290	-1
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 332	100 333	0
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 341	101 340	1
	2013-07-07	2013-07-13	7	101 193	101 189	4
	2013-07-14	2013-07-20	7	101 100	101 096	4
	2013-07-21	2013-07-27	7	101 020	101 017	4
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 875	100 876	-1
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 991	100 993	-2
	2013-08-11	2013-08-17	7	101 066	101 068	-2
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 392	101 390	2
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 989	100 999	-10
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 799	100 816	-17
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 866	100 886	-20
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 424	101 444	-20
	2013-09-22	2013-09-28	7	101 331	101 353	-21
2013-09-29	2013-09-30	2	101 409	101 429	-21	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 444	101 452	-9
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 758	101 774	-16
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 270	101 289	-20
	2014-02-16	2014-02-22	7	100 878	100 889	-11
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 816	100 833	-17
	2014-03-02	2014-03-08	7	102 047	102 070	-22
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 254	100 289	-36
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 091	101 134	-43
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 409	101 440	-30
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 170	101 216	-46
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 635	100 697	-62
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 541	101 602	-61
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 644	100 709	-65
	2014-04-27	2014-05-03	7	101 068	101 136	-67
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 854	100 914	-60
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 198	101 238	-40
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 114	101 162	-48
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 234	101 287	-53
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 751	100 796	-45
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 939	100 982	-43
	2014-06-15	2014-06-21	7	101 111	101 149	-38
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 190	101 247	-57
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 807	100 853	-46
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 756	100 798	-42
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 847	100 888	-41
	2014-07-20	2014-07-26	7	100 966	100 996	-30

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

JOUR	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	9	7	$\Delta P_{9-7}$
				Pa	Pa	Pa
2014-07-27	2014-08-02	7	100 774	100 802	-29	
2014-08-03	2014-08-09	7	101 093	101 108	-15	
2014-08-10	2014-08-16	7	100 832	100 861	-29	
2014-08-17	2014-08-23	7	101 073	101 088	-15	
2014-08-24	2014-08-30	7	101 322	101 339	-17	
2014-08-31	2014-09-06	7	100 759	100 780	-21	
2014-09-07	2014-09-13	7	101 448	101 493	-46	
2014-09-14	2014-09-20	7	101 522	101 553	-32	
2014-09-21	2014-09-27	7	101 592	101 641	-49	
2014-09-28	2014-10-04	7	101 043	101 097	-54	
2014-10-05	2014-10-11	7	100 675	100 709	-34	
2014-10-12	2014-10-18	7	100 737	100 755	-17	
2014-10-19	2014-10-25	7	100 966	100 985	-20	
2014-10-26	2014-11-01	7	100 749	100 766	-18	
2014-11-02	2014-11-08	7	100 879	100 878	0	
2014-11-09	2014-11-15	7	101 102	101 103	0	
2014-11-16	2014-11-22	7	100 840	100 835	5	
2014-11-23	2014-11-29	7	101 066	101 063	3	
2014-11-30	2014-11-30	1	100 669	100 666	3	
<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>				<b>101 049</b>	<b>101 075</b>	<b>-26</b>

**Tableau 35 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : 24 h**

24 h	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta Pb_{E-9}$	$\Delta Pb_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 279	-210	-213
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 078	-197	-203
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 169	-198	-202
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 102	-205	-210
	2013-07-07	2013-07-13	7	100 978	-199	-205
	2013-07-14	2013-07-20	7	100 921	-212	-217
	2013-07-21	2013-07-27	7	100 784	-193	-199
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 706	-188	-196
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 785	-185	-193
	2013-08-11	2013-08-17	7	100 889	-182	-189
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 174	-180	-184
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 800	-169	-181
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 613	-171	-188
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 676	-172	-195
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 229	-159	-181
	2013-09-22	2013-09-28	7	101 166	-152	-174
2013-09-29	2013-09-30	2	101 240	-142	-168	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 171	-148	-163
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 640	-121	-141
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 135	-100	-123
	2014-02-16	2014-02-22	7	100 858	-113	-134
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 779	-90	-121
	2014-03-02	2014-03-08	7	101 924	-56	-94
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 099	-75	-124
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 098	-27	-106
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 301	-54	-107
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 061	-92	-168
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 609	-45	-124
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 598	36	-36
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 565	-71	-166
	2014-04-27	2014-05-03	7	100 997	-74	-157
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 785	-54	-126
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 074	-76	-131
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 027	-60	-138
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 089	-78	-153
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 643	-65	-152
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 828	-79	-129
	2014-06-15	2014-06-21	7	100 937	-89	-137
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 062	-52	-123
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 668	-81	-147
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 611	-75	-125
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 762	-67	-127
	2014-07-20	2014-07-26	7	100 861	-71	-124



PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

24 h	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta Pb_{E-9}$	$\Delta Pb_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
	2014-07-27	2014-08-02	7	100 683	-79	-121
	2014-08-03	2014-08-09	7	100 972	-54	-105
	2014-08-10	2014-08-16	7	100 709	-80	-126
	2014-08-17	2014-08-23	7	100 943	-73	-109
	2014-08-24	2014-08-30	7	101 183	-52	-119
	2014-08-31	2014-09-06	7	100 659	-81	-125
	2014-09-07	2014-09-13	7	101 398	-68	-128
	2014-09-14	2014-09-20	7	101 379	-65	-132
	2014-09-21	2014-09-27	7	101 475	-51	-117
	2014-09-28	2014-10-04	7	100 979	-23	-118
	2014-10-05	2014-10-11	7	100 629	-74	-110
	2014-10-12	2014-10-18	7	100 626	-91	-140
	2014-10-19	2014-10-25	7	100 853	-83	-117
	2014-10-26	2014-11-01	7	100 652	-86	-86
	2014-11-02	2014-11-08	7	100 755	-79	-91
	2014-11-09	2014-11-15	7	101 013	-84	-68
	2014-11-16	2014-11-22	7	100 710	-76	-87
	2014-11-23	2014-11-29	7	100 964	-77	-76
	2014-11-30	2014-11-30	1	100 639	-69	-104
<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>				<b>100 925</b>	<b>-99</b>	<b>-140</b>

**Tableau 36 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : NUIT**

NUIT	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta Pb_{E-9}$	$\Delta Pb_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 297	-196	-203
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 099	-184	-192
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 212	-189	-198
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 093	-187	-198
	2013-07-07	2013-07-13	7	100 998	-180	-194
	2013-07-14	2013-07-20	7	100 962	-206	-219
	2013-07-21	2013-07-27	7	100 769	-178	-191
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 744	-169	-183
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 780	-173	-187
	2013-08-11	2013-08-17	7	100 910	-172	-182
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 178	-159	-168
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 807	-154	-165
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 621	-155	-172
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 670	-166	-191
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 210	-151	-174
	2013-09-22	2013-09-28	7	101 172	-146	-168
2013-09-29	2013-09-30	2	101 236	-130	-159	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 101	-143	-160
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 657	-108	-130
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 133	-84	-110
	2014-02-16	2014-02-22	7	100 925	-100	-127
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 834	-73	-111
	2014-03-02	2014-03-08	7	101 912	-24	-70
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 064	-61	-120
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 132	-7	-115
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 283	-25	-89
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 083	-67	-168
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 657	-22	-108
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 670	66	-9
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 571	-56	-189
	2014-04-27	2014-05-03	7	101 024	-56	-158
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 816	-35	-111
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 076	-36	-97
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 047	-4	-113
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 063	-44	-138
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 641	-8	-159
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 822	-52	-109
	2014-06-15	2014-06-21	7	100 873	-51	-116
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 028	-6	-86
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 646	-51	-149
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 569	-47	-100
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 784	-32	-102
	2014-07-20	2014-07-26	7	100 871	-40	-122

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

NUIT	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta Pb_{E-9}$	$\Delta Pb_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
2014-07-27	2014-08-02	7	100 708	-48	-91	
2014-08-03	2014-08-09	7	100 978	0	-73	
2014-08-10	2014-08-16	7	100 695	-57	-119	
2014-08-17	2014-08-23	7	100 938	-36	-71	
2014-08-24	2014-08-30	7	101 163	-9	-109	
2014-08-31	2014-09-06	7	100 668	-60	-117	
2014-09-07	2014-09-13	7	101 441	-46	-111	
2014-09-14	2014-09-20	7	101 341	-40	-133	
2014-09-21	2014-09-27	7	101 463	-26	-97	
2014-09-28	2014-10-04	7	100 988	8	-118	
2014-10-05	2014-10-11	7	100 681	-61	-89	
2014-10-12	2014-10-18	7	100 634	-76	-148	
2014-10-19	2014-10-25	7	100 832	-81	-122	
2014-10-26	2014-11-01	7	100 653	-81	-62	
2014-11-02	2014-11-08	7	100 737	-72	-90	
2014-11-09	2014-11-15	7	101 020	-80	-49	
2014-11-16	2014-11-22	7	100 693	-66	-85	
2014-11-23	2014-11-29	7	100 950	-77	-74	
2014-11-30	2014-11-30	1	100 665	-67	-129	
<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>				<b>100 931</b>	<b>-78</b>	<b>-128</b>

**Tableau 37 - Pression barométrique extérieure et l'écart avec celles mesurées dans les chapelles 7 et 9 (2013 et 2014) pour la période : JOUR**

JOUR	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta Pb_{E-9}$	$\Delta Pb_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
<b>2013</b>	2013-06-12	2013-06-15	4	100 272	-223	-222
	2013-06-16	2013-06-22	7	101 078	-211	-212
	2013-06-23	2013-06-29	7	100 124	-208	-208
	2013-06-30	2013-07-06	7	101 120	-221	-220
	2013-07-07	2013-07-13	7	100 976	-217	-213
	2013-07-14	2013-07-20	7	100 877	-223	-220
	2013-07-21	2013-07-27	7	100 814	-206	-203
	2013-07-28	2013-08-03	7	100 666	-210	-211
	2013-08-04	2013-08-10	7	100 792	-199	-201
	2013-08-11	2013-08-17	7	100 872	-194	-196
	2013-08-18	2013-08-24	7	101 190	-202	-200
	2013-08-25	2013-08-31	7	100 799	-190	-200
	2013-09-01	2013-09-07	7	100 612	-186	-204
	2013-09-08	2013-09-14	7	100 686	-179	-200
	2013-09-15	2013-09-21	7	101 255	-169	-189
	2013-09-22	2013-09-28	7	101 173	-159	-180
2013-09-29	2013-09-30	2	101 253	-155	-176	
<b>2014</b>	2014-01-31	2014-02-01	2	101 283	-160	-169
	2014-02-02	2014-02-08	7	101 610	-148	-165
	2014-02-09	2014-02-15	7	101 135	-135	-155
	2014-02-16	2014-02-22	7	100 746	-132	-143
	2014-02-23	2014-03-01	7	100 697	-119	-136
	2014-03-02	2014-03-08	7	101 947	-101	-123
	2014-03-09	2014-03-15	7	100 157	-97	-133
	2014-03-16	2014-03-22	7	101 040	-51	-94
	2014-03-23	2014-03-29	7	101 314	-95	-126
	2014-03-30	2014-04-05	7	101 049	-121	-168
	2014-04-06	2014-04-12	7	100 564	-72	-134
	2014-04-13	2014-04-19	7	101 541	0	-61
	2014-04-20	2014-04-26	7	100 555	-89	-154
	2014-04-27	2014-05-03	7	100 974	-94	-161
	2014-05-04	2014-05-10	7	100 781	-72	-133
	2014-05-11	2014-05-17	7	101 084	-114	-155
	2014-05-18	2014-05-24	7	101 003	-111	-160
	2014-05-25	2014-05-31	7	101 127	-107	-159
	2014-06-01	2014-06-07	7	100 636	-114	-160
	2014-06-08	2014-06-14	7	100 837	-102	-146
	2014-06-15	2014-06-21	7	100 994	-117	-155
	2014-06-22	2014-06-28	7	101 099	-92	-149
	2014-06-29	2014-07-05	7	100 702	-104	-150
	2014-07-06	2014-07-12	7	100 657	-99	-141
	2014-07-13	2014-07-19	7	100 746	-101	-142
	2014-07-20	2014-07-26	7	100 866	-99	-130

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

JOUR	Période			Pression barométrique moyenne		
	Début	Fin	Nombre de jours	Extérieure	$\Delta\text{Pb}_{E-9}$	$\Delta\text{Pb}_{E-7}$
				Pa	Pa	Pa
2014-07-27	2014-08-02	7	100 658	-116	-144	
2014-08-03	2014-08-09	7	100 977	-116	-131	
2014-08-10	2014-08-16	7	100 724	-107	-137	
2014-08-17	2014-08-23	7	100 949	-124	-139	
2014-08-24	2014-08-30	7	101 211	-111	-128	
2014-08-31	2014-09-06	7	100 649	-110	-131	
2014-09-07	2014-09-13	7	101 347	-101	-146	
2014-09-14	2014-09-20	7	101 419	-103	-134	
2014-09-21	2014-09-27	7	101 502	-90	-139	
2014-09-28	2014-10-04	7	100 971	-71	-126	
2014-10-05	2014-10-11	7	100 575	-100	-134	
2014-10-12	2014-10-18	7	100 625	-112	-129	
2014-10-19	2014-10-25	7	100 875	-90	-110	
2014-10-26	2014-11-01	7	100 653	-96	-113	
2014-11-02	2014-11-08	7	100 785	-94	-94	
2014-11-09	2014-11-15	7	101 007	-96	-96	
2014-11-16	2014-11-22	7	100 744	-96	-91	
2014-11-23	2014-11-29	7	100 985	-82	-79	
2014-11-30	2014-11-30	1	100 596	-73	-70	
<b>Moyenne (semaine complète 2013-2014) :</b>				<b>100 923</b>	<b>-125</b>	<b>-151</b>

#### **4.2.7. Humidité relative**

##### Humidité relative et pression barométrique

Les capteurs qui mesurent l'humidité relative et qui sont utilisés habituellement par l'industrie serricole sont programmés pour une pression barométrique fixe à 101 325 Pa. De plus, les diverses chartes (exemples : zones de confort, diagramme psychrométrique) ou encore modèles utilisés dans le domaine serricole pour interpréter les résultats associés à l'humidité relative sont aussi en général pour une pression barométrique fixe à 101 325 Pa.

Pour connaître la pertinence d'ajuster les valeurs d'humidité relative en fonction de la pression barométrique telle que mesurée, les valeurs d'humidité relative ont été ajustées selon la donnée mesurée de la pression barométrique.

Ainsi, cette section présentera les résultats d'humidité relative telle que mesurée et les résultats ajustés selon la pression barométrique. Il est important de se rappeler que la régie utilisée pour gérer les TCC a son importance. À la toute fin de cette section, il y aura une brève discussion concernant les différences obtenues entre les valeurs mesurées et celles ajustées.

Dynamique climatique de l'humidité relative dans la canopée par l'analyse des capteurs ROTRONICS – VALEUR TELLE QUE MESURÉE (PB à 101 325 Pa)

Pour être en mesure d'analyser la dynamique climatique au niveau de la canopée, des capteurs ROTRONICS ont été utilisés. Ces capteurs mesurent la température et l'humidité relative à une pression barométrique (PB) fixe à 101 325 Pa. La localisation de ces capteurs au rang 2 (R2) est présentée à l'Annexe 3.

Les tableaux suivants ont été générés à partir des données de 2013 et 2014 et en fonction des modes d'opération des TCC observés en 2013 et 2014 sur une base hebdomadaire<sup>14</sup>. De brefs commentaires suivront les résultats présentés dans les tableaux.

À titre de rappel, le Graphique 5 (page 66) et le Graphique 6 (page 67) présentent les températures réalisées et les consignes de chauffe des TCC pour les années 2013 et 2014 pour diverses périodes journalières.

**Tableau 38 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	76,1	84,0	84,7	68,2	68,9
		R92 milieu	76,9	81,7	83,4	72,5	70,4
		R93 bas	71,5	75,5	77,6	67,9	65,3
		<b>Moyenne</b>	<b>74,8</b>	<b>80,4</b>	<b>81,9</b>	<b>69,6</b>	<b>68,2</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	77,2	84,6	86,0	69,7	70,2
		R72 milieu	78,5	83,0	85,2	74,1	72,3
		R73 bas	72,7	76,2	78,8	69,6	66,7
		<b>Moyenne</b>	<b>76,2</b>	<b>81,3</b>	<b>83,3</b>	<b>71,1</b>	<b>69,7</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-1,1	-0,7	-1,2	-1,4	-1,3
		R72 milieu	-1,6	-1,3	-1,8	-1,6	-2,0
		R73 bas	-1,2	-0,8	-1,2	-1,6	-1,4
		<b>Moyenne</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour toutes les périodes.

<sup>14</sup> La fin ou le début d'un mode d'opération peut survenir au milieu d'une semaine. Toutefois, l'impact sur les moyennes pour un mode d'opération donné est négligeable.

**Tableau 39 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	76,5	84,8	85,7	66,1	64,6
		R92 milieu	79,0	84,3	85,5	72,8	69,5
		R93 bas	74,6	78,5	80,1	70,4	66,7
		<b>Moyenne</b>	<b>76,7</b>	<b>82,5</b>	<b>83,8</b>	<b>69,8</b>	<b>67,0</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	75,9	82,5	84,0	67,3	66,1
		R72 milieu	78,7	82,2	84,2	74,5	71,3
		R73 bas	72,9	75,8	78,0	69,8	65,9
		<b>Moyenne</b>	<b>75,8</b>	<b>80,2</b>	<b>82,1</b>	<b>70,5</b>	<b>67,8</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du	au	ΔHumidité relative (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,7	2,3	1,6	-1,1	-1,5
		R72 milieu	0,3	2,1	1,3	-1,7	-1,8
		R73 bas	1,7	2,7	2,1	0,6	0,8
		<b>Moyenne</b>	<b>0,9</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,8</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC, mais non en fonction). Aussi, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour les périodes de 24 h, de NUIT et du MATIN. Pour les périodes de JOUR et du SOIR, la chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7.

Lors de cette période, les TCC n'étaient pas en fonction. Ceci indique que la chapelle 9 est plus humide sans TCC. Avec les données à notre disposition, on ne peut pas expliquer les raisons. Toutefois, cela tant à démontrer l'effet des TCC pour gérer l'humidité relative.



**Tableau 40 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	74,4	77,6	79,3	69,2	66,9
		R92 milieu	73,9	75,9	77,7	71,0	67,7
		R93 bas	68,8	70,6	71,0	66,6	63,7
		<b>Moyenne</b>	<b>72,3</b>	<b>74,7</b>	<b>76,0</b>	<b>69,0</b>	<b>66,1</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	72,8	75,5	76,4	68,7	66,8
		R72 milieu	74,3	75,8	76,7	72,7	69,3
		R73 bas	68,4	69,2	70,5	67,9	64,4
		<b>Moyenne</b>	<b>71,8</b>	<b>73,5</b>	<b>74,5</b>	<b>69,8</b>	<b>66,8</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,6	2,1	2,9	0,5	0,1
		R72 milieu	-0,4	0,1	1,0	-1,6	-1,7
		R73 bas	0,4	1,4	0,5	-1,3	-0,7
		<b>Moyenne</b>	<b>0,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). Aussi, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour les périodes de 24 h, de NUIT et du MATIN. Pour les périodes de JOUR et du SOIR, la chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7.

**Tableau 41 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	67,9	67,3	67,9	68,9	69,4
		R92 milieu	68,1	67,4	67,9	69,5	69,6
		R93 bas	67,3	67,0	68,1	67,7	67,8
		<b>Moyenne</b>	<b>67,8</b>	<b>67,2</b>	<b>68,0</b>	<b>68,7</b>	<b>69,0</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	67,1	67,3	67,0	66,7	67,3
		R72 milieu	69,6	69,8	69,4	69,6	69,3
		R73 bas	66,3	65,9	66,4	67,2	66,5
		<b>Moyenne</b>	<b>67,7</b>	<b>67,7</b>	<b>67,6</b>	<b>67,8</b>	<b>67,7</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,8	-0,1	0,9	2,2	2,1
		R72 milieu	-1,5	-2,4	-1,5	-0,1	0,3
		R73 bas	1,1	1,1	1,7	0,5	1,3
		<b>Moyenne</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>

On observe que l'humidité relative est relativement stable indépendamment des périodes journalières (en moyenne : 67,2 % < HR < 69,0 %). Cette période correspond à la période où les plants sont étêtés.

La chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour toutes les périodes sauf la NUIT.

**Tableau 42 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	68,9	69,1	76,0	66,2	67,6
		R92 milieu	68,0	65,6	73,2	70,1	67,6
		R93 bas	62,6	59,1	66,0	67,0	63,1
		<b>Moyenne</b>	<b>66,5</b>	<b>64,6</b>	<b>71,7</b>	<b>67,8</b>	<b>66,1</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	67,6	66,4	72,3	67,6	68,5
		R72 milieu	70,1	67,0	73,4	72,8	72,5
		R73 bas	63,7	59,6	64,3	68,7	67,9
		<b>Moyenne</b>	<b>67,2</b>	<b>64,4</b>	<b>70,0</b>	<b>69,7</b>	<b>69,6</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,3	2,7	3,6	-1,4	-1,0
		R72 milieu	-2,1	-1,4	-0,2	-2,8	-4,9
		R73 bas	-1,1	-0,6	1,7	-1,7	-4,8
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>-1,9</b>	<b>-3,5</b>

On observe que l'humidité relative est légèrement plus élevée le JOUR que la NUIT dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 le MATIN. La nuit, les deux chapelles ont des niveaux d'humidité relative similaire. Pour les autres périodes journalières, la chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7.

**Tableau 43 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	70,0	73,7	81,1	63,9	64,7
		R92 milieu	69,3	70,6	77,6	66,9	64,0
		R93 bas	64,9	65,3	71,9	63,2	60,7
		<b>Moyenne</b>	<b>68,1</b>	<b>69,9</b>	<b>76,8</b>	<b>64,7</b>	<b>63,1</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	68,5	73,0	79,0	62,5	62,6
		R72 milieu	73,0	74,4	80,9	70,5	68,1
		R73 bas	67,1	67,7	73,9	65,4	62,5
		<b>Moyenne</b>	<b>69,5</b>	<b>71,7</b>	<b>77,9</b>	<b>66,1</b>	<b>64,4</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,4	0,8	2,0	1,4	2,1
		R72 milieu	-3,7	-3,8	-3,3	-3,7	-4,1
		R73 bas	-2,1	-2,4	-1,9	-2,2	-1,8
		<b>Moyenne</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,3</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les différentes périodes journalières.

**Tableau 44 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août (PB à 101 325 Pa)**

R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	70,5	76,2	81,2	63,5	63,5
		R92 milieu	72,5	74,6	79,4	69,6	67,6
		R93 bas	68,7	69,9	74,8	66,8	64,1
		<b>Moyenne</b>	<b>70,6</b>	<b>73,6</b>	<b>78,4</b>	<b>66,6</b>	<b>65,1</b>
R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	70,2	75,9	81,5	63,3	62,5
		R72 milieu	74,6	77,9	84,3	70,2	67,7
		R73 bas	69,4	71,4	77,3	66,5	63,8
		<b>Moyenne</b>	<b>71,4</b>	<b>75,0</b>	<b>81,0</b>	<b>66,7</b>	<b>64,7</b>
2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,3	0,3	-0,3	0,2	1,0
		R72 milieu	-2,1	-3,3	-4,9	-0,6	-0,1
		R73 bas	-0,7	-1,5	-2,5	0,3	0,3
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,5</b>	<b>-2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC, mais non en fonction). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes journalières suivantes : 24 h, NUIT et MATIN. Pour la période de JOUR, l'humidité relative est similaire dans les chapelles 7 et 9. Pour la période de SOIR, l'humidité relative est légèrement plus élevée dans la chapelle 9 par rapport à la chapelle 7.

**Tableau 45 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	71,8	77,7	82,0	63,8	62,1
		R92 milieu	72,6	75,5	79,8	68,7	65,1
		R93 bas	68,5	70,8	75,2	65,7	61,5
		<b>Moyenne</b>	<b>71,0</b>	<b>74,7</b>	<b>79,0</b>	<b>66,1</b>	<b>62,9</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	71,7	78,3	83,1	62,7	60,7
		R72 milieu	75,4	79,6	84,8	69,6	66,3
		R73 bas	69,6	72,5	77,2	65,9	62,0
		<b>Moyenne</b>	<b>72,3</b>	<b>76,8</b>	<b>81,7</b>	<b>66,1</b>	<b>63,0</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du	au	ΔHumidité relative (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,1	-0,6	-1,1	1,1	1,4
		R72 milieu	-2,8	-4,1	-4,9	-0,9	-1,3
		R73 bas	-1,1	-1,7	-2,0	-0,2	-0,5
		<b>Moyenne</b>	<b>-1,3</b>	<b>-2,2</b>	<b>-2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes journalières suivantes : 24 h, NUIT et MATIN. Pour la période de JOUR et de SOIR, l'humidité relative est similaire dans les chapelles 7 et 9.

**Tableau 46 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre (PB à 101 325 Pa)**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	72,9	73,9	79,5	69,9	68,4
		R92 milieu	71,6	71,9	76,8	70,2	68,2
		R93 bas	65,5	64,9	68,5	66,0	64,3
		<b>Moyenne</b>	<b>70,0</b>	<b>70,2</b>	<b>74,9</b>	<b>68,7</b>	<b>66,9</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	72,2	73,8	79,2	67,9	66,9
		R72 milieu	73,8	74,8	79,1	71,2	69,3
		R73 bas	66,3	66,6	69,8	65,5	64,0
		<b>Moyenne</b>	<b>70,8</b>	<b>71,7</b>	<b>76,0</b>	<b>68,2</b>	<b>66,8</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,7	0,1	0,3	2,0	1,4
		R72 milieu	-2,2	-3,0	-2,3	-1,1	-1,1
		R73 bas	-0,9	-1,7	-1,3	0,5	0,3
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>

On observe que l'humidité relative est légèrement plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes journalières suivantes : 24 h, NUIT et MATIN. Pour les périodes de JOUR et de SOIR, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9.

### Dynamique climatique de l'humidité relative dans la canopée par l'analyse des capteurs ROTRONICS – VALEUR AJUSTÉE SELON LA PRESSION BAROMÉTRIQUE MESURÉE

Cette section présente dans divers tableaux les résultats associés à l'humidité relative tout en tenant compte de la pression barométrique mesurée dans les chapelles 7 et 9. Lorsque la pression barométrique n'était pas disponible<sup>15</sup>, la pression barométrique était fixée à 101 325 Pa. Ces résultats sont suivis de brefs commentaires. Les tableaux ont été générés à partir des données de 2013 et 2014 et en fonction des modes d'opération des TCC observés en 2013 et 2014 sur une base hebdomadaire<sup>16</sup>.

Par la suite, divers graphiques présenteront les fluctuations de l'humidité relative ajustée (HRA) dans la canopée pour les périodes de NUIT et de JOUR pour les années 2013 et 2014. La zone ombragée en gris qui sont sur les graphiques présente la période où les TCC n'étaient pas en fonction. À la toute fin, les graphiques seront suivis de brefs commentaires.

La localisation des capteurs est présentée à l'Annexe 3.

Cet exercice pour ajuster l'humidité relative est fort complexe. Ainsi, l'explication du procédé se limitera aux éléments suivants. Pour évaluer la valeur ajustée de l'humidité relative, il faut avoir :

- la température sèche qui provient des capteurs ROTRONICS
- la température humide qui est calculée par le système ROTRONICS
- la pression barométrique qui provient des capteurs d'Onset Computer (HOBO)

À partir des principes de thermodynamique et de certains modèles, il faut évaluer les éléments suivants :

- le rapport de masse molaire
- la chaleur latente de vaporisation de l'eau
- la chaleur massique à la température humide
- la pression de vapeur saturante à la température sèche
- la pression de vapeur saturante à la température humide

Finalement, l'humidité relative évaluée est ajustée selon la moyenne des écarts des humidités relatives à 101 325 Pa (Rotronics vs Modèle avec la même pression barométrique). Cette dernière opération est réalisée pour atténuer les imperfections des modèles utilisés.

---

<sup>15</sup> Ceci est survenu surtout à l'automne 2013. Pour justifier l'ajustement ou non des données (humidité relative, DPV), seules les journées où la pression barométrique était disponible seront prises en compte.

<sup>16</sup> La fin ou le début d'un mode d'opération peut survenir au milieu d'une semaine. Toutefois, l'impact sur les moyennes pour un mode d'opération donné est négligeable.



**Tableau 47 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	75,7	83,4	84,2	68,0	68,6
		R92 milieu	76,5	81,3	82,9	72,2	70,1
		R93 bas	71,2	75,1	77,2	67,7	65,1
		<b>Moyenne</b>	<b>74,5</b>	<b>79,9</b>	<b>81,4</b>	<b>69,3</b>	<b>67,9</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	76,1	83,3	84,6	68,7	69,3
		R72 milieu	77,5	81,9	84,0	73,1	71,5
		R73 bas	71,9	75,3	77,8	68,8	66,0
		<b>Moyenne</b>	<b>75,1</b>	<b>80,2</b>	<b>82,1</b>	<b>70,2</b>	<b>68,9</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,4	0,1	-0,4	-0,7	-0,7
		R72 milieu	-0,9	-0,6	-1,1	-0,9	-1,3
		R73 bas	-0,7	-0,2	-0,6	-1,1	-0,9
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,0</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour toutes les périodes.

**Tableau 48 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative ajustée (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	76,1	84,2	85,1	65,9	64,4
		R92 milieu	78,6	83,8	85,0	72,5	69,3
		R93 bas	74,3	78,1	79,6	70,1	66,5
		<b>Moyenne</b>	<b>76,3</b>	<b>82,0</b>	<b>83,3</b>	<b>69,5</b>	<b>66,8</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines	dates: du	au	Humidité relative ajustée (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	74,8	81,2	82,7	66,4	65,3
		R72 milieu	77,7	81,1	83,1	73,6	70,5
		R73 bas	72,1	74,9	77,0	69,0	65,2
		<b>Moyenne</b>	<b>74,8</b>	<b>79,1</b>	<b>80,9</b>	<b>69,7</b>	<b>67,0</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines	dates: du	au	ΔHumidité relative ajustée (%)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,4	3,0	2,4	-0,5	-0,9
		R72 milieu	0,9	2,7	2,0	-1,1	-1,2
		R73 bas	2,2	3,2	2,7	1,1	1,3
		<b>Moyenne</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>	<b>2,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,3</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la nuit que le jour dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC, mais non en fonction). La chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour les périodes : 24 h, NUIT et MATIN. La chapelle 9 est légèrement plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes de JOUR et de SOIR.

Lors de cette période, les TCC n'étaient pas en fonction. Ceci indique que la chapelle 9 est plus humide sans TCC. Avec les données à notre disposition, on ne peut pas expliquer les raisons. Toutefois, cela tant à démontrer l'effet des TCC pour gérer l'humidité relative.

**Tableau 49 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	74,0	77,2	78,9	69,0	66,7
		R92 milieu	73,6	75,6	77,3	70,8	67,5
		R93 bas	68,5	70,3	70,7	66,4	63,6
		<b>Moyenne</b>	<b>72,0</b>	<b>74,4</b>	<b>75,6</b>	<b>68,7</b>	<b>65,9</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	71,8	74,4	75,3	67,8	65,9
		R72 milieu	73,4	74,9	75,8	71,9	68,6
		R73 bas	67,6	68,4	69,7	67,2	63,7
		<b>Moyenne</b>	<b>70,9</b>	<b>72,6</b>	<b>73,6</b>	<b>69,0</b>	<b>66,1</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	2,2	2,8	3,6	1,2	0,8
		R72 milieu	0,2	0,7	1,6	-1,0	-1,1
		R73 bas	0,9	1,9	1,0	-0,8	-0,2
		<b>Moyenne</b>	<b>1,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,2</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour les périodes : 24 h, NUIT et MATIN. La chapelle 9 est légèrement plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes de JOUR et de SOIR.

**Tableau 50 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	67,7	67,0	67,7	68,7	69,2
		R92 milieu	67,9	67,2	67,7	69,3	69,4
		R93 bas	67,1	66,7	67,9	67,5	67,7
		<b>Moyenne</b>	<b>67,6</b>	<b>67,0</b>	<b>67,8</b>	<b>68,5</b>	<b>68,8</b>
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	66,3	66,5	66,2	65,9	66,5
		R72 milieu	68,9	69,0	68,7	68,9	68,6
		R73 bas	65,6	65,2	65,7	66,5	65,9
		<b>Moyenne</b>	<b>66,9</b>	<b>66,9</b>	<b>66,8</b>	<b>67,1</b>	<b>67,0</b>
<b>2013 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,4	0,6	1,6	2,8	2,7
		R72 milieu	-0,9	-1,8	-1,0	0,5	0,9
		R73 bas	1,5	1,5	2,2	1,0	1,8
		<b>Moyenne</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>

On observe que l'humidité relative est relativement stable indépendamment des périodes journalières (en moyenne : 66,8 % < HR < 68,8 %). Cette période correspond à la période où les plants sont étêtés.

La chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9 pour toutes les périodes. Cependant, la différence pour la période de NUIT.

**Tableau 51 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	68,7	68,9	75,6	66,1	67,4
		R92 milieu	67,9	65,5	73,0	69,8	67,5
		R93 bas	62,5	59,0	65,9	66,8	63,0
		<b>Moyenne</b>	<b>66,4</b>	<b>64,5</b>	<b>71,5</b>	<b>67,6</b>	<b>65,9</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	66,8	65,6	71,4	66,8	67,7
		R72 milieu	69,3	66,3	72,5	72,0	71,6
		R73 bas	63,1	59,1	63,7	68,0	67,2
		<b>Moyenne</b>	<b>66,4</b>	<b>63,7</b>	<b>69,2</b>	<b>68,9</b>	<b>68,8</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,9	3,2	4,3	-0,7	-0,3
		R72 milieu	-1,4	-0,8	0,4	-2,1	-4,2
		R73 bas	-0,6	-0,1	2,2	-1,2	-4,2
		<b>Moyenne</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-2,9</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée le JOUR que la NUIT dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes suivantes : JOUR et SOIR. Lors des périodes de NUIT et de MATIN, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9. Sur 24 h, les chapelles 7 et 9 ont le même niveau d'humidité relative.

**Tableau 52 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	69,7	73,5	80,6	63,7	64,6
		R92 milieu	69,2	70,5	77,2	66,7	63,9
		R93 bas	64,8	65,2	71,7	63,1	60,7
		<b>Moyenne</b>	<b>67,9</b>	<b>69,7</b>	<b>76,5</b>	<b>64,5</b>	<b>63,0</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	67,7	72,0	78,0	61,8	62,0
		R72 milieu	72,2	73,5	79,8	69,7	67,3
		R73 bas	66,4	67,1	73,0	64,7	62,0
		<b>Moyenne</b>	<b>68,8</b>	<b>70,9</b>	<b>76,9</b>	<b>65,4</b>	<b>63,8</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	2,0	1,5	2,7	1,9	2,6
		R72 milieu	-3,0	-3,1	-2,6	-3,0	-3,4
		R73 bas	-1,6	-1,9	-1,3	-1,6	-1,3
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,7</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour toutes les périodes.

**Tableau 53 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	70,3	75,9	80,7	63,3	63,3
		R92 milieu	72,3	74,3	79,0	69,4	67,4
		R93 bas	68,5	69,7	74,5	66,6	64,0
		<b>Moyenne</b>	<b>70,3</b>	<b>73,3</b>	<b>78,1</b>	<b>66,5</b>	<b>64,9</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	69,3	74,8	80,3	62,6	61,8
		R72 milieu	73,7	77,0	83,1	69,4	67,0
		R73 bas	68,7	70,6	76,4	65,9	63,2
		<b>Moyenne</b>	<b>70,6</b>	<b>74,1</b>	<b>79,9</b>	<b>66,0</b>	<b>64,0</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,9	1,0	0,5	0,8	1,5
		R72 milieu	-1,5	-2,6	-4,1	0,0	0,4
		R73 bas	-0,2	-0,9	-1,9	0,8	0,8
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC, mais non en fonction). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes suivantes : 24h, NUIT et MATIN. Lors des périodes de JOUR et de SOIR, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9.

**Tableau 54 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	71,6	77,3	81,5	63,7	62,0
		R92 milieu	72,3	75,2	79,5	68,5	64,9
		R93 bas	68,3	70,5	74,8	65,6	61,4
		<b>Moyenne</b>	<b>70,7</b>	<b>74,4</b>	<b>78,6</b>	<b>65,9</b>	<b>62,8</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	70,8	77,2	81,9	62,0	60,0
		R72 milieu	74,5	78,6	83,6	68,8	65,7
		R73 bas	68,9	71,7	76,2	65,2	61,4
		<b>Moyenne</b>	<b>71,4</b>	<b>75,8</b>	<b>80,6</b>	<b>65,3</b>	<b>62,4</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,8	0,1	-0,3	1,7	2,0
		R72 milieu	-2,2	-3,4	-4,2	-0,3	-0,7
		R73 bas	-0,6	-1,1	-1,4	0,3	0,0
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,7</b>	<b>-1,5</b>	<b>-2,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>

On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes suivantes : 24h, NUIT et MATIN. Lors des périodes de JOUR et de SOIR, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9.



**Tableau 55 - Humidité relative moyenne dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre et ajustée selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	72,6	73,6	79,1	69,7	68,2
		R92 milieu	71,4	71,6	76,5	70,0	68,1
		R93 bas	65,3	64,8	68,3	65,9	64,2
		<b>Moyenne</b>	<b>69,8</b>	<b>70,0</b>	<b>74,6</b>	<b>68,5</b>	<b>66,8</b>
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			Humidité relative ajustée (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	71,3	72,8	78,1	67,2	66,2
		R72 milieu	73,0	74,0	78,1	70,5	68,7
		R73 bas	65,7	65,9	69,0	64,9	63,4
		<b>Moyenne</b>	<b>70,0</b>	<b>70,9</b>	<b>75,1</b>	<b>67,5</b>	<b>66,1</b>
<b>2014 - Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔHumidité relative ajustée (%)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	1,4	0,8	1,0	2,6	2,0
		R72 milieu	-1,6	-2,3	-1,6	-0,5	-0,5
		R73 bas	-0,4	-1,2	-0,7	1,0	0,8
		<b>Moyenne</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>

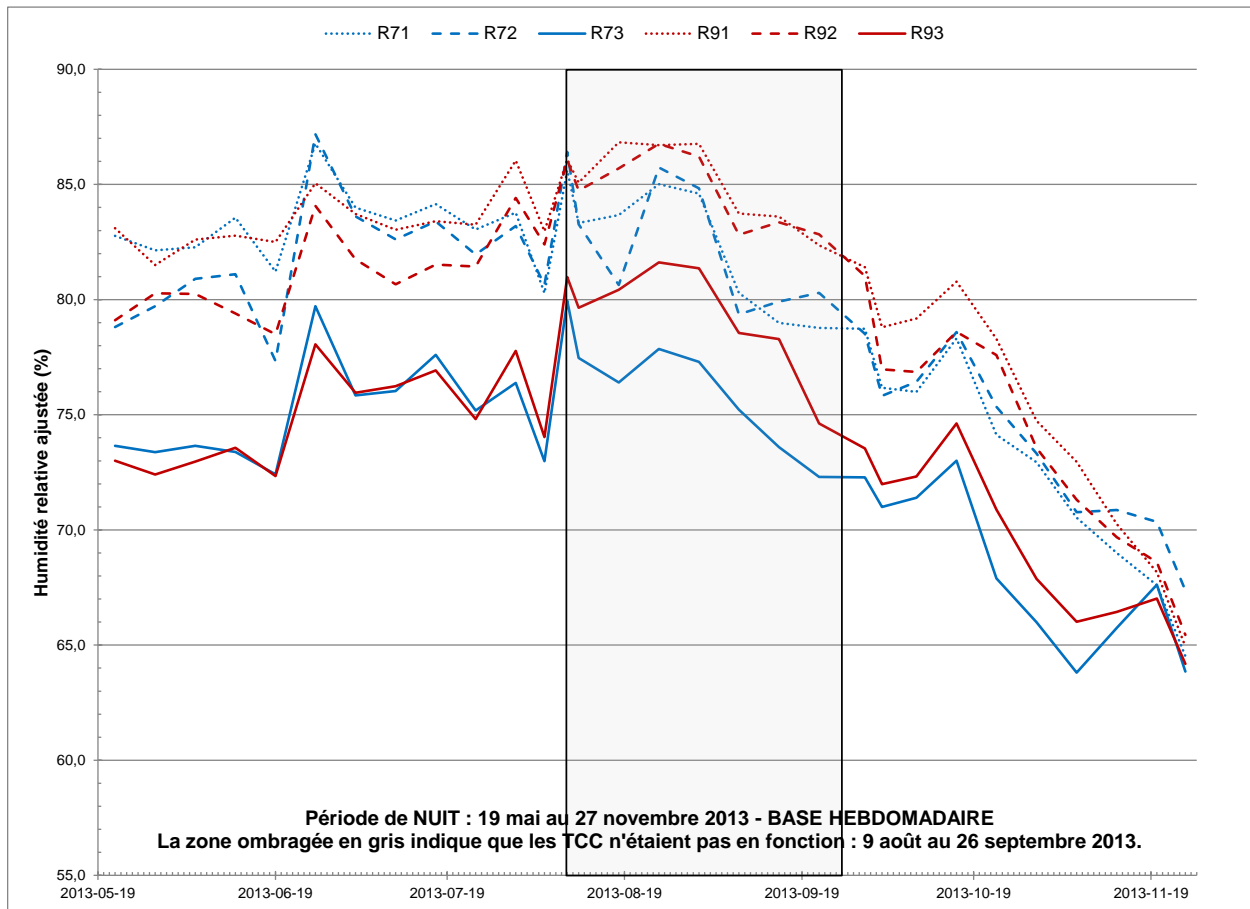
On observe que l'humidité relative est plus élevée la NUIT que le JOUR dans les chapelles 7 (sans TCC) et 9 (avec TCC). La chapelle 9 est plus sèche que la chapelle 7 pour les périodes suivantes : 24h, NUIT et MATIN. Lors des périodes de JOUR et de SOIR, la chapelle 7 est plus sèche que la chapelle 9.

### Commentaires par rapport aux tableaux

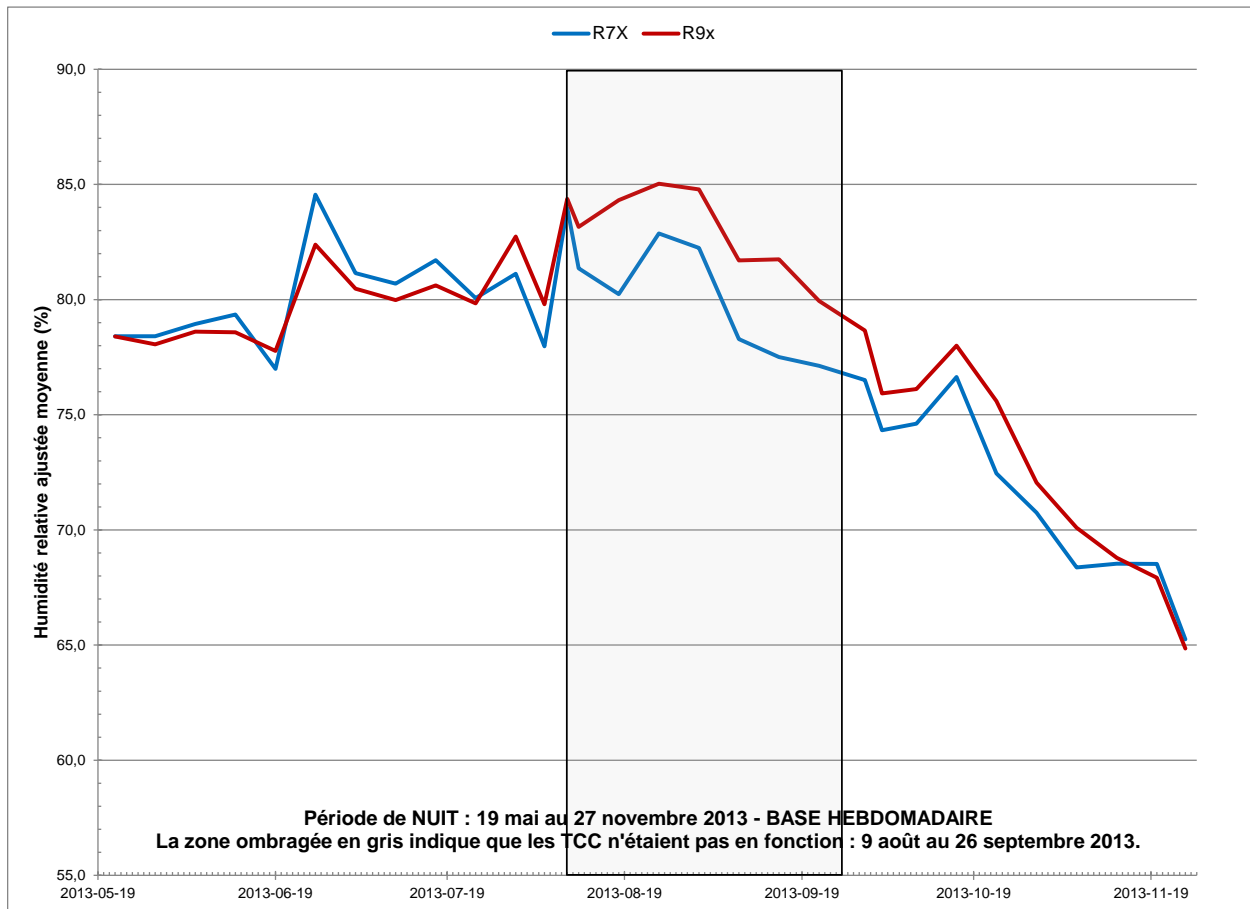
Dans le cadre du projet, les ajustements apportés à l'humidité relative qui tiennent compte des données mesurées de la pression barométrique n'ont pas en général changé l'interprétation des données. L'ajustement tend à diminuer légèrement le taux de l'humidité relative.

Pour savoir si l'ajustement apporté aux valeurs d'humidité relative est justifié, seuls les résultats associés au DPV apporteront une réponse à cette interrogation. En effet, plusieurs chercheurs ont développé un tableau indiquant la zone de confort pour la plupart des plants (voir le Tableau 58 à la page 138).

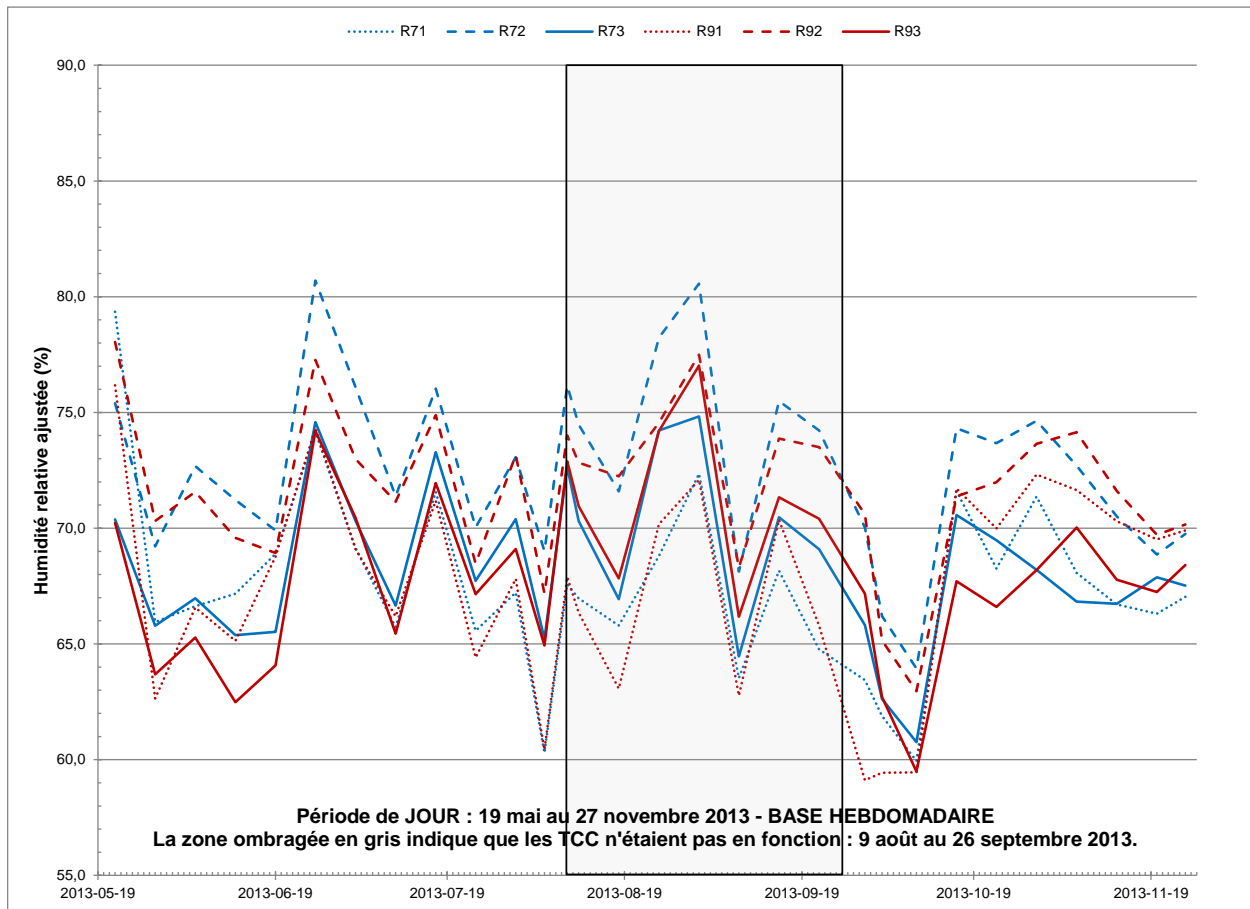
Graphique 7 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2013



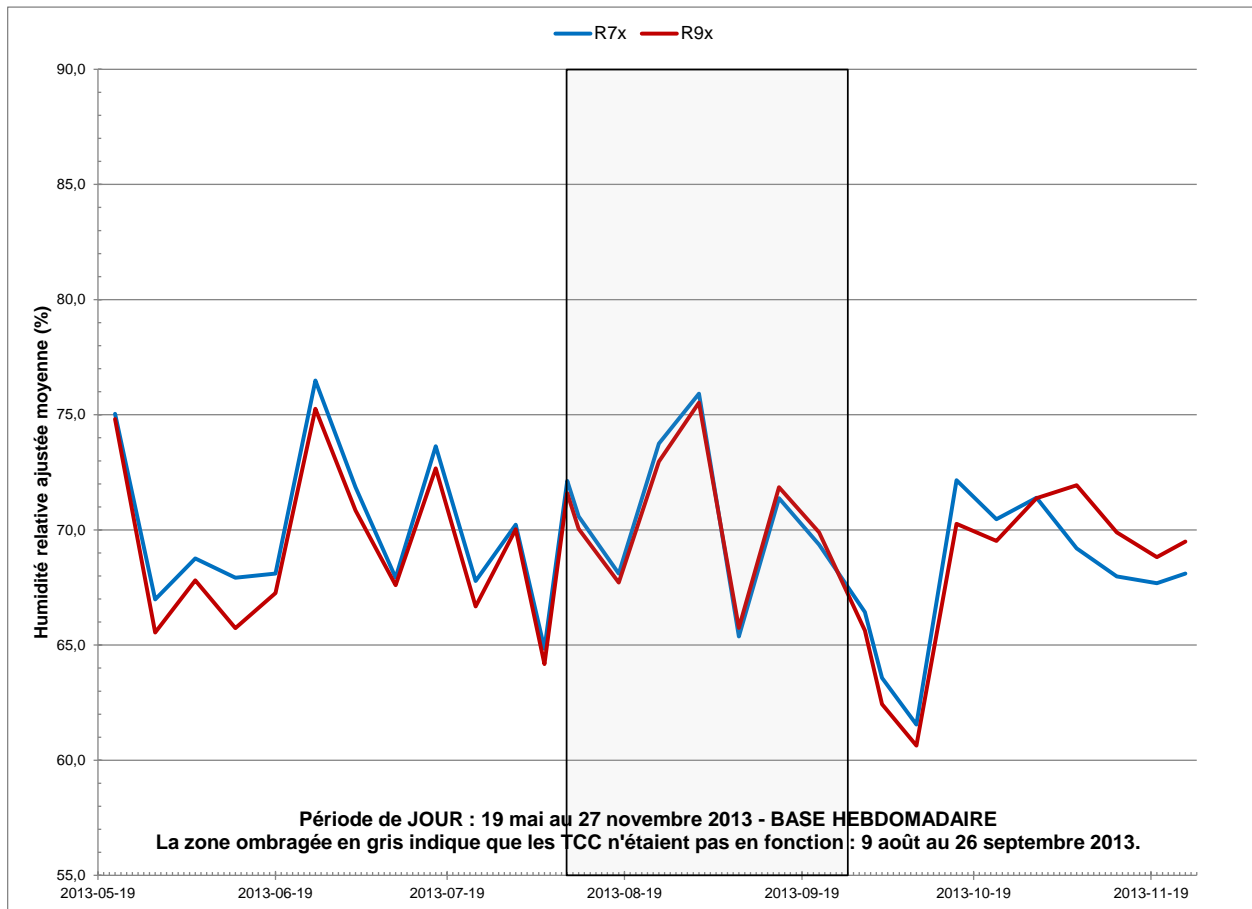
Graphique 8 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2013 (moyenne)



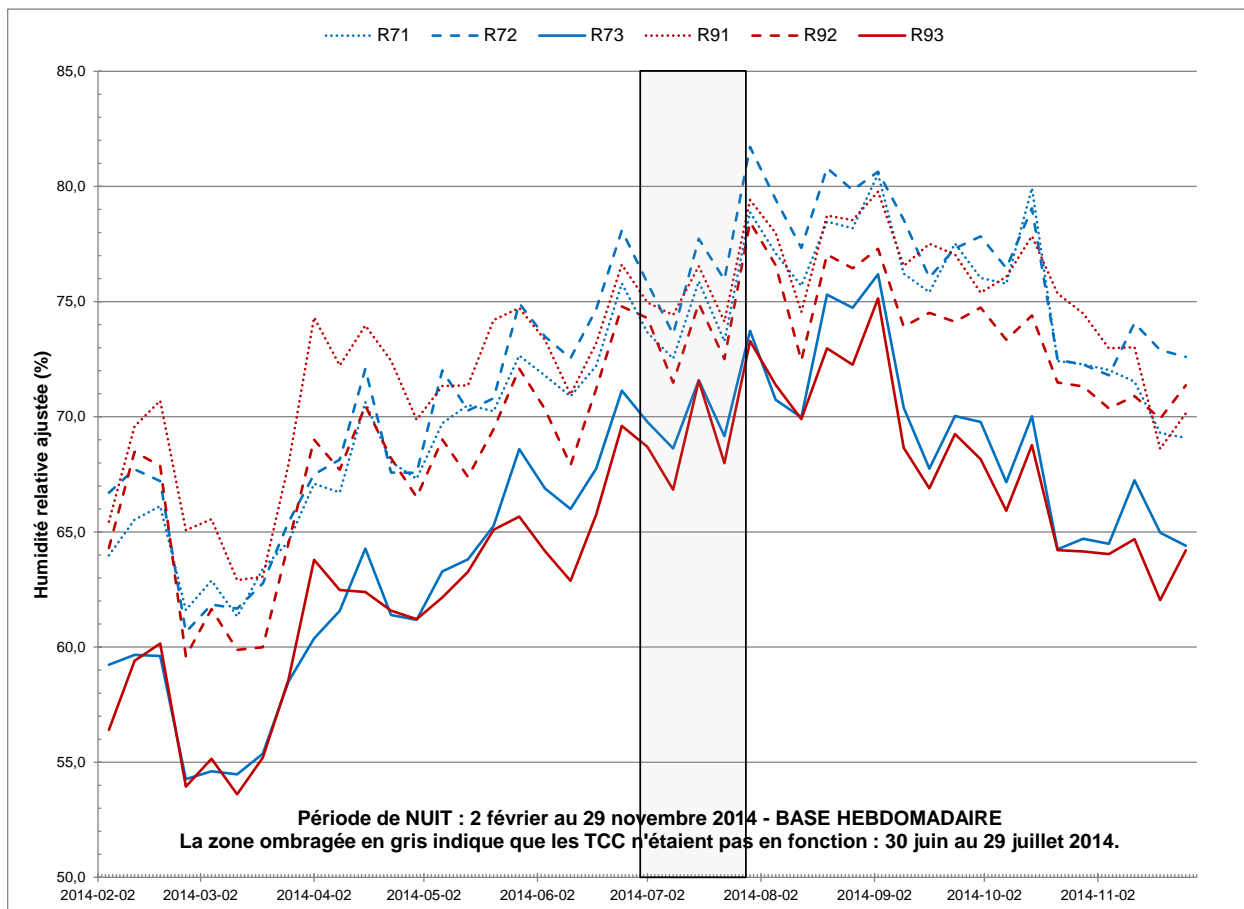
Graphique 9 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2013



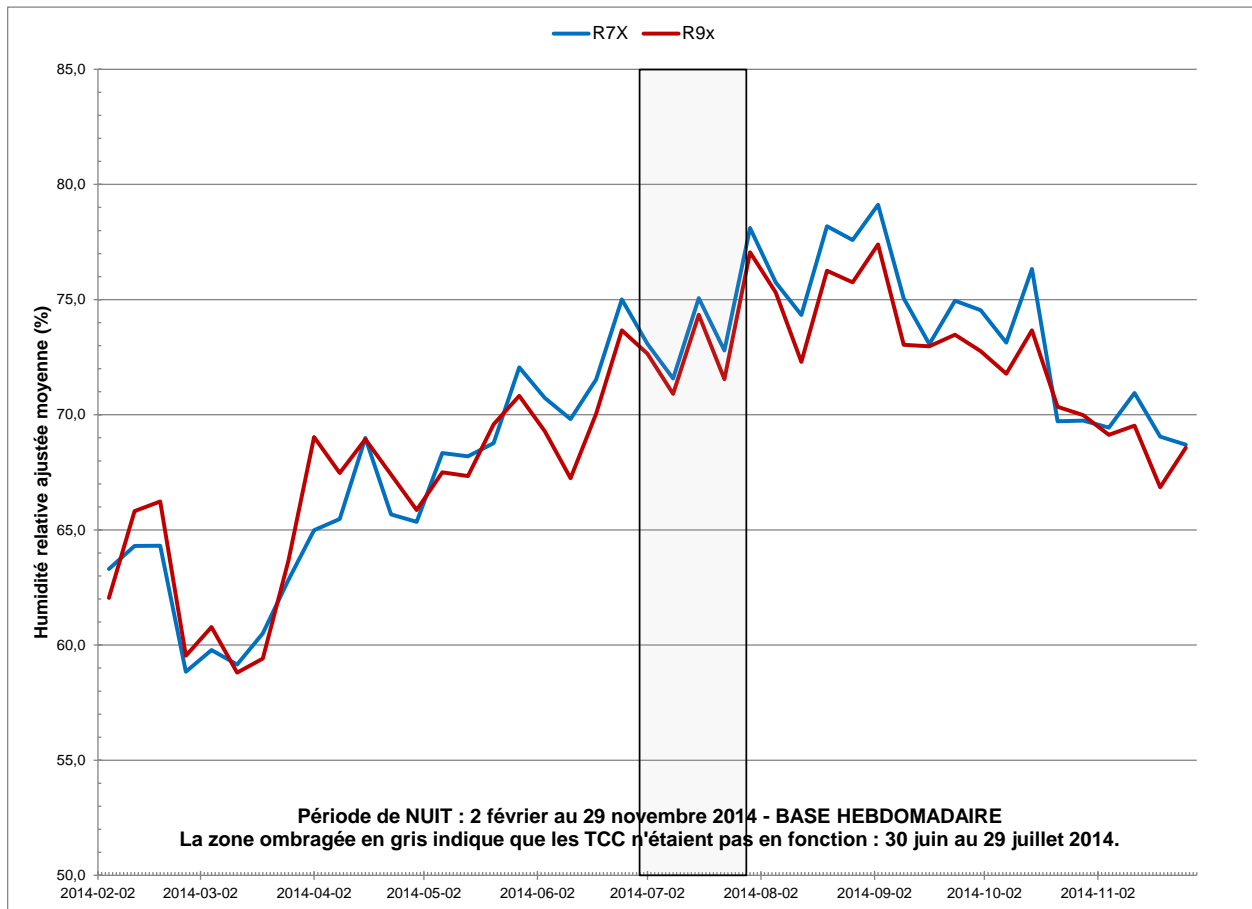
Graphique 10 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2013 (moyenne)



Graphique 11 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2014

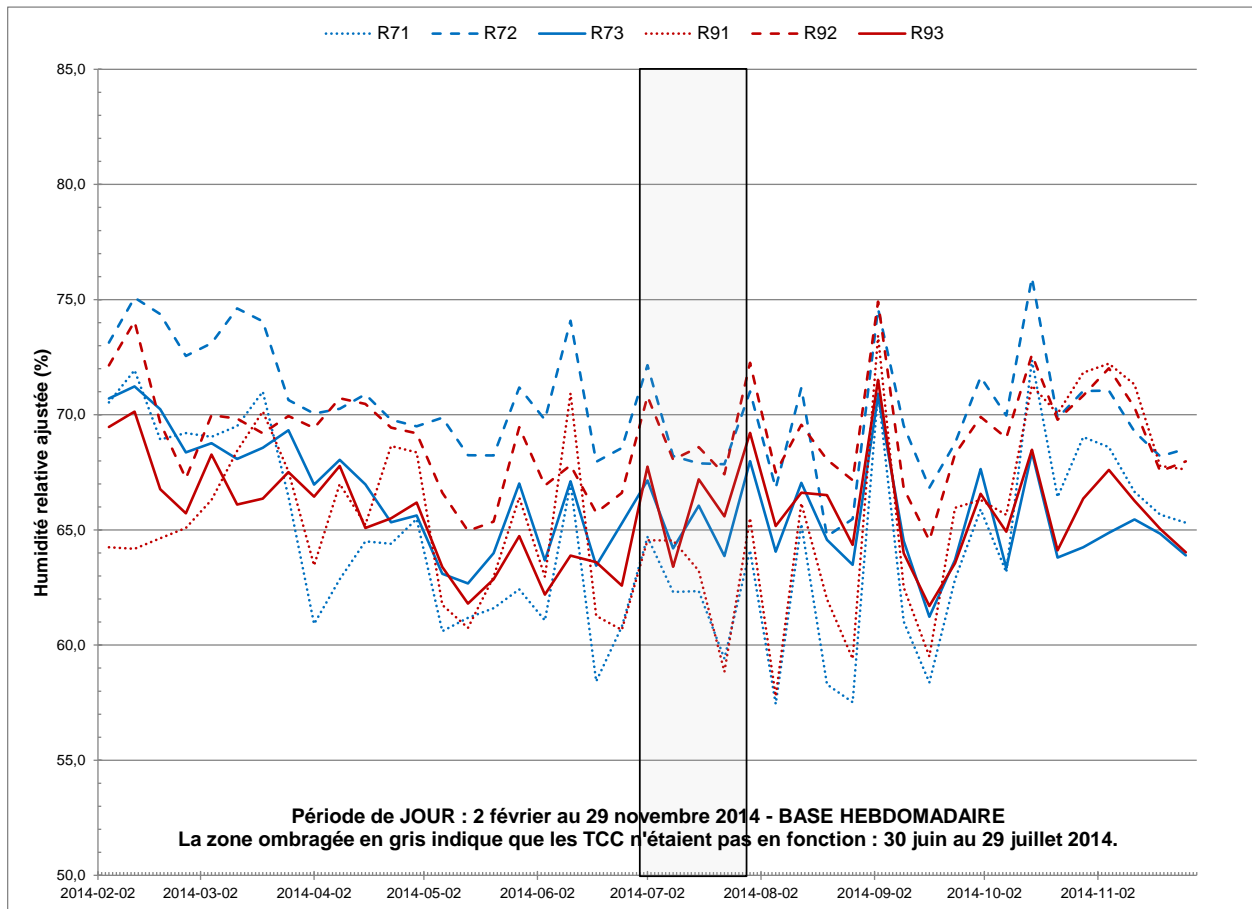


Graphique 12 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de NUIT 2014 (moyenne)

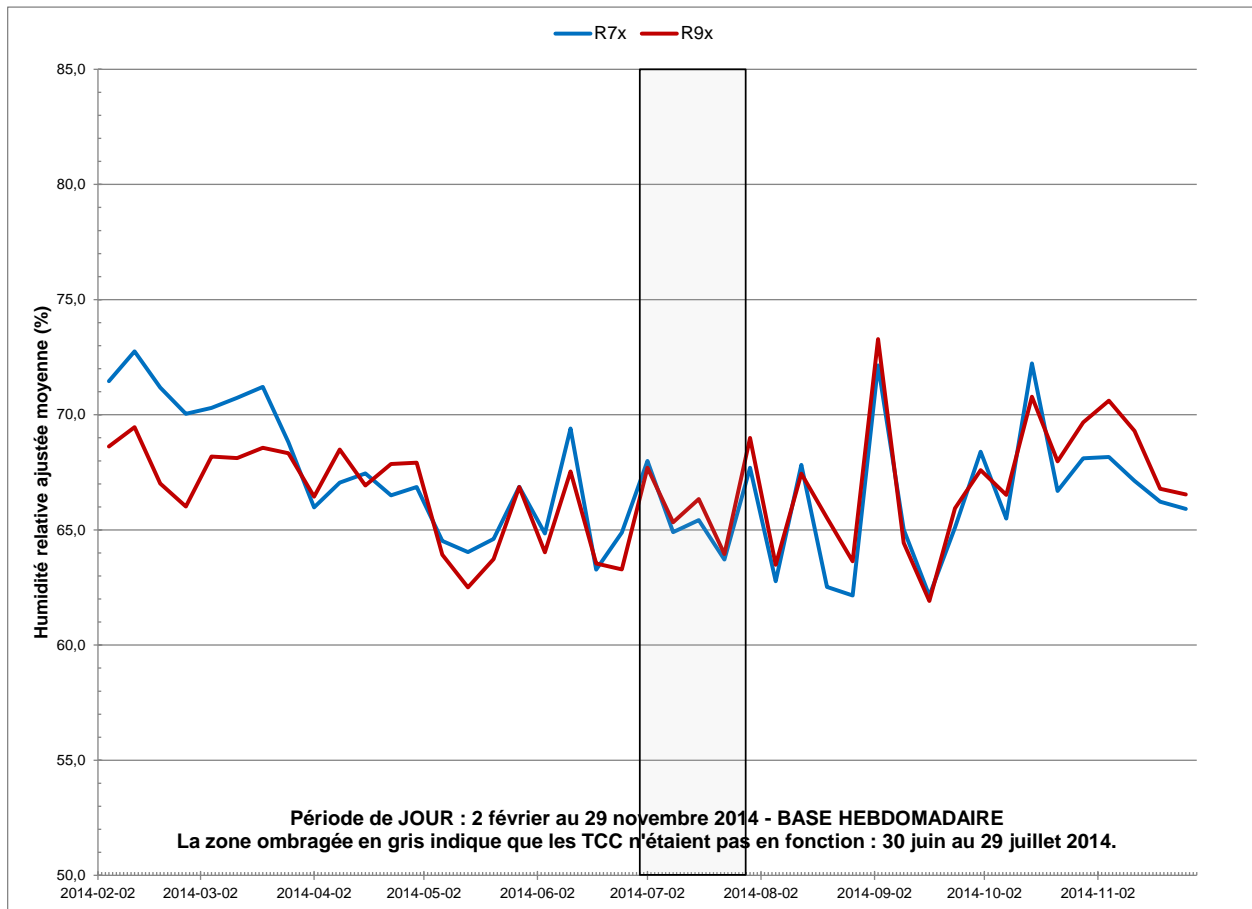




Graphique 13 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2014



Graphique 14 - Humidité relative ajustée selon la pression barométrique mesurée dans la les chapelles 7 et 9 pour la période de JOUR 2014 (moyenne)



### Observations associées aux graphiques

La variation de l'humidité relative est principalement liée :

- aux stratégies de déshumidification;
- à la régie d'utilisation des TCC;
- à la période de l'année et de la journée;
- aux tâches hebdomadaires réalisées sur les plants (effeuillage, étêtage).

Les TCC n'ont pas été en fonction du 9 août au 26 octobre 2013<sup>17</sup>. On s'aperçoit que l'humidité relative de NUIT est beaucoup plus élevée dans la chapelle 9 que dans la chapelle 7. Ainsi, les TCC ont un effet réel sur le microclimat (baisse d'environ 3,2%). Dans le cadre du projet, on n'est pas en mesure d'expliquer pourquoi la chapelle 9 est plus humide que la chapelle 7.

En 2014, les TCC n'ont pas été en fonction du 30 juin au 29 juillet<sup>18</sup>. On s'aperçoit que l'humidité relative de NUIT était légèrement plus basse dans la chapelle 9 que dans la chapelle 7. Le JOUR, c'était le contraire. Il est important de noter que la différence est faible. Ceci pourrait s'expliquer du fait que lors de cette période, les ouvrants au toit sont utilisés plus fréquemment. Ainsi, le mouvement d'air favorise l'uniformisation du climat à plus grande échelle. Les stratégies de déshumidification peuvent aussi être une cause.

De JOUR, l'humidité relative des chapelles 7 et 9 est assez homogène pour une même année. Ceci peut s'expliquer en partie par un taux plus élevé d'utilisation de la ventilation lors de cette période journalière.

---

<sup>17</sup> Entre le 27 septembre et le 4 octobre, les TCC ont fonctionner sporadiquement.

<sup>18</sup> Le 29 juin et le 30 juillet sont des journées de transition.

Dynamique climatique de l'humidité relative (PB = 101 325 Pa) dans la canopée et de la serre par l'analyse des données provenant des capteurs Rotronics et des capteurs localisés dans les cages aspirantes 2 et 9

Le Tableau 56 présente le sommaire 24 h des humidités relatives enregistrées provenant des capteurs d'humidité relative Rotronics et des capteurs d'humidité relative localisés dans les cages aspirantes 2 et 9. Ces derniers sont utilisés par le système de contrôle ARGUS pour gérer le climat au niveau de la déshumidification. Les capteurs Rotronics ont été en fonction en 2013 à partir de la semaine 21. La pression barométrique (PB) est fixe à 101 325 Pa. Le lecteur trouvera à l'Annexe 9 l'ensemble des tableaux pour les autres périodes journalières.

Voici les principaux constats observés :

- L'humidité relative moyenne lue par les capteurs Rotronics dans la canopée de la chapelle 7 est très légèrement plus élevée que celle de la chapelle 9.
- L'humidité relative moyenne du capteur Rotronics R91 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée) est inférieure à celle lue par la cage aspirante 9. L'écart moyen est de 6,1 % HR [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- L'humidité relative moyenne du capteur Rotronics R71 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée) est inférieure à celle lue par la cage aspirante 2. L'écart moyen est de 11,8 % HR [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- L'humidité relative moyenne des capteurs Rotronics R9x est inférieure à celle lue par la cage aspirante 9. L'écart moyen est de 7,5 % HR [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- L'humidité relative moyenne des capteurs Rotronics R9x est inférieure à celle lue par la cage aspirante 2. L'écart moyen est de 11,9 % HR [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- L'humidité relative moyenne lue par les capteurs des cages aspirantes 2 est supérieure à l'humidité relative provenant de la cage aspirante 9. L'écart moyen est de 4,9 % HR [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2013 (6 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.

La cage aspirante 2 gère, via ARGUS, la déshumidification des chapelles 1 à 6. La cage aspirante 9 gère, via ARGUS, la déshumidification des chapelles 7 à 10. Comme l'écart est plus élevé avec les données de la cage aspirante 2 versus celui de la cage aspirante 9, le niveau de déshumidification y est aussi plus élevé. Les besoins de déshumidification sont effectivement plus élevés (voir : Tableau 75, page 168; Tableau 76, page 170). Cet écart peut venir de conditions climatiques réelles ou encore d'une perte de précision des capteurs localisés dans les cages aspirantes (hypothèses). On privilégie la dernière hypothèse pour expliquer les résultats. En effet, les capteurs d'humidité relative de type électronique ont une durée de vie courte, car ils sont affectés par l'environnement de la serre. L'impact est que la valeur lue sera sous ou sur évaluée. Concernant les capteurs Rotronics et pour une même période de l'année, les écarts sont minimes (< 1,1 % HR).

**Tableau 56 - Sommaire des humidités relatives (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 (24 h)**

HR <sub>MOYENNE</sub> - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>2013 (21 à 48)</b>	84,2	79,9	75,0	75,0	-0,1	76,8	76,0	0,8	71,3	71,6	-0,3	74,4	74,2	0,2	-9,2	-4,8	-9,8	-5,7
<b>2014 (21 à 48)</b>	83,8	78,2	70,9	71,6	-0,6	74,4	71,7	2,7	68,2	67,0	1,3	71,2	70,1	1,1	-12,8	-6,7	-12,6	-8,2
<b>2013 (6 à 48)</b>	82,9	78,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>2014 (6 à 48)</b>	83,1	77,5	69,8	70,6	-0,8	72,9	70,4	2,5	66,7	65,5	1,2	69,8	68,8	1,0	-13,3	-6,9	-13,3	-8,7

Notes :

HR<sub>R7X</sub> est l'humidité relative moyenne des capteurs R71, R72 et R73.

HR<sub>R9X</sub> est l'humidité relative moyenne des capteurs R91, R92 et R93.

#### 4.2.8. Déficit de pression de vapeur (DPV)

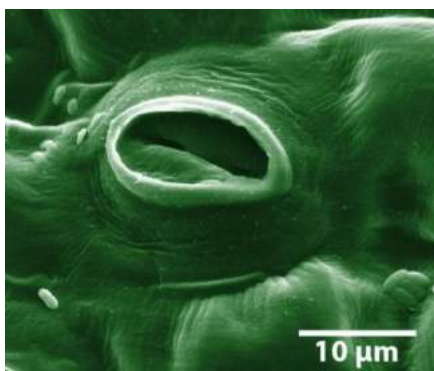
##### Généralités<sup>19</sup>

L'évapotranspiration permet à la plante d'effectuer les échanges gazeux nécessaires pour sa survie et sa croissance (voir la Figure 1). Voici une description sommaire de l'évapotranspiration telle que décrite sur Wikipédia :

*La transpiration chez les plantes est le processus continu causé par l'évaporation d'eau par les feuilles et la reprise qui y correspond à partir des racines dans le sol.*

*La transpiration est le principal moteur dans la circulation de la sève et se produit essentiellement au niveau des stomates (voir la Photo 6). La régulation de leur ouverture influence donc directement l'intensité de la transpiration.*

**Photo 6 - Stomate sur une feuille d'un plant de tomate**



Source : Wikipédia

*Le rôle de la transpiration chez les végétaux est multiple : elle est le moteur de la circulation de la sève brute dans le xylème, elle favorise dans une certaine mesure le rafraîchissement des plantes et elle permet le transfert des sels minéraux aux endroits où la plante en a besoin, principalement dans les feuilles qui sont le siège de la photosynthèse.*

**Figure 1 - Échanges gazeux au niveau d'une feuille**

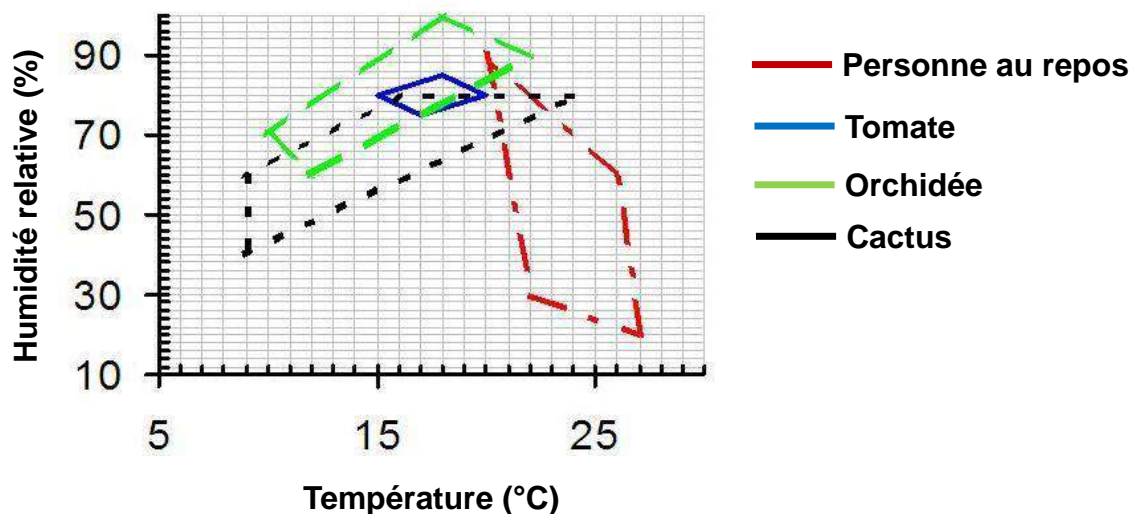


Source : Wikipédia

<sup>19</sup> Cette section est un extrait du rapport : « L'utilisation des rejets thermiques industriels comme source de chauffage dans la production en serre au Québec (v. 20140129d) » publié le 19 décembre 2013 par le SPSQ (auteurs : M. Louis Dionne, SPSQ, M. Marco Girouard, ing., CIDES inc.). Elle est présentée à titre d'information seulement et elle présente les principaux concepts sur le DPV. Le Tableau 58 a été adapté pour ce rapport.

Or, la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air va influencer l'évapotranspiration d'une plante. La meilleure façon de gérer l'humidité du point de vue de la plante est de gérer le déficit de pression de vapeur (DPV). Chaque type de plante a une zone de confort (DPV optimal) pour favoriser l'évapotranspiration. Le Graphique 15 présente différentes zones de confort pour l'être humain et types de plantes en fonction de la température et de l'humidité relative.

**Graphique 15 - Zones de confort pour l'être humain et différents types de plantes**



Source : Jean-Marc Boudreau, ing. – Notes de cours – La serre : du désert à la forêt tropicale (quelques outils pour stabiliser l'humidité dans vos serres) - ITA de Saint-Hyacinthe (2005)

Au Québec, les entreprises serricoles sont plus familières à gérer l'humidité en utilisant l'humidité relative et la température du bulbe sec. L'humidité relative est le rapport entre la pression de vapeur d'eau vraiment présente dans l'air (pression partielle de l'eau dans l'air) et la valeur de pression à saturation pour une température donnée. Elle est exprimée le plus souvent en pourcentage.

Or, si la température augmente ou diminue, alors la quantité de vapeur d'eau contenue par kilogramme d'air sec variera même si l'humidité relative demeure fixe. Ceci peut donner une impression que l'humidité dans l'air ne varie pas. Ainsi, une gestion de l'humidité dans la serre à partir seulement d'une consigne liée à l'humidité relative est non appropriée<sup>20</sup>.

À titre d'exemple le Tableau 57 présente la quantité de vapeur d'eau contenue par kilogramme d'air sec<sup>21</sup> pour différentes températures du bulbe sec et une humidité relative fixe à 70 %.

<sup>20</sup> L'entreprise serricole va gérer habituellement l'humidité relative en prenant conscience des autres données climatiques (exemples : températures, radiation solaire) et agronomiques (exemples : type de plants, niveau de croissance, objectifs de production).

<sup>21</sup> Avec une pression barométrique de 101,325 kPa, la masse de l'air sec pour un volume de 1 m<sup>3</sup> varie selon la température : 0°C = 1,292 kg/m<sup>3</sup>, 5°C = 1,269 kg/m<sup>3</sup>, 10°C = 1,247 kg/m<sup>3</sup>, 15°C = 1,225 kg/m<sup>3</sup>, 20°C = 1,204 kg/m<sup>3</sup>, 25°C = 1,184 kg/m<sup>3</sup>, 30°C = 1,164 kg/m<sup>3</sup>, 35°C = 1,146 kg/m<sup>3</sup>.

**Tableau 57 - Quantité de vapeur d'eau contenue par kilogramme d'air sec pour différentes températures du bulbe sec et une humidité relative fixe à 70 %**

Température (bulbe sec)	Humidité relative	Quantité de vapeur d'eau / kg d'air sec
°C	%	g/kg
5	70	3,8
10	70	5,2
15	70	7,5
20	70	14,8
25	70	20,1

Pour revenir au DPV, celui-ci est la différence entre la pression de vapeur d'eau à saturation et la pression de vapeur d'eau dans la serre. Il indique la quantité de vapeur d'eau nécessaire pour atteindre la saturation indépendamment de la température, c'est en fait une mesure de la demande en évapotranspiration.

Avec un diagramme psychrométrique<sup>22</sup> (voir le Graphique 16), l'entreprise serricole peut évaluer le DPV s'il y a :

- la température du bulbe sec et l'humidité relative ou
- la température du bulbe sec et la température du bulbe humide.

À titre d'exemple, la pression de vapeur d'eau est de 2,34 kPa, lorsque la température du bulbe sec est de 20°C et que l'humidité relative est de 100 % (pression de vapeur d'eau à saturation). La pression de vapeur d'eau est de 1,64 kPa, lorsque la température du bulbe sec est de 20°C et que l'humidité relative est de 70 % (condition climatique mesurée). Ainsi, le DPV vaut 0,70 kPa ( $DPV = 0,70 = 2,34 - 1,64$ ) ou 7,0 mbar (1 kPa = 10 mbar).

Plus le DPV est élevé, plus l'humidité est faible et plus l'évapotranspiration est importante. Ceci indique qu'il faut habituellement humidifier l'air de la serre pour que la plante demeure dans sa zone de confort. Plus le DPV est faible, plus l'humidité est élevée et plus l'évapotranspiration est faible. Ceci indique qu'il faut déshumidifier la serre pour que la plante demeure dans sa zone de confort.

Le Tableau 58 présente différent DPV selon l'humidité relative et la température du bulbe sec<sup>23</sup>. Le DPV optimal ou la zone de confort optimale pour les plantes est la zone encadrée en noir (7,5 mbar < DPV < 10,5 mbar). Cependant, cette zone de confort peut varier selon le type et le stade de croissance de la plante. Elle doit être validée par un agronome ou une personne qualifiée en fonction de votre situation et votre type de production. La zone encadrée en rouge (DPV > 12,5 mbar) indique qu'il faudra humidifier la serre. Tandis que la zone encadrée en bleu (DPV < 4,5 mbar) indique qu'il faudra déshumidifier la serre. Les autres zones sont des zones de transition.

<sup>22</sup> La plupart des chartes sont pour une pression barométrique de 101,325 kPa au niveau de la mer. Cependant, certaines chartes vont avoir un tableau avec des facteurs de correction pour tenir compte de l'altitude du lieu par rapport au niveau de la mer. En effet, en altitude la pression barométrique est moindre.

<sup>23</sup> Références : « Understanding Humidity Control in Greenhouses; British-Columbia - Ministry of Agriculture, Fisheries and Food; June 1994 » et « Greenhouse condensation control : understanding and using vapor pressure deficit; Ohio State University Extension Fact Sheet; AEX-804-01 ».



**Graphique 16 - Diagramme psychrométrique**

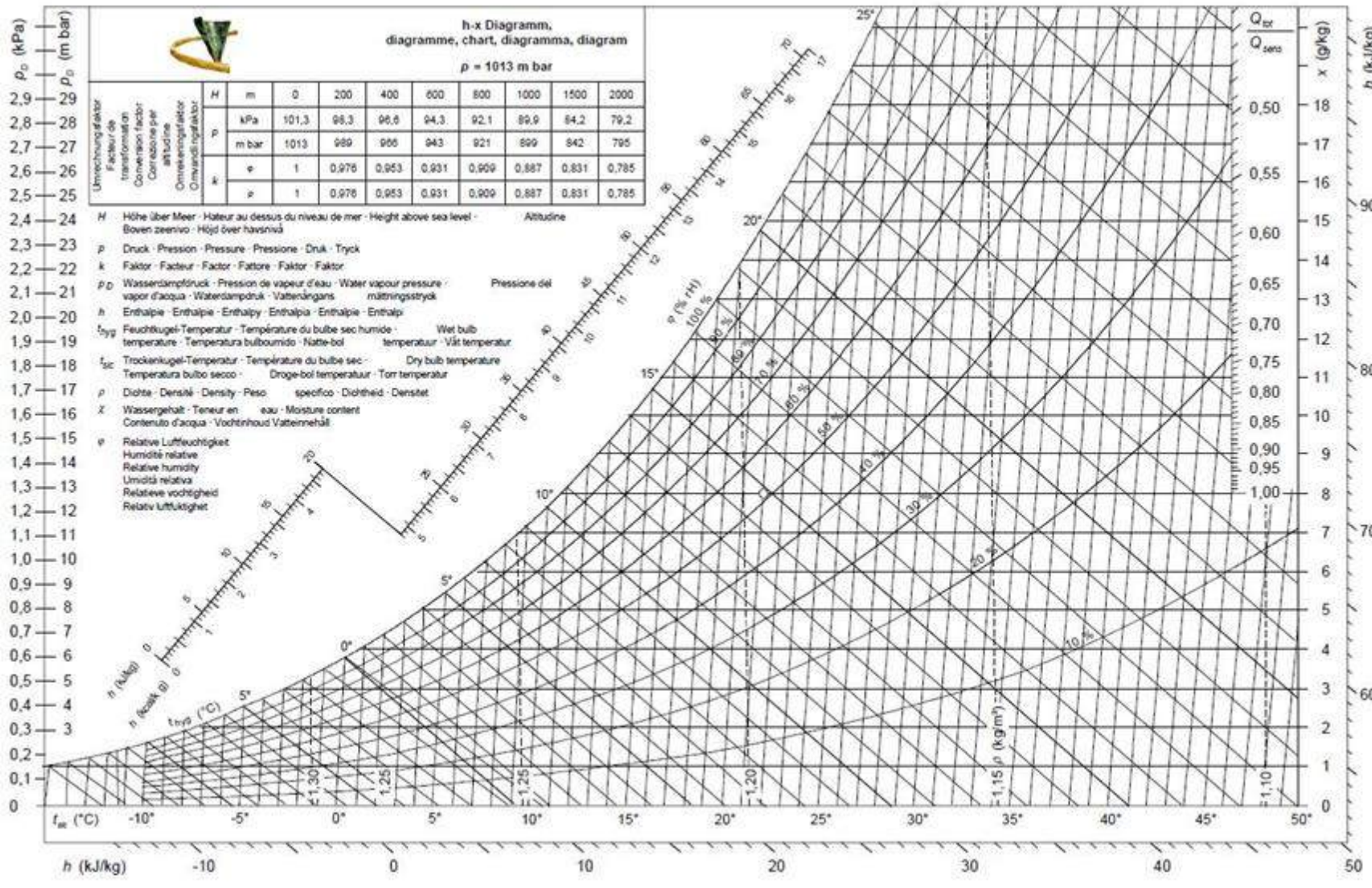


Tableau 58 - DPV (mbar) et zone de confort pour la plupart des plantes<sup>24</sup>

		Humidité relative (%)																				
		100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
0	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,1	
1	0,0	0,3	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,2	6,6	
2	0,0	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	
3	0,0	0,4	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,4	6,8	7,2	7,6	
4	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1	
5	0,0	0,4	0,9	1,3	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5	3,9	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,5	7,0	7,4	7,9	8,3	8,7	
6	0,0	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	7,9	8,4	8,9	9,4	
7	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
8	0,0	0,5	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	3,8	4,3	4,8	5,4	5,9	6,4	7,0	7,5	8,0	8,6	9,1	9,7	10,2	10,7	
9	0,0	0,6	1,1	1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,9	7,5	8,0	8,6	9,2	9,8	10,3	10,9	11,5	
10	0,0	0,6	1,2	1,8	2,5	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,8	7,4	8,0	8,6	9,2	9,8	10,4	11,1	11,7	12,3	
11	0,0	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3	3,9	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8	10,5	11,2	11,8	12,5	13,1	
12	0,0	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14,0	
13	0,0	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,7	10,5	11,2	12,0	12,7	13,5	14,2	15,0	
14	0,0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	
15	0,0	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3	5,1	6,0	6,8	7,7	8,5	9,4	10,2	11,1	11,9	12,8	13,6	14,5	15,3	16,2	17,1	
16	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2	
17	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,6	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	
18	0,0	1,0	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,2	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	
19	0,0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0	12,1	13,2	14,3	15,4	16,5	17,6	18,7	19,8	20,9	22,0	
20	0,0	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7,0	8,2	9,4	10,5	11,7	12,9	14,0	15,2	16,4	17,5	18,7	19,9	21,0	22,2	23,4	
21	0,0	1,2	2,5	3,7	5,0	6,2	7,5	8,7	9,9	11,2	12,4	13,7	14,9	16,2	17,4	18,7	19,9	21,1	22,4	23,6	24,9	
22	0,0	1,3	2,6	4,0	5,3	6,6	7,9	9,3	10,6	11,9	13,2	14,5	15,9	17,2	18,5	19,8	21,2	22,5	23,8	25,1	26,4	
23	0,0	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,5	16,9	18,3	19,7	21,1	22,5	23,9	25,3	26,7	28,1	
24	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,4	11,9	13,4	14,9	16,4	17,9	19,4	20,9	22,4	23,9	25,4	26,9	28,3	29,8	
25	0,0	1,6	3,2	4,8	6,3	7,9	9,5	11,1	12,7	14,3	15,8	17,4	19,0	20,6	22,2	23,8	25,3	26,9	28,5	30,1	31,7	
26	0,0	1,7	3,4	5,0	6,7	8,4	10,1	11,8	13,4	15,1	16,8	18,5	20,2	21,8	23,5	25,2	26,9	28,6	30,3	31,9	33,6	
27	0,0	1,8	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5	14,3	16,0	17,8	19,6	21,4	23,2	25,0	26,7	28,5	30,3	32,1	33,9	35,7	
28	0,0	1,9	3,8	5,7	7,6	9,4	11,3	13,2	15,1	17,0	18,9	20,8	22,7	24,6	26,5	28,3	30,2	32,1	34,0	35,9	37,8	
29	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,1	38,1	40,1	
30	0,0	2,1	4,2	6,4	8,5	10,6	12,7	14,9	17,0	19,1	21,2	23,3	25,5	27,6	29,7	31,8	33,9	36,1	38,2	40,3	42,4	
31	0,0	2,2	4,5	6,7	9,0	11,2	13,5	15,7	18,0	20,2	22,5	24,7	27,0	29,2	31,4	33,7	35,9	38,2	40,4	42,7	44,9	
32	0,0	2,4	4,8	7,1	9,5	11,9	14,3	16,6	19,0	21,4	23,8	26,2	28,5	30,9	33,3	35,7	38,0	40,4	42,8	45,2	47,5	
33	0,0	2,5	5,0	7,5	10,1	12,6	15,1	17,6	20,1	22,6	25,2	27,7	30,2	32,7	35,2	37,7	40,2	42,8	45,3	47,8	50,3	
34	0,0	2,7	5,3	8,0	10,6	13,3	16,0	18,6	21,3	23,9	26,6	29,3	31,9	34,6	37,2	39,9	42,6	45,2	47,9	50,5	53,2	
35	0,0	2,8	5,6	8,4	11,2	14,1	16,9	19,7	22,5	25,3	28,1	30,9	33,7	36,5	39,4	42,2	45,0	47,8	50,6	53,4	56,2	
36	0,0	3,0	5,9	8,9	11,9	14,9	17,8	20,8	23,8	26,7	29,7	32,7	35,6	38,6	41,6	44,6	47,5	50,5	53,5	56,4	59,4	
37	0,0	3,1	6,3	9,4	12,5	15,7	18,8	22,0	25,1	28,2	31,4	34,5	37,6	40,8	43,9	47,1	50,2	53,3	56,5	59,6	62,7	
38	0,0	3,3	6,6	9,9	13,2	16,6	19,9	23,2	26,5	29,8	33,1	36,4	39,7	43,1	46,4	49,7	53,0	56,3	59,6	62,9	66,2	
39	0,0	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	38,5	41,9	45,4	48,9	52,4	55,9	59,4	62,9	66,4	69,9	
40	0,0	3,7	7,4	11,1	14,8	18,4	22,1	25,8	29,5	33,2	36,9	40,6	44,3	47,9	51,6	55,3	59,0	62,7	66,4	70,1	73,8	

Pour pression barométrique à 101 325 Pa ou 1013,25 mbar.

<sup>24</sup> À titre d'information seulement.

### DPV<sub>PB</sub> : tableaux

Les tableaux suivants (Tableau 59, Tableau 60, Tableau 61, Tableau 63) présentent le DPV<sub>PB</sub> moyen pour différentes :

- hauteurs;
- périodes journalières;
- périodes dans l'année en 2013 et 2014.

Le lecteur doit tenir compte de la régie d'utilisation des TCC pour faciliter la compréhension des résultats (voir la section 4.3.2). De ces tableaux, on observe en général le DPV<sub>PB</sub> est plus élevé le JOUR que la NUIT. De JOUR, les écarts sont similaires sauf pour 2014, car les TCC ont été utilisés plus souvent. De NUIT, les écarts sont similaires sauf lorsque les TCC n'ont pas été en fonction. Lors de cette période, le DPV<sub>PB</sub> de la chapelle 9 a un écart de -0,8 mbar par rapport à la chapelle 7.

Le Tableau 68 et le Tableau 69 présentent les DPV<sub>PB</sub> moyens pour 2013 et 2014 sur une base hebdomadaire en incluant les écarts . Le lecteur doit tenir compte de la régie d'utilisation des TCC pour faciliter la compréhension des résultats (voir la section 4.3.2). Le DPV<sub>PB</sub> est évalué à partir des données de température et d'humidité relative des capteurs ROTRONICS<sup>25</sup>. La valeur de l'humidité relative a été ajustée en fonction de la pression barométrique telle que mesurée dans les chapelles 7 et 9. La fin de cette section, un comparatif sera réalisé entre le DPV<sub>PB</sub> et le DPV tel que mesuré avec une pression barométrique fixe de 101 325 Pa. Ce dernier sera dorénavant nommé DPV<sub>FIXE</sub>.

On observe en 2013 que la chapelle 9 possède un DPV<sub>PB</sub> plus bas que celui de la chapelle 7 lorsque les TCC ne sont pas en fonction. Ceci présente une caractéristique intrinsèque des chapelles 7 et 9. La chapelle 9 est une zone qui demanderait un plus grand niveau de déshumidification par rapport à la 7 de nuit si la chapelle 9 n'avait pas de TCC.

Les TCC augmentent ainsi le DPV<sub>PB</sub> de nuit dans la chapelle 9 de 1 mbar<sup>26</sup>. De jour, la différence s'atténue de beaucoup parce que la ventilation est plus active et uniformise davantage le climat dans le complexe de serres et lors de cette période, les TCC étaient moins actifs<sup>27</sup>.

Concernant les semaines 41 à 47, il est important de se rappeler que l'entreprise venait de démarrer la nouvelle chaudière à biomasse et que la régie d'utilisation des TCC a varié lors de cette période pour des raisons associées à des objectifs de production.

Pour 2014 (semaine 6 à 16), on observe que le DPV<sub>PB</sub> était similaire de NUIT entre les chapelles 7 et 9. L'écart est seulement de -0,1 mbar ( $\Delta_{\text{NUIT}}_{R9x - R7x}$ ). De JOUR, la chapelle 9 a eu un DPV<sub>PB</sub> plus élevé en moyenne de 1,3 mbar par rapport à la chapelle 7 ( $\Delta_{\text{JOUR}}_{R9x - R7x}$ ).

---

<sup>25</sup> Les ROTRONICS utilisés mesurent l'humidité relative avec une pression barométrique fixe à 101 325 Pa.

<sup>26</sup>  $\Delta_{\text{NUIT}}_{\text{DPV}_{\text{PB-22.31.vs.33.39}}} = 1,0 = 0,2 - -0,8$  mbar.

<sup>27</sup>  $\Delta_{\text{JOUR}}_{\text{DPV}_{\text{PB-22.31.vs.33.39}}} = 0,2 = 0,5 - 0,3$  mbar.

**Tableau 59 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 19 mai au 10 août et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	7,5	3,9	3,6	11,4	10,4
		R92 milieu	6,9	4,6	4,0	9,2	9,6
		R93 bas	8,6	6,5	5,6	10,6	11,5
		Moyenne (Rxx seulement)	7,7	5,0	4,4	10,4	10,5
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	7,4	3,9	3,5	11,0	10,2
		R72 milieu	6,4	4,3	3,6	8,6	8,8
		R73 bas	8,2	6,4	5,4	10,0	10,9
		Moyenne (Rxx seulement)	7,3	4,9	4,2	9,9	10,0
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
12	19-mai-13	10-août-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,2	0,0	0,1	0,4	0,3
		R72 milieu	0,5	0,2	0,3	0,6	0,8
		R73 bas	0,4	0,1	0,2	0,6	0,6
		<b>Moyenne (Rxx seulement)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>

**Tableau 60 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 11 août au 5 octobre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	6,6	3,3	3,0	11,0	10,9
		R92 milieu	5,5	3,4	3,0	8,0	8,8
		R93 bas	6,6	5,0	4,4	8,5	9,6
		Moyenne (Rxx seulement)	6,2	3,9	3,5	9,1	9,8
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	6,7	3,9	3,5	10,3	10,2
		R72 milieu	5,5	4,1	3,5	7,4	8,1
		R73 bas	7,2	5,9	5,1	8,7	9,9
		Moyenne (Rxx seulement)	6,5	4,6	4,0	8,8	9,4
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
8	11-août-13	05-oct-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,1	-0,7	-0,5	0,7	0,7
		R72 milieu	-0,1	-0,7	-0,4	0,6	0,7
		R73 bas	-0,6	-0,9	-0,7	-0,3	-0,3
		Moyenne (Rxx seulement)	-0,2	-0,8	-0,5	0,3	0,3

**Tableau 61 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 6 octobre au 9 novembre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	5,3	4,0	4,0	7,4	8,1
		R92 milieu	5,4	4,4	4,4	6,8	7,8
		R93 bas	6,8	5,7	6,3	8,1	9,1
		Moyenne	5,8	4,7	4,9	7,4	8,3
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	5,6	4,4	4,7	7,4	7,8
		R72 milieu	5,2	4,5	4,7	6,2	7,2
		R73 bas	6,8	6,2	6,4	7,6	8,8
		Moyenne (Rxx seulement)	5,9	5,0	5,3	7,0	7,9
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
5	06-oct-13	09-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,3	-0,5	-0,7	0,1	0,2
		R72 milieu	0,2	-0,1	-0,3	0,6	0,7
		R73 bas	-0,1	-0,4	-0,1	0,5	0,3
		Moyenne (Rxx seulement)	-0,1	-0,3	-0,4	0,4	0,4

**Tableau 62 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2013 pour la période du 10 novembre au 30 novembre 2013 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	6,8	5,8	7,1	8,3	8,6
		R92 milieu	6,8	5,9	7,2	8,1	8,6
		R93 bas	7,6	6,5	8,0	9,3	9,5
		Moyenne	7,0	6,1	7,4	8,6	8,9
<b>R7 - 2013 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	6,8	5,8	7,2	8,6	8,9
		R72 milieu	6,3	5,3	6,6	7,8	8,5
		R73 bas	7,4	6,4	7,7	8,7	9,6
		Moyenne (Rxx seulement)	6,8	5,8	7,2	8,4	9,0
<b>2013 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
3	10-nov-13	30-nov-13	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,1	0,1	-0,1	-0,3	-0,3
		R72 milieu	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2
		R73 bas	0,2	0,1	0,4	0,5	-0,1
		<b>Moyenne (Rxx seulement)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,1</b>

**Tableau 63 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 2 février au 10 mai 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	7,6	6,1	5,4	10,4	9,1
		R92 milieu	7,8	7,3	6,3	8,6	9,1
		R93 bas	9,7	9,6	8,8	9,4	10,8
		Moyenne (Rxx seulement)	8,4	7,7	6,8	9,5	9,6
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	7,8	6,8	6,2	9,3	8,9
		R72 milieu	7,1	6,9	6,1	7,4	7,7
		R73 bas	9,2	9,4	9,1	8,5	9,2
		Moyenne (Rxx seulement)	8,0	7,7	7,2	8,4	8,6
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
14	02-févr-14	10-mai-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,2	-0,7	-0,8	1,0	0,1
		R72 milieu	0,7	0,3	0,2	1,2	1,3
		R73 bas	0,5	0,2	-0,4	0,9	1,6
		Moyenne (Rxx seulement)	0,3	-0,1	-0,3	1,1	1,0



**Tableau 64 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 11 mai au 28 juin 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	9,6	5,8	4,6	14,0	12,3
		R92 milieu	9,1	6,9	5,7	11,3	12,1
		R93 bas	10,6	8,7	7,5	12,4	13,5
		Moyenne (Rxx seulement)	9,8	7,1	5,9	12,6	12,6
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	9,9	6,0	5,2	14,0	12,9
		R72 milieu	7,9	5,9	4,9	10,0	10,5
		R73 bas	9,9	8,0	7,0	11,5	12,7
		Moyenne (Rxx seulement)	9,2	6,7	5,7	11,8	12,0
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
7	11-mai-14	28-juin-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,3	-0,2	-0,6	0,0	-0,6
		R72 milieu	1,2	0,9	0,8	1,3	1,6
		R73 bas	0,8	0,7	0,5	0,9	0,8
		<b>Moyenne (Rxx seulement)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>

**Tableau 65 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 29 juin au 2 août 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	9,8	5,9	4,6	14,0	13,7
		R92 milieu	8,4	6,5	5,1	10,4	11,4
		R93 bas	9,8	8,3	6,6	11,2	12,9
		Moyenne (Rxx seulement)	9,3	6,9	5,4	11,9	12,6
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire sans chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	9,8	6,1	4,5	13,8	13,7
		R72 milieu	8,1	5,7	3,9	10,7	11,6
		R73 bas	9,7	7,8	5,9	11,6	13,0
		Moyenne (Rxx seulement)	9,2	6,5	4,8	12,0	12,8
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
5	29-juin-14	02-août-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	0,0	-0,1	0,0	0,2	0,0
		R72 milieu	0,3	0,9	1,2	-0,3	-0,3
		R73 bas	0,1	0,5	0,7	-0,4	-0,1
		Moyenne (Rxx seulement)	0,2	0,4	0,7	-0,2	-0,1

**Tableau 66 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 3 août au 4 octobre 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	8,0	5,0	3,9	12,0	12,2
		R92 milieu	7,4	5,7	4,5	9,3	10,6
		R93 bas	8,6	7,3	5,9	10,2	12,0
		Moyenne (Rxx seulement)	8,0	6,0	4,8	10,5	11,6
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	8,2	4,9	3,7	12,5	12,8
		R72 milieu	6,9	4,7	3,4	9,6	10,6
		R73 bas	8,4	6,8	5,3	10,4	11,9
		Moyenne (Rxx seulement)	7,8	5,5	4,1	10,8	11,8
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
9	03-août-14	04-oct-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,2	0,1	0,2	-0,6	-0,6
		R72 milieu	0,5	1,0	1,1	-0,3	0,0
		R73 bas	0,2	0,5	0,6	-0,2	0,1
		Moyenne (Rxx seulement)	0,2	0,5	0,6	-0,4	-0,2

**Tableau 67 - DPV<sub>PB</sub> moyen dans la canopée des chapelles 7 et 9 en 2014 pour la période du 5 octobre au 29 novembre 2014 et ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée**

<b>R9 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R91 haut	5,7	4,8	4,1	7,3	8,0
		R92 milieu	6,0	5,4	4,7	7,2	8,0
		R93 bas	7,8	7,4	7,1	8,4	9,4
		Moyenne (Rxx seulement)	6,5	5,9	5,3	7,6	8,5
<b>R7 - 2014 - Moyenne hebdomadaire avec chauffe des tuyaux dans la canopée</b>							
# de semaines dates: du au			DPV (mbar)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	5,9	4,8	4,2	8,0	8,3
		R72 milieu	5,6	4,7	4,3	7,1	7,9
		R73 bas	7,6	6,9	6,7	8,7	9,6
		Moyenne (Rxx seulement)	6,4	5,5	5,0	7,9	8,6
<b>2014 -Écarts des moyennes hebdomadaires (serre 9 - serre 7)</b>							
# de semaines dates: du au			ΔDPV (mbar)				
8	05-oct-14	29-nov-14	24h	Nuit	Matin	Jour	Soir
		R71 haut	-0,2	0,0	-0,1	-0,6	-0,3
		R72 milieu	0,4	0,6	0,4	0,0	0,1
		R73 bas	0,2	0,5	0,4	-0,3	-0,2
		Moyenne (Rxx seulement)	0,2	0,4	0,3	-0,3	-0,1

**Tableau 68 - DPV<sub>PB</sub> - Moyenne hebdomadaire en 2013 – NUIT et JOUR et leurs écarts**

Rxx - 2013 - Moyenne hebdomadaire								
Semaine			DPV <sub>PB</sub> (mbar)					
#	Début	Fin	NUIT R7x	NUIT R9x	JOUR R7x	JOUR R9x	ΔNUIT <sub>R9x - R7x</sub>	ΔJOUR <sub>R9x - R7x</sub>
Moyenne (avec TCC - serre 9)			5,1	5,1	8,9	9,3	0,0	0,4
Moyenne (sans TCC - serre 9)			4,6	3,9	9,0	9,4	-0,8	0,3
21	2013-05-19	2013-05-25	4,5	4,5	6,2	6,4	0,0	0,2
22	2013-05-26	2013-06-01	5,2	5,4	10,4	11,0	0,2	0,6
23	2013-06-02	2013-06-08	4,5	4,7	8,1	8,4	0,2	0,4
24	2013-06-09	2013-06-15	4,5	4,7	9,6	10,5	0,2	0,9
25	2013-06-16	2013-06-22	5,5	5,3	9,7	10,3	-0,2	0,7
26	2013-06-23	2013-06-29	3,7	4,4	8,1	8,6	0,7	0,5
27	2013-06-30	2013-07-06	5,0	5,2	10,2	10,6	0,3	0,4
28	2013-07-07	2013-07-13	5,2	5,6	12,1	12,4	0,3	0,2
29	2013-07-14	2013-07-20	5,5	6,0	11,5	12,1	0,5	0,5
30	2013-07-21	2013-07-27	4,7	4,8	11,2	11,7	0,1	0,5
31	2013-07-28	2013-08-03	5,1	4,6	10,4	10,9	-0,5	0,5
<b>33</b>	<b>2013-08-08</b>	<b>2013-08-14</b>	<b>4,5</b>	<b>4,0</b>	<b>9,7</b>	<b>10,2</b>	<b>-0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>34</b>	<b>2013-08-15</b>	<b>2013-08-21</b>	<b>4,9</b>	<b>3,8</b>	<b>11,1</b>	<b>11,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>0,8</b>
<b>35</b>	<b>2013-08-22</b>	<b>2013-08-28</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>	<b>9,2</b>	<b>9,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>0,5</b>
<b>36</b>	<b>2013-08-29</b>	<b>2013-09-04</b>	<b>4,2</b>	<b>3,5</b>	<b>7,6</b>	<b>7,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>0,1</b>
<b>37</b>	<b>2013-09-05</b>	<b>2013-09-11</b>	<b>4,3</b>	<b>3,6</b>	<b>8,9</b>	<b>9,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>0,2</b>
<b>38</b>	<b>2013-09-12</b>	<b>2013-09-18</b>	<b>4,8</b>	<b>3,7</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>-1,1</b>	<b>0,1</b>
<b>39</b>	<b>2013-09-19</b>	<b>2013-09-25</b>	<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>8,5</b>	<b>8,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>0,1</b>
41	2013-10-06	2013-10-12	5,0	4,7	9,0	9,6	-0,2	0,6
42	2013-10-13	2013-10-19	4,5	4,2	5,7	6,3	-0,2	0,6
43	2013-10-20	2013-10-26	4,9	4,3	6,1	7,0	-0,6	0,9
44	2013-10-27	2013-11-02	5,0	4,8	6,5	6,9	-0,2	0,4
45	2013-11-03	2013-11-09	5,7	5,3	7,9	7,3	-0,3	-0,6
46	2013-11-10	2013-11-16	5,6	5,7	7,9	7,9	0,1	0,0
47	2013-11-17	2013-11-23	5,4	5,8	8,2	8,3	0,3	0,1
<b>21 à 31</b>	<b>2013-05-19</b>	<b>2013-08-03</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>	<b>9,8</b>	<b>10,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>
<b>33 à 39</b>	<b>2013-08-08</b>	<b>2013-09-25</b>	<b>4,6</b>	<b>3,8</b>	<b>8,9</b>	<b>9,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>0,3</b>
<b>41 à 45</b>	<b>2013-10-06</b>	<b>2011-11-09</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>7,0</b>	<b>7,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>46 à 47</b>	<b>2013-11-10</b>	<b>2013-11-23</b>	<b>5,5</b>	<b>5,7</b>	<b>8,0</b>	<b>8,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>

Notes :

- Les semaines inscrites en rouge sont les semaines où les TCC de la chapelle 9 n'étaient pas en fonction.
- Les autres semaines proviennent de semaines où les données sont complètes et valables. Les semaines 32 et 40 ne sont pas inscrites, car elles sont des semaines non disponibles.

**Tableau 69 - DPV<sub>PB</sub> - Moyenne hebdomadaire en 2014 – NUIT et JOUR et leurs écarts**

Rxx - 2014 - Moyenne hebdomadaire								
Semaine			DPV <sub>PB</sub> (mbar)					
#	Début	Fin	NUIT R7x	NUIT R9x	JOUR R7x	JOUR R9x	ΔNUIT <sub>R9x - R7x</sub>	ΔJOUR <sub>R9x - R7x</sub>
Moyenne (avec TCC - serre 9)			6,5	6,8	9,5	9,9	0,3	0,4
Moyenne (sans TCC - serre 9)			6,5	6,9	12,0	11,9	0,4	-0,2
6	2014-02-02	2014-02-08	8,6	9,1	7,2	8,5	0,4	1,3
7	2014-02-09	2014-02-15	7,7	7,1	6,0	7,5	-0,6	1,5
8	2014-02-16	2014-02-22	7,3	6,9	6,9	9,2	-0,4	2,3
9	2014-02-23	2014-03-01	8,6	8,7	7,8	10,5	0,1	2,7
10	2014-03-02	2014-03-08	8,8	8,7	8,9	10,6	-0,1	1,8
11	2014-03-09	2014-03-15	8,9	9,5	7,8	9,6	0,6	1,8
12	2014-03-16	2014-03-22	8,3	8,9	7,9	9,6	0,5	1,7
13	2014-03-23	2014-03-29	7,9	7,7	8,5	9,4	-0,2	0,9
14	2014-03-30	2014-04-05	7,9	6,8	10,3	10,4	-1,1	0,1
15	2014-04-06	2014-04-12	7,3	6,8	9,9	10,0	-0,5	0,0
16	2014-04-13	2014-04-19	6,3	6,7	9,3	9,8	0,4	0,6
17	2014-04-20	2014-04-26	7,3	7,0	9,3	9,2	-0,3	-0,1
18	2014-04-27	2014-05-03	7,0	6,8	8,7	8,3	-0,1	-0,4
19	2014-05-04	2014-05-10	6,1	6,5	9,5	10,0	0,4	0,6
20	2014-05-11	2014-05-17	7,2	7,6	11,6	12,6	0,4	1,0
21	2014-05-18	2014-05-24	6,8	6,7	12,0	12,9	-0,2	0,9
22	2014-05-25	2014-05-31	6,0	6,5	10,5	10,4	0,5	-0,1
23	2014-06-01	2014-06-07	6,8	7,6	12,4	13,3	0,8	0,9
24	2014-06-08	2014-06-14	7,2	7,9	9,9	10,8	0,7	0,8
25	2014-06-15	2014-06-21	6,4	7,0	13,2	13,5	0,6	0,3
26	2014-06-22	2014-06-28	6,0	6,6	13,1	14,4	0,6	1,3
<b>27</b>	<b>2014-06-29</b>	<b>2014-07-05</b>	<b>7,5</b>	<b>8,0</b>	<b>12,1</b>	<b>12,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
<b>28</b>	<b>2014-07-06</b>	<b>2014-07-12</b>	<b>7,1</b>	<b>7,4</b>	<b>12,1</b>	<b>12,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>29</b>	<b>2014-07-13</b>	<b>2014-07-19</b>	<b>6,1</b>	<b>6,4</b>	<b>11,9</b>	<b>11,6</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,3</b>
<b>30</b>	<b>2014-07-20</b>	<b>2014-07-26</b>	<b>6,8</b>	<b>7,3</b>	<b>13,3</b>	<b>13,0</b>	<b>0,5</b>	<b>-0,3</b>
<b>31</b>	<b>2014-07-27</b>	<b>2014-08-02</b>	<b>5,1</b>	<b>5,5</b>	<b>10,8</b>	<b>10,0</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,8</b>
32	2014-08-03	2014-08-09	6,0	6,2	13,8	13,3	0,3	-0,5
33	2014-08-10	2014-08-16	6,3	6,9	10,1	10,2	0,6	0,1
34	2014-08-17	2014-08-23	4,9	5,6	12,7	11,4	0,7	-1,3
35	2014-08-24	2014-08-30	5,4	6,1	13,4	12,6	0,7	-0,8
36	2014-08-31	2014-09-06	5,4	6,0	9,7	9,1	0,6	-0,6
37	2014-09-07	2014-09-13	5,2	5,9	9,9	9,9	0,7	0,0
38	2014-09-14	2014-09-20	5,5	5,6	9,5	9,5	0,1	0,0
39	2014-09-21	2014-09-27	5,4	6,0	9,7	9,5	0,5	-0,2

<b>Rxx - 2014 - Moyenne hebdomadaire</b>								
Semaine			DPV <sub>PB</sub> (mbar)					
#	Début	Fin	NUIT R7x	NUIT R9x	JOUR R7x	JOUR R9x	$\Delta$ NUIT <sub>R9x - R7x</sub>	$\Delta$ JOUR <sub>R9x - R7x</sub>
40	2014-09-28	2014-10-04	5,3	5,8	8,8	8,8	0,5	0,0
41	2014-10-05	2014-10-11	5,3	5,8	8,2	8,1	0,6	-0,1
42	2014-10-12	2014-10-18	5,3	6,2	7,3	7,8	0,8	0,5
43	2014-10-19	2014-10-25	5,7	5,7	7,6	7,1	-0,1	-0,5
44	2014-10-26	2014-11-01	5,6	5,7	7,0	6,7	0,1	-0,3
45	2014-11-02	2014-11-08	5,5	5,8	7,7	6,9	0,2	-0,7
46	2014-11-09	2014-11-15	5,1	5,6	8,0	7,3	0,5	-0,8
47	2014-11-16	2014-11-22	5,4	6,2	9,2	8,8	0,8	-0,4
48	2014-11-23	2014-11-29	5,8	6,1	8,5	8,4	0,2	-0,1
<b>6 à 19</b>	<b>2014-02-02</b>	<b>2014-05-10</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>8,4</b>	<b>9,5</b>	<b>-0,1</b>	<b>1,1</b>
<b>20 à 26</b>	<b>2014-05-11</b>	<b>2014-06-28</b>	<b>6,7</b>	<b>7,1</b>	<b>11,8</b>	<b>12,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>
<b>27 à 31</b>	<b>2014-06-29</b>	<b>2014-08-02</b>	<b>6,5</b>	<b>6,9</b>	<b>12,0</b>	<b>11,9</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,2</b>
<b>32 à 40</b>	<b>2014-08-03</b>	<b>2014-10-04</b>	<b>5,5</b>	<b>6,0</b>	<b>10,8</b>	<b>10,5</b>	<b>0,5</b>	<b>-0,4</b>
<b>41 à 48</b>	<b>2014-10-05</b>	<b>2014-11-29</b>	<b>5,5</b>	<b>5,9</b>	<b>7,9</b>	<b>7,6</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,3</b>

Note :

Les semaines inscrites en rouge sont les semaines où les TCC de la chapelle 9 n'étaient pas en fonction.

### DPV<sub>PB</sub> : graphiques

Les graphiques suivants présentent le DPV ajusté selon la pression barométrique telle que mesurée (DPV<sub>PB</sub>).

Les DPV<sub>PB</sub> associés à chacun des capteurs ROTRONICS des chapelles 7 et 9 sont présentés aux graphiques suivants : . Ces graphiques sont présentés seulement pour montrer la variabilité du DPV<sub>PB</sub> selon la localisation du capteur par rapport à la localisation du TCC qui passe à une hauteur donnée à travers la canopée.

Pour faciliter l'interprétation de ces résultats, les valeurs moyennes ont été calculées. Les graphiques suivants présentent le DPV<sub>PB</sub> moyen des chapelles 7 et 9.

À titre de rappel :

- La chapelle 7 est sans TCC (référence) et la chapelle 9 est avec TCC.
- Pour l'année 2013 et 2014, la zone ombragée représente la période où les TCC n'étaient pas en fonction dans la chapelle 9.
- Le Schéma 6 à la page 48 présente la localisation des capteurs ROTRONICS à travers la canopée.

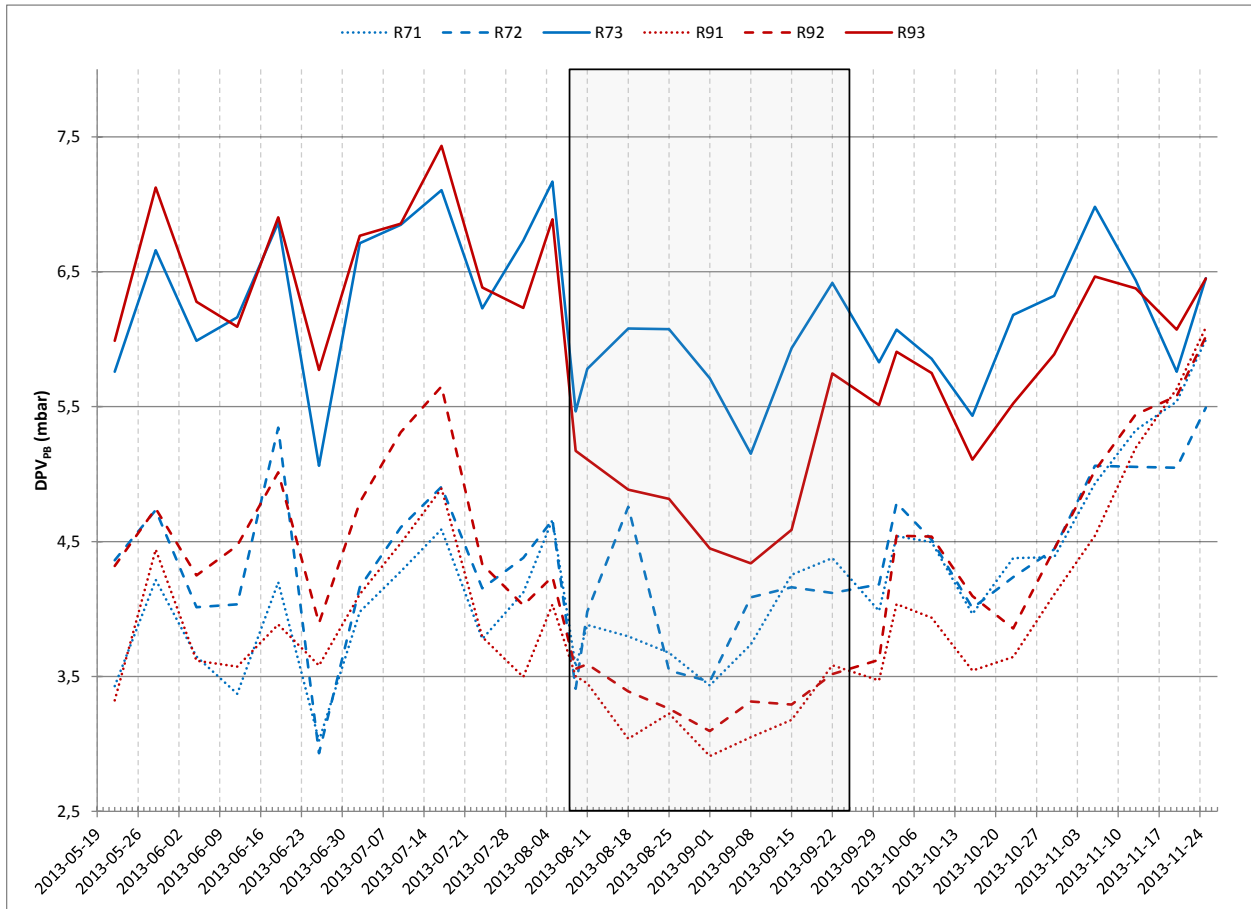
Comme pour l'humidité relative, la variation du DPV est principalement liée :

- à la régie d'utilisation des TCC;
- à la période de l'année et de la journée;
- aux tâches hebdomadaires réalisées sur les plants (effeuillage, étêtage).

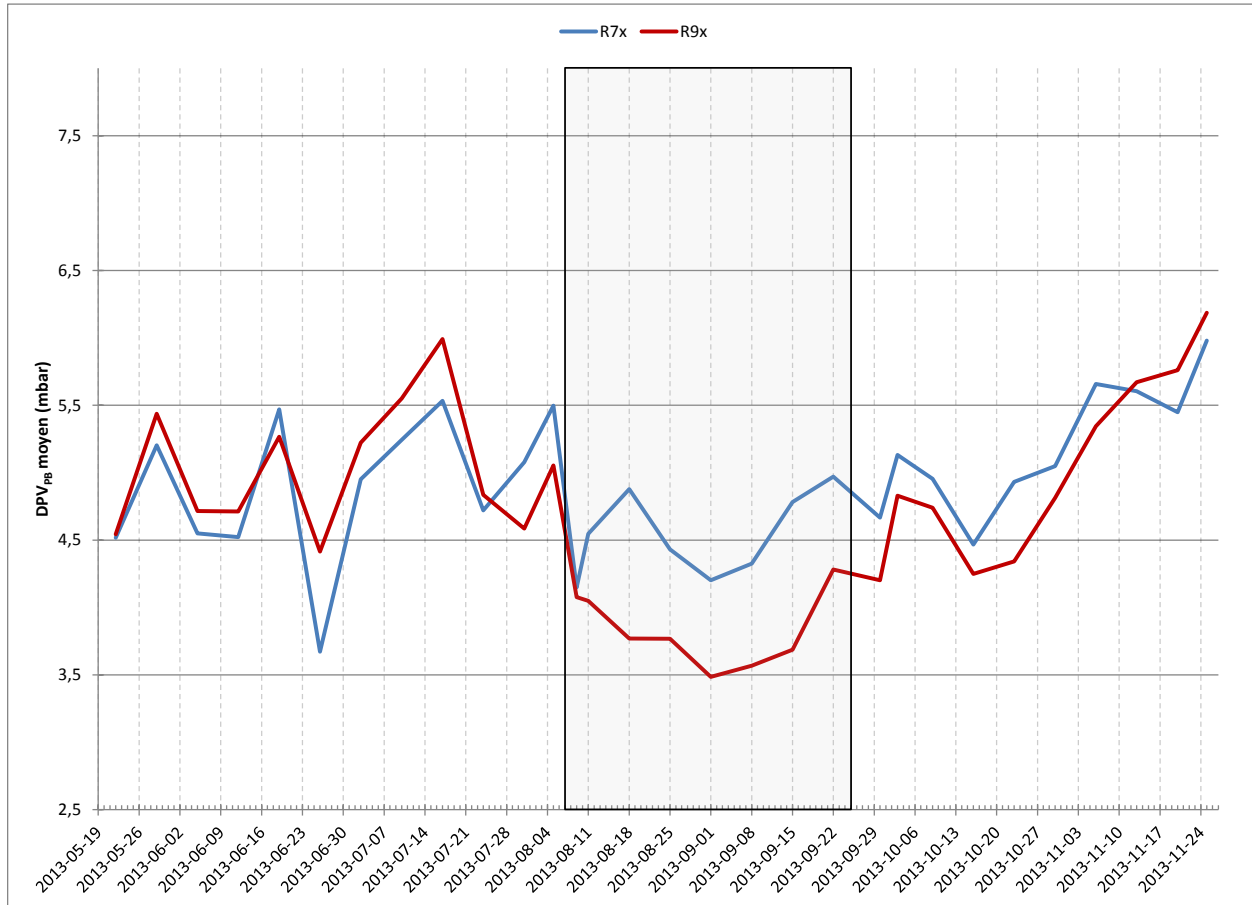
De brèves observations suivront les graphiques.



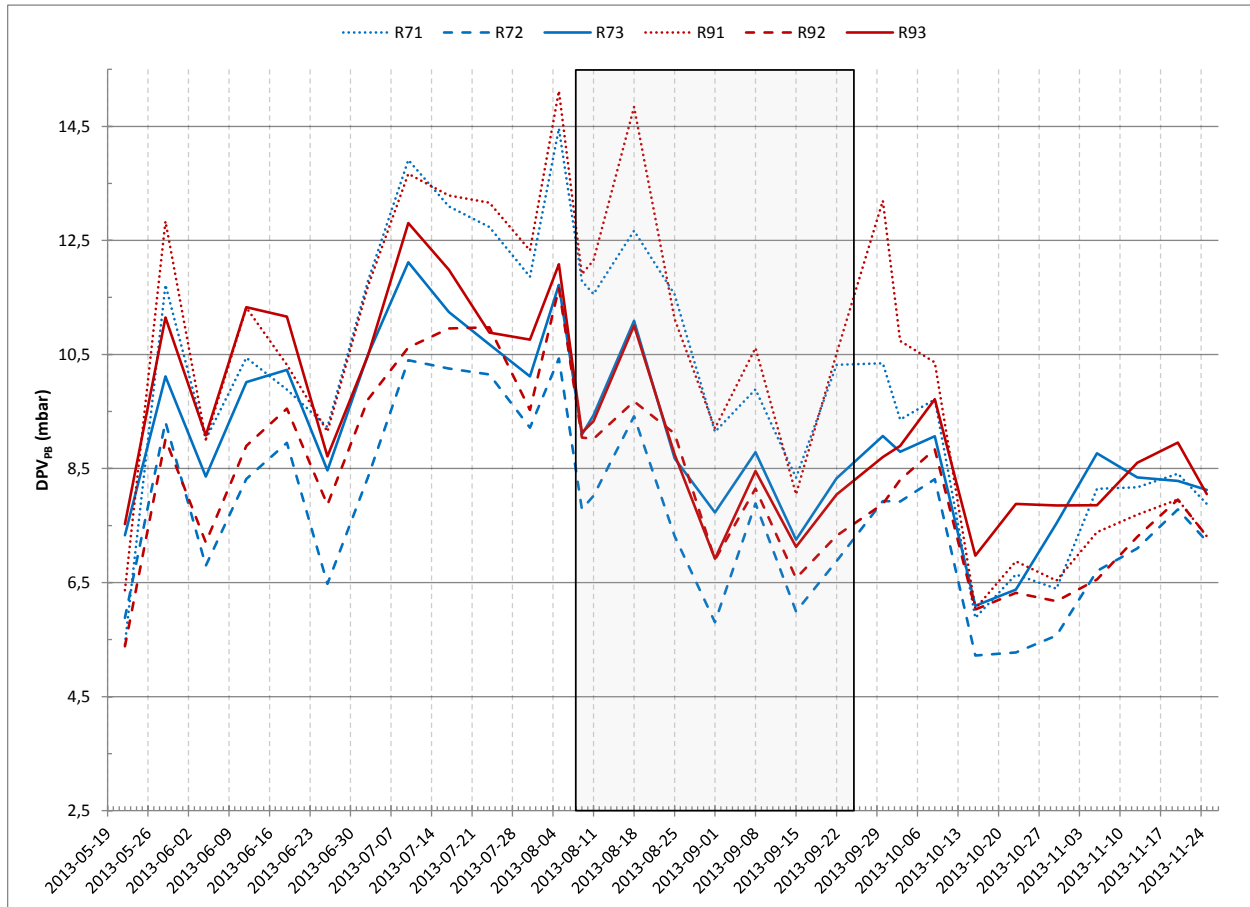
**Graphique 17 - DPV<sub>PB</sub> de NUIT - Du 19 mai au 27 novembre 2013**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



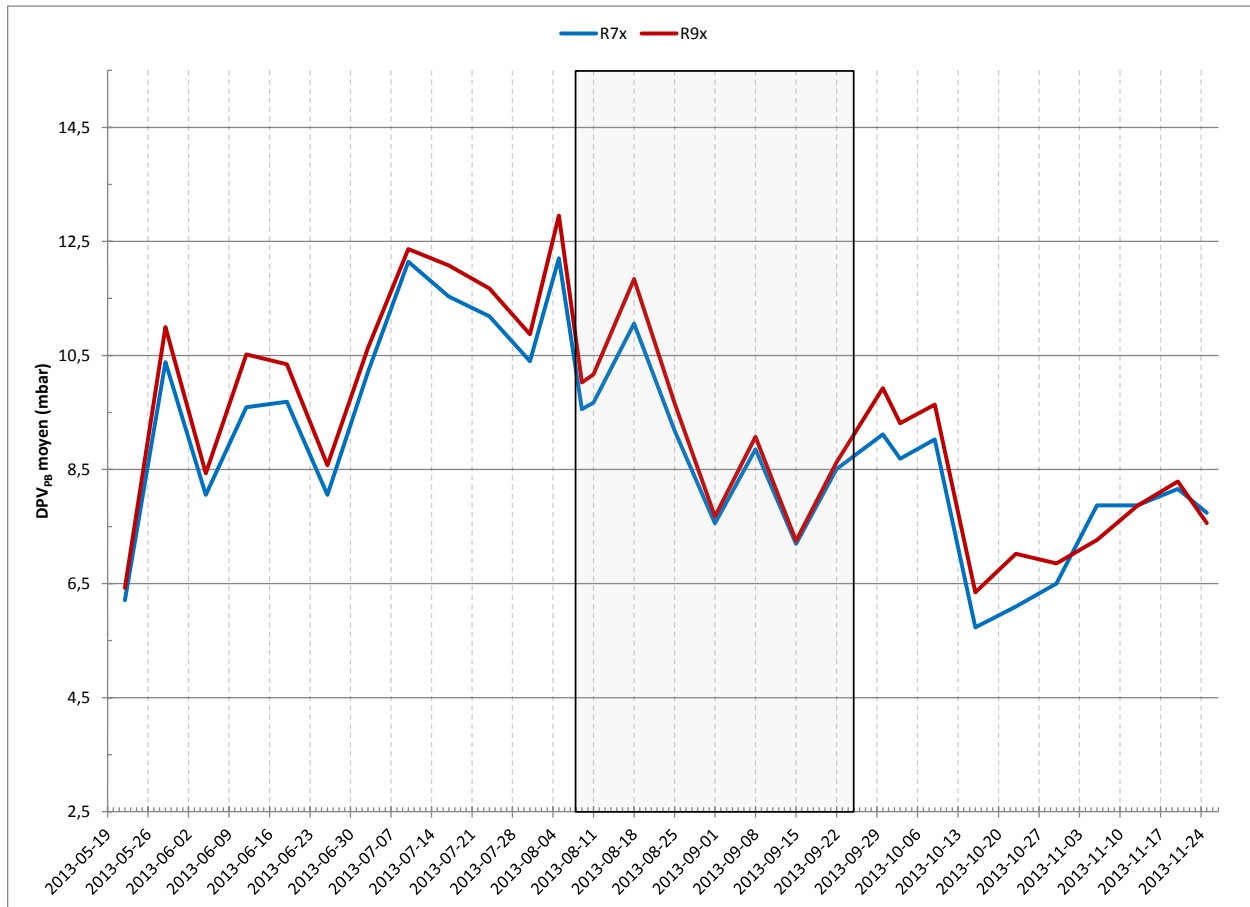
**Graphique 18 - DPV<sub>PB</sub> moyen de NUIT - Du 19 mai au 27 novembre 2013**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



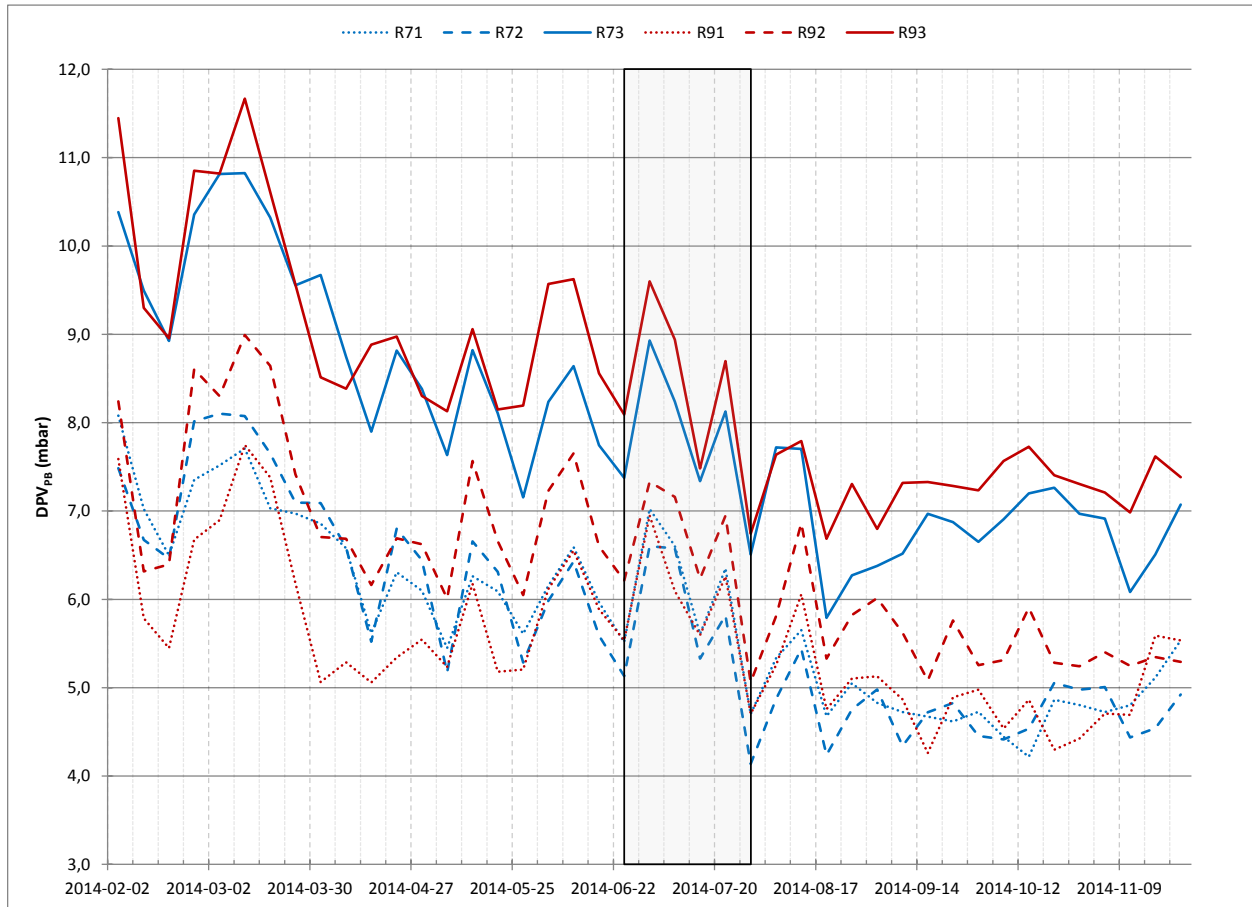
**Graphique 19 - DPV<sub>PB</sub> de JOUR - Du 19 mai au 27 novembre 2013**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



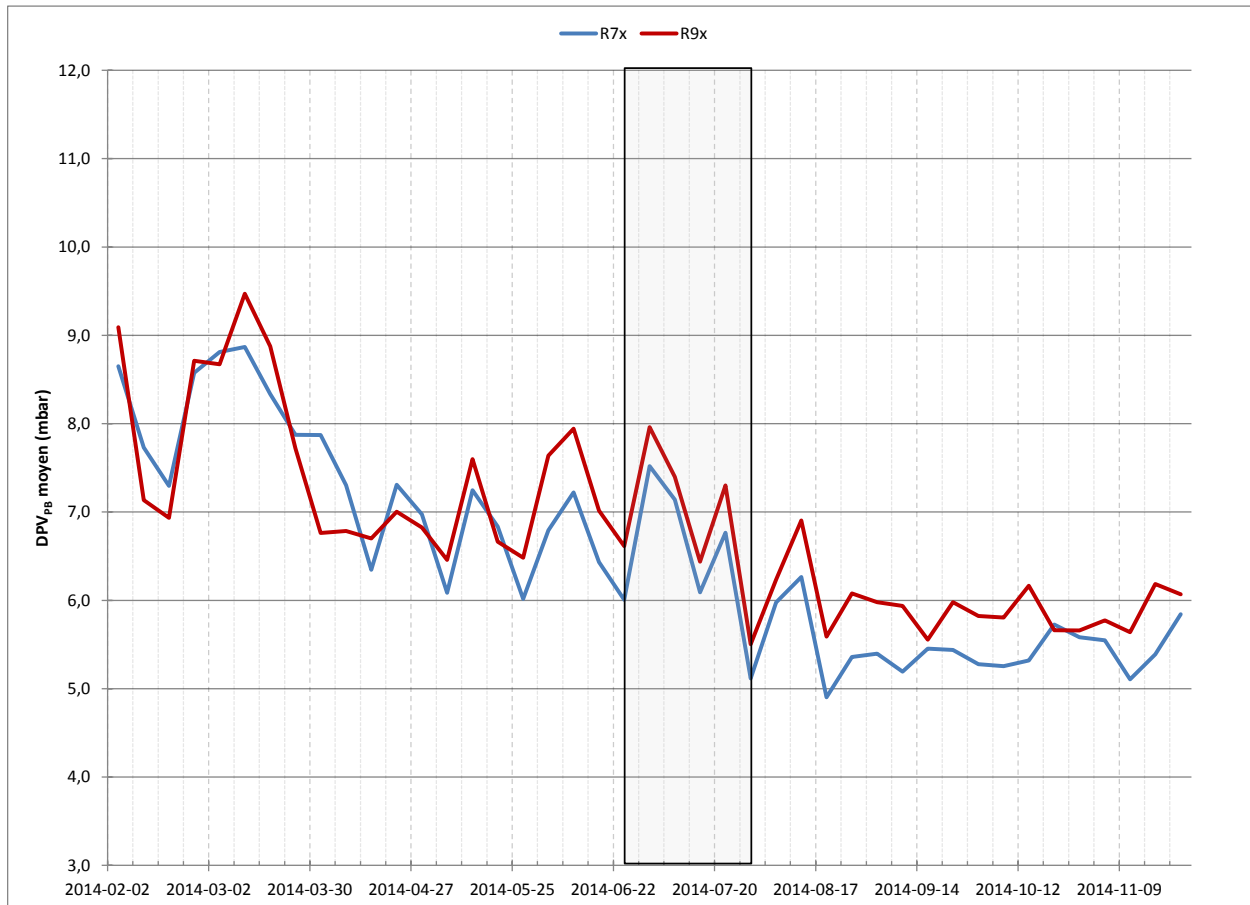
**Graphique 20 - DPV<sub>PB</sub> moyen de JOUR - Du 19 mai au 27 novembre 2013**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



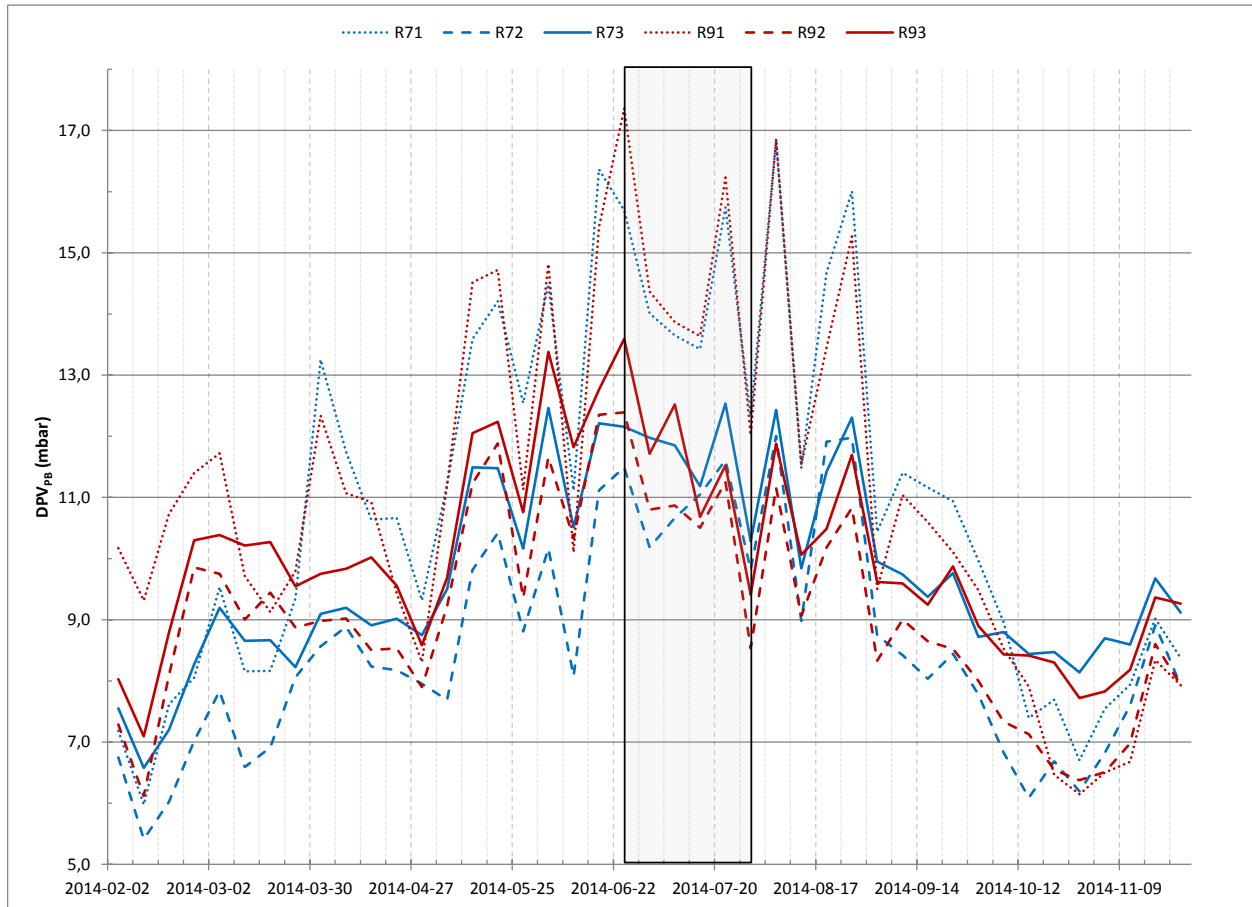
**Graphique 21 - DPV<sub>PB</sub> de NUIT - Du 2 février au 29 novembre 2014**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



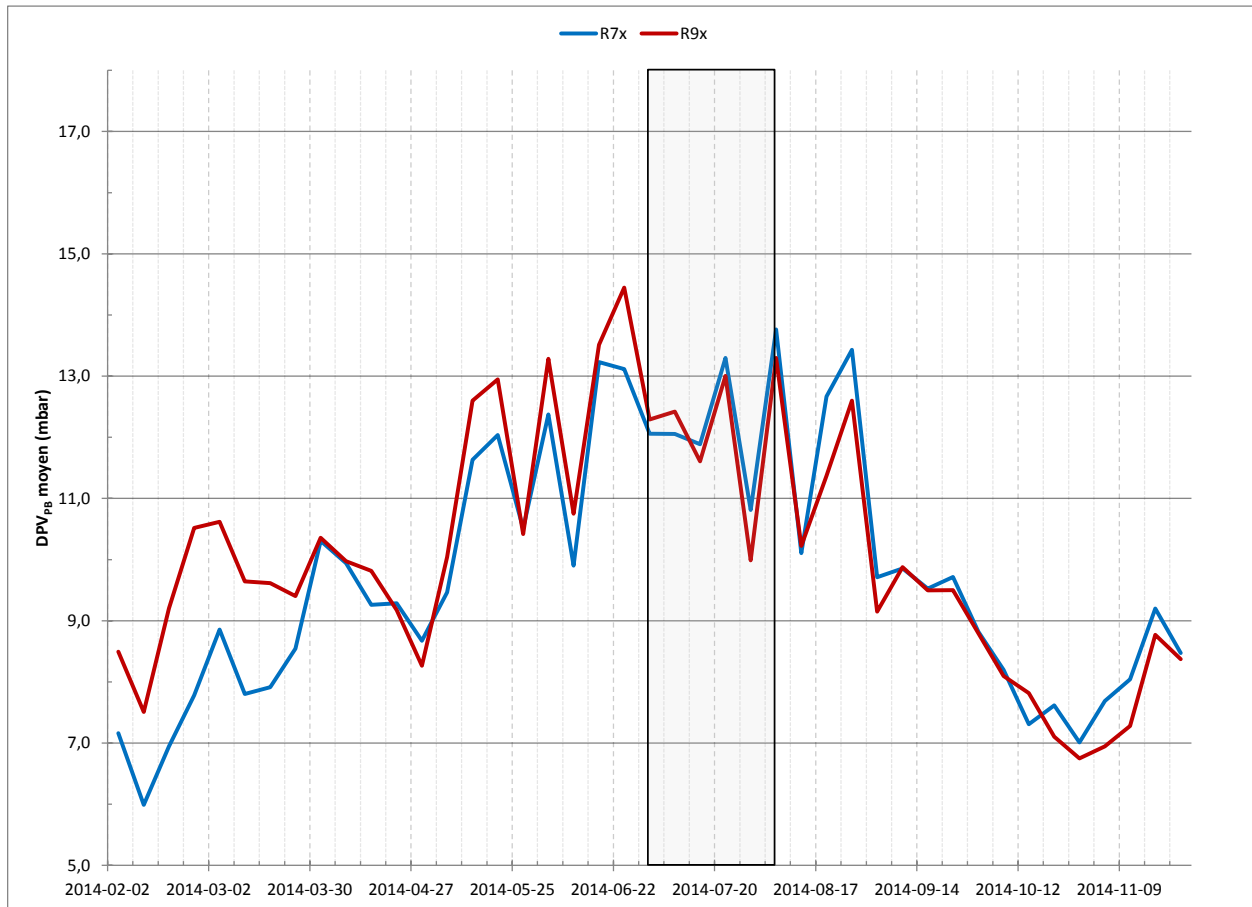
**Graphique 22 - DPV<sub>PB</sub> moyen de NUIT - Du 2 février au 29 novembre 2014**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



**Graphique 23 - DPV<sub>PB</sub> de JOUR - Du 2 février au 29 novembre 2014**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**



**Graphique 24 - DPV<sub>PB</sub> moyen de JOUR - Du 2 février au 29 novembre 2014**  
**Base hebdomadaire - Selon pression barométrique**





### Observations associées aux graphiques

#### **2013**

- NUIT
- Le  $DPV_{PB}$  est plus élevé au sommet qu'à la base. Ceci s'applique pour les chapelles 7 et 9.
  - Lorsque les TCC ne sont pas en fonction (chapelle 9), on aperçoit une chute du  $DPV_{PB}$ . De plus, l'écart du  $DPV_{PB}$  entre la chapelle 9 et la chapelle 7 s'agrandit significativement lors de cette période (environ 0,75 à 1 mbar). Pour les autres périodes, l'écart est plus petit.
- JOUR
- Le  $DPV_{PB}$  moyen est similaire dans les deux chapelles;
  - Le  $DPV_{PB}$  plus élevé au sommet de la canopée qu'à la base. De jour, le sommet de la canopée est plus ventilé et réchauffé par la radiation solaire.

#### **2014**

- NUIT
- Le  $DPV_{PB}$  est plus élevé au sommet qu'à la base. Ceci s'applique pour les chapelles 7 et 9.
- JOUR
- Le  $DPV_{PB}$  moyen est similaire dans les deux chapelles;
  - Le  $DPV_{PB}$  plus élevé au sommet de la canopée qu'à la base. De jour, le sommet de la canopée est plus ventilé et réchauffé par la radiation solaire.

De ces résultats, voici quelques constats et réflexions :

- Les stratégies de gestion des TCC restent à être développées. Celles-ci devront intégrer : les objectifs de production, la période de l'année et les dynamiques climatiques et de fonctionnement des systèmes du complexe de serres qui lui sont propres.
- L'utilisation d'un 2<sup>e</sup> TCC au le sommet de la canopée comme font certaines entreprises ontariennes est à envisager ou encore le déplacement de ceux déjà en place en fonction des objectifs souhaités.
- Le développement de tableau indiquant les zones de confort pour un plant spécifique est à développer. Le tableau pourrait aussi intégrer les zones d'inconfort de maladies et d'insectes ravageurs spécifiques à un type de production (exemple : un acétate spécifique à une maladie ou à un insecte ravageur pourrait être superposé à la table indiquant les zones de confort).

### DPV<sub>PB</sub> versus DPV<sub>FIXE</sub>

Dans le cadre du projet, on a pu évaluer le DPV<sub>PB</sub> en tenant compte de la pression barométrique. En effet, la pression barométrique a été mesurée dans les chapelles 7 et 9. Il existe dans l'industrie des capteurs d'humidité relative qui vont intégrer en temps réel la pression barométrique. Avec ce type de capteur, le calcul du DPV<sub>PB</sub> pourrait se faire aussi simultanément.

Toutefois, l'installation de tel capteur ou encore de capteur régulier couplé avec des capteurs de pression barométrique est onéreuse et parfois complexe (exemple : programmation des systèmes de contrôle). Dans le domaine serricole, les capteurs d'humidité relative utilisés habituellement sont des capteurs qui mesurent à une pression barométrique fixe à 101 325 Pa. On peut se poser la question pour savoir si cela en vaut la peine d'investir pour évaluer le DPV<sub>PB</sub> au lieu du DPV<sub>FIXE</sub>. Pour y répondre, les prochains tableaux donneront la réponse à cette question.

Le Tableau 70 et le Tableau 71 présentent l'écart moyen entre le DPV<sub>FIXE</sub> et le DPV<sub>PB</sub> pour les chapelles 7 et 9 des années 2013 et 2014. Le DPV<sub>FIXE</sub> est évalué avec une pression barométrique fixe à 101 325 Pa. Le DPV<sub>PB</sub> est évalué en tenant compte de la pression barométrique mesurée dans les chapelles 7 et 9. On observe que le DVP<sub>FIXE</sub> de la chapelle 7 est inférieur de 4,4 % en 2013 et de 2,6 % en 2014 par rapport au DPV<sub>PB</sub>. Pour la chapelle 9, le DVP<sub>FIXE</sub> est inférieur de 1,6 % en 2013 et de 0,6 % en 2014 par rapport au DPV<sub>PB</sub>.

**Tableau 70 - Écarts moyen entre le DPV<sub>FIXE</sub> et le DPV<sub>PB</sub> pour les chapelles 7 et 9 en 2013**

	<b>Chapelle 7</b>	<b>Chapelle 9</b>
Rx1 (haut)	-4,6%	-1,6%
Rx2 (milieu)	-5,2%	-1,8%
Rx3 (bas)	-3,4%	-1,7%
<b>Moyenne</b>	<b>-4,4%</b>	<b>-1,6%</b>

**Tableau 71 - Écarts moyen entre le DPV<sub>FIXE</sub> et le DPV<sub>PB</sub> pour les chapelles 7 et 9 en 2014**

	<b>Chapelle 7</b>	<b>Chapelle 9</b>
Rx1 (haut)	-2,8%	-0,7%
Rx2 (milieu)	-3,0%	-0,7%
Rx3 (bas)	-2,0%	-0,5%
<b>Moyenne</b>	<b>-2,6%</b>	<b>-0,6%</b>

Pour visualiser concrètement l'effet de ces écarts, le Tableau 72 simule la valeur du DPV<sub>PB</sub> si la valeur du DPV<sub>FIXE</sub> était de 9,0 mbar avec les variations obtenues en 2013. La valeur de 9,0 mbar est une valeur fictive et jugée optimale au niveau du confort selon le Tableau 58.

**Tableau 72 - Simulation présentant le  $DPV_{PB}$  à partir d'un  $DPV_{FIXE}$  de 9,0 mbar (valeur fictive) en tenant compte des variations observées en 2013**

Chapelle	$DPV_{FIXE}$	$DPV_{PB}$	$\Delta_{FIXE-PB}$	
	mbar	mbar	mbar	%
7	9,0	9,4	-0,4	-4,4
9	9,0	9,1	-0,1	-1,6

Lorsqu'on regarde les différences obtenues entre le  $DPV_{FIXE}$  et le  $DPV_{PB}$ , on peut affirmer que l'utilisation du  $DPV_{FIXE}$  demeure toujours pertinente pour les raisons suivantes :

1. Les tableaux connus indiquant les zones de confort et qui sont publiés sont pour une pression fixe de 101 325 Pa.
2. Les différences minimales obtenues auraient peu d'impact sur la façon de gérer le DPV en fonction des zones de confort tel que présenté dans le Tableau 58.
3. Les systèmes qui mesurent l'humidité relative tout en tenant compte de la pression barométrique sont onéreux et parfois complexes à installer et à programmer.

Aussi, les entreprises serricoles devraient :

- Analyser la dynamique climatique et énergétiques des complexes de serres pour détecter les zones froides et chaudes, et par la suite atténuer leurs effets. Les correctifs faciliteront la gestion des besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification.
- Valider annuellement la lecture des capteurs de température et d'humidité relative pour ensuite calculer le  $DPV_{FIXE}$ . Si un capteur est défectueux ou encore imprécis, l'entreprise devra changer le(s) capteur(s) avant la nouvelle saison.
- Valider la localisation et le nombre des capteurs de température et d'humidité relative qui sont envisagés ou déjà installés.

Dynamique climatique du  $DPV_{PB}$  dans la canopée et de la serre par l'analyse des données provenant des capteurs Rotronics et des capteurs localisés dans les cages aspirantes 2 et 9

Le Tableau 73 présente le sommaire 24 h des  $DPV_{PB}$  évalués à partir des capteurs d'humidité relative et de température Rotronics, et des capteurs d'humidité relative et de température localisés dans les cages aspirantes 2 et 9. Ces derniers sont utilisés par le système de contrôle ARGUS pour gérer le climat au niveau de la chauffe, de la ventilation et la déshumidification.

Dans le cadre du projet, le système ARGUS a géré la déshumidification des chapelles à partir seulement des valeurs de l'humidité relative, des consignes et stratégies attribuées par l'entreprise Excel-Serres. Les capteurs Rotronics ont été en fonction en 2013 à partir de la semaine 21. La pression barométrique (PB) est fixe à 101 325 Pa. Plus le  $DVP_{PB}$  est élevé, plus l'environnement est sec. Le lecteur trouvera à l'Annexe 10 l'ensemble des tableaux pour les autres périodes journalières.

Voici les principaux constats observés :

- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir des capteurs Rotronics dans la canopée de la chapelle 9 est légèrement plus élevé que celui de la chapelle 7. Ce qui signifie que la chapelle 9 est moins humide que la chapelle 7.
- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir du capteur Rotronics R91 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée) est supérieur à celui évalué à partir de la cage aspirante 9. L'écart moyen est de 3,1 mbar [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir du capteur Rotronics R71 (capteur localisé dans la partie supérieure de la canopée) est supérieur à celui évalué à partir de la cage aspirante 2. L'écart moyen est de 3,4 mbar [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir des capteurs Rotronics R9x est supérieur à celui évalué à partir de la cage aspirante 9. L'écart moyen est de 2,6 mbar [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir des capteurs Rotronics R7x est supérieur à celui évalué à partir de la cage aspirante 2. L'écart moyen est de 3,3 mbar [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- Le  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir des capteurs des cages aspirantes 9 est supérieure au  $DPV_{PB}$  moyen évalué à partir des capteurs de la cage aspirante 2. L'écart moyen est de 1,2 mbar [2013 (21 à 48), 2014 (21 à 48), 2013 (6 à 48), 2014 (6 à 48)]. Cet écart est plus grand en 2014 par rapport à 2013.
- La moyenne des  $DPV_{PB}$  est de 4,4 mbar pour la cage 2, 5,6 mbar pour la cage 9, 7,6 mbar pour R7x et 8,2 mbar pour R9x. En ayant obtenu avec les cages aspirantes des valeurs de  $DPV_{PB}$  plus bas que le  $DPV_{OPTIMAL}$  (voir le Tableau 58 à la page 138), alors l'entreprise a dû déshumidifier davantage les chapelles 1 à 6 (cage 2) versus 7 à 10 (cage 9). Les résultats associés à l'humidité relative et provenant des cages aspirantes tant à le démontrer.

**Tableau 73 - Sommaire des DPV<sub>PB</sub> (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 - Valeurs calculées (24 h)**

DPV <sub>MOYEN</sub> - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
<b>2013 (21 à 48)</b>	4,2	5,2	6,8	6,8	0,0	6,0	6,2	-0,3	7,6	7,6	0,0	6,8	6,9	-0,1	2,6	1,6	2,6	1,6
<b>2014 (21 à 48)</b>	4,4	5,8	8,2	11,5	-3,3	7,0	7,7	-0,6	8,9	9,3	-0,4	8,0	9,5	-1,5	3,8	5,7	3,6	3,6
<b>2013 (6 à 48)</b>	4,4	5,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>2014 (6 à 48)</b>	4,4	5,8	8,1	7,9	0,2	7,0	7,7	-0,6	8,9	9,3	-0,4	8,0	8,3	-0,3	3,7	2,1	3,6	2,5

Notes :

DPV<sub>R7X</sub> est le DPV<sub>PB</sub> moyen des DPV<sub>R71</sub>, DPV<sub>R72</sub> et DPV<sub>R73</sub>.

DPV<sub>R9X</sub> est le DPV<sub>PB</sub> moyen des DPV<sub>R91</sub>, DPV<sub>R92</sub> et DPV<sub>R93</sub>.

#### **4.2.9. Besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification**

##### Besoin de chauffe - Définition

Pour évaluer les différences climatiques entre les chapelles 7 et 9, l'évaluation du besoin de chauffe a été réalisée.

Le besoin de chauffe se définit par l'équation suivante :

**Équation 1 - Besoin de chauffe (DJc) obtenue à partir de la température mesurée dans la serre ou la chapelle**

$$DJc = (\text{Température réalisée} - \text{Température extérieure})$$

ou

**Équation 2 - Besoin de chauffe (DJc) obtenu à partir de la consigne de chauffe de la serre ou de la chapelle**

$$DJc = (\text{Consigne de chauffe} - \text{Température extérieure})$$

Lorsqu'on évalue ces valeurs, il faut prendre la valeur minimum obtenue par l'Équation 1 et l'Équation 2 pour la même période ou temps donné. Si la valeur est inférieure à zéro (0), alors la valeur est de zéro (0).

Cette méthodologie est spécifique à l'industrie serricole québécoise et elle est utilisée lors de la réalisation d'audits énergétiques. Ceci élimine l'effet des gains solaires qui fausseraient les calculs pour évaluer les ratios d'efficacité énergétique de la serre.

##### Besoin de ventilation - Définition

Pour évaluer les différences climatiques entre les chapelles 7 et 9, l'évaluation du besoin de ventilation a été réalisée. Le besoin de ventilation se définit par l'équation suivante :

**Équation 3 - Besoin de ventilation (DJv) de la serre ou de la chapelle**

$$DJv = \text{Température réalisée} - \text{Consigne de ventilation}$$

Si la valeur obtenue est inférieure à zéro (0), alors la valeur est de zéro. Cette méthodologie est spécifique au domaine serricole et elle a été développée pour le besoin du projet.

### Besoin de déshumidification - Définition

Pour évaluer les différences climatiques entre les chapelles 7 et 9, l'évaluation du besoin de déshumidification a été réalisée. Le besoin de déshumidification se définit par l'équation suivante :

#### **Équation 4 - Besoin de déshumidification (DJd) de la serre ou de la chapelle**

$$DJd = \text{Humidité relative réalisée} - \text{Consigne de déshumidification}$$

Si la valeur obtenue est inférieure à zéro (0), alors la valeur est de zéro. Cette méthodologie est spécifique au domaine serricole et elle a été développée pour le besoin du projet.

### Besoin standard versus Besoin net - Définition

Il arrive fréquemment qu'il y ait des conflits entre les différents besoins. Par exemple, il y a un besoin de chauffe et aucun besoin de ventilation ou encore de déshumidification, mais les ouvrants au toit sont ouverts. L'évaluation du besoin net élimine les situations liées à des périodes de transition ou encore de conflits.

Le Tableau 74 présente les subtilités entre les deux types : standard et net. À la base, les équations sont les mêmes. Pour l'évaluer, il faut connaître si le toit est fermé ou ouvert à un instant donné tout en évaluant les besoins. Avec les données d'ARGUS, il a été possible de le faire.

**Tableau 74 - Différence entre un besoin standard et un besoin net pour la : chauffe, ventilation, et déshumidification**

Besoin	Standard	Net
<b>Chauffe</b>	Les ouvrants au toit peuvent être fermés ou ouverts. Il est celui qui est utilisé lors de la réalisation d'audits énergétiques.	Les ouvrants au toit sont fermés. Besoin de ventilation nul.
<b>Ventilation</b>	Il y a un besoin de ventilation, mais les ouvrants au toit peuvent être fermés ou ouverts.	Les ouvrants au toit sont ouverts. Besoin de chauffe nul.
<b>Déshumidification</b>	Il y a un besoin de déshumidification, mais les ouvrants au toit peuvent être fermés ou ouverts.	Il y a un besoin de déshumidification. Les ouvrants au toit sont ouverts.
<b>TCC</b>	Les TCC sont gérés de façon indépendante par une consigne fixe ou un algorithme.	

Le lecteur trouvera à la section suivante le sommaire des différents besoins sur une base mensuelle.

Besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification – Sommaire des résultats

Le tableau présente les besoins standards de chauffe, de ventilation et de déshumidification.

**Tableau 75 - Besoins standards de chauffe, de ventilation et de déshumidification**

DJx - Standard							
Année	Mois	1 à 8 (cage 2)			9 à 10 (cage 9)		
		Chauffe 1 à 8	(Contrôle toits 1 à 6)		Chauffe 9 à 10	(Contrôle toits 7 à 10)	
		DJc	DJv	DJd	DJc	DJv	DJd
		°C	°C	%	°C	°C	%
2013	Janvier	891	0	23	892	0	9
	Février	665	1	77	666	1	35
	Mars	615	3	103	619	2	57
	Avril	389	5	87	398	5	28
	Mai	128	39	143	130	41	71
	Juin	46	69	229	46	70	122
	Juillet	30	126	176	32	124	85
	Août	59	55	206	58	50	91
	Septembre	97	49	154	96	43	66
	Octobre	196	22	106	199	18	25
	Novembre	488	5	40	490	4	10
	Décembre	776	1	1	776	1	0
		<b>Total</b>	<b>4 380</b>	<b>378</b>	<b>1 345</b>	<b>4 402</b>	<b>359</b>
2014	Janvier	948	0	10	951	0	11
	Février	767	1	57	771	2	38
	Mars	789	4	113	793	4	33
	Avril	406	4	146	410	3	35
	Mai	160	13	167	161	12	50
	Juin	63	28	175	63	26	73
	Juillet	25	52	211	25	52	103
	Août	31	53	271	31	55	103
	Septembre	108	27	238	108	34	60
	Octobre	212	10	191	214	13	58
	Novembre	466	2	58	468	3	19
	Décembre	352	0	8	351	0	1
		<b>Total</b>	<b>4 325</b>	<b>195</b>	<b>1 645</b>	<b>4 346</b>	<b>204</b>

Source : données ARGUS d'Excel-Serres ltée (fin : 18 décembre 2014 à 11h45).

On observe que :

- le besoin de chauffe des chapelles 1 à 8 et le besoin de chauffe des chapelles 9 à 10 sont similaires en 2013. Le même constat s'applique pour l'année 2014. Ceci s'explique tout simplement par le fait que l'entreprise vise une température uniforme pour le complexe de serres et qu'elle est en mesure d'atteindre cet objectif.
- le besoin de ventilation des chapelles 1 à 8 et le besoin de ventilation des chapelles 9 à 10 sont similaires en 2013. Le même constat s'applique pour l'année 2014. Ceci s'explique tout



simplement par le fait que l'entreprise vise une température uniforme pour le complexe de serres et qu'elle est en mesure d'atteindre cet objectif.

- le besoin de déshumidification est deux fois et demie plus élevé pour les chapelles 1 à 8 que pour les chapelles 9 à 10. Ceci est vrai pour l'année 2013 et l'année 2014. Il est difficile d'expliquer de façon précise cette grande variation avec les informations de disponibles. Ceci pourrait provenir des capteurs localisés dans les cages aspirantes (précision), de la conception des systèmes ou encore des stratégies de déshumidification.

Le tableau présente les besoins nets de chauffe, de ventilation et de déshumidification.

**Tableau 76 - Besoins nets de chauffe, de ventilation et de déshumidification**

DJx - Net							
Année	Mois	1 à 8 (cage 2)			9 à 10 (cage 9)		
		Chauffe 1 à 8	(Contrôle toits 1 à 6)		Chauffe 9 à 10	(Contrôle toits 7 à 10)	
		DJc	DJv	DJd	DJc	DJv	DJd
		°C	°C	%	°C	°C	%
2013	Janvier	885	0	19	885	0	8
	Février	631	1	76	638	1	34
	Mars	562	3	99	578	2	57
	Avril	344	5	82	342	5	28
	Mai	115	39	143	114	41	71
	Juin	36	69	229	36	70	122
	Juillet	25	126	176	27	124	85
	Août	49	55	196	52	50	82
	Septembre	88	49	154	91	43	66
	Octobre	183	21	96	181	16	23
	Novembre	455	5	36	448	4	10
	Décembre	754	1	1	756	1	0
		<b>Total</b>	<b>4 128</b>	<b>376</b>	<b>1 308</b>	<b>4 147</b>	<b>357</b>
2014	Janvier	940	0	9	945	0	10
	Février	712	1	52	733	2	38
	Mars	718	4	111	713	4	33
	Avril	346	4	137	354	3	35
	Mai	135	13	164	138	12	49
	Juin	51	28	170	55	26	71
	Juillet	22	52	211	22	52	103
	Août	28	53	271	28	55	103
	Septembre	102	27	238	101	34	60
	Octobre	205	8	186	202	11	56
	Novembre	450	2	57	444	3	18
	Décembre	346	0	6	346	0	1
		<b>Total</b>	<b>4 055</b>	<b>194</b>	<b>1 612</b>	<b>4 080</b>	<b>202</b>

Source : données ARGUS d'Excel-Serres ltée (fin : 18 décembre 2014 à 11h45).

On observe que :

- de façon générale, les besoins standards et nets sont similaires.
- le besoin de chauffe des chapelles 1 à 8 et le besoin de chauffe des chapelles 9 à 10 sont similaires en 2013. Le même constat s'applique pour l'année 2014. Ceci s'explique tout simplement par le fait que l'entreprise vise une température uniforme pour le complexe de serres et qu'elle est en mesure d'atteindre cet objectif.
- le besoin de ventilation des chapelles 1 à 8 et le besoin de ventilation des chapelles 9 à 10 sont similaires en 2013. Le même constat s'applique pour l'année 2014. Ceci s'explique tout simplement par le fait que l'entreprise vise une température uniforme pour le complexe de serres

et qu'elle est en mesure d'atteindre cet objectif. Toutefois, on remarque que les besoins de ventilation pour les chapelles 1 à 8 et à 9 à 10 ont été plus élevés en 2013 qu'en 2014.

- le besoin de déshumidification pour une même année est deux fois et demi plus élevé pour les chapelles 1 à 8 que pour les chapelles 9 à 10. Ceci est vrai pour l'année 2013 et l'année 2014. Le besoin de déshumidification a été un peu plus élevé dans les chapelles 1 à 8 en 2014 par rapport en 2013. Pour les chapelles 9 à 10, les besoins ont été similaires pour les années 2013 et 2014.

Le Tableau 77 présente le taux de variations entre les besoins standards et les besoins nets au niveau de la chauffe, de la ventilation et de la déshumidification. Plus le taux est élevé, plus les périodes de transition ou encore de conflits sont élevées. Une réduction de ce taux pourrait engendrer des économies d'énergie. Ceci est une question liée à la programmation du système de contrôle. Toutefois, la programmation doit tenir compte de la réactivité des systèmes. Un système trop réactif engendrera une usure prématurée des composantes mécaniques ou encore électriques des systèmes de chauffe (génération et distribution) ou encore de ventilation qui sont associés aux besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification.

**Tableau 77 - Taux de variation entre les besoins standards et les besoins nets de :  
chauffe, de ventilation et de déshumidification pour 2013 et 2014**

<b>Année</b>	<b><math>\Delta DJc</math>.STANDARD-NET</b>	<b><math>\Delta DJv</math>.STANDARD-NET</b>	<b><math>\Delta DJd</math>.STANDARD-NET</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
2013	5,8%	0,3%	2,7%
2014	6,2%	0,6%	2,0%

#### **4.2.10. Taux d'ouverture des toits ouvrants**

Le taux d'ouverture des toits ouvrants est géré par ARGUS. ARGUS utilise les données provenant de la cage aspirante 2 (chapelle 2) pour gérer les toits ouvrants des chapelles 1 à 6; pour les chapelles 7 à 10, ARGUS utilise les données de la cage aspirante 9 (chapelle 9). Chaque cage aspirante a un capteur électronique de température et d'humidité relative.

Le design des toits ouvrants est différent pour les chapelles 1 à 6 par rapport à celui des chapelles 7 à 10. En effet, les chapelles 1 à 6 ont été rajoutées à la serre lors de la dernière expansion. Ainsi, les toits ouvrants (1 à 6 versus 7 à 10) n'ont pas nécessairement les mêmes niveau d'efficacité pour ventiler et déshumidifier la serre. Cependant, leur niveau d'efficacité est jugé du même ordre de grandeur. À titre de rappel, la cage aspirante 2 gère la chauffe des chapelles 1 à 8. La cage aspirante 9 gère la chauffe des chapelles 9 à 10.

Le taux d'ouverture des toits permet d'évaluer leur niveau d'activité. Il est évident que ce taux d'ouverture est lié au besoin de ventilation et au besoin de déshumidification. Pour la déshumidification, il existe différentes stratégies pour déshumidifier la serre. Une d'elle consiste à émettre plus de chaleur pour que la température de la serre soit un peu plus élevée. De cette façon, l'air emmagasine plus de vapeur d'eau pour un même volume d'air. Par la suite, les toits ouvrants sont utilisés. Le taux d'ouverture sera en fonction des conditions climatiques extérieures.

Le Tableau 78 présente le taux d'ouverture des toits ouvrants pour les années 2013 et 2014. On observe que le taux d'ouverture des toits ouvrants des chapelles 1 à 6 a été plus élevé en 2014 par rapport à 2013 (4,5%). Pour les chapelles 7 à 10, il y a eu une baisse (-1,3%). Ces valeurs suivent les valeurs observées au niveau du besoin de déshumidification des chapelles (voir le Tableau 75 et le Tableau 76).

**Tableau 78 - Taux d'ouverture des toits ouvrants des chapelles 1 à 6 et 7 à 10 pour 2013 et 2014**

Date		Chapelles			
		1 à 10	1 à 6 (cage 2)	7 à 10 (cage 9)	$\Delta_{1.à.6-vs-7.à.10}$
Début	Fin	%	%	%	%
2013-01-01	2013-01-31	1,1	1,2	0,8	46,7%
2013-02-01	2013-02-28	5,3	6,5	3,6	84,0%
2013-03-01	2013-03-31	7,4	8,8	5,3	65,9%
2013-04-01	2013-04-30	11,1	13,3	7,8	69,3%
2013-05-01	2013-05-31	34,3	36,6	30,8	18,8%
2013-06-01	2013-06-30	53,4	54,8	51,4	6,6%
2013-07-01	2013-07-31	65,8	68,2	62,2	9,7%
2013-08-01	2013-08-31	47,3	50,5	42,5	18,8%
2013-09-01	2013-09-30	41,3	44,2	37,0	19,4%
2013-10-01	2013-10-31	24,8	27,6	20,5	34,5%
2013-11-01	2013-11-30	5,2	6,5	3,3	96,7%
2013-12-01	2013-12-31	1,2	1,5	0,7	126,3%
2014-01-01	2014-01-31	0,9	1,0	0,6	55,7%
2014-02-01	2014-02-28	3,5	4,0	2,6	53,4%
2014-03-01	2014-03-31	5,2	6,3	3,5	80,1%
2014-04-01	2014-04-30	11,2	13,4	7,9	69,4%
2014-05-01	2014-05-31	25,0	28,1	20,5	37,2%
2014-06-01	2014-06-30	44,8	48,7	38,9	25,2%
2014-07-01	2014-07-31	70,6	77,9	59,6	30,6%
2014-08-01	2014-08-31	72,3	78,4	63,2	24,0%
2014-09-01	2014-09-30	41,5	42,8	39,5	8,4%
2014-10-01	2014-10-31	20,3	21,7	18,2	19,4%
2014-11-01	2014-11-30	5,7	6,7	4,2	58,1%
2014-12-01	2014-12-17	1,3	1,9	0,3	489,1%
2013-01-01	2013-12-03	26,7	28,7	23,9	20,1%
2014-01-01	2014-12-03	27,4	29,9	23,6	27,1%
$\Delta_{2014.vs.2013}$		2,4%	4,5%	-1,3%	

#### 4.2.11. Bilan de l'énergie émise par les différentes boucles de chauffe incluant les TCC

Dans le cadre du projet, seule la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe incluant les TCC a été mesurée. Avec ces résultats, on est en mesure d'évaluer la contribution des différentes boucles de chauffe pour répondre aux besoins de chauffe. Aussi, on est en mesure d'évaluer leurs ratios d'efficacité énergétique par rapport aux besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification.

L'énergie émise pour chacune des boucles de chauffe incluant les TCC a été évaluée en mesurant ou évaluant les paramètres suivants :

- Débit d'eau chaude;
- Températures à l'entrée et à la sortie de la boucle;
- Coefficient calorifique de l'eau basé sur la température moyenne de l'eau (entrée et sortie de la boucle).

Comme les données étaient disponibles à toutes les 15 minutes, l'énergie émise par les tuyaux a été ainsi évaluée aux 15 minutes.

La méthodologie est reconnue. Le lecteur qui désire en savoir plus sur le comptage de l'énergie thermique peut consulter la fiche technique publiée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME) qui a pour titre : « Comptage de l'énergie thermique, eau chaude et surchauffée »<sup>28</sup>.

##### Chaleur émise – Composante radiative

Un élément dont on doit tenir compte dans l'analyse énergétique et agronomique est la composante radiative de la chaleur émise par les TCC. En effet, la proximité des TCC au niveau de la canopée permet de réaliser un microclimat qui est propre aux systèmes en place et à leur utilisation.

La loi de Stefan-Boltzmann (ou loi de Stefan) permet de quantifier ces échanges. La puissance rayonnée par un corps est donnée par :

##### **Équation 5 - Loi de Stefan-Boltzmann**

$$P = \sigma \cdot \epsilon \cdot S \cdot T^4$$

avec

P : Puissance rayonnée (W)

$\sigma$  : constante de Stefan-Boltzmann ( $5,6703 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$ )

$\epsilon$  : émissivité, indice valant 1 pour un corps noir et qui est compris entre 0 et 1 selon l'état de surface du matériau

S : superficie du corps ( $\text{m}^2$ )

T : température du corps (en Kelvin).

Dans la pratique, il est très complexe de quantifier l'énergie émise de nature radiative. En prenant comme hypothèse de travail que l'émetteur (tuyaux TCC) et le récepteur (les feuilles

<sup>28</sup> ADEME est l'équivalent du BEIÉ en France.

<http://www.est-testnet.net/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=84357&p1=00&p2=07&ref=17597>

dans la canopée) conservent leurs caractéristiques intrinsèques pour la période analysée, il est possible d'utiliser l'Équation 5 pour analyser l'effet de la chaleur radiative sur les résultats agronomiques (effet bras de levier). Les résultats et les analyses au niveau agronomique découlant de cette hypothèse de travail seront présentés dans la section 4.3 à la page 256.

#### Températures d'eau chaude des différentes boucles de chauffe

Cette section présente les températures d'eau chaude des différentes boucles de chauffe incluant les TCC. Le Tableau 9 à la page 47 présente les principales caractéristiques des différentes boucles de chauffe.

Ces températures donnent un aperçu des régies d'utilisation des différentes boucles de chauffe. Le Tableau 79 et le Tableau 80 font ressortir spécifiquement les régies d'utilisation des TCC. On observe qu'il y a eu au total sept modes d'utilisation des TCC en 2013 et 2014. Le Graphique 6 à la page 67 présente visuellement les températures réalisées et les consignes utilisées des TCC en 2013 et 2014 (moyenne hebdomadaire).

En 2013 et 2014, il y a eu des arrêts programmés des TCC. Le X présente la température des différentes boucles lorsque les TCC ont été en arrêt programmé. De brefs commentaires suivront ce tableau. Par la suite, différents graphiques ( ) présentent les températures de la ligne principale et des lignes secondaires lors des arrêts programmés en incluant quelques semaines avant et après ces arrêts.



**Tableau 79 - Température moyenne des TCC en 2013 en fonction des différents modes de fonctionnement**

2013	Date		Modes	Moyenne			Notes
	Semaine(s)	Début		Fin	24 h	NUIT	
1 à 4	2013-01-01	2013-01-22	Non en fonction	24,1	23,5	25,4	TCC non en fonction : arrêt programmé. Taux moyen d'ouverture de la valve : 0%.
4 à 13	2013-01-23	2013-03-24	Mode 1	34,1	34,1	34,2	35 °C - Fixe Jour et Nuit.
13 à 19	2013-03-25	2013-05-07	Mode 2	44,8	38,1	49,2	Rodage de la programmation des TCC. Températures réalisées : 27,4 °C ≤ T° ≤ 60 °C.
19 à 32	2013-05-08	2013-08-08	Mode 3	41,7	43,4	39,0	45 °C et selon Radiation Solaire.
32 à 39	2013-08-09	2013-09-26	Non en fonction	20,9	19,9	22,0	TCC non en fonction : arrêt programmé, installation du nouveau système de chauffe (9 août au 26 septembre 2013). Taux moyen d'ouverture de la valve : 0%.
39 à 40	2013-09-27	2013-10-05	Mode 4	25,8	25,5	25,7	Période de transition, démarrage du nouveau système de chauffe.
41 à 46	2013-10-06	2013-11-11	Mode 3	44,0	44,2	43,2	45 °C et selon Radiation Solaire.
46 à 49	2013-11-12	2013-12-03	Mode 5	58,4	58,6	58,3	60 °C – Fixe Jour et Nuit. Fin de l'année de production 2013 le 3 décembre 2013.
<b>1 à 49</b>	<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>n.a.</b>	<b>37,5</b>	<b>36,9</b>	<b>37,4</b>	<b>Moyenne.</b>

Notes :

Les journées de transition sont des journées où il y a des changements importants concernant l'utilisation des TCC. Ces changements peuvent être associés à une transition entre deux modes d'utilisation des TCC ou encore lors du commencement ou la fin d'une année de production. Journées de transition en 2013 : 23 janvier, 25 mars, 8 mai, 8 août, 27 septembre, 5 octobre, 12 novembre, 3 décembre, 17 décembre.

TCC non en fonction en 2013 (journée entière) : 1<sup>er</sup> au 22 janvier, 8 au 10 avril, 13 avril et 14 avril, 19 avril et 20 avril, 9 août au 26 septembre (arrêt lors de l'installation du nouveau système de chauffe), 2 au 4 octobre, 4 au 16 décembre (serre sans production).

**Tableau 80 - Température moyenne des TCC en 2014 en fonction des différents modes de fonctionnement**

2014	Date		Modes	Moyenne			Notes
	Semaine(s)	Début		Fin	24 h	NUIT	
51 à 1	2013-12-18	2013-12-31	Non en fonction	31,2	31,0	31,6	TCC non en fonction : arrêt programmé. Taux moyen d'ouverture de la valve : 0%
1 à 4	2014-01-01	2014-01-23	Non en fonction	32,1	32,0	32,3	TCC non en fonction : arrêt programmé. Taux moyen d'ouverture de la valve : 0%. Le 8 janvier, le taux moyen d'ouverture de la valve a été de 0,5%. Ceci pourrait provenir de l'utilisation des TCC à des fins de maintenance seulement sur une très courte période.
4 à 19	2014-01-24	2014-05-08	Mode 6	45,0	45,3	44,4	45 °C - Fixe Jour et Nuit.
19 à 27	2014-05-09	2014-06-29	Mode 3	41,4	43,3	38,4	45 °C et selon Radiation Solaire.
27 à 31	2014-06-30	2014-07-29	Non en fonction	33,8	33,2	33,9	TCC non en fonction : arrêt programmé (30 juin au 29 juillet 2014). Taux moyen d'ouverture de la valve : 0%.
31 à 41	2014-07-30	2014-10-05	Mode 7	38,3	38,8	37,2	40 °C et selon Radiation Solaire.
41 à 49	2014-10-06	2014-12-03	Mode 3	44,3	44,8	42,9	45 °C et selon Radiation Solaire. Fin de l'année de production 2014 le 3 décembre 2014.
<b>51 à 49</b>	<b>2013-12-18</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>n.a.</b>	<b>40,7</b>	<b>41,2</b>	<b>39,6</b>	<b>Moyenne.</b>
<b>1 à 49</b>	<b>2014-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>n.a.</b>	<b>41,1</b>	<b>41,6</b>	<b>40,0</b>	<b>Moyenne.</b>

Notes :

Les journées de transition sont des journées où il y a des changements importants concernant l'utilisation des TCC. Ces changements peuvent être associés à une transition entre deux modes d'utilisation des TCC ou encore lors du commencement ou la fin d'une année de production. Journées de transition en 2014 : 24 janvier, 9 mai, 29 juin, 30 juillet, 5 octobre, 3 décembre.

TCC non en fonction en 2014 (journée entière) : 18 décembre au 23 janvier, 30 juin au 29 juillet (arrêt programmé).

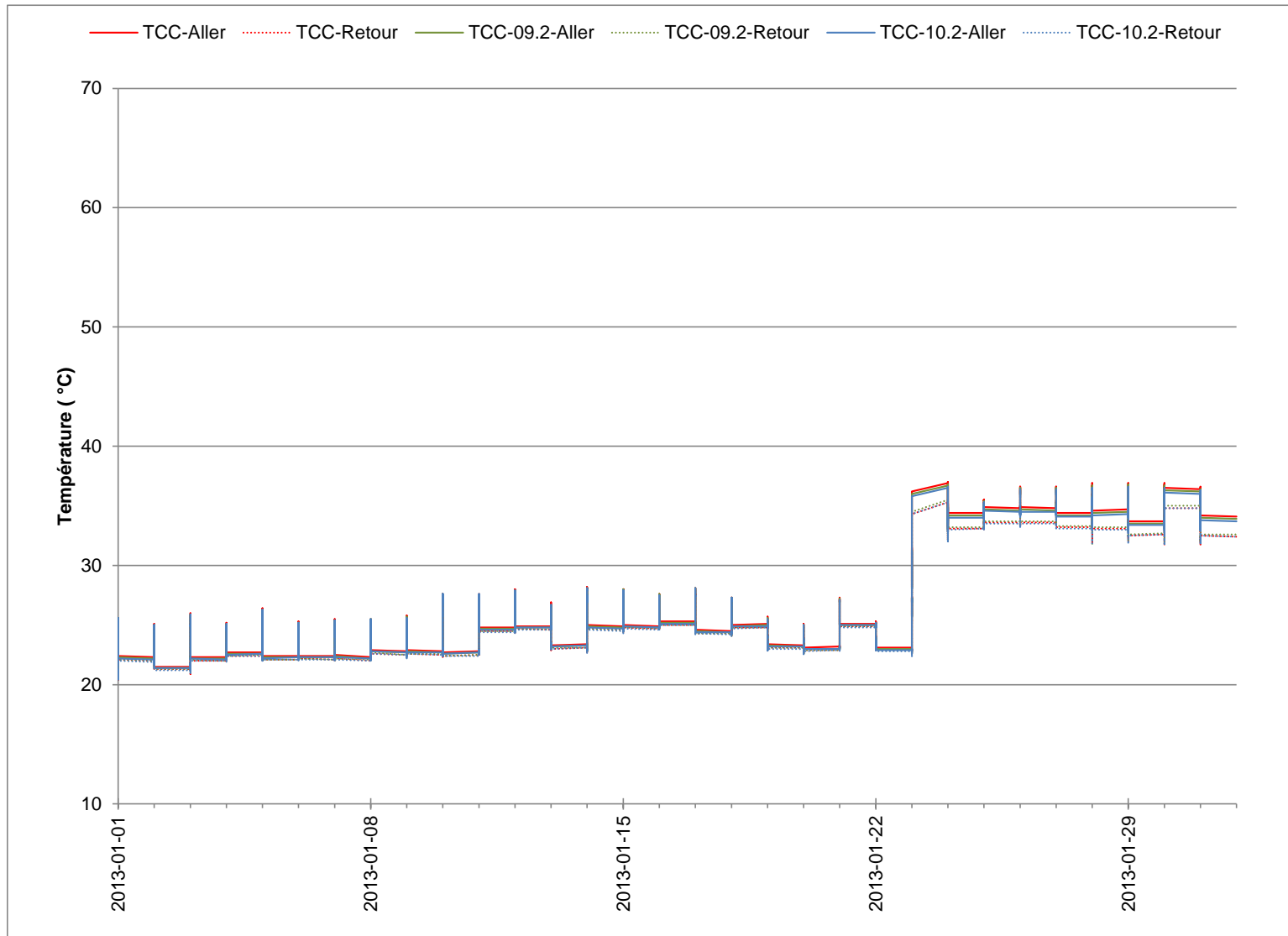
**Tableau 81 - Température 24 h des TCC lors des arrêts programmés : ligne principale et lignes secondaires**

Période d'arrêt des TCC	Ligne principale		Lignes secondaires			
	TCC-Aller	TCC-Retour	TCC-09.02		TCC-10.02	
			Aller	Retour	Aller	Retour
	°C	°C	°C	°C	°C	°C
<b>1er au 22 janvier 2013</b>	24,2	24,0	24,2	24,0	24,1	23,9
<b>9 août au 26 septembre 2013</b>	20,8	20,9	20,5	20,5	20,7	19,8
<b>18 décembre 2013 au 23 juillet 2014</b>	32,6	30,9	32,3	30,8	31,2	30,6
<b>30 juin au 29 juillet 2014</b>	34,5	33,0	34,3	32,9	33,0	32,8

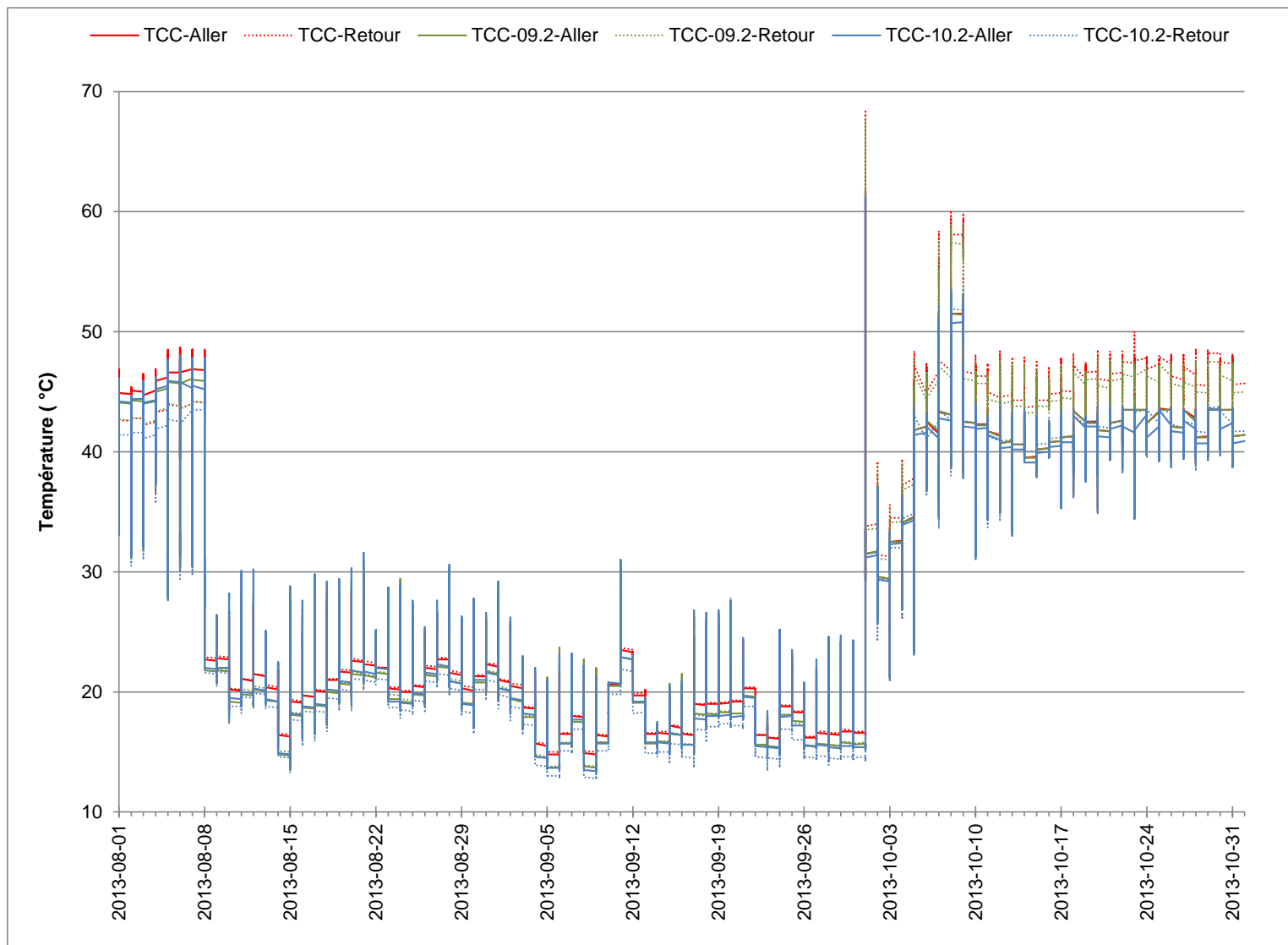
Commentaires :

- Les étiquettes des lignes secondaires font référence à l'Annexe 3 - Schémas détaillés de l'entreprise Excel-Serres Ltée et de la localisation des principaux systèmes (valide pour 2013 et 2014).
- En 2013 et 2014, les différentes conduites des TCC contenaient en tout temps de l'eau. De plus, la pompe circulatoire fonctionnait aussi 24h/24h (référence : Excel-Serres Ltée).
- Le sens de la circulation de l'eau chaude dans les TCC a changé après la fin des travaux en septembre 2013. Ce changement de sens est observable sur le graphique de 2013 lors du redémarrage des TCC (Température du retour > Température de l'aller; voir le Graphique 26). Ce changement n'a pas eu d'impact sur les débits mesurés. Les analyses dans le rapport tiennent compte du changement de sens de la circulation de l'eau chaude dans les TCC.
- En 2013, l'arrêt des TCC lors des mois d'août et de septembre a fait en sorte qu'aucune source de chaleur n'a été transmise aux TCC.
- En 2014, de la chaleur a été transmise aux TCC malgré le fait que la consigne des TCC était limitée à 25 °C. Ceci proviendrait d'une moins bonne étanchéité de la nouvelle valve (ligne principale des TCC). L'arrêt de la pompe circulatoire des TCC devrait corriger ce phénomène en 2015 lorsque les TCC ne seront pas en fonction (arrêt programmé; référence : Excel-Serres Ltée).
- La ligne secondaire 09.2 a une température moyenne un peu plus élevée que la ligne secondaire 10.2.
- Les TCC n'ont pas de capteurs de température sur les lignes secondaires 09.1 et 10.1.

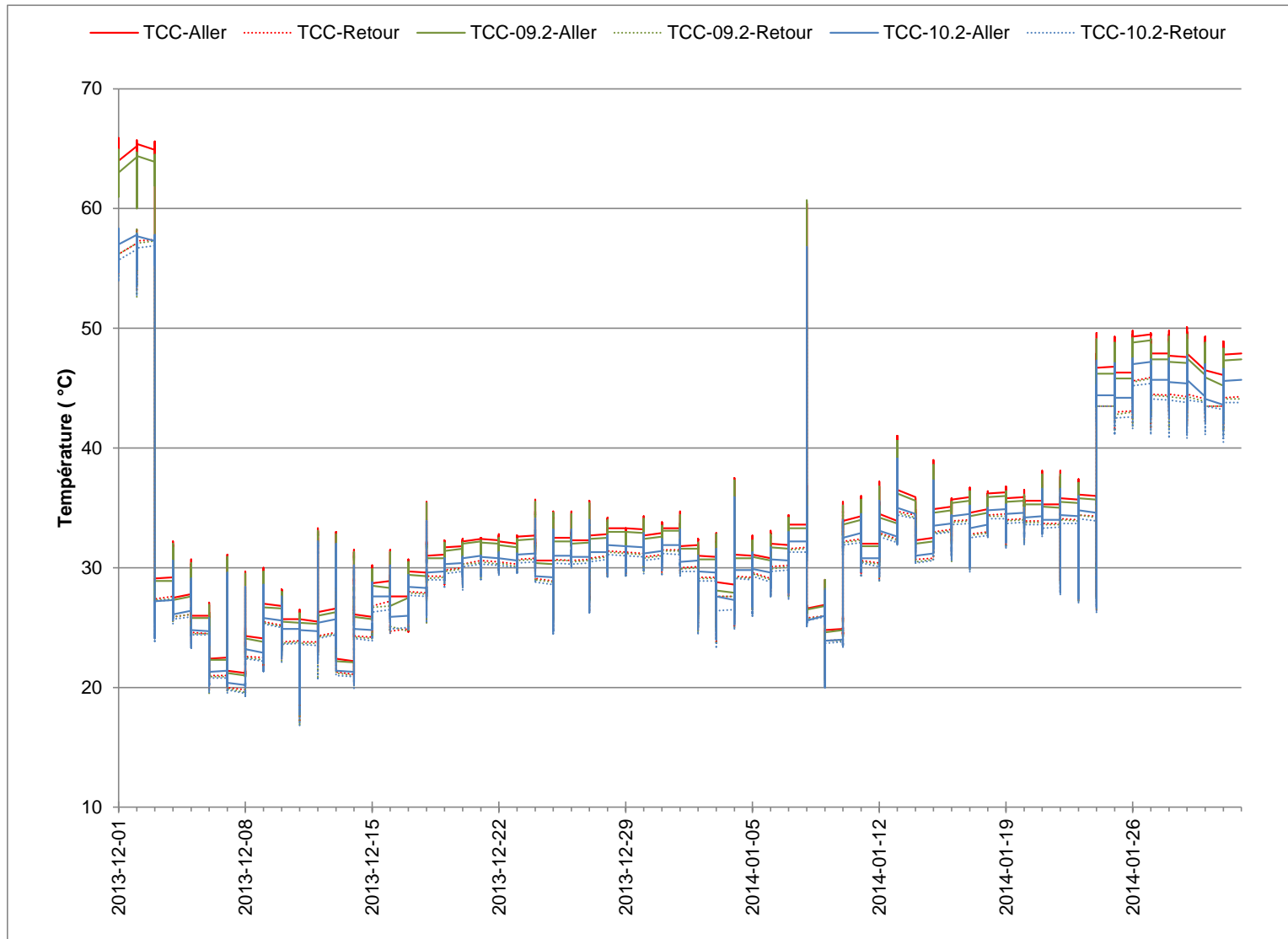
**Graphique 25 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er janvier au 1er février 2013**



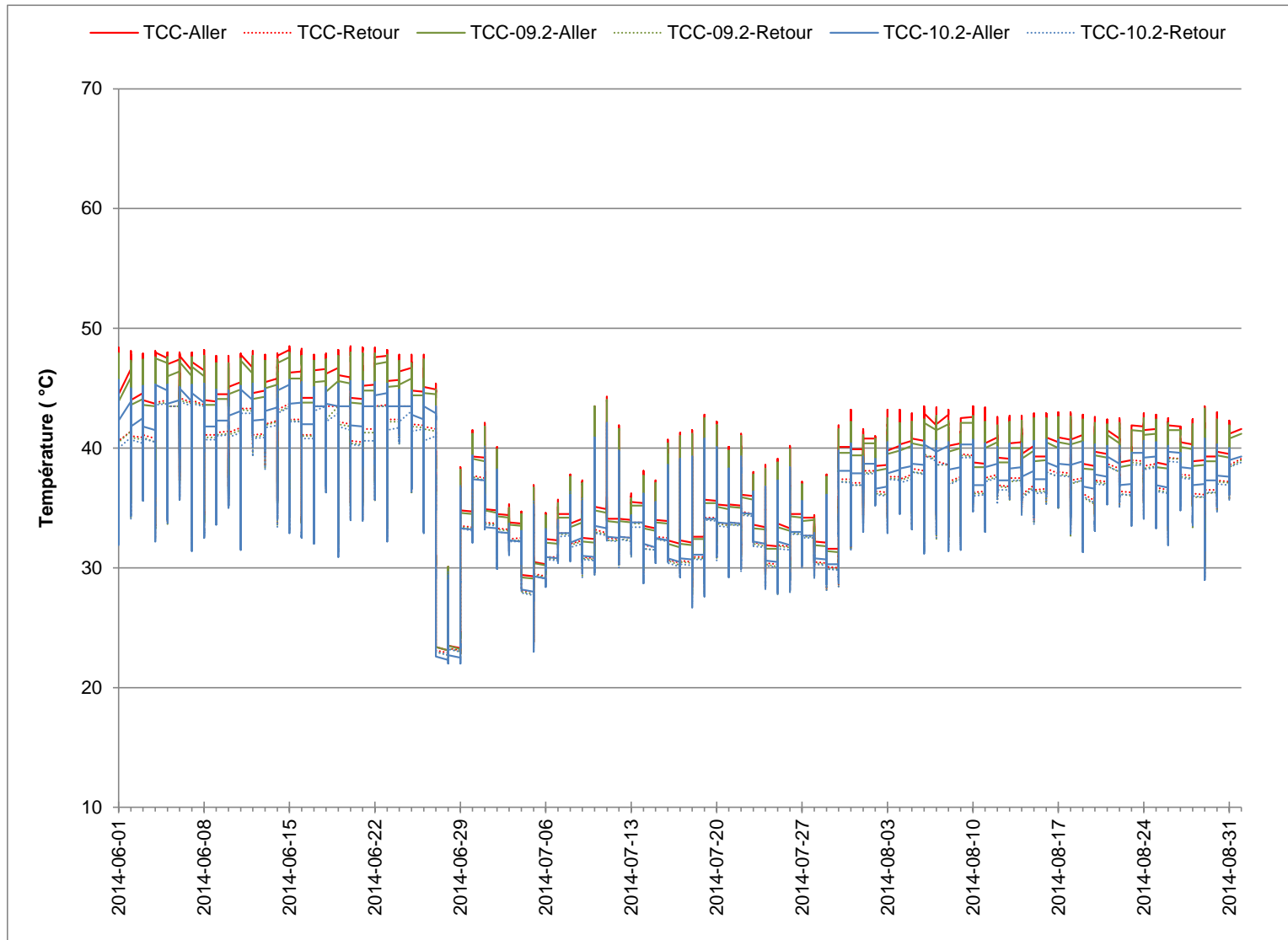
**Graphique 26 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er août au 1er octobre 2013**



**Graphique 27 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er décembre 2013 au 1er février 2014**



**Graphique 28 - Température des TCC : ligne principale et lignes secondaires pour la période du 1er juin au 1er septembre 2014**



Le Tableau 82 suivant démontre que la température moyenne des TCC pour les semaines 1 à 49 a été plus élevée en 2014 qu'en 2013, et ceci pour les différentes périodes journalières (24 h, NUIT, JOUR). Ceci implique que les TCC ont transmis plus de chaleur en 2014 qu'en 2013, car la pompe circulaire de la boucle des TCC a fonctionné en tout temps lors de ces deux années.

**Tableau 82 - Température moyenne des TCC pour les semaines 1 à 49 pour les années 2013 et 2014**

Année (semaine 1 à 49)	24 h °C	NUIT °C	JOUR °C
2013	37,5	36,9	37,4
2014	41,1	41,6	40,0

Lorsque les TCC sont utilisés en mode 3 ou en mode 7, ce mode tient compte du niveau de radiation solaire (shortwave) qui est reçu par le complexe de serres (capteur localisé à l'extérieure du complexe de serres). L'algorithme utilisé est le suivant :

---- ACTIVATION PIPE TEMPERATURE -----	
Start : 0:00 hours	End : 0 :00 hours
Min. Pipe 45.0 °C if Light Below 500 W·m <sup>-2</sup>	
Reduce to 30.0 °C When Light at 700 W·m <sup>-2</sup>	

Note : Le lecteur trouvera à l'Annexe 7 une reproduction de l'écran ARGUS d'Excel-Serres (mode 3).

Le Tableau 83 présente le nombre d'heures par jour par niveau de radiation solaire (shortwave) tel que décrit par l'algorithme en 2013 (mode 3). Le Tableau 84 présente le nombre d'heures par jour par niveau de radiation solaire (shortwave) tel que décrit par l'algorithme en 2014 (modes 3 et 7).

Les tableaux suivants « Tableau 85, Tableau 86, Tableau 87, Tableau 88, Tableau 89, Tableau 90 » présentent respectivement les températures d'entrée et de sortie des différentes boucles de chauffe et leurs écarts en 2013 et 2014 sur une base hebdomadaire et ceci pour les périodes journalières de : 24h, NUIT et JOUR. Les Δ seront utilisés pour évaluer la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe en tenant compte des débits d'eau chaude circulant à ces moments-là.



**Tableau 83 - Nombre d'heures de radiation solaire extérieure (shortwave) par jour par niveau tel que décrit par l'algorithme utilisé par le système ARGUS pour gérer les TCC en 2013 (mode 3 : semaines 19 à 32, 41 à 46)**

2013 - LEVER AU COUCHER DU SOLEIL						
Semaine	Début	Fin	RS < 500 W/m <sup>2</sup> Lever-Coucher heure/jour	500 ≤ RS ≤ 700 W/m <sup>2</sup> Lever-Coucher heure/jour	RS > 700 W/m <sup>2</sup> Lever-Coucher heure/jour	
1	2013-01-01	2013-01-05	8,8	0,0	0,0	
2	2013-01-06	2013-01-12	8,9	0,0	0,0	
3	2013-01-13	2013-01-19	9,2	0,0	0,0	
4	2013-01-20	2013-01-26	9,4	0,0	0,0	
5	2013-01-27	2013-02-02	9,7	0,0	0,0	
6	2013-02-03	2013-02-09	9,9	0,1	0,0	
7	2013-02-10	2013-02-16	9,7	0,7	0,0	
8	2013-02-17	2013-02-23	9,9	0,7	0,0	
9	2013-02-24	2013-03-02	11,0	0,1	0,0	
10	2013-03-03	2013-03-09	9,2	2,1	0,0	
11	2013-03-10	2013-03-16	10,2	1,5	0,1	
12	2013-03-17	2013-03-23	8,0	3,1	1,1	
13	2013-03-24	2013-03-30	8,8	2,1	1,7	
14	2013-03-31	2013-04-06	9,7	2,1	1,1	
15	2013-04-07	2013-04-13	12,0	1,1	0,2	
16	2013-04-14	2013-04-20	10,2	2,1	1,3	
17	2013-04-21	2013-04-27	7,5	2,6	3,9	
18	2013-04-28	2013-05-04	7,4	2,6	4,4	
19	2013-05-05	2013-05-11	8,2	2,4	4,0	
20	2013-05-12	2013-05-18	9,7	2,5	2,7	
21	2013-05-19	2013-05-25	13,6	1,1	0,5	
22	2013-05-26	2013-06-01	10,1	2,3	3,0	
23	2013-06-02	2013-06-08	12,7	1,3	1,6	
24	2013-06-09	2013-06-15	10,9	2,2	2,6	
25	2013-06-16	2013-06-22	10,6	2,0	3,1	
26	2013-06-23	2013-06-29	12,8	2,0	0,9	
27	2013-06-30	2013-07-06	11,4	2,3	1,9	
28	2013-07-07	2013-07-13	9,0	2,6	3,8	
29	2013-07-14	2013-07-20	9,0	2,9	3,4	
30	2013-07-21	2013-07-27	8,9	2,6	3,5	
31	2013-07-28	2013-08-03	9,4	2,6	2,8	
32	2013-08-04	2013-08-10	9,4	2,4	2,8	
33	2013-08-11	2013-08-17	8,9	2,5	2,8	
34	2013-08-18	2013-08-24	8,0	3,1	2,8	
35	2013-08-25	2013-08-31	11,2	1,6	0,7	
36	2013-09-01	2013-09-07	9,6	2,6	0,9	
37	2013-09-08	2013-09-14	10,8	1,6	0,4	
38	2013-09-15	2013-09-21	8,6	3,6	0,2	
39	2013-09-22	2013-09-28	10,3	1,8	0,0	
40	2013-09-29	2013-10-05	9,1	2,6	0,0	
41	2013-10-06	2013-10-12	9,2	2,1	0,0	
42	2013-10-13	2013-10-19	10,3	0,7	0,0	
43	2013-10-20	2013-10-26	10,5	0,1	0,0	
44	2013-10-27	2013-11-02	10,2	0,0	0,0	
45	2013-11-03	2013-11-09	9,9	0,0	0,0	
46	2013-11-10	2013-11-16	9,6	0,0	0,0	
47	2013-11-17	2013-11-23	9,3	0,0	0,0	
48	2013-11-24	2013-11-30	9,1	0,0	0,0	
49	2013-12-01	2013-12-07	8,9	0,0	0,0	
50	2013-12-08	2013-12-14	8,8	0,0	0,0	
51	2013-12-15	2013-12-21	8,7	0,0	0,0	
52	2013-12-22	2013-12-28	8,7	0,0	0,0	
<b>Total (semaines 1 à 49) :</b>			<b>478,6</b>	<b>74,2</b>	<b>58,2</b>	
			<b>78,3%</b>	<b>12,1%</b>	<b>9,5%</b>	

**Tableau 84 - Nombre d'heures de radiation solaire extérieure (shortwave) par jour par niveau tel que décrit par l'algorithme utilisé par le système ARGUS pour gérer les TCC en 2014 (mode 3 : semaines 19 à 27, 41 à 49; mode 7 : semaines 31 à 41)**

Semaine	Début	Fin	2014 - LEVER AU COUCHER DU SOLEIL		
			RS < 500 W/m <sup>2</sup>	500 ≤ RS ≤ 700 W/m <sup>2</sup>	RS > 700 W/m <sup>2</sup>
			Lever-Coucher heure/jour	Lever-Coucher heure/jour	Lever-Coucher heure/jour
1	2013-12-29	2014-01-04	8,8	0,0	0,0
2	2014-01-05	2014-01-11	8,9	0,0	0,0
3	2014-01-12	2014-01-18	9,1	0,0	0,0
4	2014-01-19	2014-01-25	9,3	0,0	0,0
5	2014-01-26	2014-02-01	9,7	0,0	0,0
6	2014-02-02	2014-02-08	10,0	0,0	0,0
7	2014-02-09	2014-02-15	10,3	0,0	0,0
8	2014-02-16	2014-02-22	9,6	1,0	0,0
9	2014-02-23	2014-03-01	9,2	1,8	0,0
10	2014-03-02	2014-03-08	7,4	3,9	0,1
11	2014-03-09	2014-03-15	9,7	2,0	0,1
12	2014-03-16	2014-03-22	9,2	2,1	0,8
13	2014-03-23	2014-03-29	8,4	2,6	1,5
14	2014-03-30	2014-04-05	9,1	1,5	2,3
15	2014-04-06	2014-04-12	8,3	2,5	2,4
16	2014-04-13	2014-04-19	10,2	1,6	1,8
17	2014-04-20	2014-04-26	11,1	1,3	1,6
18	2014-04-27	2014-05-03	11,8	1,6	0,9
19	2014-05-04	2014-05-10	11,5	1,8	1,3
20	2014-05-11	2014-05-17	10,3	1,8	2,8
21	2014-05-18	2014-05-24	8,8	2,5	3,9
22	2014-05-25	2014-05-31	11,3	1,4	2,7
23	2014-06-01	2014-06-07	9,8	2,1	3,6
24	2014-06-08	2014-06-14	11,1	2,3	2,3
25	2014-06-15	2014-06-21	8,8	3,0	3,9
26	2014-06-22	2014-06-28	9,7	2,1	4,0
27	2014-06-29	2014-07-05	10,5	2,6	2,6
28	2014-07-06	2014-07-12	9,6	2,3	3,7
29	2014-07-13	2014-07-19	10,2	2,3	2,8
30	2014-07-20	2014-07-26	8,8	2,6	3,7
40	2014-07-27	2014-08-02	10,4	2,2	2,2
32	2014-08-03	2014-08-09	8,4	2,8	3,4
33	2014-08-10	2014-08-16	11,3	1,3	1,7
34	2014-08-17	2014-08-23	9,3	2,6	2,0
35	2014-08-24	2014-08-30	8,2	2,8	2,5
36	2014-08-31	2014-09-06	9,6	2,2	1,4
37	2014-09-07	2014-09-13	9,9	1,8	1,2
38	2014-09-14	2014-09-20	9,2	2,4	0,9
39	2014-09-21	2014-09-27	9,0	3,0	0,1
40	2014-09-28	2014-10-04	9,3	2,4	0,0
41	2014-10-05	2014-10-11	10,3	1,1	0,0
42	2014-10-12	2014-10-18	9,6	1,4	0,0
43	2014-10-19	2014-10-25	10,6	0,1	0,0
44	2014-10-26	2014-11-01	10,2	0,1	0,0
45	2014-11-02	2014-11-08	10,0	0,0	0,0
46	2014-11-09	2014-11-15	9,6	0,0	0,0
47	2014-11-16	2014-11-22	9,4	0,0	0,0
48	2014-11-23	2014-11-29	9,1	0,0	0,0
49	2014-11-30	2014-12-06	8,9	0,0	0,0
50	2014-12-07	2014-12-13	8,8	0,0	0,0
51	2014-12-14	2014-12-20	n.d.	n.d.	n.d.
52	2014-12-21	2014-12-27	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Total (semaines 1 à 49) :</b>			<b>472,6</b>	<b>74,4</b>	<b>64,0</b>
			<b>77,4%</b>	<b>12,2%</b>	<b>10,5%</b>

**Tableau 85 - 2013 : 24 h - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : 24 h			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	2012-12-30	2013-01-05	23,1	22,8	0,3	62,3	54,6	7,7	40,3	35,1	5,2	62,4	54,8	7,6	40,3	35,1	5,2
2	2013-01-06	2013-01-12	24,1	23,8	0,3	57,7	51,2	6,5	36,2	32,5	3,7	56,0	49,9	6,1	36,2	32,5	3,7
3	2013-01-13	2013-01-19	25,3	25,0	0,3	58,6	52,1	6,5	42,8	37,5	5,3	60,1	53,4	6,7	42,8	37,5	5,3
4	2013-01-20	2013-01-26	29,0	28,4	0,7	65,2	57,1	8,1	53,0	44,6	8,5	69,0	60,3	8,7	53,0	44,6	8,5
5	2013-01-27	2013-02-02	35,0	33,5	1,5	51,7	46,0	5,7	41,6	35,8	5,8	58,4	51,5	7,0	41,6	35,8	5,8
6	2013-02-03	2013-02-09	35,1	33,5	1,6	52,3	46,3	6,0	47,3	39,7	7,5	60,2	52,7	7,5	47,3	39,7	7,5
7	2013-02-10	2013-02-16	34,9	33,3	1,6	46,9	42,0	4,9	41,2	35,5	5,8	55,0	48,5	6,4	41,2	35,5	5,8
8	2013-02-17	2013-02-23	35,0	33,4	1,6	50,7	45,1	5,6	44,9	38,1	6,8	58,4	51,4	7,0	44,9	38,1	6,8
9	2013-02-24	2013-03-02	35,0	33,3	1,7	42,0	37,9	4,1	38,0	32,9	5,2	48,5	43,1	5,4	38,0	32,9	5,2
10	2013-03-03	2013-03-09	35,0	33,5	1,5	45,2	40,8	4,3	43,4	37,5	5,9	55,9	49,5	6,4	43,4	37,5	5,9
11	2013-03-10	2013-03-16	35,0	33,4	1,5	48,5	43,5	5,0	44,7	38,4	6,3	56,3	49,9	6,4	44,7	38,4	6,3
12	2013-03-17	2013-03-23	35,3	33,8	1,4	54,1	48,3	5,8	50,4	42,9	7,6	58,5	51,9	6,6	50,4	42,9	7,6
13	2013-03-24	2013-03-30	48,6	45,9	2,7	47,6	43,3	4,3	41,0	36,5	4,5	54,8	49,1	5,7	41,0	36,5	4,5
14	2013-03-31	2013-04-06	47,0	44,2	2,8	46,2	41,7	4,6	39,8	34,9	4,9	59,0	52,1	6,9	39,8	34,9	4,9
15	2013-04-07	2013-04-13	34,8	33,2	1,7	42,1	38,0	4,1	31,1	28,1	3,1	53,5	47,4	6,1	31,1	28,1	3,1
16	2013-04-14	2013-04-20	36,2	34,6	1,6	37,2	34,4	2,8	29,5	27,4	2,1	50,4	45,2	5,2	29,5	27,4	2,1
17	2013-04-21	2013-04-27	52,1	49,0	3,0	41,9	38,6	3,3	28,2	31,2		52,8	47,4	5,4	28,2	31,2	
18	2013-04-28	2013-05-04	53,1	50,0	3,1	32,5	31,2	1,3	26,6	32,3		46,2	42,3	3,9	26,6	32,3	
19	2013-05-05	2013-05-11	49,0	46,3	2,7	30,6	29,5	1,1	25,7	31,6		39,6	36,8	2,8	25,7	31,6	
20	2013-05-12	2013-05-18	42,9	40,7	2,2	36,1	33,6	2,5	23,1	29,2		50,2	45,1	5,1	23,1	29,2	
21	2013-05-19	2013-05-25	44,2	41,7	2,5	33,7	31,5	2,3	21,4	27,9		43,1	39,1	4,0	21,4	27,9	
22	2013-05-26	2013-06-01	42,7	40,8	2,0	32,1	30,5	1,6	24,1	30,4		37,6	35,0	2,6	24,1	30,4	
23	2013-06-02	2013-06-08	43,6	41,2	2,5	33,3	31,3	2,0	22,5	28,7		39,9	36,7	3,2	22,5	28,7	
24	2013-06-09	2013-06-15	42,7	40,6	2,2	31,4	29,9	1,5	23,5	29,4		33,9	31,8	2,0	23,5	29,4	
25	2013-06-16	2013-06-22	42,1	40,1	2,0	34,6	32,7	1,9	24,7	30,3		38,9	36,2	2,7	24,7	30,3	
26	2013-06-23	2013-06-29	43,5	41,5	2,1	40,8	38,0	2,8	25,7	31,2		42,2	39,1	3,1	25,7	31,2	
27	2013-06-30	2013-07-06	42,8	41,0	1,9	37,0	35,1	1,9	27,1	32,5		38,6	36,4	2,2	27,1	32,5	
28	2013-07-07	2013-07-13	41,3	39,6	1,7	36,6	34,9	1,7	28,2	33,5		37,9	35,9	2,0	28,2	33,5	
29	2013-07-14	2013-07-20	42,2	40,7	1,5	38,2	36,5	1,7	29,8	35,0		39,0	37,1	1,8	29,8	35,0	
30	2013-07-21	2013-07-27	41,2	39,4	1,7	33,0	31,6	1,4	27,2	31,7		36,5	34,4	2,1	27,2	31,7	
31	2013-07-28	2013-08-03	42,6	40,7	1,9	29,9	29,1	0,8	31,8	31,4	0,4	38,8	36,6	2,2	31,8	31,4	0,4
32	2013-08-04	2013-08-10	36,0	34,8	1,3	33,3	31,6	1,7	32,6	33,2		36,9	35,2	1,8	32,6	33,2	

Période : 24 h			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
33	2013-08-11	2013-08-17	21,4	21,5		35,6	33,1	2,5	37,3	39,5		37,9	35,4	2,5	37,3	39,5	
34	2013-08-18	2013-08-24	23,3	23,4		34,6	32,0	2,6	36,6	37,4		38,3	34,7	3,6	36,6	37,4	
35	2013-08-25	2013-08-31	22,7	22,8		35,5	32,6	2,9	39,5	39,6		38,8	35,5	3,3	39,5	39,6	
36	2013-09-01	2013-09-07	19,5	19,6		30,6	28,1	2,5	38,7	39,3		34,4	31,4	3,1	38,7	39,3	
37	2013-09-08	2013-09-14	19,4	19,5		33,8	30,4	3,4	38,7	40,0		38,2	34,2	4,1	38,7	40,0	
38	2013-09-15	2013-09-21	19,9	19,9		35,7	31,6	4,1	38,6	37,7	0,9	41,1	36,2	4,8	38,6	37,7	0,9
39	2013-09-22	2013-09-28	18,3	18,4		38,0	32,8	5,2	30,4	32,4		42,3	36,8	5,5	30,4	32,4	
40	2013-09-29	2013-10-05	28,6	27,2	1,4	30,8	27,8	3,0	32,1	38,0		36,3	32,7	3,6	32,1	38,0	
41	2013-10-06	2013-10-12	47,1	42,8	4,3	26,7	24,7	1,9	35,4	35,8		39,1	34,0	5,2	35,4	35,8	
42	2013-10-13	2013-10-19	45,0	41,0	4,0	24,6	23,2	1,4	20,7	20,3	0,5	39,3	34,1	5,2	20,7	20,3	0,5
43	2013-10-20	2013-10-26	45,9	41,9	4,0	34,5	30,1	4,3	20,5	19,4	1,1	55,2	45,0	10,2	20,5	19,4	1,1
44	2013-10-27	2013-11-02	46,0	42,0	4,0	40,6	34,1	6,6	21,6	19,2	2,3	58,0	46,7	11,3	21,6	19,2	2,3
45	2013-11-03	2013-11-09	45,8	41,9	3,9	42,4	34,0	8,4	23,1	20,6	2,4	58,4	47,2	11,2	23,1	20,6	2,4
46	2013-11-10	2013-11-16	56,7	50,8	5,9	36,1	30,4	5,7	34,9	30,9	4,1	51,8	43,3	8,5	34,9	30,9	4,1
47	2013-11-17	2013-11-23	62,9	56,0	6,9	30,3	27,4	2,9	34,9	31,0	3,9	50,5	42,6	7,8	34,9	31,0	3,9
48	2013-11-24	2013-11-30	63,5	56,3	7,2	37,3	32,0	5,3	39,6	35,8	3,8	54,6	44,5	10,1	39,6	35,8	3,8
49	2013-12-01	2013-12-07	39,8	36,3	3,5	30,7	26,9	3,8	32,1	29,5	2,6	41,0	34,6	6,4	32,1	29,5	2,6

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

**Tableau 86 - 2014 : 24 h - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : 24 h			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
51	2013-12-15	2013-12-21	30,1	28,4	1,8	32,2	28,0	4,2	60,2	55,5	4,6	36,7	31,5	5,2	60,2	55,5	4,6
52	2013-12-22	2013-12-28	32,1	30,4	1,7	36,8	32,1	4,7	68,9	61,1	7,7	43,3	36,8	6,4	68,9	61,1	7,7
1	2013-12-29	2014-01-04	31,6	29,9	1,7	58,2	45,7	12,4	44,1	39,9	4,2	65,7	51,8	13,9	44,1	39,9	4,2
2	2014-01-05	2014-01-11	30,9	29,3	1,5	51,4	41,7	9,7	42,7	38,6	4,1	57,4	46,5	10,9	42,7	38,6	4,1
3	2014-01-12	2014-01-18	34,6	32,9	1,7	52,8	43,4	9,5	39,5	35,8	3,8	58,0	47,6	10,4	39,5	35,8	3,8
4	2014-01-19	2014-01-25	37,3	35,4	2,0	67,1	52,9	14,2	58,1	51,1	7,0	68,8	55,1	13,7	58,1	51,1	7,0
5	2014-01-26	2014-02-01	47,6	44,2	3,4	65,9	52,4	13,5	47,8	43,2	4,6	71,8	57,1	14,7	47,8	43,2	4,6
6	2014-02-02	2014-02-08	47,1	43,6	3,5	67,0	53,1	13,9	24,3	23,6	0,7	75,0	58,7	16,3	24,3	23,6	0,7
7	2014-02-09	2014-02-15	47,5	43,6	3,9	58,1	45,9	12,2	30,3	28,1	2,2	67,5	53,0	14,5	30,3	28,1	2,2
8	2014-02-16	2014-02-22	47,2	43,2	4,0	51,0	41,6	9,4	28,8	26,7	2,1	64,7	51,3	13,4	28,8	26,7	2,1
9	2014-02-23	2014-03-01	47,4	43,4	3,9	56,4	45,4	11,1	29,7	27,7	1,9	75,0	58,7	16,4	29,7	27,7	1,9
10	2014-03-02	2014-03-08	47,1	43,4	3,7	55,6	45,0	10,6	33,1	30,7	2,4	70,5	55,8	14,7	33,1	30,7	2,4
11	2014-03-09	2014-03-15	46,9	43,2	3,7	62,7	50,0	12,7	26,8	25,3	1,5	76,8	60,2	16,6	26,8	25,3	1,5
12	2014-03-16	2014-03-22	47,2	43,3	3,9	59,4	47,8	11,6	28,4	26,9	1,6	73,3	57,7	15,5	28,4	26,9	1,6
13	2014-03-23	2014-03-29	47,1	43,3	3,8	54,8	44,4	10,4	30,6	28,6	2,0	70,3	55,7	14,5	30,6	28,6	2,0
14	2014-03-30	2014-04-05	46,7	43,1	3,6	48,0	39,9	8,1	28,2	26,4	1,9	64,5	51,8	12,7	28,2	26,4	1,9
15	2014-04-06	2014-04-12	46,6	43,0	3,6	42,4	36,2	6,2	26,9	25,2	1,7	56,1	46,3	9,8	26,9	25,2	1,7
16	2014-04-13	2014-04-19	46,3	42,7	3,7	43,1	36,5	6,6	25,2	23,6	1,7	53,8	44,4	9,4	25,2	23,6	1,7
17	2014-04-20	2014-04-26	46,1	42,5	3,6	39,2	33,9	5,3	25,3	21,8	3,5	55,4	45,6	9,9	25,3	21,8	3,5
18	2014-04-27	2014-05-03	46,4	42,7	3,7	36,3	31,6	4,7	26,6	21,5	5,1	56,5	46,2	10,3	26,6	21,5	5,1
19	2014-05-04	2014-05-10	46,2	42,4	3,8	35,8	31,3	4,5	27,6	21,7	5,9	46,0	38,8	7,2	27,6	21,7	5,9
20	2014-05-11	2014-05-17	43,8	40,8	3,1	33,6	30,8	2,9	29,5	24,8	4,7	43,9	38,1	5,7	29,5	24,8	4,7
21	2014-05-18	2014-05-24	43,0	40,1	2,9	39,7	35,0	4,7	30,5	25,6	4,9	48,1	41,2	6,9	30,5	25,6	4,9
22	2014-05-25	2014-05-31	43,9	40,8	3,1	41,9	36,3	5,5	29,2	24,4	4,8	51,1	43,2	7,9	29,2	24,4	4,8
23	2014-06-01	2014-06-07	43,4	40,7	2,7	39,2	35,1	4,0	32,1	26,5	5,6	44,2	38,9	5,3	32,1	26,5	5,6
24	2014-06-08	2014-06-14	43,7	40,8	2,9	39,1	34,7	4,4	31,4	25,3	6,0	45,5	39,5	6,0	31,4	25,3	6,0
25	2014-06-15	2014-06-21	42,6	40,0	2,6	38,4	34,6	3,8	32,7	26,7	6,1	41,0	36,5	4,5	32,7	26,7	6,1
26	2014-06-22	2014-06-28	39,8	37,7	2,1	35,4	32,7	2,7	32,0	26,8	5,1	39,4	35,5	3,8	32,0	26,8	5,1
27	2014-06-29	2014-07-05	33,7	32,6	1,2	36,0	33,5	2,5	29,2	30,4		39,3	35,9	3,4	29,2	30,4	
28	2014-07-06	2014-07-12	35,1	33,5	1,6	35,8	32,8	3,0	28,0	30,5		39,6	35,7	3,9	28,0	30,5	
29	2014-07-13	2014-07-19	34,4	32,9	1,5	37,6	34,1	3,5	27,9	29,5		41,6	37,2	4,4	27,9	29,5	
30	2014-07-20	2014-07-26	34,7	33,2	1,5	33,2	31,2	2,0	28,6	29,7		37,7	34,5	3,2	28,6	29,7	

Période : 24 h			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
31	2014-07-27	2014-08-02	35,8	33,9	1,9	38,8	34,7	4,1	27,0	27,5		41,6	37,0	4,6	27,0	27,5	
32	2014-08-03	2014-08-09	38,8	36,6	2,2	35,8	33,0	2,7	28,5	28,7		39,0	35,3	3,6	28,5	28,7	
33	2014-08-10	2014-08-16	39,9	37,3	2,6	36,0	32,6	3,3	26,3	27,6		40,7	36,3	4,4	26,3	27,6	
34	2014-08-17	2014-08-23	39,3	36,9	2,4	38,2	34,4	3,8	27,6	28,3		44,1	38,9	5,2	27,6	28,3	
35	2014-08-24	2014-08-30	39,1	36,9	2,2	35,8	32,9	2,8	30,3	27,7	2,6	42,2	37,7	4,5	30,3	27,7	2,6
36	2014-08-31	2014-09-06	39,6	37,3	2,3	37,0	33,9	3,2	32,0	25,7	6,2	41,7	37,4	4,3	32,0	25,7	6,2
37	2014-09-07	2014-09-13	40,0	37,1	2,9	37,1	32,9	4,3	28,5	22,6	5,9	45,3	39,1	6,3	28,5	22,6	5,9
38	2014-09-14	2014-09-20	40,0	37,0	2,9	36,0	31,9	4,1	28,4	21,9	6,5	52,4	43,9	8,4	28,4	21,9	6,5
39	2014-09-21	2014-09-27	40,2	37,2	3,0	35,6	31,9	3,7	29,9	23,0	6,9	45,2	39,1	6,1	29,9	23,0	6,9
40	2014-09-28	2014-10-04	39,9	37,1	2,8	36,9	32,7	4,2	28,2	22,6	5,6	44,1	38,2	5,9	28,2	22,6	5,6
41	2014-10-05	2014-10-11	45,3	41,7	3,6	37,3	32,5	4,8	26,1	20,8	5,3	54,4	45,2	9,2	26,1	20,8	5,3
42	2014-10-12	2014-10-18	45,2	41,9	3,3	35,5	31,9	3,6	29,7	22,1	7,6	44,0	38,3	5,7	29,7	22,1	7,6
43	2014-10-19	2014-10-25	46,2	42,3	3,8	42,7	35,9	6,8	24,7	19,5	5,3	60,6	49,3	11,3	24,7	19,5	5,3
44	2014-10-26	2014-11-01	46,4	42,6	3,9	38,2	32,9	5,3	25,0	19,5	5,5	56,6	46,5	10,1	25,0	19,5	5,5
45	2014-11-02	2014-11-08	46,4	42,4	4,0	42,6	35,9	6,8	24,2	19,1	5,1	58,4	47,8	10,6	24,2	19,1	5,1
46	2014-11-09	2014-11-15	46,9	42,7	4,3	43,6	36,5	7,1	23,9	18,6	5,3	60,8	49,4	11,4	23,9	18,6	5,3
47	2014-11-16	2014-11-22	47,1	42,9	4,1	50,8	41,3	9,5	22,9	18,4	4,4	65,5	52,7	12,8	22,9	18,4	4,4
48	2014-11-23	2014-11-29	46,9	42,9	4,0	46,6	38,6	8,0	23,8	18,8	5,0	59,6	48,6	10,9	23,8	18,8	5,0
49	2014-11-30	2014-12-06	37,0	34,2	2,7	54,1	43,7	10,3	22,5	18,0	4,5	59,3	48,2	11,0	22,5	18,0	4,5

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

**Tableau 87 - 2013 : NUIT - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : NUIT			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
1	2012-12-30	2013-01-05	22,3	22,1	0,3	66,9	58,2	8,8	41,0	35,5	5,5	67,6	58,8	8,7	41,0	35,5	5,5
2	2013-01-06	2013-01-12	23,4	23,1	0,3	58,1	51,3	6,8	35,0	31,6	3,4	58,7	51,9	6,8	35,0	31,6	3,4
3	2013-01-13	2013-01-19	24,8	24,5	0,3	59,5	52,7	6,8	41,4	36,5	4,9	62,2	55,0	7,2	41,4	36,5	4,9
4	2013-01-20	2013-01-26	29,0	28,2	0,7	71,8	62,2	9,6	56,3	46,7	9,6	76,7	66,2	10,4	56,3	46,7	9,6
5	2013-01-27	2013-02-02	34,9	33,4	1,5	53,4	47,1	6,3	38,3	33,6	4,8	60,1	52,7	7,4	38,3	33,6	4,8
6	2013-02-03	2013-02-09	35,2	33,5	1,7	51,9	45,5	6,4	44,0	37,1	6,9	60,7	52,9	7,8	44,0	37,1	6,9
7	2013-02-10	2013-02-16	34,9	33,3	1,6	45,0	40,2	4,8	35,9	31,3	4,6	53,4	47,0	6,3	35,9	31,3	4,6
8	2013-02-17	2013-02-23	35,1	33,5	1,6	46,5	41,5	5,0	40,8	34,8	6,0	58,3	51,1	7,3	40,8	34,8	6,0
9	2013-02-24	2013-03-02	35,1	33,4	1,7	35,0	32,2	2,8	32,9	28,9	4,0	44,9	40,1	4,8	32,9	28,9	4,0
10	2013-03-03	2013-03-09	35,2	33,5	1,7	40,4	36,5	3,9	36,9	31,9	5,0	53,9	47,2	6,6	36,9	31,9	5,0
11	2013-03-10	2013-03-16	34,8	33,2	1,6	41,1	37,5	3,6	39,1	34,3	4,8	53,0	47,2	5,8	39,1	34,3	4,8
12	2013-03-17	2013-03-23	35,0	33,5	1,6	49,5	44,3	5,1	47,8	40,6	7,2	57,2	50,6	6,5	47,8	40,6	7,2
13	2013-03-24	2013-03-30	42,3	40,0	2,3	42,8	39,3	3,5	39,6	34,7	4,9	54,5	48,4	6,2	39,6	34,7	4,9
14	2013-03-31	2013-04-06	40,8	38,4	2,4	40,5	36,9	3,6	35,1	31,1	4,0	56,2	49,5	6,7	35,1	31,1	4,0
15	2013-04-07	2013-04-13	33,7	32,1	1,6	34,5	32,1	2,4	28,2	26,0	2,2	49,9	44,6	5,3	28,2	26,0	2,2
16	2013-04-14	2013-04-20	33,7	32,2	1,4	36,2	33,4	2,8	27,6	25,9	1,7	50,3	44,7	5,6	27,6	25,9	1,7
17	2013-04-21	2013-04-27	41,5	39,1	2,4	44,0	39,1	4,9	25,2	28,3		55,1	48,4	6,7	25,2	28,3	
18	2013-04-28	2013-05-04	41,3	39,0	2,3	33,4	31,1	2,3	22,7	28,9		46,8	41,6	5,2	22,7	28,9	
19	2013-05-05	2013-05-11	43,5	41,1	2,4	30,2	28,7	1,5	22,9	29,2		38,4	34,8	3,6	22,9	29,2	
20	2013-05-12	2013-05-18	44,7	42,3	2,4	33,4	31,3	2,1	21,2	27,8		52,5	46,8	5,7	21,2	27,8	
21	2013-05-19	2013-05-25	44,5	42,1	2,5	27,8	26,6	1,1	20,2	27,1		37,4	34,8	2,6	20,2	27,1	
22	2013-05-26	2013-06-01	44,7	42,5	2,2	28,7	27,5	1,3	22,4	29,0		37,6	34,6	3,1	22,4	29,0	
23	2013-06-02	2013-06-08	44,9	42,2	2,7	30,7	28,9	1,8	21,1	27,6		39,2	36,0	3,2	21,1	27,6	
24	2013-06-09	2013-06-15	44,6	42,1	2,5	28,4	27,1	1,3	21,6	28,0		34,4	31,8	2,6	21,6	28,0	
25	2013-06-16	2013-06-22	44,5	42,1	2,4	30,5	29,0	1,5	22,9	28,9		40,8	37,0	3,8	22,9	28,9	
26	2013-06-23	2013-06-29	44,6	42,2	2,3	36,4	34,4	2,1	23,8	29,8		37,8	35,4	2,4	23,8	29,8	
27	2013-06-30	2013-07-06	44,4	42,3	2,2	33,0	31,6	1,4	25,2	31,0		32,8	31,5	1,3	25,2	31,0	
28	2013-07-07	2013-07-13	44,2	42,1	2,1	34,6	32,8	1,8	26,1	31,8		36,9	34,6	2,2	26,1	31,8	
29	2013-07-14	2013-07-20	44,7	42,8	1,9	36,8	34,9	1,8	27,4	32,9		39,2	36,7	2,5	27,4	32,9	
30	2013-07-21	2013-07-27	44,2	42,1	2,1	31,2	29,7	1,6	24,9	29,9		37,9	34,9	3,0	24,9	29,9	
31	2013-07-28	2013-08-03	44,8	42,5	2,2	26,6	26,1	0,5	30,7	30,8		43,1	39,8	3,4	30,7	30,8	
32	2013-08-04	2013-08-10	37,9	36,3	1,6	32,9	30,6	2,3	32,0	32,8		39,7	36,9	2,8	32,0	32,8	

Période : NUIT			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
33	2013-08-11	2013-08-17	20,2	20,3		35,2	33,4	1,9	38,0	39,8		41,6	35,9	5,8	38,0	39,8	
34	2013-08-18	2013-08-24	21,9	22,0		33,8	30,5	3,3	36,1	37,1		41,3	35,8	5,5	36,1	37,1	
35	2013-08-25	2013-08-31	21,7	21,8		36,9	32,9	4,0	41,8	43,0		40,3	36,0	4,3	41,8	43,0	
36	2013-09-01	2013-09-07	18,5	18,6		30,7	27,5	3,2	39,4	40,7		35,9	31,7	4,2	39,4	40,7	
37	2013-09-08	2013-09-14	18,8	18,9		33,5	30,0	3,6	41,5	44,6		40,8	35,6	5,2	41,5	44,6	
38	2013-09-15	2013-09-21	18,8	18,9		37,9	32,2	5,8	39,7	39,2	0,5	46,8	39,6	7,2	39,7	39,2	0,5
39	2013-09-22	2013-09-28	17,5	17,6		37,8	32,2	5,6	30,7	33,0		46,3	39,2	7,1	30,7	33,0	
40	2013-09-29	2013-10-05	28,5	27,1	1,4	31,2	27,8	3,4	31,1	38,0		39,5	33,8	5,6	31,1	38,0	
41	2013-10-06	2013-10-12	48,0	43,5	4,5	24,1	22,6	1,4	35,4	34,9	0,5	40,7	34,3	6,4	35,4	34,9	0,5
42	2013-10-13	2013-10-19	45,0	41,0	4,0	22,4	21,4	1,0	19,8	19,4	0,4	40,9	34,6	6,3	19,8	19,4	0,4
43	2013-10-20	2013-10-26	46,3	42,1	4,2	29,5	26,4	3,1	19,1	18,0	1,1	52,1	42,2	9,9	19,1	18,0	1,1
44	2013-10-27	2013-11-02	46,2	41,8	4,3	32,8	28,5	4,3	20,0	17,5	2,4	50,4	41,0	9,4	20,0	17,5	2,4
45	2013-11-03	2013-11-09	45,9	41,8	4,2	41,3	31,8	9,5	20,6	18,1	2,5	55,7	44,1	11,6	20,6	18,1	2,5
46	2013-11-10	2013-11-16	57,1	51,0	6,2	32,9	27,6	5,3	33,2	28,8	4,4	47,7	39,5	8,2	33,2	28,8	4,4
47	2013-11-17	2013-11-23	63,0	55,8	7,2	29,8	26,2	3,6	32,6	28,4	4,2	46,3	38,7	7,6	32,6	28,4	4,2
48	2013-11-24	2013-11-30	63,8	56,2	7,6	39,4	32,3	7,2	38,9	34,3	4,6	53,5	42,6	10,9	38,9	34,3	4,6
49	2013-12-01	2013-12-07	39,4	35,8	3,6	29,7	26,0	3,7	31,0	28,6	2,4	39,3	33,3	6,0	31,0	28,6	2,4

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.



**Tableau 88 - 2014 : NUIT - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : NUIT			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
51	2013-12-15	2013-12-21	30,0	28,2	1,9	35,4	30,0	5,4	58,3	53,8	4,5	40,3	33,8	6,6	58,3	53,8	4,5
52	2013-12-22	2013-12-28	31,7	30,0	1,7	40,6	34,6	6,1	69,0	61,3	7,7	47,4	39,6	7,8	69,0	61,3	7,7
1	2013-12-29	2014-01-04	31,4	29,6	1,7	64,9	49,9	15,0	46,9	41,9	4,9	71,2	55,2	16,0	46,9	41,9	4,9
2	2014-01-05	2014-01-11	30,6	29,1	1,5	54,9	43,6	11,2	44,7	40,2	4,5	61,3	49,1	12,2	44,7	40,2	4,5
3	2014-01-12	2014-01-18	34,7	32,9	1,7	54,7	44,0	10,7	41,1	37,0	4,1	61,8	50,1	11,7	41,1	37,0	4,1
4	2014-01-19	2014-01-25	37,5	35,5	2,0	70,6	54,9	15,7	62,2	54,3	7,9	74,3	58,8	15,5	62,2	54,3	7,9
5	2014-01-26	2014-02-01	47,9	44,4	3,5	68,5	53,8	14,7	50,6	45,4	5,2	78,3	61,5	16,8	50,6	45,4	5,2
6	2014-02-02	2014-02-08	47,4	43,9	3,5	69,5	54,3	15,3	20,3	20,4		84,9	65,4	19,5	20,3	20,4	
7	2014-02-09	2014-02-15	48,0	43,9	4,1	51,8	40,8	11,0	31,2	28,8	2,5	75,3	58,1	17,2	31,2	28,8	2,5
8	2014-02-16	2014-02-22	47,6	43,3	4,2	47,4	38,0	9,3	27,1	25,0	2,2	68,1	53,2	14,9	27,1	25,0	2,2
9	2014-02-23	2014-03-01	48,0	43,7	4,3	58,6	45,3	13,3	28,9	26,7	2,2	76,0	58,7	17,3	28,9	26,7	2,2
10	2014-03-02	2014-03-08	47,8	43,6	4,2	59,7	46,2	13,5	35,8	31,9	3,9	77,4	59,3	18,1	35,8	31,9	3,9
11	2014-03-09	2014-03-15	47,3	43,3	4,0	58,9	46,9	12,0	28,1	26,5	1,6	76,0	59,3	16,8	28,1	26,5	1,6
12	2014-03-16	2014-03-22	47,9	43,6	4,3	53,3	42,5	10,7	25,8	24,7	1,2	73,8	57,7	16,1	25,8	24,7	1,2
13	2014-03-23	2014-03-29	47,6	43,4	4,2	46,7	37,5	9,1	28,3	26,8	1,5	67,6	53,6	14,0	28,3	26,8	1,5
14	2014-03-30	2014-04-05	47,3	43,3	4,0	40,4	33,4	7,1	24,4	23,5	1,0	67,1	53,4	13,7	24,4	23,5	1,0
15	2014-04-06	2014-04-12	47,0	43,0	4,0	32,5	28,4	4,1	24,6	23,0	1,6	56,4	46,4	10,0	24,6	23,0	1,6
16	2014-04-13	2014-04-19	46,8	42,9	3,9	41,7	34,4	7,2	21,0	19,9	1,1	56,8	46,2	10,6	21,0	19,9	1,1
17	2014-04-20	2014-04-26	46,8	43,0	3,8	38,8	33,1	5,7	23,3	20,0	3,4	58,6	47,4	11,2	23,3	20,0	3,4
18	2014-04-27	2014-05-03	46,5	42,6	4,0	33,1	29,5	3,6	24,6	19,7	4,9	52,1	43,3	8,8	24,6	19,7	4,9
19	2014-05-04	2014-05-10	46,5	42,5	4,0	32,4	28,6	3,8	24,6	19,6	5,0	46,7	39,2	7,5	24,6	19,6	5,0
20	2014-05-11	2014-05-17	46,1	42,4	3,7	30,3	27,6	2,7	26,9	22,6	4,3	44,9	38,3	6,6	26,9	22,6	4,3
21	2014-05-18	2014-05-24	46,0	42,3	3,7	34,2	30,3	4,0	27,0	22,4	4,6	48,3	40,8	7,5	27,0	22,4	4,6
22	2014-05-25	2014-05-31	45,3	41,8	3,5	36,8	32,3	4,5	26,9	22,2	4,7	47,5	40,3	7,2	26,9	22,2	4,7
23	2014-06-01	2014-06-07	46,0	42,7	3,3	32,8	30,6	2,2	29,0	23,8	5,1	40,8	35,8	5,0	29,0	23,8	5,1
24	2014-06-08	2014-06-14	45,4	42,1	3,4	33,2	30,3	2,9	28,5	23,2	5,3	40,3	35,0	5,3	28,5	23,2	5,3
25	2014-06-15	2014-06-21	46,1	42,6	3,5	36,1	31,6	4,5	28,5	24,0	4,5	43,2	37,0	6,2	28,5	24,0	4,5
26	2014-06-22	2014-06-28	41,4	38,8	2,6	36,1	32,3	3,8	28,7	24,9	3,8	41,3	36,2	5,1	28,7	24,9	3,8
27	2014-06-29	2014-07-05	33,8	32,5	1,3	36,5	33,3	3,2	27,9	29,4		39,0	35,5	3,5	27,9	29,4	
28	2014-07-06	2014-07-12	33,7	32,2	1,5	37,4	33,1	4,2	26,0	27,5		41,4	36,5	4,9	26,0	27,5	
29	2014-07-13	2014-07-19	33,8	32,2	1,6	38,0	33,6	4,4	25,9	26,8		43,2	37,9	5,3	25,9	26,8	
30	2014-07-20	2014-07-26	34,2	32,7	1,5	34,6	31,6	3,0	26,8	27,7		39,5	35,6	3,9	26,8	27,7	

Période : NUIT			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
31	2014-07-27	2014-08-02	36,1	34,1	2,0	41,2	36,5	4,7	25,2	25,9		42,4	37,7	4,7	25,2	25,9	
32	2014-08-03	2014-08-09	40,2	37,6	2,6	38,5	34,6	3,9	26,8	27,3		41,0	36,9	4,1	26,8	27,3	
33	2014-08-10	2014-08-16	40,1	37,4	2,7	36,0	32,7	3,3	25,1	26,2		40,2	36,1	4,1	25,1	26,2	
34	2014-08-17	2014-08-23	40,3	37,6	2,8	39,9	35,2	4,7	25,5	26,6		42,2	37,4	4,8	25,5	26,6	
35	2014-08-24	2014-08-30	39,9	37,4	2,5	37,9	33,9	4,0	27,2	26,2	1,1	41,5	37,1	4,4	27,2	26,2	1,1
36	2014-08-31	2014-09-06	39,8	37,3	2,5	36,7	33,3	3,4	29,4	24,6	4,9	40,8	36,7	4,1	29,4	24,6	4,9
37	2014-09-07	2014-09-13	40,5	37,5	3,0	37,1	32,5	4,6	26,0	21,4	4,6	45,8	39,2	6,5	26,0	21,4	4,6
38	2014-09-14	2014-09-20	40,7	37,5	3,2	37,4	32,5	4,9	24,8	20,5	4,3	53,5	44,7	8,8	24,8	20,5	4,3
39	2014-09-21	2014-09-27	40,8	37,6	3,3	34,4	30,7	3,6	27,2	21,7	5,5	43,3	37,6	5,7	27,2	21,7	5,5
40	2014-09-28	2014-10-04	40,4	37,4	3,0	36,5	32,1	4,4	26,9	21,2	5,8	43,5	37,5	6,0	26,9	21,2	5,8
41	2014-10-05	2014-10-11	46,2	42,5	3,8	35,9	31,4	4,5	24,1	19,5	4,6	49,9	42,1	7,8	24,1	19,5	4,6
42	2014-10-12	2014-10-18	46,3	42,9	3,4	33,2	30,2	3,0	27,7	21,4	6,4	42,5	37,2	5,3	27,7	21,4	6,4
43	2014-10-19	2014-10-25	46,5	42,6	4,0	32,7	29,3	3,5	23,1	17,9	5,3	50,5	42,1	8,4	23,1	17,9	5,3
44	2014-10-26	2014-11-01	46,9	42,9	4,0	30,5	27,7	2,8	23,7	18,1	5,6	49,2	41,4	7,8	23,7	18,1	5,6
45	2014-11-02	2014-11-08	46,9	42,7	4,3	35,8	30,7	5,0	22,7	17,1	5,7	49,4	41,0	8,5	22,7	17,1	5,7
46	2014-11-09	2014-11-15	47,4	42,9	4,5	38,3	32,6	5,7	22,6	16,7	5,9	52,6	43,3	9,3	22,6	16,7	5,9
47	2014-11-16	2014-11-22	47,7	43,3	4,5	50,8	40,6	10,2	21,0	16,3	4,8	58,3	47,2	11,2	21,0	16,3	4,8
48	2014-11-23	2014-11-29	47,4	43,1	4,3	43,6	36,1	7,6	22,1	17,3	4,9	54,7	44,7	10,0	22,1	17,3	4,9
49	2014-11-30	2014-12-06	37,2	34,3	2,9	56,2	44,6	11,6	21,1	16,8	4,4	61,9	49,7	12,2	21,1	16,8	4,4

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

**Tableau 89 - 2013 : JOUR - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : JOUR			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	2012-12-30	2013-01-05	24,7	24,5	0,2	48,0	43,5	4,5	35,0	31,9	3,0	46,6	42,8	3,8	35,0	31,9	3,0
2	2013-01-06	2013-01-12	25,5	25,2	0,2	53,5	48,0	5,5	36,0	32,3	3,7	46,0	42,0	4,0	36,0	32,3	3,7
3	2013-01-13	2013-01-19	26,3	26,1	0,3	52,8	47,9	5,0	42,0	37,5	4,5	51,1	46,7	4,4	42,0	37,5	4,5
4	2013-01-20	2013-01-26	29,3	28,8	0,6	48,3	44,2	4,1	41,3	36,9	4,4	48,8	44,8	4,0	41,3	36,9	4,4
5	2013-01-27	2013-02-02	35,0	33,4	1,5	47,8	42,5	5,3	44,1	37,4	6,7	51,8	45,9	5,9	44,1	37,4	6,7
6	2013-02-03	2013-02-09	35,0	33,6	1,4	52,4	46,8	5,6	50,5	42,7	7,8	57,2	50,6	6,6	50,5	42,7	7,8
7	2013-02-10	2013-02-16	34,9	33,4	1,5	49,7	44,3	5,5	46,5	39,9	6,6	54,8	48,6	6,1	46,5	39,9	6,6
8	2013-02-17	2013-02-23	34,7	33,2	1,5	56,1	49,4	6,8	47,8	40,8	7,0	56,1	49,7	6,3	47,8	40,8	7,0
9	2013-02-24	2013-03-02	34,6	32,9	1,7	51,8	45,5	6,3	40,9	35,3	5,7	50,5	44,5	5,9	40,9	35,3	5,7
10	2013-03-03	2013-03-09	34,8	33,6	1,2	51,9	46,6	5,3	48,8	42,3	6,5	56,3	50,2	6,1	48,8	42,3	6,5
11	2013-03-10	2013-03-16	35,3	33,8	1,5	56,1	49,5	6,6	48,4	41,9	6,5	55,8	49,8	6,0	48,4	41,9	6,5
12	2013-03-17	2013-03-23	35,7	34,4	1,3	56,8	50,6	6,2	53,0	45,9	7,1	58,2	52,1	6,0	53,0	45,9	7,1
13	2013-03-24	2013-03-30	52,8	49,9	2,9	51,5	46,8	4,7	39,2	36,3	2,9	50,1	45,9	4,2	39,2	36,3	2,9
14	2013-03-31	2013-04-06	52,3	49,1	3,2	53,7	48,0	5,7	45,5	40,2	5,3	62,0	55,1	6,9	45,5	40,2	5,3
15	2013-04-07	2013-04-13	35,0	33,3	1,6	50,5	44,5	6,0	33,4	30,0	3,4	55,3	49,0	6,3	33,4	30,0	3,4
16	2013-04-14	2013-04-20	37,5	35,8	1,7	37,5	35,2	2,2	30,7	28,7	2,0	47,1	43,0	4,1	30,7	28,7	2,0
17	2013-04-21	2013-04-27	59,5	56,0	3,5	38,4	36,6	1,8	29,9	33,6		43,6	41,6	2,0	29,9	33,6	
18	2013-04-28	2013-05-04	60,0	56,4	3,5	32,5	31,8	0,7	29,8	35,2		38,0	37,1	1,0	29,8	35,2	
19	2013-05-05	2013-05-11	51,6	48,8	2,8	30,9	30,1	0,8	28,0	33,7		36,5	35,3	1,2	28,0	33,7	
20	2013-05-12	2013-05-18	40,1	38,2	1,9	36,5	34,7	1,9	25,2	31,0		47,6	43,8	3,8	25,2	31,0	
21	2013-05-19	2013-05-25	43,6	41,2	2,4	39,2	36,2	3,0	22,4	28,5		48,1	43,4	4,7	22,4	28,5	
22	2013-05-26	2013-06-01	39,5	37,9	1,6	34,5	32,9	1,6	25,6	31,6		37,5	35,4	2,1	25,6	31,6	
23	2013-06-02	2013-06-08	41,8	39,6	2,2	35,1	33,2	1,9	24,0	30,1		41,5	38,4	3,2	24,0	30,1	
24	2013-06-09	2013-06-15	40,0	38,2	1,8	33,7	32,3	1,3	25,1	30,6		34,3	32,8	1,5	25,1	30,6	
25	2013-06-16	2013-06-22	38,7	37,2	1,5	36,3	34,7	1,5	26,4	31,8		34,6	33,3	1,3	26,4	31,8	
26	2013-06-23	2013-06-29	42,0	40,2	1,7	44,6	41,5	3,1	27,2	32,2		45,3	41,9	3,3	27,2	32,2	
27	2013-06-30	2013-07-06	40,4	39,0	1,4	40,9	39,0	1,9	28,8	33,8		43,8	41,1	2,6	28,8	33,8	
28	2013-07-07	2013-07-13	36,8	35,8	1,0	36,7	35,6	1,1	30,1	35,0		37,6	36,3	1,3	30,1	35,0	
29	2013-07-14	2013-07-20	38,3	37,5	0,8	38,4	37,4	1,0	31,8	36,7		37,6	36,7	0,9	31,8	36,7	
30	2013-07-21	2013-07-27	36,5	35,5	1,0	33,9	33,0	0,9	29,1	33,2		34,5	33,6	1,0	29,1	33,2	
31	2013-07-28	2013-08-03	39,2	37,9	1,3	32,5	31,8	0,6	33,1	32,1	1,0	34,3	33,4	0,8	33,1	32,1	1,0
32	2013-08-04	2013-08-10	32,3	31,7	0,7	33,0	32,2	0,8	33,4	33,8		32,5	32,5		33,4	33,8	

Période : JOUR			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2013			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
33	2013-08-11	2013-08-17	22,9	22,9	0,0	34,4	33,0	1,4	36,6	39,7		33,2	34,4		36,6	39,7	
34	2013-08-18	2013-08-24	24,8	24,9		34,0	32,9	1,1	36,8	37,3		34,0	33,1	0,9	36,8	37,3	
35	2013-08-25	2013-08-31	23,9	23,9		32,7	31,5	1,1	36,7	35,5	1,2	35,8	34,0	1,8	36,7	35,5	1,2
36	2013-09-01	2013-09-07	20,7	20,7		28,9	28,0	0,9	38,1	38,1		31,1	30,0	1,1	38,1	38,1	
37	2013-09-08	2013-09-14	20,1	20,2		34,1	31,4	2,7	35,0	34,5	0,5	35,3	32,8	2,5	35,0	34,5	0,5
38	2013-09-15	2013-09-21	21,0	20,9	0,0	31,6	30,2	1,4	36,7	35,0	1,7	33,1	31,9	1,2	36,7	35,0	1,7
39	2013-09-22	2013-09-28	19,3	19,3		37,9	34,2	3,7	29,8	31,3		36,3	33,7	2,6	29,8	31,3	
40	2013-09-29	2013-10-05	28,1	26,7	1,4	28,8	27,7	1,0	33,1	37,3		31,4	30,3	1,1	33,1	37,3	
41	2013-10-06	2013-10-12	44,5	40,9	3,6	28,4	26,8	1,6	33,7	36,6		32,3	30,7	1,6	33,7	36,6	
42	2013-10-13	2013-10-19	44,7	40,7	4,0	28,3	26,4	1,9	21,9	21,4	0,5	36,4	33,3	3,2	21,9	21,4	0,5
43	2013-10-20	2013-10-26	45,2	41,4	3,8	40,9	35,2	5,7	22,4	21,2	1,1	59,4	49,3	10,1	22,4	21,2	1,1
44	2013-10-27	2013-11-02	45,7	42,1	3,5	52,7	41,9	10,8	23,4	21,2	2,2	66,9	53,6	13,3	23,4	21,2	2,2
45	2013-11-03	2013-11-09	44,9	41,5	3,4	38,9	33,4	5,5	27,8	25,2	2,6	55,7	46,4	9,3	27,8	25,2	2,6
46	2013-11-10	2013-11-16	55,6	50,3	5,3	37,5	31,8	5,7	36,3	32,6	3,6	56,2	47,3	8,9	36,3	32,6	3,6
47	2013-11-17	2013-11-23	62,7	56,4	6,3	28,7	27,3	1,4	38,7	34,3	4,3	55,1	46,2	8,9	38,7	34,3	4,3
48	2013-11-24	2013-11-30	63,5	56,9	6,7	29,4	28,1	1,2	38,9	35,7	3,2	53,3	44,1	9,2	38,9	35,7	3,2
49	2013-12-01	2013-12-07	40,7	37,5	3,2	31,7	27,3	4,5	32,3	29,9	2,3	41,2	35,4	5,9	32,3	29,9	2,3

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

**Tableau 90 - 2014 : JOUR - Températures d'entrée et de sortie des différentes boucles d'eau chaude incluant les TCC**

Période : JOUR			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
51	2013-12-15	2013-12-21	30,4	28,9	1,5	25,3	24,3	1,0	63,3	58,2	5,1	28,5	27,1	1,4	63,3	58,2	5,1
52	2013-12-22	2013-12-28	33,0	31,4	1,6	27,2	26,3	0,9	68,4	61,0	7,3	32,0	30,4	1,6	68,4	61,0	7,3
1	2013-12-29	2014-01-04	32,4	30,7	1,6	40,2	35,3	4,9	35,4	33,9	1,5	48,6	41,8	6,8	35,4	33,9	1,5
2	2014-01-05	2014-01-11	30,8	29,4	1,4	42,3	35,8	6,6	35,2	32,6	2,5	42,8	37,0	5,8	35,2	32,6	2,5
3	2014-01-12	2014-01-18	34,4	32,8	1,7	50,7	41,2	9,6	33,9	31,2	2,7	44,5	38,3	6,2	33,9	31,2	2,7
4	2014-01-19	2014-01-25	37,1	35,1	2,0	58,2	47,2	11,1	45,6	41,3	4,3	52,1	44,2	7,9	45,6	41,3	4,3
5	2014-01-26	2014-02-01	46,6	43,5	3,1	59,2	47,4	11,8	38,8	36,4	2,5	52,4	44,3	8,1	38,8	36,4	2,5
6	2014-02-02	2014-02-08	46,2	42,9	3,4	62,2	49,0	13,2	33,0	30,7	2,3	49,3	42,3	7,0	33,0	30,7	2,3
7	2014-02-09	2014-02-15	46,3	42,6	3,8	66,4	51,0	15,3	27,6	25,7	1,9	43,6	37,0	6,6	27,6	25,7	1,9
8	2014-02-16	2014-02-22	46,6	42,9	3,7	56,7	45,6	11,1	29,6	27,6	2,0	53,2	43,6	9,6	29,6	27,6	2,0
9	2014-02-23	2014-03-01	46,4	42,9	3,4	52,2	42,8	9,4	27,9	26,3	1,6	68,2	54,0	14,1	27,9	26,3	1,6
10	2014-03-02	2014-03-08	46,2	43,1	3,1	46,9	39,8	7,1	27,5	26,4	1,1	54,6	45,9	8,7	27,5	26,4	1,1
11	2014-03-09	2014-03-15	46,4	42,9	3,5	66,5	53,2	13,2	25,3	24,2	1,2	76,0	60,4	15,6	25,3	24,2	1,2
12	2014-03-16	2014-03-22	46,5	42,9	3,6	66,8	52,8	13,9	30,2	28,1	2,1	71,2	56,9	14,4	30,2	28,1	2,1
13	2014-03-23	2014-03-29	46,2	42,7	3,5	60,0	47,9	12,1	29,9	28,0	1,9	66,4	53,5	12,9	29,9	28,0	1,9
14	2014-03-30	2014-04-05	46,0	42,6	3,4	51,6	43,4	8,2	29,7	27,4	2,3	53,0	44,4	8,6	29,7	27,4	2,3
15	2014-04-06	2014-04-12	45,8	42,7	3,2	49,9	41,8	8,0	28,4	26,9	1,5	47,6	41,8	5,9	28,4	26,9	1,5
16	2014-04-13	2014-04-19	45,8	42,3	3,5	40,0	35,5	4,5	29,4	27,3	2,1	44,0	38,4	5,6	29,4	27,3	2,1
17	2014-04-20	2014-04-26	45,7	42,2	3,5	38,8	33,5	5,3	27,0	23,2	3,8	47,7	40,9	6,8	27,0	23,2	3,8
18	2014-04-27	2014-05-03	46,0	42,4	3,6	37,0	32,5	4,5	28,1	22,4	5,7	53,7	44,8	8,9	28,1	22,4	5,7
19	2014-05-04	2014-05-10	45,6	42,0	3,6	36,9	32,4	4,5	30,8	23,2	7,6	41,1	36,2	4,9	30,8	23,2	7,6
20	2014-05-11	2014-05-17	40,4	38,1	2,3	36,7	33,9	2,8	31,5	26,1	5,4	38,1	35,4	2,8	31,5	26,1	5,4
21	2014-05-18	2014-05-24	38,8	36,8	2,0	41,7	37,8	3,9	33,5	27,8	5,8	41,3	37,7	3,5	33,5	27,8	5,8
22	2014-05-25	2014-05-31	41,1	38,6	2,5	48,5	42,2	6,3	30,9	25,7	5,2	52,0	45,0	7,0	30,9	25,7	5,2
23	2014-06-01	2014-06-07	39,3	37,4	1,9	41,3	37,8	3,5	35,1	28,5	6,6	40,4	37,3	3,0	35,1	28,5	6,6
24	2014-06-08	2014-06-14	41,1	38,7	2,4	43,1	38,3	4,8	33,8	26,9	6,9	45,0	40,0	5,0	33,8	26,9	6,9
25	2014-06-15	2014-06-21	37,8	36,2	1,6	35,2	33,8	1,4	36,6	28,7	7,9	33,4	32,0	1,4	36,6	28,7	7,9
26	2014-06-22	2014-06-28	37,7	36,1	1,6	34,8	33,0	1,8	34,5	28,1	6,4	37,0	34,6	2,4	34,5	28,1	6,4
27	2014-06-29	2014-07-05	33,2	32,1	1,0	36,9	34,8	2,1	30,2	30,9		40,4	37,2	3,2	30,2	30,9	
28	2014-07-06	2014-07-12	35,9	34,3	1,6	35,0	33,1	1,9	29,5	32,8		38,5	35,9	2,7	29,5	32,8	
29	2014-07-13	2014-07-19	34,2	32,8	1,4	35,7	33,4	2,3	29,6	31,4		40,0	36,7	3,3	29,6	31,4	

Période : JOUR			9 à 10									1 à 8					
Semaine	Début	Fin	TCC			Pourtour-Sol			Toit			Pourtour-Sol			Toit		
			Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ	Entrée	Sortie	Δ
2014			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
30	2014-07-20	2014-07-26	34,8	33,4	1,4	32,5	31,6	0,9	30,1	30,8		36,9	34,9	2,0	30,1	30,8	
31	2014-07-27	2014-08-02	35,1	33,5	1,6	37,6	34,5	3,0	28,6	28,6		41,2	37,3	3,9	28,6	28,6	
32	2014-08-03	2014-08-09	36,6	35,2	1,5	35,1	33,4	1,6	29,7	29,3	0,4	38,5	35,9	2,6	29,7	29,3	0,4
33	2014-08-10	2014-08-16	39,1	36,8	2,4	37,1	34,1	3,1	27,7	29,1		42,6	38,2	4,4	27,7	29,1	
34	2014-08-17	2014-08-23	37,4	35,6	1,8	36,4	34,3	2,1	29,7	30,1		45,8	40,7	5,2	29,7	30,1	
35	2014-08-24	2014-08-30	37,3	35,6	1,7	33,0	32,1	0,9	33,4	29,2	4,2	43,4	39,4	4,0	33,4	29,2	4,2
36	2014-08-31	2014-09-06	38,9	36,9	2,0	39,7	36,4	3,3	34,2	26,8	7,5	45,3	40,5	4,8	34,2	26,8	7,5
37	2014-09-07	2014-09-13	39,0	36,4	2,6	38,2	34,3	4,0	31,1	23,8	7,3	45,7	40,3	5,4	31,1	23,8	7,3
38	2014-09-14	2014-09-20	38,6	36,0	2,6	34,0	31,7	2,3	33,3	23,0	10,3	46,4	41,0	5,4	33,3	23,0	10,3
39	2014-09-21	2014-09-27	38,9	36,4	2,5	38,8	35,0	3,8	33,2	24,0	9,3	48,1	41,8	6,3	33,2	24,0	9,3
40	2014-09-28	2014-10-04	38,7	36,3	2,5	38,5	34,9	3,6	29,0	23,2	5,7	44,7	39,3	5,4	29,0	23,2	5,7
41	2014-10-05	2014-10-11	43,5	40,1	3,3	37,6	33,7	3,9	29,4	22,4	7,0	58,2	48,7	9,5	29,4	22,4	7,0
42	2014-10-12	2014-10-18	43,1	40,2	3,0	38,7	34,9	3,8	33,2	22,6	10,6	45,1	39,7	5,4	33,2	22,6	10,6
43	2014-10-19	2014-10-25	44,9	41,3	3,6	60,2	48,1	12,1	27,5	21,6	5,9	73,9	58,7	15,1	27,5	21,6	5,9
44	2014-10-26	2014-11-01	45,2	41,6	3,6	51,7	42,2	9,5	27,3	21,0	6,3	63,4	51,5	11,9	27,3	21,0	6,3
45	2014-11-02	2014-11-08	44,7	41,2	3,5	52,3	42,5	9,8	27,2	22,2	5,0	68,3	55,5	12,8	27,2	22,2	5,0
46	2014-11-09	2014-11-15	45,4	41,7	3,7	50,6	41,8	8,9	26,5	21,4	5,1	74,0	59,4	14,6	26,5	21,4	5,1
47	2014-11-16	2014-11-22	45,1	41,7	3,4	45,2	38,9	6,3	26,5	21,9	4,6	75,8	60,8	15,0	26,5	21,9	4,6
48	2014-11-23	2014-11-29	45,5	42,0	3,5	47,8	40,3	7,5	27,5	21,1	6,5	63,5	52,8	10,7	27,5	21,1	6,5
49	2014-11-30	2014-12-06	36,4	34,1	2,3	45,7	39,3	6,5	25,6	19,8	5,7	48,4	42,0	6,3	25,6	19,8	5,7

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe

Les tableaux suivants (Tableau 91, Tableau 92 et Tableau 93) présentent les conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes. Pour obtenir l'énergie par mètre linéaire, l'énergie des TCC a été répartie sur les huit tuyaux de 45,0 m de long tout en considérant la durée de la période journalière (1 m linéaire couvre 1,5 m<sup>2</sup> de culture).

**Tableau 91 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes**

Périodes 2013-2014					GP (9 à 10)								9 à 10 (sol et pourtour)								1 à 8 (sol et pourtour)								Toit (1 à 10)				DjC	
24 h	Semaine		Date		Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	9 à 10	1 à 8				
	Début	Fin	Début	Fin																											kWh	(Wh/m linéaire) / h	%	°C
22	1	4	2013-01-01	2013-01-22	145	0,8	0,0	24,1	24,2	24,0	0,3	68 632	42,9	59,8	52,9	6,9	119 072	33,3	60,1	53,2	6,9	44 639	16,5	41,0	35,9	5,1	612	612						
61	4	13	2013-01-23	2013-03-24	2 131	4,0	26,2	34,1	34,9	33,4	1,5	146 961	34,7	50,1	44,8	5,4	322 385	33,0	57,4	50,7	6,7	159 435	19,7	44,8	38,3	6,5	1 441	1 437						
44	13	19	2013-03-25	2013-05-07	2 566	6,8	32,9	44,8	46,1	43,5	2,6	62 572	21,2	40,3	37,1	3,2	184 913	30,1	52,1	46,7	5,4	37 445	10,1	32,0	31,6	0,4	549	538						
93	19	32	2013-05-08	2013-08-08	4 242	5,3	33,7	41,7	42,7	40,7	2,0	73 779	16,0	34,4	32,6	1,8	199 466	23,0	39,5	36,7	2,7	0	0,0	25,9	30,8	-4,9	202	199						
49	32	39	2013-08-09	2013-09-26	19	0,0	0,0	20,9	20,8	20,9	-0,1	73 112	22,8	34,9	31,6	3,3	157 571	23,4	38,6	34,9	3,7	0	0,0	37,5	38,3	-0,8	121	121						
9	39	40	2013-09-27	2013-10-05	246	3,2	84,2	25,8	26,3	26,3	1,0	14 170	17,6	31,9	28,5	3,3	27 950	22,4	36,7	32,9	3,7	0	0,0	31,7	37,4	-5,7	22	22						
37	41	46	2013-10-06	2013-11-11	3 473	10,9	23,1	44,0	46,0	41,9	4,0	77 447	17,0	34,1	29,4	4,7	252 829	28,3	50,3	41,6	8,7	4 099	4,8	24,8	23,4	1,3	333	329						
22	46	49	2013-11-12	2013-12-03	3 452	18,2	33,6	58,4	61,9	56,0	6,9	40 966	15,0	33,6	29,4	4,2	146 070	25,0	51,2	42,7	8,5	33 644	18,5	36,5	32,7	3,8	402	400						
<b>337</b>	<b>1</b>	<b>49</b>	<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>16 274</b>	<b>5,6</b>	<b>25,3</b>	<b>37,5</b>	<b>38,5</b>	<b>36,4</b>	<b>2,1</b>	<b>557 639</b>	<b>22,9</b>	<b>39,6</b>	<b>35,9</b>	<b>3,7</b>	<b>1 410 258</b>	<b>27,1</b>	<b>47,5</b>	<b>42,2</b>	<b>5,3</b>	<b>279 263</b>	<b>7,7</b>	<b>33,5</b>	<b>33,2</b>	<b>0,3</b>	<b>3 681</b>	<b>3 659</b>						
14	51	1	2013-12-18	2013-12-31	594	4,9	0,0	31,2	32,0	30,3	1,7	40 248	21,3	41,3	34,9	6,5	86 589	22,9	47,5	39,6	7,9	33 846	59,0	59,6	53,6	6,0	416	415						
23	1	4	2014-01-01	2014-01-23	934	4,7	3,0	32,1	32,9	31,3	1,6	115 705	34,3	56,8	45,6	11,3	217 648	36,1	62,0	49,9	12,1	44 567	27,6	45,2	40,6	4,7	681	678						
7	1	2	2014-01-01	2014-01-07	297	4,9	0,0	30,1	30,9	29,2	1,7	36 688	35,6	55,6	43,9	11,7	72 930	41,1	63,1	49,9	13,3	11 607	25,5	41,6	37,6	4,0	235	233						
1	2	2	2014-01-08	2014-01-08	43	4,9	0,5	32,0	32,9	31,2	1,7	5 892	31,8	60,7	47,5	13,2	10 372	33,1	64,7	51,4	13,3	2 781	31,4	54,5	48,3	6,3	32	32						
15	2	4	2014-01-09	2014-01-23	595	4,6	0,0	33,0	33,8	32,2	1,6	73 124	33,8	57,2	46,2	10,9	134 345	33,9	61,2	49,8	11,4	30 179	28,3	46,3	41,4	4,9	414	413						
105	4	19	2014-01-24	2014-05-08	8 842	9,8	29,8	35,7	45,0	42,7	2,3	447 270	39,3	52,3	42,7	9,6	1 084 116	45,5	65,6	52,4	13,2	78 675	6,8	30,0	27,3	2,6	2 311	2 297						
52	19	27	2014-05-09	2014-06-29	3 355	7,5	16,4	41,4	42,8	40,0	2,8	92 202	16,6	37,8	33,9	3,9	230 936	21,8	44,4	38,7	5,7	0	0,0	30,9	25,7	5,2	167	167						
30	27	31	2014-06-30	2014-07-29	1 093	4,2	0,0	33,8	34,5	33,0	1,5	42 282	15,2	36,5	33,4	3,1	93 403	17,7	40,2	36,2	4,0	0	0,0	28,1	29,7	-1,6	22	22						
68	31	41	2014-07-30	2014-10-05	4 115	7,0	14,7	38,3	39,6	37,0	2,6	110 084	16,2	36,5	32,9	3,6	288 583	22,5	43,8	38,4	5,4	0	0,0	28,8	25,5	3,3	167	167						
59	41	49	2014-10-06	2014-12-03	5 323	10,5	20,6	44,3	46,2	42,4	3,9	172 885	21,2	42,4	35,9	6,6	475 771	32,8	57,6	47,3	10,3	0	0,0	24,8	19,4	5,4	717	713						
<b>351</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>2013-12-18</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>24 256</b>	<b>8,0</b>	<b>19,4</b>	<b>40,7</b>	<b>42,2</b>	<b>39,2</b>	<b>3,0</b>	<b>1 020 677</b>	<b>22,3</b>	<b>43,9</b>	<b>37,4</b>	<b>6,5</b>	<b>2 477 046</b>	<b>31,5</b>	<b>53,7</b>	<b>44,7</b>	<b>9,0</b>	<b>157 088</b>	<b>6,2</b>	<b>31,0</b>	<b>27,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4 482</b>	<b>4 459</b>						
337	1	49	2014-01-01	2014-12-03	23 662	8,1	20,2	41,1	42,6	39,6	3,0	980 428	22,4	44,0	37,5	6,5	2 390 457	31,9	54,0	44,9	9,0	123 242	4,0	29,8	26,4	3,4	4 065	4 044						

**Tableau 92 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes**

Périodes 2013-2014					GP (9 à 10)								9 à 10 (sol et pourtour)								1 à 8 (sol et pourtour)								Toit (1 à 10)				DjC	
NUIT					Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	9 à 10	1 à 8				
Nombre de journées	Semaine		Date																												kWh	(Wh/m linéaire) / h	%	°C
22	1	4	2013-01-01	2013-01-22	87	0,8	0,0	23,5	23,7	23,4	0,3	44 001	47,7	62,3	54,7	7,6	78 093	37,7	63,8	56,1	7,8	26 294	16,8	40,7	35,7	5,0	353	354						
61	4	13	2013-01-23	2013-03-24	1 140	4,3	26,9	34,1	34,9	33,3	1,6	71 239	33,1	47,2	42,1	5,0	167 949	33,0	56,8	49,9	6,9	73 082	17,2	40,9	35,1	5,7	736	734						
44	13	19	2013-03-25	2013-05-07	833	5,6	31,3	38,1	39,1	37,0	2,1	24 423	20,8	37,9	34,8	3,1	80 490	31,1	51,6	45,7	5,9	15 371	8,7	29,0	28,9	0,0	211	203						
93	19	32	2013-05-08	2013-08-08	1 573	6,1	39,8	43,4	44,6	42,3	2,3	20 248	15,4	31,3	29,8	1,5	70 979	26,0	39,0	36,0	3,0	0	0,0	24,2	29,5	-5,3	82	80						
49	32	39	2013-08-09	2013-09-26	0	0,0	0,0	19,9	19,8	19,9	-0,1	36 101	28,2	35,3	31,4	3,8	87 558	28,9	41,6	36,2	5,4	0	0,0	38,5	39,9	-1,4	63	63						
9	39	40	2013-09-27	2013-10-05	124	3,4	92,1	25,5	26,0	24,9	1,1	8 226	20,9	32,6	28,7	4,0	19 351	31,0	40,2	34,4	5,8	0	0,0	30,8	37,6	-6,8	16	16						
37	41	46	2013-10-06	2013-11-11	1 895	11,4	24,7	44,2	46,3	42,1	4,2	34 944	15,5	30,2	26,2	4,0	131 716	27,9	47,8	39,1	8,7	2 094	4,3	23,4	21,8	1,5	171	170						
22	46	49	2013-11-12	2013-12-03	2 070	19,0	33,8	58,6	62,1	55,0	7,2	28 796	18,8	33,8	28,7	5,1	87 847	25,4	49,1	40,2	8,9	21 614	20,2	35,3	31,0	4,3	220	219						
<b>337</b>	<b>1</b>	<b>49</b>	<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>7 722</b>	<b>6,1</b>	<b>27,3</b>	<b>36,9</b>	<b>38,0</b>	<b>35,8</b>	<b>2,2</b>	<b>267 978</b>	<b>23,7</b>	<b>37,7</b>	<b>34,0</b>	<b>3,7</b>	<b>723 983</b>	<b>29,4</b>	<b>47,5</b>	<b>41,7</b>	<b>5,8</b>	<b>138 455</b>	<b>7,1</b>	<b>31,8</b>	<b>31,8</b>	<b>0,0</b>	<b>1 852</b>	<b>1 838</b>						
14	51	1	2013-12-18	2013-12-31	364	5,1	0,0	31,0	31,9	30,1	1,7	29 964	26,8	45,7	37,7	8,0	62 448	28,2	52,2	42,6	9,5	20 530	57,3	59,4	53,3	6,1	250	249						
23	1	4	2014-01-01	2014-01-23	548	4,7	0,0	32,0	32,8	31,2	1,6	77 742	39,3	60,7	47,7	13,0	143 892	41,1	66,7	53,0	13,7	28 699	31,4	47,8	42,6	5,2	400	398						
7	1	2	2014-01-01	2014-01-07	181	5,1	0,0	30,0	30,8	29,1	1,7	25 673	41,6	60,9	47,1	13,8	48 989	46,6	67,9	52,9	15,0	7 705	29,0	43,9	39,4	4,6	140	139						
1	2	2	2014-01-08	2014-01-08	20																													

**Tableau 93 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour différentes périodes**

Période					GP (9 à 10)							9 à 10 (sol et pourtour)							1 à 8 (sol et pourtour)							Toit (1 à 10)					Djc	
JOUR					Q		Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve	T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	9 à 10	1 à 8	
Nombre de journées	Semaine		Date		kWh	(Wh/m linéaire) / h	%	°C	°C	°C	°C	kWh	%	°C	°C	°C	°C	kWh	%	°C	°C	°C	°C	kWh	%	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	Début	Fin	Début	Fin		h																										°C
22	1	4	2013-01-01	2013-01-22	28	0,7	0,0	25,4	25,5	25,2	0,2	9 761	27,9	51,0	46,1	4,9	14 186	19,7	47,9	43,8	4,0	6 683	12,5	38,1	34,2	3,8	128	128				
61	4	13	2013-01-23	2013-03-24	490	3,8	25,8	34,2	34,9	33,5	1,4	39 779	36,0	52,7	46,9	5,8	71 264	30,5	54,8	48,8	6,0	38 912	21,0	47,2	40,7	6,6	357	358				
44	13	19	2013-03-25	2013-05-07	888	7,5	33,4	49,2	50,6	47,7	2,8	19 366	20,6	42,8	39,5	3,3	39 725	22,7	48,4	44,6	3,8	9 526	9,8	34,1	33,9	0,2	169	168				
93	19	32	2013-05-08	2013-08-08	1 149	4,1	24,1	39,0	39,7	38,2	1,5	23 136	13,5	36,4	34,9	1,6	53 880	17,8	39,2	37,1	2,1	0	0,0	27,5	32,1	-4,5	53	53				
49	32	39	2013-08-09	2013-09-26	16	0,1	0,0	22,0	22,0	22,0	0,0	11 746	13,1	33,4	31,6	1,8	24 708	13,7	34,0	32,9	1,1	0	0,0	36,0	36,3	-0,3	25	25				
9	39	40	2013-09-27	2013-10-05	67	3,2	68,0	25,7	26,2	25,1	1,1	1 309	9,5	29,3	28,2	1,1	2 404	8,7	31,6	30,5	1,1	0	0,0	32,6	36,6	-4,0	1	1				
37	41	46	2013-10-06	2013-11-11	768	10,0	19,2	43,2	45,1	41,4	3,7	21 244	18,2	38,6	33,1	5,5	54 230	25,8	51,3	43,4	7,9	1 303	5,6	26,6	25,7	0,9	78	78				
22	46	49	2013-11-12	2013-12-03	660	16,4	31,8	58,3	61,4	55,2	6,2	3 846	6,2	29,5	27,6	1,8	29 247	23,3	52,0	44,0	8,1	6 563	15,2	37,3	33,8	3,5	93	93				
337	1	49	2013-01-01	2013-12-03	4 067	4,9	21,7	37,4	38,4	36,5	1,9	130 188	19,3	40,3	37,1	3,2	289 645	21,3	45,0	41,0	4,0	62 988	7,5	34,5	34,2	0,4	904	903				
14	51	1	2013-12-18	2013-12-31	111	4,6	0,0	31,6	32,3	30,8	1,6	2 237	6,8	30,1	28,3	1,8	5 847	7,9	34,9	32,3	2,6	6 273	62,0	59,0	53,5	5,5	83	83				
23	1	4	2014-01-01	2014-01-23	185	4,5	0,0	32,3	33,1	31,5	1,6	17 195	23,6	47,8	39,7	8,2	24 304	19,0	46,5	40,0	6,6	5 848	14,7	36,9	34,2	2,7	137	137				
7	1	2	2014-01-01	2014-01-07	55	4,5	0,0	30,6	31,4	29,8	1,6	3 836	19,2	42,3	36,1	6,2	8 056	23,4	48,5	41,1	7,4	1 302	15,3	34,4	32,5	1,9	46	46				
1	2	2	2014-01-08	2014-01-08	9	5,1	0,0	33,5	34,4	32,6	1,8	357	9,6	36,1	32,0	4,1	463	5,8	38,4	35,4	3,0	429	23,7	49,1	45,0	4,2	6	6				
15	2	4	2014-01-09	2014-01-23	121	4,5	0,0	33,0	33,8	32,2	1,6	13 002	26,6	51,2	41,9	9,3	15 785	17,7	46,2	39,7	6,4	4 118	13,9	37,3	34,2	3,0	84	84				
105	4	19	2014-01-24	2014-05-08	2 266	9,1	35,4	44,4	46,1	42,7	3,4	119 733	31,7	53,2	43,6	9,7	207 606	33,8	55,0	45,7	9,3	16 958	4,6	29,9	27,3	2,6	611	611				
52	19	27	2014-05-09	2014-06-29	884	5,6	9,3	38,4	39,4	37,4	2,0	28 699	15,2	39,8	36,4	3,4	51 398	15,1	40,9	37,4	3,6	0	0,0	33,4	27,3	6,1	56	57				
30	27	31	2014-06-30	2014-07-29	367	4,0	0,0	33,9	34,6	33,2	1,4	10 880	10,9	35,9	33,7	2,2	25 668	13,6	39,7	36,6	3,1	0	0,0	29,6	31,1	-1,5	6	6				
68	31	41	2014-07-30	2014-10-05	1 054	5,9	10,2	37,2	38,3	36,1	2,2	25 689	12,4	36,6	33,9	2,7	76 360	20,7	44,5	39,7	4,8	0	0,0	31,2	26,7	4,6	27	27				
59	41	49	2014-10-06	2014-12-03	1 085	9,2	17,9	42,9	44,6	41,2	3,4	45 755	23,2	47,5	39,9	7,6	121 761	39,6	64,5	52,9	11,6	0	0,0	27,9	21,6	6,3	167	166				
351	51	49	2013-12-18	2014-12-03	5 952	6,9	16,9	39,6	41,0	38,3	2,6	250 188	20,8	44,3	38,3	6,0	512 944	25,7	49,8	42,8	7,0	29 080	4,8	31,9	28,0	3,9	1 087	1 086				
337	1	49	2014-01-01	2014-12-03	5 841	7,0	17,6	40,0	41,3	38,7	2,7	247 951	21,4	44,9	38,7	6,1	507 096	26,5	50,4	43,3	7,2	22 807	2,4	30,8	27,0	3,8	1 004	1 002				



Les tableaux suivants (Tableau 94, Tableau 95, Tableau 96) présentent les conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise pour les périodes tel que présentées dans la section du bilan agronomique (voir la page 256). Pour obtenir l'énergie par mètre linéaire, l'énergie des TCC a été répartie sur les huit tuyaux de 45,0 m de long tout en considérant la durée de la période journalière (1 m linéaire couvre 1,5 m<sup>2</sup> de culture). Les deux dernières lignes de ces tableaux présentent le total pour la période en question, mais en excluant les données associées à la période où les TCC étaient en arrêt.

Les tableaux suivants (Tableau 97, Tableau 98, Tableau 99) présentent les mêmes résultats des tableaux précédents, mais en terme de kWh/m<sup>2</sup>/Journée. On observe que la chaleur émise dans :

- la boucle « Sol et Pourtour » des chapelles « 9 et 10 » a émis en 2013 (25 janvier au 13 novembre avec ou sans TCC), 1,58 fois plus de chaleur que la boucle « Sol et Pourtour » des chapelles « 1 à 8 ».
- la boucle « Sol et Pourtour » des chapelles « 9 et 10 » a émis en 2014 (25 janvier au 13 novembre avec ou sans TCC), 1,60 fois plus de chaleur que la boucle « Sol et Pourtour » des chapelles « 1 à 8 ».
- les boucles de chauffe des chapelles « 9 et 10 » ont émis en 2013 (25 janvier au 13 novembre avec ou sans TCC), 1,49 fois plus de chaleur que les boucles de chauffe des chapelles « 1 à 8 ».
- les boucles de chauffe des chapelles « 9 et 10 » ont émis en 2014 (25 janvier au 13 novembre avec ou sans TCC), 1,61 fois plus de chaleur que les boucles de chauffe des chapelles « 1 à 8 ».

Aussi, pour l'ensemble des boucles de chauffe sauf celui du toit, les boucles de chauffe ont émis plus de chaleur en 2014 qu'en 2013 (période 24 h; 2013 et 2014 : 25 janvier au 13 novembre avec ou sans TCC).

**Tableau 94 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique**

Périodes 2013-2014					GP (9 à 10)				9 à 10 (sol et pourtour)				1 à 8 (sol et pourtour)				Toit (1 à 10)				DJc											
Nombre de journées	Semaine		Date		Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve (Wh/m linéaire) / h	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	9 à 10 °C	1 à 8 °C		
	Début	Fin	Début	Fin																												
60	4	13	2013-01-25	2013-03-25	2 131	4,1	26,4	34,3	35,1	33,5	1,5	140 576	33,6	46,8	49,4	44,2	5,2	312 020	32,3	53,5	56,9	50,2	6,6	153 615	19,3	41,1	44,3	37,9	6,4	1 376	1 372	
44	13	19	2013-03-26	2013-05-08	2 599	6,8	33,1	45,2	46,5	43,9	2,6	61 057	20,7	38,3	39,9	36,8	3,1	182 261	29,8	49,1	51,7	46,4	5,3	34 816	9,7	31,5	31,5	31,4	0,1	531	520	
91	19	32	2013-05-09	2013-08-07	4 152	5,3	33,9	41,7	42,7	40,7	2,0	72 857	16,0	33,6	34,5	32,7	1,8	194 827	22,9	38,1	39,5	36,8	2,7	0	0,0	28,3	25,9	30,8	36,8	-4,8	199	196
58	32	40	2013-08-08	2013-10-04	216	0,4	12,0	21,6	21,6	21,6	0,1	87 149	22,3	32,9	34,5	31,2	3,3	184 899	23,4	36,4	38,3	34,6	3,7	0	0,0	37,2	36,4	37,9	-1,5	140	141	
40	40	46	2013-10-05	2013-11-13	3 833	11,1	24,8	44,3	46,4	42,2	4,1	86 145	17,2	31,9	34,3	29,5	4,8	270 594	28,6	45,7	50,0	41,3	8,6	7 906	5,6	25,2	25,8	24,5	1,3	377	373	
14	46	48	2013-11-14	2013-11-27	2 246	18,6	30,5	59,5	63,0	56,0	7,0	19 865	12,8	29,4	31,0	27,8	3,2	90 271	23,3	47,2	51,3	43,1	8,2	21 852	17,2	33,7	35,7	31,8	3,9	228	226	
12	3	4	2014-01-13	2014-01-24	509	4,9	1,0	34,4	35,2	33,5	1,7	64 838	4,9	1,0	54,8	60,9	48,8	12,1	114 808	36,1	57,8	63,9	51,7	12,2	26 201	30,9	46,3	49,0	43,6	5,4	361	360
104	4	19	2014-01-25	2014-05-08	8 789	9,8	35,9	45,1	46,9	43,2	3,7	440 634	29,0	47,4	52,1	42,6	9,5	1 073 176	45,5	58,9	65,5	52,4	13,2	75 894	6,4	28,4	29,7	27,1	2,6	2 271	2 257	
50	19	26	2014-05-09	2014-06-27	3 331	7,7	16,7	41,9	43,3	40,5	2,8	91 344	16,1	36,1	38,1	34,1	4,0	228 846	21,2	42,0	44,9	39,1	5,8	0	0,0	28,3	31,0	25,6	5,4	166	166	
32	26	31	2014-06-28	2014-07-29	1 117	4,0	0,6	33,4	34,1	32,7	1,4	43 141	16,1	34,5	36,0	33,1	2,9	95 494	18,9	37,7	39,6	35,8	3,8	0	0,0	28,9	28,1	29,7	-1,5	23	23	
68	31	41	2014-07-30	2014-10-05	4 115	7,0	14,7	38,3	39,6	37,0	2,6	110 084	16,2	34,7	36,5	32,9	3,6	288 583	22,5	41,1	43,8	38,4	5,4	0	0,0	27,1	28,8	25,5	3,3	167	167	
39	41	46	2014-10-06	2014-11-13	3 449	10,2	20,6	44,2	46,1	42,3	3,8	97 856	19,1	36,9	39,7	34,1	5,6	292 927	31,6	50,6	55,4	45,8	9,6	0	0,0	22,8	25,6	19,9	5,7	351	349	
293	4	46	2013-01-25	2013-11-13	12 931	5,1	26,7	37,1	38,0	36,1	1,9	447 784	21,7	36,6	38,3	34,9	3,4	1 144 701	26,7	43,6	46,1	41,2	4,9	196 337	6,2	32,7	32,6	32,9	-0,3	2 622	2 602	
293	4	46	2014-01-25	2014-11-13	20 801	8,2	21,8	41,6	43,1	40,0	3,1	783 059	21,1	39,7	42,7	36,7	6,0	1 979 025	31,2	48,5	52,8	44,2	8,6	75 894	2,3	27,4	29,0	25,8	3,2	2 979	2 961	
235	4	46	2013-01-25	2013-11-13	12 715	5,2	25,8	35,6	36,8	34,5	2,2	360 635	17,9	31,5	33,0	30,1	2,9	959 802	23,2	38,7	41,0	36,4	4,6	196 337	7,0	27,0	27,1	26,9	0,2	2 482	2 461	
261	4	46	2014-01-25	2014-11-13	19 684	8,2	21,8	39,3	40,8	37,8	3,0	739 918	20,9	38,2	41,2	35,1	6,1	1 883 531	30,7	46,7	51,1	42,4	8,7	75 894	3,5	26,1	27,9	24,3	3,6	2 955	2 938	

**Tableau 95 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique**

Périodes 2013-2014					GP (9 à 10)				9 à 10 (sol et pourtour)				1 à 8 (sol et pourtour)				Toit (1 à 10)				DJc										
Nombre de journées	Semaine		Date		Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve (Wh/m linéaire) / h	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	Q kWh	Taux moyen d'ouverture de la valve %	T.moyenne °C	T.in.moy. °C	T.out.moy. °C	ΔT.moy. °C	9 à 10 °C	1 à 8 °C	
	Début	Fin	Début	Fin																											
60	4	13	2013-01-25	2013-03-25	1 132	4,3	27,0	34,2	35,0	33,4	1,6	66 830	31,5	43,8	46,2	41,4	4,9	160 383	32,0	52,6	56,0	49,3	6,7	68 926	16,5	37,3	40,1	34,5	5,6	697	695
44	13	19	2013-03-26	2013-05-08	842	5,7	31,7	38,3	39,4	37,3	2,1	23 829	20,6	36,1	37,6	34,6	3,1	79 164	31,0	48,3	51,3	45,4	5,8	14 036	8,4	28,6	28,5	28,8	-0,3	204	196
91	19	32	2013-05-09	2013-08-07	1 540	6,1	40,1	43,5	44,6	42,3	2,3	19 645	15,1	30,6	31,3	29,8	1,5	69 411	25,6	37,5	39,0	36,0	3,0	0	0,0	26,8	24,1	29,5	-5,4	80	78
58	32	40	2013-08-08	2013-10-04	96	0,5	27,7	20,7	20,7	20,7	0,0	44 294	27,7	33,0	35,0	31,1	3,9	105 231	29,7	38,6	41,3	35,9	5,4	0	0,0	38,3	37,3	39,3	-2,0	77	77
40	40	46	2013-10-05	2013-11-13	2 108	11,7	26,4	44,6	46,8	42,5	4,3	40 006	15,9	28,5	30,6	26,5	4,2	143 354	28,3	43,5	47,9	39,2	8,7	4 488	5,1	23,7	24,4	23,0	1,4	195	193
14	46	48	2013-11-14	2013-11-27	1 334	19,4	30,9	59,5	63,1	55,8	7,3	13 737	15,9	28,5	30,4	26,6	3,8	50 691	22,8	43,3	47,3	39,2	8,1	13 611	18,4	31,5	33,7	29,4	4,3	124	123
12	3	4	2014-01-13	2014-01-24	293	4,9	1,0	34,4	35,3	33,6	1,7	41 654	40,4	57,0	63,8	50,2	13,6	74 750	40,7	62,1	69,0	55,1	13,9	16 636	35,1	49,0	52,0	45,9	6,1	207	206
104	4	19	2014-01-25	2014-05-08	4 302	10,5	36,4	45,4	47,4	43,4	4,0	212 398	27,0	44,7	49,4	39,9	9,5	547 858	47,3	61,0	68,2	53,9	14,3	38 744	6,4	27,0	28,3	25,8	2,5	1 065	1 057
50	19	26	2014-05-09	2014-06-27	1 287	9,4	22,1	43,9	45,7	42,2	3,5	24 971	14,4	32,3	34,0	30,5	3,5	78 009	22,4	40,8	43,9	37,7	6,2	0	0,0	25,5	27,9	23,1	4,7	38	37
32	26	31	2014-06-28	2014-07-29	367	4,1	0,6	32,8	33,5	32,1	1,4	17 282	14,5	35,0	36,9	33,2	3,7	35 332	22,4	38,5	40,6	36,3	4,4	0	0,0	27,0	26,5	27,6	-1,1	6	6
68	31	41	2014-07-30	2014-10-05	1 857	7,8	18,1	38,8	40,3	37,4	2,8	51 609	18,9	35,3	37,4	33,2	4,2	119 316	23,6	40,8	43,5	38,1	5,4	0	0,0	25,3	26,5	24,0	2,4	87	87
39	41	46	2014-10-06	2014-11-13	1 885	10,7	21,7	44,7	46,7	42,8	4,0	34 998	14,3	31,8	33,7	29,9	3,8	123 599	24,8	44,8	48,6	40,9	7,7	0	0,0	21,3	24,1	18,5	5,6	180	180
293	4	46	2013-01-25	2013-11-13	5 718	5,4	29,0	36,5	37,4	35,5	2,0	194 605	21,9	34,3	35,9	32,7	3,3	557 544	28,9	43,3	46,0	40,5	5,4	87 450	5,3	31,1	30,7	31,5	-0,8	1 253	1 239
293	4	46	2014-01-25	2014-11-13	9 697	9,2	23,9	42,2	43,8	40,5	3,3	341 259	20,5	37,6	40,5	34,7	5,9	904 113	31,8	48,2	52,7	43,8	8,9	38 744	2,3	25,6	27,0	24,2	2,9	1 376	1 367
235	4	46	2013-01-25	2013-11-13	5 622	6,5	32,8	40,4	41,6	39,1	2,4	150 310	20,4	34,6	36,2	33,1	3,1	452 312	28,7	44,4	47,1	41,7	5,4	87 450	6,7	29,3	29,1	29,5	-0,5	1 176	1 163
261	4	46	2014-01-25	2014-11-13	9 331	9,6	26,7	43,3	45,1	41,5	3,6	323 977	20,6	37,9	41,0	34,9	6,1	868 781	33,0	49,4	54,2	44,7	9,4	38 744	2,6	25,4	27,1	23,7	3,4	1 370	1 361

**Tableau 96 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique**

Période					GP (9 à 10)							9 à 10 (sol et pourtour)							1 à 8 (sol et pourtour)							Toit (1 à 10)					DJc			
JOUR					Q	Taux moyen d'ouverture de la valve		T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve		T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve		T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	Q	Taux moyen d'ouverture de la valve		T.moyenne	T.in.moy.	T.out.moy.	ΔT.moy.	9 à 10	1 à 8
Nombre de journées	Semaine		Date			(Wh/m linéaire) / h	%						°C	°C						°C	°C						kWh	%						
	Début	Fin	Début	Fin	kWh			°C	°C	°C	°C	°C			°C	°C	°C	°C	°C			°C	°C	°C	°C	°C			°C	°C	°C	°C	°C	°C
60	4	13	2013-01-25	2013-03-25	490	3,8	26,0	34,3	35,0	33,6	1,4	39 040	35,7	49,6	52,5	46,7	5,8	70 480	30,6	51,7	54,7	48,7	6,0	38 408	21,1	43,9	47,2	40,7	6,6	344	344			
44	13	19	2013-03-26	2013-05-08	909	7,7	33,6	49,7	51,1	48,2	2,9	18 937	20,1	40,7	42,3	39,1	3,2	38 838	22,1	46,1	48,0	44,3	3,7	9 033	9,4	33,8	33,8	33,8	0,0	163	162			
91	19	32	2013-05-09	2013-08-07	1 120	4,1	24,2	38,8	39,6	38,1	1,5	23 060	13,7	35,8	36,6	35,0	1,6	53 204	18,0	38,3	39,3	37,2	2,1	0	0,0	29,8	27,5	32,1	-4,6	53	53			
58	32	40	2013-08-08	2013-10-04	71	0,5	9,5	22,5	22,6	22,5	0,1	12 958	12,6	32,0	32,8	31,2	1,6	27 293	13,0	33,1	33,7	32,6	1,1	0	0,0	35,7	35,2	36,1	-0,9	25	26			
40	40	46	2013-10-05	2013-11-13	836	10,1	20,9	43,4	45,2	41,5	3,7	22 215	17,5	35,4	38,1	32,8	5,3	56 762	25,5	46,7	50,5	42,8	7,7	1 941	5,9	26,9	27,4	26,4	1,1	89	88			
14	46	48	2013-11-14	2013-11-27	437	16,9	29,5	59,6	62,9	56,4	6,5	2 373	6,7	28,3	29,2	27,4	1,8	20 922	25,4	51,3	55,9	46,8	9,1	4 689	16,7	36,7	38,7	34,7	4,0	53	52			
12	3	4	2014-01-13	2014-01-24	108	4,9	1,1	34,4	35,2	33,5	1,7	11 647	31,1	49,5	54,7	44,4	10,2	13 629	19,4	44,4	47,8	41,0	6,8	3 660	15,4	37,7	39,3	36,0	3,3	76	76			
104	4	19	2014-01-25	2014-05-08	2 254	9,1	35,6	44,4	46,2	42,7	3,5	118 358	31,4	48,3	53,1	43,4	9,6	206 278	33,9	50,4	55,0	45,7	9,3	16 581	4,4	28,4	29,8	27,1	2,6	602	601			
50	19	26	2014-05-09	2014-06-27	880	5,8	9,4	38,8	39,9	37,8	2,1	28 634	15,4	38,5	40,3	36,7	3,5	51 211	15,0	39,5	41,4	37,7	3,7	0	0,0	30,4	33,7	27,2	6,4	56	57			
32	26	31	2014-06-28	2014-07-29	371	3,8	0,5	33,5	34,2	32,8	1,3	10 945	11,0	34,4	35,4	33,4	2,0	25 854	13,8	37,6	39,1	36,2	2,9	0	0,0	30,2	29,5	31,0	-1,5	6	6			
68	31	41	2014-07-30	2014-10-05	1 054	5,9	10,2	37,2	38,3	36,1	2,2	25 689	12,4	35,2	36,6	33,9	2,7	76 360	20,7	42,1	44,5	39,7	4,8	0	0,0	28,9	31,2	26,7	4,6	27	27			
39	41	46	2014-10-06	2014-11-13	757	9,4	18,0	42,8	44,6	41,1	3,5	34 430	26,4	45,2	49,3	41,0	8,3	82 644	40,1	57,6	63,3	51,9	11,4	0	0,0	25,1	28,4	21,8	6,6	83	81			
293	4	46	2013-01-25	2013-11-13	3 426	4,5	22,6	36,9	37,8	36,1	1,7	116 210	19,5	38,6	40,2	36,9	3,2	246 578	21,2	42,3	44,2	40,5	3,7	49 382	6,5	34,1	34,0	34,1	-0,1	674	673			
293	4	46	2014-01-25	2014-11-13	5 315	7,0	19,0	40,4	41,7	39,0	2,7	218 055	21,3	41,7	44,6	38,7	6,0	442 348	26,2	46,2	49,6	42,7	6,9	16 581	1,5	28,7	30,6	26,8	3,8	773	772			
235	4	46	2013-01-25	2013-11-13	3 355	5,7	25,8	40,5	41,6	39,4	2,1	103 252	21,2	40,2	42,0	38,4	3,6	219 285	23,3	44,6	46,8	42,4	4,4	54 072	8,1	33,6	33,7	33,6	0,1	649	647			
261	4	46	2014-01-25	2014-11-13	4 945	7,7	21,3	41,2	42,7	39,8	2,9	207 110	22,6	42,5	45,8	39,3	6,4	416 493	27,7	47,2	50,9	43,5	7,4	20 241	1,7	28,5	30,7	26,2	4,5	768	767			

**Tableau 97 - Période : 24 h pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m<sup>2</sup>/Journée**

Périodes		TCC	9 à 10 : sol et pourtour	1 à 8 : sol et pourtour	Toit : 1 à 10	Total : 9 à 10	Total : 1 à 8	Total : 1 à 10	Ratio (sol et pourtour)	Ratio (total)
24 h	Nombre de journées	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	9 à 10 / 1 à 8	9 à 10 / 1 à 8
2013-01-25 à 2013-03-25	60	0,05	3,14	1,72	0,68	3,33	2,27	5,60	1,82	1,47
2013-03-26 à 2013-05-08	44	0,08	1,86	1,37	0,21	1,98	1,54	3,52	1,35	1,29
2013-05-09 à 2013-08-07	91	0,06	1,07	0,71	0,00	1,14	0,71	1,85	1,51	1,60
2013-08-08 à 2013-10-04	58	0,00	2,02	1,06	0,00	2,02	1,06	3,08	1,91	1,91
2013-10-05 à 2013-11-13	40	0,13	2,89	2,24	0,05	3,03	2,29	5,31	1,29	1,32
2013-11-14 à 2013-11-27	14	0,22	1,90	2,14	0,42	2,20	2,47	4,67	0,89	0,89
2014-01-13 à 2014-01-24	12	0,06	7,25	3,17	0,58	7,42	3,64	11,06	2,28	2,04
2014-01-25 à 2014-05-08	104	0,11	5,68	3,42	0,19	5,84	3,58	9,41	1,66	1,63
2014-05-09 à 2014-06-27	50	0,09	2,45	1,52	0,00	2,54	1,52	4,06	1,61	1,67
2014-06-28 à 2014-07-29	32	0,05	1,81	0,99	0,00	1,86	0,99	2,84	1,83	1,87
2014-07-30 à 2014-10-05	68	0,08	2,17	1,41	0,00	2,25	1,41	3,66	1,54	1,60
2014-10-06 à 2014-11-13	39	0,12	3,37	2,49	0,00	3,48	2,49	5,98	1,35	1,40
<b>2013-01-25 à 2013-11-13</b>	<b>293</b>	<b>0,06</b>	<b>2,05</b>	<b>1,30</b>	<b>0,18</b>	<b>2,14</b>	<b>1,44</b>	<b>1,45</b>	<b>1,58</b>	<b>1,49</b>
<b>2014-01-25 à 2014-11-13</b>	<b>293</b>	<b>0,10</b>	<b>3,58</b>	<b>2,24</b>	<b>0,07</b>	<b>3,69</b>	<b>2,30</b>	<b>2,51</b>	<b>1,60</b>	<b>1,61</b>
<b>2013-01-25 à 2013-11-13, excluant la période sans TCC</b>	<b>235</b>	<b>0,07</b>	<b>2,06</b>	<b>1,35</b>	<b>0,22</b>	<b>2,18</b>	<b>1,53</b>	<b>1,49</b>	<b>1,52</b>	<b>1,42</b>
<b>2014-01-25 à 2014-11-13, excluant la période sans TCC</b>	<b>261</b>	<b>0,10</b>	<b>3,80</b>	<b>2,39</b>	<b>0,08</b>	<b>3,92</b>	<b>2,46</b>	<b>2,67</b>	<b>1,59</b>	<b>1,60</b>

**Tableau 98 - Période : NUIT pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m<sup>2</sup>/Journée**

Périodes		TCC	9 à 10 : sol et pourtour	1 à 8 : sol et pourtour	Toit : 1 à 10	Total : 9 à 10	Total : 1 à 8	Total : 1 à 10	Ratio (sol et pourtour)	Ratio (total)
NUIT	Nombre de journées	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	9 à 10 / 1 à 8	9 à 10 / 1 à 8
2013-01-25 à 2013-03-25	60	0,03	1,49	0,89	0,31	1,58	1,13	2,71	1,68	1,40
2013-03-26 à 2013-05-08	44	0,03	0,73	0,60	0,08	0,77	0,66	1,43	1,22	1,16
2013-05-09 à 2013-08-07	91	0,02	0,29	0,25	0,00	0,31	0,25	0,57	1,14	1,23
2013-08-08 à 2013-10-04	58	0,00	1,02	0,60	0,00	1,03	0,60	1,63	1,70	1,71
2013-10-05 à 2013-11-13	40	0,07	1,34	1,19	0,03	1,42	1,21	2,63	1,13	1,17
2013-11-14 à 2013-11-27	14	0,13	1,32	1,20	0,26	1,50	1,41	2,90	1,10	1,06
2014-01-13 à 2014-01-24	12	0,03	4,66	2,07	0,37	4,76	2,36	7,12	2,25	2,02
2014-01-25 à 2014-05-08	104	0,06	2,74	1,75	0,10	2,81	1,83	4,64	1,57	1,54
2014-05-09 à 2014-06-27	50	0,03	0,67	0,52	0,00	0,70	0,52	1,22	1,29	1,36
2014-06-28 à 2014-07-29	32	0,02	0,72	0,37	0,00	0,74	0,37	1,11	1,98	2,02
2014-07-30 à 2014-10-05	68	0,04	1,02	0,58	0,00	1,05	0,58	1,64	1,75	1,81
2014-10-06 à 2014-11-13	39	0,06	1,20	1,05	0,00	1,27	1,05	2,32	1,14	1,21
2013-01-25 à 2013-11-13	293	0,03	0,89	0,63	0,08	0,93	0,69	0,68	1,41	1,34
2014-01-25 à 2014-11-13	293	0,04	1,56	1,02	0,04	1,61	1,05	1,13	1,53	1,53
2013-01-25 à 2013-11-13, excluant la période sans TCC	235	0,03	0,86	0,64	0,10	0,91	0,72	0,68	1,34	1,27
2014-01-25 à 2014-11-13, excluant la période sans TCC	261	0,05	1,66	1,10	0,04	1,72	1,14	1,22	1,51	1,52

**Tableau 99 - Période : JOUR pour 2013 et 2014 - Conditions de fonctionnement des différentes boucles de chauffe incluant les TCC et la chaleur émise en fonction des périodes analysées lors du bilan agronomique en terme de kWh/m<sup>2</sup>/Journée**

Périodes		TCC	9 à 10 : sol et pourtour	1 à 8 : sol et pourtour	Toit : 1 à 10	Total : 9 à 10	Total : 1 à 8	Total : 1 à 10	Ratio (sol et pourtour)	Ratio (total)
JOUR	Nombre de journées	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	kWh/m <sup>2</sup> /Journée	9 à 10 / 1 à 8	9 à 10 / 1 à 8
2013-01-25 à 2013-03-25	60	0,01	0,87	0,39	0,17	0,92	0,53	1,44	2,24	1,75
2013-03-26 à 2013-05-08	44	0,03	0,58	0,29	0,05	0,62	0,34	0,95	1,97	1,83
2013-05-09 à 2013-08-07	91	0,02	0,34	0,19	0,00	0,36	0,19	0,55	1,75	1,84
2013-08-08 à 2013-10-04	58	0,00	0,30	0,16	0,00	0,30	0,16	0,46	1,92	1,93
2013-10-05 à 2013-11-13	40	0,03	0,74	0,47	0,01	0,78	0,48	1,26	1,58	1,61
2013-11-14 à 2013-11-27	14	0,04	0,23	0,50	0,09	0,29	0,57	0,85	0,46	0,51
2014-01-13 à 2014-01-24	12	0,01	1,30	0,38	0,08	1,33	0,44	1,77	3,46	3,01
2014-01-25 à 2014-05-08	104	0,03	1,53	0,66	0,04	1,56	0,69	2,26	2,32	2,26
2014-05-09 à 2014-06-27	50	0,02	0,77	0,34	0,00	0,79	0,34	1,13	2,26	2,33
2014-06-28 à 2014-07-29	32	0,02	0,46	0,27	0,00	0,47	0,27	0,74	1,71	1,77
2014-07-30 à 2014-10-05	68	0,02	0,51	0,37	0,00	0,53	0,37	0,90	1,36	1,42
2014-10-06 à 2014-11-13	39	0,03	1,18	0,70	0,00	1,21	0,70	1,91	1,68	1,72
<b>2013-01-25 à 2013-11-13</b>	<b>293</b>	<b>0,02</b>	<b>0,53</b>	<b>0,28</b>	<b>0,04</b>	<b>0,56</b>	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	<b>1,91</b>	<b>1,77</b>
<b>2014-01-25 à 2014-11-13</b>	<b>293</b>	<b>0,02</b>	<b>1,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,02</b>	<b>1,03</b>	<b>0,51</b>	<b>0,60</b>	<b>1,99</b>	<b>2,00</b>
<b>2013-01-25 à 2013-11-13, excluant la période sans TCC</b>	<b>235</b>	<b>0,02</b>	<b>0,59</b>	<b>0,31</b>	<b>0,06</b>	<b>0,62</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	<b>1,90</b>	<b>1,73</b>
<b>2014-01-25 à 2014-11-13, excluant la période sans TCC</b>	<b>261</b>	<b>0,03</b>	<b>1,06</b>	<b>0,53</b>	<b>0,02</b>	<b>1,09</b>	<b>0,55</b>	<b>0,64</b>	<b>2,01</b>	<b>2,00</b>

### Taux d'ouverture moyen des valves mélangeuses (TOM)

Le taux d'ouverture moyen des valves mélangeuses (TOM) est une valeur qui indique si la boucle de chauffe est alimentée de nouveau en chaleur par le système de génération de chaleur ou encore par le réservoir d'hydro-accumulation. Plus le taux est bas, moins la boucle de chauffe est alimentée. À zéro pour cent (0%), la boucle de chauffe n'est plus alimentée (valve fermée).

Les tableaux suivants (Tableau 100, Tableau 101 et Tableau 102) présentent le taux d'ouverture moyen des valves qui alimentent les différentes boucles de chauffe. Les informations sont à titre informative seulement. En effet, ce taux ne tient pas compte des débits d'eau chaude ni des températures d'entrée et de sortie des différentes boucles. Cependant, il est un bon indicateur du niveau d'activité des boucles d'eau chaude. Par exemple, la boucle d'eau chaude du toit aurait été utilisée plus souvent ou encore intensément en 2013 par rapport à 2014 (24 h : 7,7 % en 2013 et 4,0 % en 2014).

Aussi, le TOM des TCC est plus élevé en 2013 par rapport à 2014. Cette observation correspond à l'utilisation faite des TCC en lien avec les consignes ARGUS. La variation obtenue pour les TCC est liée à la régie utilisée et non aux conditions climatiques externes. Ce qui n'est pas le cas pour les boucles de chauffe contrôlées via les cages aspirantes. La variation du TOM pour la boucle de chauffe au toit provient surtout de la régie choisie par l'entreprise pour une année donnée.

**Tableau 100 - Période 24 h : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 »**

Année	Début	Fin	TCC	9 à 10	1 à 8	Toit
			%	%	%	%
2013	2013-01-01	2013-12-03	25,3	22,9	27,1	7,7
2014	2014-01-01	2014-12-03	20,2	22,4	31,9	4,0

Note : la boucle de chauffe du toit couvre les chapelles 1 à 10.

**Tableau 101 - Période NUIT : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 »**

Année	Début	Fin	TCC	9 à 10	1 à 8	Toit
			%	%	%	%
2013	2013-01-01	2013-12-03	27,3	23,7	29,4	7,1
2014	2014-01-01	2014-12-03	22,1	22,3	32,4	4,3

Note : la boucle de chauffe du toit couvre les chapelles 1 à 10.

**Tableau 102 - Période JOUR : Taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter les TCC, les boucles de chauffe « pourtour-sol » et du toit des chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 »**

Année	Début	Fin	TCC	9 à 10	1 à 8	Toit
			%	%	%	%
2013	2013-01-01	2013-12-03	21,7	19,3	21,3	7,5
2014	2014-01-01	2014-12-03	17,6	21,4	26,5	2,4

Note : la boucle de chauffe du toit couvre les chapelles 1 à 10.

Le Tableau 103 présente les effets observés de la salle d'emballage sur la variation JOUR et NUIT du taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter la boucle de chauffe « pourtour-sol » des chapelles 9 et 10.

Pour la boucle de chauffe 9 à 10, le TOM varie selon la période de NUIT ou de JOUR. Pour les deux années, on observe les points suivants :

- Jusqu'à l'ouverture de la salle d'emballage (retrait du film de polyéthylène qui sépare la serre de la salle d'emballage lors de la période hivernale), la chauffe est plus sollicitée la nuit que le jour (valeurs en rouge).
- Par la suite, c'est le contraire. Ceci est produit par l'utilisation de la salle d'emballage et de l'utilisation du quai de réception à une période où les températures extérieures sont encore froides (hypothèse).
- La chauffe est plus sollicitée de nouveau la nuit que le jour dès la mi-avril. En effet, la température extérieure de jour est plus élevée (valeurs en bleu).

**Tableau 103 - Effets observés de la salle d'emballage sur la variation JOUR et NUIT du taux d'ouverture moyen des valves servant à alimenter la boucle de chauffe « pourtour-sol » des chapelles 9 et 10**

Année	Début	Fin	$\Delta_{\text{JOUR-NUIT}}$
2013	2013-01-01	2013-01-15	-14,3
	2013-01-16	2013-01-31	-28,1
	2013-02-01	2013-02-15	-1,7
	2013-02-16	2013-02-28	9,9
	2013-03-01	2013-03-15	14,3
	2013-03-16	2013-03-31	11,8
	2013-04-01	2013-04-15	9,6
	2013-04-16	2013-04-30	-11,5
2014	2014-01-01	2014-01-15	-16,8
	2014-01-16	2014-01-31	-12,2
	2014-02-01	2014-02-15	14,9
	2014-02-16	2014-02-28	0,5
	2014-03-01	2014-03-15	0,1
	2014-03-16	2014-03-31	14,0
	2014-04-01	2014-04-15	7,4
	2014-04-16	2014-04-30	-2,1



Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe

Le Tableau 104 présente l'apport de chaleur des différentes boucles de chauffe pour répondre aux besoins de chauffe de l'entreprise. Le Tableau 105 présente l'apport de chaleur des TCC sur le total de la chaleur émise dans les chapelles 9 et 10 par leurs diverses boucles de chauffe (pourtour-sol, toit et TCC). Le taux est de 2,5 % en 2013 et de 2,3 % en 2014. Ceci est peu, car sa fonction première est de développer un microclimat optimal au niveau de la canopée. Il faut se rappeler que les TCC sont un outil de production avant tout.

**Tableau 104 - Contribution des différentes boucles de chauffe incluant les TCC pour répondre aux besoins de chauffe du complexe de serres en 2013 et 2014 (mois complets seulement)**

Période : 24 h			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2013			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	2013-01-01	2013-01-31	0,1%	28,2%	4,0%	32,3%	51,0%	16,7%	67,7%
2	2013-02-01	2013-02-28	0,4%	23,3%	4,8%	28,4%	51,6%	20,0%	71,6%
3	2013-03-01	2013-03-31	0,4%	22,4%	4,9%	27,7%	51,7%	20,5%	72,3%
4	2013-04-01	2013-04-30	0,8%	22,5%	2,3%	25,6%	64,7%	9,7%	74,4%
5	2013-05-01	2013-05-31	1,5%	21,4%	0,0%	22,9%	77,1%	0,0%	77,1%
6	2013-06-01	2013-06-30	1,6%	29,3%	0,0%	30,9%	69,1%	0,0%	69,1%
7	2013-07-01	2013-07-31	1,6%	29,1%	0,0%	30,7%	69,3%	0,0%	69,3%
8	2013-08-01	2013-08-31	0,3%	28,8%	0,0%	29,1%	70,9%	0,0%	70,9%
9	2013-09-01	2013-09-30	0,0%	33,1%	0,0%	33,1%	66,9%	0,0%	66,9%
10	2013-10-01	2013-10-31	1,2%	20,3%	0,0%	21,5%	78,5%	0,0%	78,5%
11	2013-11-01	2013-11-30	1,2%	22,5%	2,0%	25,7%	66,1%	8,2%	74,3%
12	2013-12-01	2013-11-31	0,5%	24,7%	3,5%	28,7%	56,6%	14,7%	71,3%
1 à 12	2013-01-01	2013-12-31	0,5%	24,7%	3,5%	28,7%	56,6%	14,7%	71,3%
1 à 11	2013-01-01	2013-11-30	0,7%	24,7%	2,4%	27,8%	62,3%	9,9%	72,2%
2014			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	2014-01-01	2014-01-31	0,3%	30,6%	2,3%	33,2%	57,3%	9,5%	66,8%
2	2014-02-01	2014-02-28	0,5%	29,3%	0,8%	30,6%	66,1%	3,3%	69,4%
3	2014-03-01	2014-03-31	0,5%	27,6%	1,0%	29,1%	66,8%	4,1%	70,9%
4	2014-04-01	2014-04-30	0,7%	24,4%	0,7%	25,7%	71,5%	2,7%	74,3%
5	2014-05-01	2014-05-31	1,0%	25,8%	0,0%	26,8%	73,2%	0,0%	73,2%
6	2014-06-01	2014-06-30	1,1%	30,2%	0,0%	31,2%	68,8%	0,0%	68,8%
7	2014-07-01	2014-07-31	0,8%	31,1%	0,0%	31,9%	68,1%	0,0%	68,1%
8	2014-08-01	2014-08-31	1,1%	29,3%	0,0%	30,4%	69,6%	0,0%	69,6%
9	2014-09-01	2014-09-30	1,0%	25,6%	0,0%	26,6%	73,4%	0,0%	73,4%
10	2014-10-01	2014-10-31	0,9%	24,4%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	74,7%
11	2014-11-01	2014-11-30	0,8%	27,7%	0,0%	28,5%	71,5%	0,0%	71,5%
1 à 11	2014-01-01	2014-11-30	0,7%	27,9%	0,7%	29,2%	67,9%	2,9%	70,8%

**Tableau 105 - Apport des TCC à la chauffe des chapelles 9 et 10 seulement**

Périodes de culture		Périodes journalières		
Début	Fin	24 h	NUIT	JOUR
2013-01-01	2013-11-30	2,5%	2,5%	2,7%
2014-01-01	2014-11-30	2,3%	2,3%	2,3%

Les tableaux suivants (Tableau 106, Tableau 107, Tableau 108, Tableau 109, Tableau 110, et Tableau 111) présentent la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe en 2013 et 2014 et pour les périodes journalières : 24 h, NUIT et JOUR.

Les zones ombragées correspondent aux modes de fonctionnement; les zones ombragées et hachurées correspondent aux semaines de transition entre deux modes de fonctionnement. Voir le Tableau 79 et le Tableau 80.

Pour faire une analyse plus juste, il faut tenir compte des besoins de chauffe (voir la section 4.2.9 à la page 166). Cette analyse sera présentée après cette section. Toutefois, voici quelques observations :

- Pour la période « 24h » et les semaines 2 à 48 (données et semaines complètes), les boucles de chauffe ont émis 1 607 490 kWh en 2013 versus 2 443 242 kWh en 2014.
- Pour la période « NUIT » et les semaines 2 à 48 (données et semaines complètes), les boucles de chauffe ont émis 817 806 kWh en 2013 versus 1 177 876 kWh en 2014.
- Pour la période « JOUR » et les semaines 2 à 48 (données et semaines complètes), les boucles de chauffe ont émis 335 709 kWh en 2013 versus 519 486 kWh en 2014.
- Il y a plus de chaleur qui ont été émise par les boucles d'eau chaude en 2014 par rapport à 2013. De plus, cette différence est plus grande proportionnellement pour la période journalière de « JOUR » que celle de « NUIT » :
  - $\Delta\text{JOUR}_{2014.\text{vs.}2013} = 54,7 \%$ .
  - $\Delta\text{NUIT}_{2014.\text{vs.}2013} = 44,0 \%$ .

En analysant les besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification, une bonne partie de cette différence provient de l'augmentation en 2014 des besoins de déshumidification, surtout dans les chapelles 1 à 8.

- Si le taux d'efficacité du système de génération et de distribution de chaleur est de 75 % (hypothèse de travail) :
  - le total de 1 607 490 kWh en 2013 (semaines 2 à 48) équivaut à environ 668 tonnes métriques de biomasses<sup>29</sup> (hypothèse : 30 % d'humidité).
  - le total de 2 443 242 kWh en 2014 (semaines 2 à 48) équivaut à environ 1 016 tonnes métriques de biomasses<sup>30</sup> (hypothèse : 30 % d'humidité).

<sup>29</sup> PCS<sub>ANHYDRE</sub> = 18,69 MJ/kg; Taux d'humidité = 30,0 %; Taux d'hydrogène = 5,267 %

<sup>30</sup> PCS<sub>ANHYDRE</sub> = 18,69 MJ/kg; Taux d'humidité = 30,0 %; Taux d'hydrogène = 5,267 %

**Tableau 106 - 2013 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : 24 h			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh
1	2013-01-01	2013-01-05	32	17 307	1 976	19 315	29 695	8 247	37 942
2	2013-01-06	2013-01-12	47	20 422	2 064	22 533	33 631	8 612	42 243
3	2013-01-13	2013-01-19	46	20 300	2 864	23 210	36 655	11 952	48 606
4	2013-01-20	2013-01-26	110	25 585	4 509	30 204	47 535	18 814	66 349
5	2013-01-27	2013-02-02	245	17 972	3 156	21 373	38 223	13 170	51 393
6	2013-02-03	2013-02-09	254	18 765	4 053	23 072	40 976	16 912	57 888
7	2013-02-10	2013-02-16	253	15 293	3 164	18 710	35 290	13 202	48 492
8	2013-02-17	2013-02-23	254	17 494	3 682	21 430	38 566	15 365	53 931
9	2013-02-24	2013-03-02	276	12 742	2 805	15 823	29 757	11 705	41 462
10	2013-03-03	2013-03-09	249	13 527	3 221	16 996	34 867	13 439	48 306
11	2013-03-10	2013-03-16	249	15 695	3 412	19 356	34 882	14 237	49 118
12	2013-03-17	2013-03-23	231	18 221	4 050	22 502	36 412	16 899	53 311
13	2013-03-24	2013-03-30	427	13 372	2 489	16 287	31 026	10 384	41 411
14	2013-03-31	2013-04-06	448	14 319	2 688	17 454	37 804	11 215	49 018
15	2013-04-07	2013-04-13	265	12 871	1 710	14 846	33 545	7 135	40 680
16	2013-04-14	2013-04-20	255	8 802	849	9 906	28 681	3 542	32 223
17	2013-04-21	2013-04-27	486	10 299	0	10 785	29 617	0	29 617
18	2013-04-28	2013-05-04	498	4 031	0	4 529	21 414	0	21 414
19	2013-05-05	2013-05-11	438	3 498	0	3 936	15 169	0	15 169
20	2013-05-12	2013-05-18	352	7 792	0	8 144	28 127	0	28 127
21	2013-05-19	2013-05-25	392	7 062	0	7 455	21 976	0	21 976
22	2013-05-26	2013-06-01	315	4 866	0	5 181	14 447	0	14 447
23	2013-06-02	2013-06-08	393	6 192	0	6 584	17 813	0	17 813
24	2013-06-09	2013-06-15	348	4 798	0	5 146	11 192	0	11 192
25	2013-06-16	2013-06-22	324	6 017	0	6 341	14 871	0	14 871
26	2013-06-23	2013-06-29	327	8 728	0	9 055	16 799	0	16 799
27	2013-06-30	2013-07-06	297	6 017	0	6 314	12 306	0	12 306
28	2013-07-07	2013-07-13	270	5 317	0	5 586	10 879	0	10 879
29	2013-07-14	2013-07-20	241	5 193	0	5 434	10 150	0	10 150
30	2013-07-21	2013-07-27	260	4 279	0	4 539	11 649	0	11 649
31	2013-07-28	2013-08-03	297	2 381	0	2 678	11 913	0	11 913
32	2013-08-04	2013-08-10	207	5 370	0	5 576	19 274	0	19 274
33	2013-08-11	2013-08-17	3	9 795	0	9 798	20 451	0	20 451
34	2013-08-18	2013-08-24	4	8 176	0	8 180	19 784	0	19 784
35	2013-08-25	2013-08-31	2	9 156	0	9 158	18 501	0	18 501
36	2013-09-01	2013-09-07	2	7 771	0	7 773	17 062	0	17 062
37	2013-09-08	2013-09-14	2	10 459	0	10 461	22 489	0	22 489
38	2013-09-15	2013-09-21	4	12 904	0	12 908	26 699	0	26 699
39	2013-09-22	2013-09-28	2	16 313	0	16 315	30 067	0	30 067
40	2013-09-29	2013-10-05	245	10 126	0	10 371	21 163	0	21 163
41	2013-10-06	2013-10-12	691	6 031	0	6 722	28 350	0	28 350
42	2013-10-13	2013-10-19	656	4 414	0	5 071	28 716	0	28 716
43	2013-10-20	2013-10-26	654	13 603	0	14 257	56 544	0	56 544
44	2013-10-27	2013-11-02	647	20 570	0	21 216	61 722	0	61 722
45	2013-11-03	2013-11-09	637	26 159	197	26 993	61 361	823	62 185
46	2013-11-10	2013-11-16	947	17 741	2 166	20 854	46 835	9 039	55 874
47	2013-11-17	2013-11-23	1 109	9 060	2 079	12 248	42 948	8 674	51 622
48	2013-11-24	2013-11-30	1 160	16 454	2 174	19 788	55 418	9 072	64 490
49	2013-12-01	2013-12-07	571	11 777	1 529	13 876	35 108	6 379	41 487
50	2013-12-08	2013-12-14	300	22 295	1 872	24 467	48 171	7 812	55 984
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	8 846	331 850	44 713	385 409	786 173	186 583	972 756
33 à 38	2013-08-11	2013-09-21	17	58 260	0	58 277	124 986	0	124 986
40 à 48	2013-09-28	2013-11-30	6 747	126 087	6 616	139 450	406 381	27 608	433 989
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	15 844	549 769	52 803	618 417	1 387 147	220 343	1 607 490

**Tableau 107 - 2013 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : NUIT			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh
1	2013-01-01	2013-01-05	20	11 754	1 249	13 023	20 251	5 213	25 464
2	2013-01-06	2013-01-12	29	12 632	1 158	13 820	22 175	4 833	27 008
3	2013-01-13	2013-01-19	27	12 228	1 550	13 805	22 592	6 469	29 060
4	2013-01-20	2013-01-26	66	17 337	2 923	20 327	32 371	12 199	44 570
5	2013-01-27	2013-02-02	136	10 968	1 493	12 597	22 566	6 232	28 798
6	2013-02-03	2013-02-09	149	10 783	2 030	12 962	23 180	8 472	31 653
7	2013-02-10	2013-02-16	137	7 905	1 371	9 413	18 456	5 719	24 175
8	2013-02-17	2013-02-23	135	8 028	1 709	9 872	20 558	7 131	27 689
9	2013-02-24	2013-03-02	138	4 359	1 116	5 614	13 183	4 658	17 841
10	2013-03-03	2013-03-09	136	5 870	1 349	7 355	17 570	5 628	23 197
11	2013-03-10	2013-03-16	124	5 321	1 290	6 735	14 864	5 383	20 247
12	2013-03-17	2013-03-23	114	7 247	1 769	9 129	16 132	7 381	23 512
13	2013-03-24	2013-03-30	160	4 799	1 224	6 183	14 758	5 108	19 866
14	2013-03-31	2013-04-06	161	4 788	1 006	5 955	15 517	4 200	19 716
15	2013-04-07	2013-04-13	104	3 019	559	3 682	11 798	2 331	14 128
16	2013-04-14	2013-04-20	91	3 439	385	3 915	12 128	1 607	13 735
17	2013-04-21	2013-04-27	144	5 760	0	5 904	13 708	0	13 708
18	2013-04-28	2013-05-04	133	2 616	0	2 749	10 417	0	10 417
19	2013-05-05	2013-05-11	134	1 677	0	1 812	6 970	0	6 970
20	2013-05-12	2013-05-18	127	2 250	0	2 378	10 565	0	10 565
21	2013-05-19	2013-05-25	129	1 137	0	1 266	4 728	0	4 728
22	2013-05-26	2013-06-01	110	1 241	0	1 351	5 361	0	5 361
23	2013-06-02	2013-06-08	132	1 773	0	1 905	5 560	0	5 560
24	2013-06-09	2013-06-15	122	1 305	0	1 426	4 462	0	4 462
25	2013-06-16	2013-06-22	121	1 423	0	1 544	6 469	0	6 469
26	2013-06-23	2013-06-29	116	2 000	0	2 116	4 062	0	4 062
27	2013-06-30	2013-07-06	107	1 384	0	1 491	2 278	0	2 278
28	2013-07-07	2013-07-13	107	1 726	0	1 833	3 886	0	3 886
29	2013-07-14	2013-07-20	99	1 843	0	1 942	4 450	0	4 450
30	2013-07-21	2013-07-27	108	1 617	0	1 725	5 403	0	5 403
31	2013-07-28	2013-08-03	123	554	0	677	6 347	0	6 347
32	2013-08-04	2013-08-10	92	2 612	0	2 705	6 307	0	6 307
33	2013-08-11	2013-08-17	0	3 340	0	3 340	12 468	0	12 468
34	2013-08-18	2013-08-24	0	4 029	0	4 029	11 672	0	11 672
35	2013-08-25	2013-08-31	0	4 891	0	4 891	9 425	0	9 425
36	2013-09-01	2013-09-07	0	4 105	0	4 105	9 637	0	9 637
37	2013-09-08	2013-09-14	0	4 725	0	4 725	12 170	0	12 170
38	2013-09-15	2013-09-21	0	7 997	0	7 997	17 565	0	17 565
39	2013-09-22	2013-09-28	0	8 052	0	8 052	17 782	0	17 782
40	2013-09-29	2013-10-05	124	5 704	0	5 829	14 630	0	14 630
41	2013-10-06	2013-10-12	354	2 187	0	2 542	17 061	0	17 061
42	2013-10-13	2013-10-19	327	1 581	0	1 908	17 318	0	17 318
43	2013-10-20	2013-10-26	356	4 971	0	5 327	28 336	0	28 336
44	2013-10-27	2013-11-02	376	7 139	0	7 515	27 464	0	27 464
45	2013-11-03	2013-11-09	371	16 146	89	16 606	34 653	370	35 023
46	2013-11-10	2013-11-16	559	9 366	1 316	11 241	25 263	5 491	30 754
47	2013-11-17	2013-11-23	656	6 397	1 260	8 313	23 823	5 258	29 081
48	2013-11-24	2013-11-30	707	13 035	1 468	15 210	34 956	6 126	41 082
49	2013-12-01	2013-12-07	346	6 761	882	7 989	19 348	3 681	23 029
50	2013-12-08	2013-12-14	179	13 527	1 165	14 872	28 503	4 861	33 364
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	3 521	147 028	20 933	171 481	372 514	87 351	459 865
33 à 38	2013-08-11	2013-09-21	0	29 087	0	29 087	72 936	0	72 936
40 à 48	2013-09-28	2013-11-30	3 831	67 690	4 133	75 654	225 799	17 244	243 043
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	7 460	262 707	26 002	296 169	709 302	108 503	817 806

**Tableau 108 - 2013 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : JOUR			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh	Pourtour-Sol kWh	Toit kWh	TOTAL kWh
1	2013-01-01	2013-01-05	6	1 993	224	2 223	2 968	936	3 903
2	2013-01-06	2013-01-12	8	3 427	381	3 816	4 334	1 590	5 924
3	2013-01-13	2013-01-19	10	3 247	497	3 753	5 002	2 072	7 074
4	2013-01-20	2013-01-26	21	2 799	500	3 320	4 788	2 088	6 877
5	2013-01-27	2013-02-02	56	3 746	799	4 602	7 272	3 335	10 607
6	2013-02-03	2013-02-09	50	3 990	940	4 980	8 356	3 922	12 278
7	2013-02-10	2013-02-16	57	3 976	815	4 847	7 880	3 399	11 279
8	2013-02-17	2013-02-23	59	5 260	914	6 233	8 642	3 813	12 454
9	2013-02-24	2013-03-02	69	4 970	752	5 791	8 183	3 138	11 321
10	2013-03-03	2013-03-09	52	4 335	890	5 277	8 650	3 714	12 365
11	2013-03-10	2013-03-16	64	5 697	931	6 692	8 905	3 886	12 791
12	2013-03-17	2013-03-23	60	5 468	1 060	6 588	9 315	4 424	13 739
13	2013-03-24	2013-03-30	132	4 198	438	4 768	6 540	1 826	8 366
14	2013-03-31	2013-04-06	151	5 289	820	6 260	11 032	3 421	14 453
15	2013-04-07	2013-04-13	81	5 754	546	6 382	10 623	2 277	12 900
16	2013-04-14	2013-04-20	83	2 180	149	2 413	7 038	624	7 662
17	2013-04-21	2013-04-27	179	1 768	0	1 947	3 450	0	3 450
18	2013-04-28	2013-05-04	186	727	0	913	1 721	0	1 721
19	2013-05-05	2013-05-11	153	801	0	954	2 182	0	2 182
20	2013-05-12	2013-05-18	103	2 030	0	2 133	7 181	0	7 181
21	2013-05-19	2013-05-25	132	3 306	0	3 438	9 010	0	9 010
22	2013-05-26	2013-06-01	90	1 762	0	1 852	3 995	0	3 995
23	2013-06-02	2013-06-08	125	2 118	0	2 243	6 113	0	6 113
24	2013-06-09	2013-06-15	100	1 487	0	1 588	2 889	0	2 889
25	2013-06-16	2013-06-22	84	1 694	0	1 778	2 561	0	2 561
26	2013-06-23	2013-06-29	98	3 434	0	3 532	6 483	0	6 483
27	2013-06-30	2013-07-06	83	2 134	0	2 217	5 096	0	5 096
28	2013-07-07	2013-07-13	55	1 178	0	1 233	2 527	0	2 527
29	2013-07-14	2013-07-20	47	1 090	0	1 137	1 662	0	1 662
30	2013-07-21	2013-07-27	56	1 004	0	1 060	1 798	0	1 798
31	2013-07-28	2013-08-03	70	688	0	759	1 552	0	1 552
32	2013-08-04	2013-08-10	37	939	0	977	7 750	0	7 750
33	2013-08-11	2013-08-17	3	1 628	0	1 631	1 893	0	1 893
34	2013-08-18	2013-08-24	4	1 068	0	1 071	1 713	0	1 713
35	2013-08-25	2013-08-31	2	1 100	0	1 102	3 121	0	3 121
36	2013-09-01	2013-09-07	2	861	0	863	1 894	0	1 894
37	2013-09-08	2013-09-14	2	2 420	0	2 422	4 013	0	4 013
38	2013-09-15	2013-09-21	3	1 246	0	1 249	2 054	0	2 054
39	2013-09-22	2013-09-28	1	3 264	0	3 265	4 113	0	4 113
40	2013-09-29	2013-10-05	67	1 019	0	1 086	1 866	0	1 866
41	2013-10-06	2013-10-12	150	1 256	0	1 406	2 171	0	2 171
42	2013-10-13	2013-10-19	165	1 499	0	1 664	4 403	0	4 403
43	2013-10-20	2013-10-26	153	4 382	0	4 535	13 712	0	13 712
44	2013-10-27	2013-11-02	134	7 759	0	7 893	16 778	0	16 778
45	2013-11-03	2013-11-09	127	3 946	94	4 168	11 692	394	12 086
46	2013-11-10	2013-11-16	188	3 992	426	4 606	10 889	1 779	12 668
47	2013-11-17	2013-11-23	212	935	486	1 633	10 177	2 029	12 206
48	2013-11-24	2013-11-30	222	804	390	1 416	10 469	1 629	12 098
49	2013-12-01	2013-12-07	108	2 797	265	3 169	6 521	1 105	7 625
50	2013-12-08	2013-12-14	56	2 865	279	3 200	8 220	1 166	9 386
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	2 513	89 560	10 432	102 504	174 782	43 530	218 312
33 à 38	2013-08-11	2013-09-21	15	8 323	0	8 338	14 689	0	14 689
40 à 48	2013-09-28	2013-11-30	1 418	25 702	1 397	28 517	82 363	5 832	88 194
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	3 988	129 215	11 988	145 191	285 686	50 023	335 709

**Tableau 109 - 2014 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : 24 h			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
	2014		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
51	2013-12-15	2013-12-21	309	13 028	2 680	16 018	28 588	11 184	39 773
52	2013-12-22	2013-12-28	294	14 729	3 968	18 992	35 264	16 560	51 824
1	2013-12-29	2014-01-04	296	38 928	2 374	41 598	76 563	9 907	86 469
2	2014-01-05	2014-01-11	268	30 383	2 438	33 089	59 730	10 174	69 904
3	2014-01-12	2014-01-18	299	29 509	2 060	31 868	56 956	8 596	65 553
4	2014-01-19	2014-01-25	334	44 381	3 805	48 520	75 207	15 879	91 086
5	2014-01-26	2014-02-01	548	42 394	2 551	45 492	80 721	10 643	91 364
6	2014-02-02	2014-02-08	565	43 768	428	44 762	90 249	1 785	92 035
7	2014-02-09	2014-02-15	630	38 302	1 344	40 277	79 629	5 609	85 238
8	2014-02-16	2014-02-22	640	29 390	1 230	31 260	73 443	5 133	78 576
9	2014-02-23	2014-03-01	626	34 694	1 257	36 577	90 467	5 245	95 712
10	2014-03-02	2014-03-08	595	33 150	1 626	35 371	81 349	6 784	88 133
11	2014-03-09	2014-03-15	553	36 709	854	38 116	86 038	3 562	89 600
12	2014-03-16	2014-03-22	622	36 355	998	37 975	85 627	4 164	89 791
13	2014-03-23	2014-03-29	607	32 587	1 337	34 532	80 133	5 580	85 713
14	2014-03-30	2014-04-05	570	25 238	1 012	26 820	70 107	4 224	74 331
15	2014-04-06	2014-04-12	571	19 403	897	20 872	53 550	3 745	57 295
16	2014-04-13	2014-04-19	579	20 630	614	21 822	51 739	2 560	54 299
17	2014-04-20	2014-04-26	576	16 723	0	17 299	54 021	0	54 021
18	2014-04-27	2014-05-03	594	14 758	0	15 352	56 319	0	56 319
19	2014-05-04	2014-05-10	600	14 099	0	14 699	39 492	0	39 492
20	2014-05-11	2014-05-17	501	9 280	0	9 781	31 418	0	31 418
21	2014-05-18	2014-05-24	473	14 964	0	15 437	37 937	0	37 937
22	2014-05-25	2014-05-31	502	17 388	0	17 890	43 276	0	43 276
23	2014-06-01	2014-06-07	442	12 853	0	13 294	29 144	0	29 144
24	2014-06-08	2014-06-14	472	13 554	0	14 026	32 716	0	32 716
25	2014-06-15	2014-06-21	430	12 140	0	12 570	24 944	0	24 944
26	2014-06-22	2014-06-28	351	8 766	0	9 116	20 927	0	20 927
27	2014-06-29	2014-07-05	202	8 304	0	8 506	18 804	0	18 804
28	2014-07-06	2014-07-12	274	9 608	0	9 882	21 493	0	21 493
29	2014-07-13	2014-07-19	261	11 147	0	11 408	24 290	0	24 290
30	2014-07-20	2014-07-26	257	6 621	0	6 878	17 612	0	17 612
31	2014-07-27	2014-08-02	313	12 988	0	13 300	25 312	0	25 312
32	2014-08-03	2014-08-09	357	8 793	0	9 150	19 920	0	19 920
33	2014-08-10	2014-08-16	426	10 741	0	11 167	24 311	0	24 311
34	2014-08-17	2014-08-23	393	12 022	0	12 415	28 815	0	28 815
35	2014-08-24	2014-08-30	371	9 150	0	9 521	24 805	0	24 805
36	2014-08-31	2014-09-06	385	10 138	0	10 522	23 459	0	23 459
37	2014-09-07	2014-09-13	472	13 450	0	13 922	34 340	0	34 340
38	2014-09-14	2014-09-20	484	13 204	0	13 689	46 378	0	46 378
39	2014-09-21	2014-09-27	488	11 725	0	12 213	33 660	0	33 660
40	2014-09-28	2014-10-04	467	13 067	0	13 534	32 617	0	32 617
41	2014-10-05	2014-10-11	590	15 025	0	15 615	50 683	0	50 683
42	2014-10-12	2014-10-18	535	11 243	0	11 778	31 130	0	31 130
43	2014-10-19	2014-10-25	625	21 104	0	21 729	61 659	0	61 659
44	2014-10-26	2014-11-01	631	16 400	0	17 030	55 400	0	55 400
45	2014-11-02	2014-11-08	649	21 046	0	21 695	58 342	0	58 342
46	2014-11-09	2014-11-15	694	22 218	0	22 912	62 780	0	62 780
47	2014-11-16	2014-11-22	671	29 417	0	30 089	69 881	0	69 881
48	2014-11-23	2014-11-29	654	24 905	0	25 559	60 029	0	60 029
49	2014-11-30	2014-12-06	454	32 561	0	33 015	60 487	0	60 487
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	12 949	631 416	22 451	666 816	1 485 139	93 685	1 578 825
28 à 30	2014-07-06	2014-07-26	792	27 376	0	28 168	63 396	0	63 396
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	8 893	263 647	0	272 540	718 209	0	718 209
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	23 272	960 475	23 481	1 007 228	2 345 259	97 984	2 443 242

**Tableau 110 - 2014 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : NUIT			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
	2014		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
51	2013-12-15	2013-12-21	193	9 918	1 572	11 682	21 435	6 558	27 993
52	2013-12-22	2013-12-28	179	11 382	2 399	13 961	25 822	10 011	35 833
1	2013-12-29	2014-01-04	179	27 870	1 600	29 650	52 042	6 678	58 720
2	2014-01-05	2014-01-11	157	20 863	1 563	22 583	39 837	6 523	46 360
3	2014-01-12	2014-01-18	175	19 177	1 287	20 638	36 794	5 369	42 163
4	2014-01-19	2014-01-25	189	28 065	2 394	30 648	48 393	9 989	58 382
5	2014-01-26	2014-02-01	313	25 771	1 579	27 663	51 744	6 587	58 331
6	2014-02-02	2014-02-08	311	26 032	13	26 355	58 745	53	58 799
7	2014-02-09	2014-02-15	347	18 293	832	19 472	50 025	3 471	53 496
8	2014-02-16	2014-02-22	350	15 135	649	16 134	42 553	2 709	45 262
9	2014-02-23	2014-03-01	343	20 775	750	21 869	47 794	3 132	50 925
10	2014-03-02	2014-03-08	323	20 554	1 227	22 104	48 679	5 120	53 799
11	2014-03-09	2014-03-15	278	16 986	468	17 732	39 276	1 953	41 228
12	2014-03-16	2014-03-22	309	15 187	410	15 905	40 379	1 709	42 088
13	2014-03-23	2014-03-29	292	12 623	523	13 438	34 053	2 184	36 237
14	2014-03-30	2014-04-05	266	9 306	237	9 809	31 706	988	32 694
15	2014-04-06	2014-04-12	259	5 184	369	5 812	22 319	1 538	23 857
16	2014-04-13	2014-04-19	245	8 929	136	9 309	23 006	566	23 571
17	2014-04-20	2014-04-26	228	6 725	0	6 953	23 087	0	23 087
18	2014-04-27	2014-05-03	230	4 119	0	4 349	17 713	0	17 713
19	2014-05-04	2014-05-10	227	4 243	0	4 470	14 478	0	14 478
20	2014-05-11	2014-05-17	203	2 960	0	3 163	12 400	0	12 400
21	2014-05-18	2014-05-24	198	4 076	0	4 275	13 505	0	13 505
22	2014-05-25	2014-05-31	182	4 432	0	4 614	12 645	0	12 645
23	2014-06-01	2014-06-07	168	2 194	0	2 362	8 517	0	8 517
24	2014-06-08	2014-06-14	166	2 677	0	2 842	8 534	0	8 534
25	2014-06-15	2014-06-21	177	4 385	0	4 562	10 696	0	10 696
26	2014-06-22	2014-06-28	133	3 724	0	3 857	8 739	0	8 739
27	2014-06-29	2014-07-05	69	3 119	0	3 187	5 953	0	5 953
28	2014-07-06	2014-07-12	82	4 183	0	4 265	8 516	0	8 516
29	2014-07-13	2014-07-19	88	4 420	0	4 508	9 448	0	9 448
30	2014-07-20	2014-07-26	85	3 125	0	3 210	7 031	0	7 031
31	2014-07-27	2014-08-02	118	5 033	0	5 151	8 915	0	8 915
32	2014-08-03	2014-08-09	152	4 328	0	4 479	8 038	0	8 038
33	2014-08-10	2014-08-16	163	3 881	0	4 044	8 368	0	8 368
34	2014-08-17	2014-08-23	172	5 516	0	5 687	10 032	0	10 032
35	2014-08-24	2014-08-30	166	4 915	0	5 081	9 600	0	9 600
36	2014-08-31	2014-09-06	168	4 418	0	4 586	9 250	0	9 250
37	2014-09-07	2014-09-13	212	6 178	0	6 390	15 246	0	15 246
38	2014-09-14	2014-09-20	231	6 818	0	7 048	21 352	0	21 352
39	2014-09-21	2014-09-27	242	5 162	0	5 405	14 256	0	14 256
40	2014-09-28	2014-10-04	236	6 543	0	6 779	15 504	0	15 504
41	2014-10-05	2014-10-11	296	6 788	0	7 085	20 773	0	20 773
42	2014-10-12	2014-10-18	280	4 726	0	5 006	14 559	0	14 559
43	2014-10-19	2014-10-25	335	5 637	0	5 972	24 019	0	24 019
44	2014-10-26	2014-11-01	346	4 694	0	5 040	22 687	0	22 687
45	2014-11-02	2014-11-08	377	8 515	0	8 892	25 329	0	25 329
46	2014-11-09	2014-11-15	410	9 876	0	10 286	28 654	0	28 654
47	2014-11-16	2014-11-22	411	17 951	0	18 361	34 587	0	34 587
48	2014-11-23	2014-11-29	408	13 773	0	14 181	32 150	0	32 150
49	2014-11-30	2014-12-06	283	21 573	0	21 857	39 556	0	39 556
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	6 068	302 416	12 435	320 919	745 615	51 890	797 506
28 à 30	2014-07-06	2014-07-26	255	11 728	0	11 983	24 995	0	24 995
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	4 606	119 718	0	124 325	314 406	0	314 406
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	11 188	454 063	13 140	478 390	1 123 045	54 831	1 177 876



**Tableau 111 - 2014 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net)**

Période : JOUR			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2014			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
51	2013-12-15	2013-12-21	53	614	547	1 214	1 552	2 284	3 835
52	2013-12-22	2013-12-28	57	567	771	1 395	1 795	3 216	5 011
1	2013-12-29	2014-01-04	56	3 066	221	3 344	7 423	924	8 347
2	2014-01-05	2014-01-11	50	4 044	333	4 426	6 334	1 388	7 722
3	2014-01-12	2014-01-18	61	6 162	304	6 527	7 064	1 269	8 333
4	2014-01-19	2014-01-25	73	7 483	555	8 111	9 377	2 317	11 693
5	2014-01-26	2014-02-01	112	8 270	353	8 735	9 966	1 473	11 439
6	2014-02-02	2014-02-08	125	9 605	274	10 004	8 828	1 145	9 973
7	2014-02-09	2014-02-15	141	11 284	240	11 664	8 557	1 000	9 557
8	2014-02-16	2014-02-22	148	8 568	273	8 989	13 185	1 139	14 323
9	2014-02-23	2014-03-01	137	7 365	206	7 708	19 593	859	20 452
10	2014-03-02	2014-03-08	129	5 797	156	6 082	12 555	649	13 204
11	2014-03-09	2014-03-15	140	10 341	154	10 636	22 386	643	23 029
12	2014-03-16	2014-03-22	160	12 234	314	12 707	22 092	1 310	23 402
13	2014-03-23	2014-03-29	157	10 669	291	11 117	20 026	1 214	21 240
14	2014-03-30	2014-04-05	156	7 550	346	8 052	13 896	1 444	15 340
15	2014-04-06	2014-04-12	154	7 473	236	7 862	9 795	983	10 778
16	2014-04-13	2014-04-19	173	4 459	252	4 884	9 564	1 049	10 613
17	2014-04-20	2014-04-26	177	5 313	0	5 490	11 828	0	11 828
18	2014-04-27	2014-05-03	188	4 604	0	4 792	15 845	0	15 845
19	2014-05-04	2014-05-10	192	4 788	0	4 980	8 904	0	8 904
20	2014-05-11	2014-05-17	131	3 163	0	3 293	5 233	0	5 233
21	2014-05-18	2014-05-24	115	4 327	0	4 441	6 736	0	6 736
22	2014-05-25	2014-05-31	146	7 063	0	7 210	13 609	0	13 609
23	2014-06-01	2014-06-07	111	3 959	0	4 071	5 933	0	5 933
24	2014-06-08	2014-06-14	139	5 346	0	5 485	10 048	0	10 048
25	2014-06-15	2014-06-21	95	1 750	0	1 845	2 639	0	2 639
26	2014-06-22	2014-06-28	94	2 083	0	2 177	4 630	0	4 630
27	2014-06-29	2014-07-05	63	2 580	0	2 643	6 163	0	6 163
28	2014-07-06	2014-07-12	99	2 275	0	2 375	5 227	0	5 227
29	2014-07-13	2014-07-19	83	2 621	0	2 704	6 272	0	6 272
30	2014-07-20	2014-07-26	84	1 175	0	1 259	3 771	0	3 771
31	2014-07-27	2014-08-02	95	3 404	0	3 499	7 413	0	7 413
32	2014-08-03	2014-08-09	84	1 873	0	1 956	4 672	0	4 672
33	2014-08-10	2014-08-16	127	3 313	0	3 440	7 906	0	7 906
34	2014-08-17	2014-08-23	98	2 228	0	2 326	8 990	0	8 990
35	2014-08-24	2014-08-30	91	1 005	0	1 096	6 907	0	6 907
36	2014-08-31	2014-09-06	105	3 406	0	3 511	8 071	0	8 071
37	2014-09-07	2014-09-13	124	3 637	0	3 761	8 711	0	8 711
38	2014-09-14	2014-09-20	124	2 299	0	2 423	8 358	0	8 358
39	2014-09-21	2014-09-27	118	3 583	0	3 701	9 696	0	9 696
40	2014-09-28	2014-10-04	111	3 038	0	3 148	7 896	0	7 896
41	2014-10-05	2014-10-11	140	3 353	0	3 493	13 269	0	13 269
42	2014-10-12	2014-10-18	122	2 980	0	3 103	7 306	0	7 306
43	2014-10-19	2014-10-25	145	9 197	0	9 342	20 225	0	20 225
44	2014-10-26	2014-11-01	137	6 904	0	7 041	15 178	0	15 178
45	2014-11-02	2014-11-08	130	6 959	0	7 088	15 978	0	15 978
46	2014-11-09	2014-11-15	136	6 196	0	6 331	17 777	0	17 777
47	2014-11-16	2014-11-22	114	4 049	0	4 164	16 867	0	16 867
48	2014-11-23	2014-11-29	119	4 870	0	4 989	12 173	0	12 173
49	2014-11-30	2014-12-06	79	4 108	0	4 186	7 076	0	7 076
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	3 302	163 700	4 286	171 287	278 623	17 883	296 506
28 à 30	2014-07-06	2014-07-26	266	6 071	0	6 338	15 270	0	15 270
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	2 023	68 891	0	70 914	189 978	0	189 978
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	5 775	246 152	4 386	256 313	501 183	18 303	519 486

Les tableaux suivants (Tableau 112, Tableau 113, Tableau 114, Tableau 115, Tableau 116, Tableau 117) présentent la chaleur émise par unité de surface et pour les différentes boucles de chauffe en 2013 et 2014 selon les périodes journalières : 24 h, NUIT et JOUR.

Les chapelles 9 et 10 couvrent une superficie de 685 m<sup>2</sup>. Tandis que les chapelles 1 à 8 couvrent une superficie de 2 859 m<sup>2</sup>. Comme il a été mentionné plus haut, il faut tenir compte des besoins de chauffe (voir la section 4.2.9 à la page 166) pour faire une analyse équitable. Cette analyse sera présentée après cette section.

Pour terminer cette section, le Tableau 118 présente le taux de variation de la chaleur émise par unité de surface des boucles de chauffe des chapelles 9 à 10 versus celles des chapelles 1 à 8.

**Tableau 112 - 2013 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m<sup>2</sup>)**

Période : 24 h			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2013			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
1	2012-12-30	2013-01-05	0,0	25,3	2,9	28,1	10,4	2,9	13,3
2	2013-01-06	2013-01-12	0,1	29,8	3,0	32,9	11,8	3,0	14,8
3	2013-01-13	2013-01-19	0,1	29,6	4,2	33,9	12,8	4,2	17,0
4	2013-01-20	2013-01-26	0,2	37,3	6,6	44,1	16,6	6,6	23,2
5	2013-01-27	2013-02-02	0,4	26,2	4,6	31,2	13,4	4,6	18,0
6	2013-02-03	2013-02-09	0,4	27,4	5,9	33,7	14,3	5,9	20,2
7	2013-02-10	2013-02-16	0,4	22,3	4,6	27,3	12,3	4,6	17,0
8	2013-02-17	2013-02-23	0,4	25,5	5,4	31,3	13,5	5,4	18,9
9	2013-02-24	2013-03-02	0,4	18,6	4,1	23,1	10,4	4,1	14,5
10	2013-03-03	2013-03-09	0,4	19,7	4,7	24,8	12,2	4,7	16,9
11	2013-03-10	2013-03-16	0,4	22,9	5,0	28,2	12,2	5,0	17,2
12	2013-03-17	2013-03-23	0,3	26,6	5,9	32,8	12,7	5,9	18,6
13	2013-03-24	2013-03-30	0,6	19,5	3,6	23,8	10,9	3,6	14,5
14	2013-03-31	2013-04-06	0,7	20,9	3,9	25,5	13,2	3,9	17,1
15	2013-04-07	2013-04-13	0,4	18,8	2,5	21,7	11,7	2,5	14,2
16	2013-04-14	2013-04-20	0,4	12,8	1,2	14,5	10,0	1,2	11,3
17	2013-04-21	2013-04-27	0,7	15,0	0,0	15,7	10,4	0,0	10,4
18	2013-04-28	2013-05-04	0,7	5,9	0,0	6,6	7,5	0,0	7,5
19	2013-05-05	2013-05-11	0,6	5,1	0,0	5,7	5,3	0,0	5,3
20	2013-05-12	2013-05-18	0,5	11,4	0,0	11,9	9,8	0,0	9,8
21	2013-05-19	2013-05-25	0,6	10,3	0,0	10,9	7,7	0,0	7,7
22	2013-05-26	2013-06-01	0,5	7,1	0,0	7,6	5,1	0,0	5,1
23	2013-06-02	2013-06-08	0,6	9,0	0,0	9,6	6,2	0,0	6,2
24	2013-06-09	2013-06-15	0,5	7,0	0,0	7,5	3,9	0,0	3,9
25	2013-06-16	2013-06-22	0,5	8,8	0,0	9,3	5,2	0,0	5,2
26	2013-06-23	2013-06-29	0,5	12,7	0,0	13,2	5,9	0,0	5,9
27	2013-06-30	2013-07-06	0,4	8,8	0,0	9,2	4,3	0,0	4,3
28	2013-07-07	2013-07-13	0,4	7,8	0,0	8,2	3,8	0,0	3,8
29	2013-07-14	2013-07-20	0,4	7,6	0,0	7,9	3,6	0,0	3,6
30	2013-07-21	2013-07-27	0,4	6,2	0,0	6,6	4,1	0,0	4,1
31	2013-07-28	2013-08-03	0,4	3,5	0,0	3,9	4,2	0,0	4,2
32	2013-08-04	2013-08-10	0,3	7,8	0,0	8,1	6,7	0,0	6,7
33	2013-08-11	2013-08-17	0,0	14,3	0,0	14,3	7,2	0,0	7,2
34	2013-08-18	2013-08-24	0,0	11,9	0,0	11,9	6,9	0,0	6,9
35	2013-08-25	2013-08-31	0,0	13,4	0,0	13,4	6,5	0,0	6,5
36	2013-09-01	2013-09-07	0,0	11,3	0,0	11,3	6,0	0,0	6,0
37	2013-09-08	2013-09-14	0,0	15,3	0,0	15,3	7,9	0,0	7,9
38	2013-09-15	2013-09-21	0,0	18,8	0,0	18,8	9,3	0,0	9,3
39	2013-09-22	2013-09-28	0,0	23,8	0,0	23,8	10,5	0,0	10,5
40	2013-09-29	2013-10-05	0,4	14,8	0,0	15,1	7,4	0,0	7,4
41	2013-10-06	2013-10-12	1,0	8,8	0,0	9,8	9,9	0,0	9,9
42	2013-10-13	2013-10-19	1,0	6,4	0,0	7,4	10,0	0,0	10,0
43	2013-10-20	2013-10-26	1,0	19,9	0,0	20,8	19,8	0,0	19,8
44	2013-10-27	2013-11-02	0,9	30,0	0,0	31,0	21,6	0,0	21,6
45	2013-11-03	2013-11-09	0,9	38,2	0,3	39,4	21,5	0,3	21,7
46	2013-11-10	2013-11-16	1,4	25,9	3,2	30,4	16,4	3,2	19,5
47	2013-11-17	2013-11-23	1,6	13,2	3,0	17,9	15,0	3,0	18,1
48	2013-11-24	2013-11-30	1,7	24,0	3,2	28,9	19,4	3,2	22,6
49	2013-12-01	2013-12-07	0,8	17,2	2,2	20,3	12,3	2,2	14,5
50	2013-12-08	2013-12-14	0,4	32,5	2,7	35,7	16,8	2,7	19,6
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	12,9	484,3	65,3	562,5	275,0	65,3	340,2
33 à 39	2013-08-11	2013-09-28	0,0	108,8	0,0	108,9	54,2	0,0	54,2
41 à 48	2013-10-06	2013-11-30	9,5	166,4	9,7	185,6	133,6	9,7	143,2
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	23,1	802,4	77,1	902,6	485,2	77,1	562,2

**Tableau 113 - 2013 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m<sup>2</sup>)**

Période : NUIT			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2013			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
1	2012-12-30	2013-01-05	0,0	17,2	1,8	19,0	7,1	1,8	8,9
2	2013-01-06	2013-01-12	0,0	18,4	1,7	20,2	7,8	1,7	9,4
3	2013-01-13	2013-01-19	0,0	17,8	2,3	20,1	7,9	2,3	10,2
4	2013-01-20	2013-01-26	0,1	25,3	4,3	29,7	11,3	4,3	15,6
5	2013-01-27	2013-02-02	0,2	16,0	2,2	18,4	7,9	2,2	10,1
6	2013-02-03	2013-02-09	0,2	15,7	3,0	18,9	8,1	3,0	11,1
7	2013-02-10	2013-02-16	0,2	11,5	2,0	13,7	6,5	2,0	8,5
8	2013-02-17	2013-02-23	0,2	11,7	2,5	14,4	7,2	2,5	9,7
9	2013-02-24	2013-03-02	0,2	6,4	1,6	8,2	4,6	1,6	6,2
10	2013-03-03	2013-03-09	0,2	8,6	2,0	10,7	6,1	2,0	8,1
11	2013-03-10	2013-03-16	0,2	7,8	1,9	9,8	5,2	1,9	7,1
12	2013-03-17	2013-03-23	0,2	10,6	2,6	13,3	5,6	2,6	8,2
13	2013-03-24	2013-03-30	0,2	7,0	1,8	9,0	5,2	1,8	6,9
14	2013-03-31	2013-04-06	0,2	7,0	1,5	8,7	5,4	1,5	6,9
15	2013-04-07	2013-04-13	0,2	4,4	0,8	5,4	4,1	0,8	4,9
16	2013-04-14	2013-04-20	0,1	5,0	0,6	5,7	4,2	0,6	4,8
17	2013-04-21	2013-04-27	0,2	8,4	0,0	8,6	4,8	0,0	4,8
18	2013-04-28	2013-05-04	0,2	3,8	0,0	4,0	3,6	0,0	3,6
19	2013-05-05	2013-05-11	0,2	2,4	0,0	2,6	2,4	0,0	2,4
20	2013-05-12	2013-05-18	0,2	3,3	0,0	3,5	3,7	0,0	3,7
21	2013-05-19	2013-05-25	0,2	1,7	0,0	1,8	1,7	0,0	1,7
22	2013-05-26	2013-06-01	0,2	1,8	0,0	2,0	1,9	0,0	1,9
23	2013-06-02	2013-06-08	0,2	2,6	0,0	2,8	1,9	0,0	1,9
24	2013-06-09	2013-06-15	0,2	1,9	0,0	2,1	1,6	0,0	1,6
25	2013-06-16	2013-06-22	0,2	2,1	0,0	2,3	2,3	0,0	2,3
26	2013-06-23	2013-06-29	0,2	2,9	0,0	3,1	1,4	0,0	1,4
27	2013-06-30	2013-07-06	0,2	2,0	0,0	2,2	0,8	0,0	0,8
28	2013-07-07	2013-07-13	0,2	2,5	0,0	2,7	1,4	0,0	1,4
29	2013-07-14	2013-07-20	0,1	2,7	0,0	2,8	1,6	0,0	1,6
30	2013-07-21	2013-07-27	0,2	2,4	0,0	2,5	1,9	0,0	1,9
31	2013-07-28	2013-08-03	0,2	0,8	0,0	1,0	2,2	0,0	2,2
32	2013-08-04	2013-08-10	0,1	3,8	0,0	3,9	2,2	0,0	2,2
33	2013-08-11	2013-08-17	0,0	4,9	0,0	4,9	4,4	0,0	4,4
34	2013-08-18	2013-08-24	0,0	5,9	0,0	5,9	4,1	0,0	4,1
35	2013-08-25	2013-08-31	0,0	7,1	0,0	7,1	3,3	0,0	3,3
36	2013-09-01	2013-09-07	0,0	6,0	0,0	6,0	3,4	0,0	3,4
37	2013-09-08	2013-09-14	0,0	6,9	0,0	6,9	4,3	0,0	4,3
38	2013-09-15	2013-09-21	0,0	11,7	0,0	11,7	6,1	0,0	6,1
39	2013-09-22	2013-09-28	0,0	11,8	0,0	11,8	6,2	0,0	6,2
40	2013-09-29	2013-10-05	0,2	8,3	0,0	8,5	5,1	0,0	5,1
41	2013-10-06	2013-10-12	0,5	3,2	0,0	3,7	6,0	0,0	6,0
42	2013-10-13	2013-10-19	0,5	2,3	0,0	2,8	6,1	0,0	6,1
43	2013-10-20	2013-10-26	0,5	7,3	0,0	7,8	9,9	0,0	9,9
44	2013-10-27	2013-11-02	0,5	10,4	0,0	11,0	9,6	0,0	9,6
45	2013-11-03	2013-11-09	0,5	23,6	0,1	24,2	12,1	0,1	12,2
46	2013-11-10	2013-11-16	0,8	13,7	1,9	16,4	8,8	1,9	10,8
47	2013-11-17	2013-11-23	1,0	9,3	1,8	12,1	8,3	1,8	10,2
48	2013-11-24	2013-11-30	1,0	19,0	2,1	22,2	12,2	2,1	14,4
49	2013-12-01	2013-12-07	0,5	9,9	1,3	11,7	6,8	1,3	8,1
50	2013-12-08	2013-12-14	0,3	19,7	1,7	21,7	10,0	1,7	11,7
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	5,1	214,6	30,6	250,3	130,3	30,6	160,8
33 à 39	2013-08-11	2013-09-28	0,0	54,2	0,0	54,2	31,7	0,0	31,7
41 à 48	2013-10-06	2013-11-30	5,4	88,8	6,0	100,2	73,1	6,0	79,1
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	10,9	383,4	38,0	432,3	248,1	38,0	286,0

**Tableau 114 - 2013 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m<sup>2</sup>)**

Période : JOUR			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2013			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
1	2012-12-30	2013-01-05	0,0	2,9	0,3	3,2	1,0	0,3	1,4
2	2013-01-06	2013-01-12	0,0	5,0	0,6	5,6	1,5	0,6	2,1
3	2013-01-13	2013-01-19	0,0	4,7	0,7	5,5	1,7	0,7	2,5
4	2013-01-20	2013-01-26	0,0	4,1	0,7	4,8	1,7	0,7	2,4
5	2013-01-27	2013-02-02	0,1	5,5	1,2	6,7	2,5	1,2	3,7
6	2013-02-03	2013-02-09	0,1	5,8	1,4	7,3	2,9	1,4	4,3
7	2013-02-10	2013-02-16	0,1	5,8	1,2	7,1	2,8	1,2	3,9
8	2013-02-17	2013-02-23	0,1	7,7	1,3	9,1	3,0	1,3	4,4
9	2013-02-24	2013-03-02	0,1	7,3	1,1	8,5	2,9	1,1	4,0
10	2013-03-03	2013-03-09	0,1	6,3	1,3	7,7	3,0	1,3	4,3
11	2013-03-10	2013-03-16	0,1	8,3	1,4	9,8	3,1	1,4	4,5
12	2013-03-17	2013-03-23	0,1	8,0	1,5	9,6	3,3	1,5	4,8
13	2013-03-24	2013-03-30	0,2	6,1	0,6	7,0	2,3	0,6	2,9
14	2013-03-31	2013-04-06	0,2	7,7	1,2	9,1	3,9	1,2	5,1
15	2013-04-07	2013-04-13	0,1	8,4	0,8	9,3	3,7	0,8	4,5
16	2013-04-14	2013-04-20	0,1	3,2	0,2	3,5	2,5	0,2	2,7
17	2013-04-21	2013-04-27	0,3	2,6	0,0	2,8	1,2	0,0	1,2
18	2013-04-28	2013-05-04	0,3	1,1	0,0	1,3	0,6	0,0	0,6
19	2013-05-05	2013-05-11	0,2	1,2	0,0	1,4	0,8	0,0	0,8
20	2013-05-12	2013-05-18	0,2	3,0	0,0	3,1	2,5	0,0	2,5
21	2013-05-19	2013-05-25	0,2	4,8	0,0	5,0	3,2	0,0	3,2
22	2013-05-26	2013-06-01	0,1	2,6	0,0	2,7	1,4	0,0	1,4
23	2013-06-02	2013-06-08	0,2	3,1	0,0	3,3	2,1	0,0	2,1
24	2013-06-09	2013-06-15	0,1	2,2	0,0	2,3	1,0	0,0	1,0
25	2013-06-16	2013-06-22	0,1	2,5	0,0	2,6	0,9	0,0	0,9
26	2013-06-23	2013-06-29	0,1	5,0	0,0	5,2	2,3	0,0	2,3
27	2013-06-30	2013-07-06	0,1	3,1	0,0	3,2	1,8	0,0	1,8
28	2013-07-07	2013-07-13	0,1	1,7	0,0	1,8	0,9	0,0	0,9
29	2013-07-14	2013-07-20	0,1	1,6	0,0	1,7	0,6	0,0	0,6
30	2013-07-21	2013-07-27	0,1	1,5	0,0	1,5	0,6	0,0	0,6
31	2013-07-28	2013-08-03	0,1	1,0	0,0	1,1	0,5	0,0	0,5
32	2013-08-04	2013-08-10	0,1	1,4	0,0	1,4	2,7	0,0	2,7
33	2013-08-11	2013-08-17	0,0	2,4	0,0	2,4	0,7	0,0	0,7
34	2013-08-18	2013-08-24	0,0	1,6	0,0	1,6	0,6	0,0	0,6
35	2013-08-25	2013-08-31	0,0	1,6	0,0	1,6	1,1	0,0	1,1
36	2013-09-01	2013-09-07	0,0	1,3	0,0	1,3	0,7	0,0	0,7
37	2013-09-08	2013-09-14	0,0	3,5	0,0	3,5	1,4	0,0	1,4
38	2013-09-15	2013-09-21	0,0	1,8	0,0	1,8	0,7	0,0	0,7
39	2013-09-22	2013-09-28	0,0	4,8	0,0	4,8	1,4	0,0	1,4
40	2013-09-29	2013-10-05	0,1	1,5	0,0	1,6	0,7	0,0	0,7
41	2013-10-06	2013-10-12	0,2	1,8	0,0	2,1	0,8	0,0	0,8
42	2013-10-13	2013-10-19	0,2	2,2	0,0	2,4	1,5	0,0	1,5
43	2013-10-20	2013-10-26	0,2	6,4	0,0	6,6	4,8	0,0	4,8
44	2013-10-27	2013-11-02	0,2	11,3	0,0	11,5	5,9	0,0	5,9
45	2013-11-03	2013-11-09	0,2	5,8	0,1	6,1	4,1	0,1	4,2
46	2013-11-10	2013-11-16	0,3	5,8	0,6	6,7	3,8	0,6	4,4
47	2013-11-17	2013-11-23	0,3	1,4	0,7	2,4	3,6	0,7	4,3
48	2013-11-24	2013-11-30	0,3	1,2	0,6	2,1	3,7	0,6	4,2
49	2013-12-01	2013-12-07	0,2	4,1	0,4	4,6	2,3	0,4	2,7
50	2013-12-08	2013-12-14	0,1	4,2	0,4	4,7	2,9	0,4	3,3
2 à 31	2013-01-06	2013-08-03	3,7	130,7	15,2	149,6	61,1	15,2	76,4
33 à 39	2013-08-11	2013-09-28	0,0	16,9	0,0	16,9	6,6	0,0	6,6
41 à 48	2013-10-06	2013-11-30	2,0	35,9	2,0	39,9	28,1	2,0	30,1
2 à 48	2013-01-02	2013-11-30	5,8	188,6	17,5	211,9	99,9	17,5	117,4

**Tableau 115 - 2014 : 24 h - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh/m<sup>2</sup>)**

Période : 24 h			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2014			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
51	2013-12-15	2013-12-21	0,5	19,0	3,9	23,4	10,0	3,9	13,9
52	2013-12-22	2013-12-28	0,4	21,5	5,8	27,7	12,3	5,8	18,1
1	2013-12-29	2014-01-04	0,4	56,8	3,5	60,7	26,8	3,5	30,2
2	2014-01-05	2014-01-11	0,4	44,3	3,6	48,3	20,9	3,6	24,4
3	2014-01-12	2014-01-18	0,4	43,1	3,0	46,5	19,9	3,0	22,9
4	2014-01-19	2014-01-25	0,5	64,8	5,6	70,8	26,3	5,6	31,9
5	2014-01-26	2014-02-01	0,8	61,9	3,7	66,4	28,2	3,7	32,0
6	2014-02-02	2014-02-08	0,8	63,9	0,6	65,3	31,6	0,6	32,2
7	2014-02-09	2014-02-15	0,9	55,9	2,0	58,8	27,9	2,0	29,8
8	2014-02-16	2014-02-22	0,9	42,9	1,8	45,6	25,7	1,8	27,5
9	2014-02-23	2014-03-01	0,9	50,6	1,8	53,4	31,6	1,8	33,5
10	2014-03-02	2014-03-08	0,9	48,4	2,4	51,6	28,5	2,4	30,8
11	2014-03-09	2014-03-15	0,8	53,6	1,2	55,6	30,1	1,2	31,3
12	2014-03-16	2014-03-22	0,9	53,1	1,5	55,4	29,9	1,5	31,4
13	2014-03-23	2014-03-29	0,9	47,6	2,0	50,4	28,0	2,0	30,0
14	2014-03-30	2014-04-05	0,8	36,8	1,5	39,1	24,5	1,5	26,0
15	2014-04-06	2014-04-12	0,8	28,3	1,3	30,5	18,7	1,3	20,0
16	2014-04-13	2014-04-19	0,8	30,1	0,9	31,8	18,1	0,9	19,0
17	2014-04-20	2014-04-26	0,8	24,4	0,0	25,2	18,9	0,0	18,9
18	2014-04-27	2014-05-03	0,9	21,5	0,0	22,4	19,7	0,0	19,7
19	2014-05-04	2014-05-10	0,9	20,6	0,0	21,5	13,8	0,0	13,8
20	2014-05-11	2014-05-17	0,7	13,5	0,0	14,3	11,0	0,0	11,0
21	2014-05-18	2014-05-24	0,7	21,8	0,0	22,5	13,3	0,0	13,3
22	2014-05-25	2014-05-31	0,7	25,4	0,0	26,1	15,1	0,0	15,1
23	2014-06-01	2014-06-07	0,6	18,8	0,0	19,4	10,2	0,0	10,2
24	2014-06-08	2014-06-14	0,7	19,8	0,0	20,5	11,4	0,0	11,4
25	2014-06-15	2014-06-21	0,6	17,7	0,0	18,3	8,7	0,0	8,7
26	2014-06-22	2014-06-28	0,5	12,8	0,0	13,3	7,3	0,0	7,3
27	2014-06-29	2014-07-05	0,3	12,1	0,0	12,4	6,6	0,0	6,6
28	2014-07-06	2014-07-12	0,4	14,0	0,0	14,4	7,5	0,0	7,5
29	2014-07-13	2014-07-19	0,4	16,3	0,0	16,6	8,5	0,0	8,5
30	2014-07-20	2014-07-26	0,4	9,7	0,0	10,0	6,2	0,0	6,2
31	2014-07-27	2014-08-02	0,5	19,0	0,0	19,4	8,9	0,0	8,9
32	2014-08-03	2014-08-09	0,5	12,8	0,0	13,4	7,0	0,0	7,0
33	2014-08-10	2014-08-16	0,6	15,7	0,0	16,3	8,5	0,0	8,5
34	2014-08-17	2014-08-23	0,6	17,5	0,0	18,1	10,1	0,0	10,1
35	2014-08-24	2014-08-30	0,5	13,4	0,0	13,9	8,7	0,0	8,7
36	2014-08-31	2014-09-06	0,6	14,8	0,0	15,4	8,2	0,0	8,2
37	2014-09-07	2014-09-13	0,7	19,6	0,0	20,3	12,0	0,0	12,0
38	2014-09-14	2014-09-20	0,7	19,3	0,0	20,0	16,2	0,0	16,2
39	2014-09-21	2014-09-27	0,7	17,1	0,0	17,8	11,8	0,0	11,8
40	2014-09-28	2014-10-04	0,7	19,1	0,0	19,8	11,4	0,0	11,4
41	2014-10-05	2014-10-11	0,9	21,9	0,0	22,8	17,7	0,0	17,7
42	2014-10-12	2014-10-18	0,8	16,4	0,0	17,2	10,9	0,0	10,9
43	2014-10-19	2014-10-25	0,9	30,8	0,0	31,7	21,6	0,0	21,6
44	2014-10-26	2014-11-01	0,9	23,9	0,0	24,9	19,4	0,0	19,4
45	2014-11-02	2014-11-08	0,9	30,7	0,0	31,7	20,4	0,0	20,4
46	2014-11-09	2014-11-15	1,0	32,4	0,0	33,4	22,0	0,0	22,0
47	2014-11-16	2014-11-22	1,0	42,9	0,0	43,9	24,4	0,0	24,4
48	2014-11-23	2014-11-29	1,0	36,3	0,0	37,3	21,0	0,0	21,0
49	2014-11-30	2014-12-06	0,7	47,5	0,0	48,2	21,2	0,0	21,2
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	18,9	921,6	32,8	973,2	519,4	32,8	552,2
28 à 29	2014-07-06	2014-07-26	1,2	40,0	0,0	41,1	22,2	0,0	22,2
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	13,0	384,8	0,0	397,8	251,2	0,0	251,2
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	34,0	1 401,8	34,3	1 470,1	820,3	34,3	854,6

**Tableau 116 - 2014 : NUIT - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m<sup>2</sup>)**

Période : NUIT			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2014			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
51	2013-12-15	2013-12-21	0,3	14,5	2,3	17,1	7,5	2,3	9,8
52	2013-12-22	2013-12-28	0,3	16,6	3,5	20,4	9,0	3,5	12,5
1	2013-12-29	2014-01-04	0,3	40,7	2,3	43,3	18,2	2,3	20,5
2	2014-01-05	2014-01-11	0,2	30,4	2,3	33,0	13,9	2,3	16,2
3	2014-01-12	2014-01-18	0,3	28,0	1,9	30,1	12,9	1,9	14,7
4	2014-01-19	2014-01-25	0,3	41,0	3,5	44,7	16,9	3,5	20,4
5	2014-01-26	2014-02-01	0,5	37,6	2,3	40,4	18,1	2,3	20,4
6	2014-02-02	2014-02-08	0,5	38,0	0,0	38,5	20,5	0,0	20,6
7	2014-02-09	2014-02-15	0,5	26,7	1,2	28,4	17,5	1,2	18,7
8	2014-02-16	2014-02-22	0,5	22,1	0,9	23,5	14,9	0,9	15,8
9	2014-02-23	2014-03-01	0,5	30,3	1,1	31,9	16,7	1,1	17,8
10	2014-03-02	2014-03-08	0,5	30,0	1,8	32,3	17,0	1,8	18,8
11	2014-03-09	2014-03-15	0,4	24,8	0,7	25,9	13,7	0,7	14,4
12	2014-03-16	2014-03-22	0,5	22,2	0,6	23,2	14,1	0,6	14,7
13	2014-03-23	2014-03-29	0,4	18,4	0,8	19,6	11,9	0,8	12,7
14	2014-03-30	2014-04-05	0,4	13,6	0,3	14,3	11,1	0,3	11,4
15	2014-04-06	2014-04-12	0,4	7,6	0,5	8,5	7,8	0,5	8,3
16	2014-04-13	2014-04-19	0,4	13,0	0,2	13,6	8,0	0,2	8,2
17	2014-04-20	2014-04-26	0,3	9,8	0,0	10,1	8,1	0,0	8,1
18	2014-04-27	2014-05-03	0,3	6,0	0,0	6,3	6,2	0,0	6,2
19	2014-05-04	2014-05-10	0,3	6,2	0,0	6,5	5,1	0,0	5,1
20	2014-05-11	2014-05-17	0,3	4,3	0,0	4,6	4,3	0,0	4,3
21	2014-05-18	2014-05-24	0,3	5,9	0,0	6,2	4,7	0,0	4,7
22	2014-05-25	2014-05-31	0,3	6,5	0,0	6,7	4,4	0,0	4,4
23	2014-06-01	2014-06-07	0,2	3,2	0,0	3,4	3,0	0,0	3,0
24	2014-06-08	2014-06-14	0,2	3,9	0,0	4,1	3,0	0,0	3,0
25	2014-06-15	2014-06-21	0,3	6,4	0,0	6,7	3,7	0,0	3,7
26	2014-06-22	2014-06-28	0,2	5,4	0,0	5,6	3,1	0,0	3,1
27	2014-06-29	2014-07-05	0,1	4,6	0,0	4,7	2,1	0,0	2,1
28	2014-07-06	2014-07-12	0,1	6,1	0,0	6,2	3,0	0,0	3,0
29	2014-07-13	2014-07-19	0,1	6,5	0,0	6,6	3,3	0,0	3,3
30	2014-07-20	2014-07-26	0,1	4,6	0,0	4,7	2,5	0,0	2,5
31	2014-07-27	2014-08-02	0,2	7,3	0,0	7,5	3,1	0,0	3,1
32	2014-08-03	2014-08-09	0,2	6,3	0,0	6,5	2,8	0,0	2,8
33	2014-08-10	2014-08-16	0,2	5,7	0,0	5,9	2,9	0,0	2,9
34	2014-08-17	2014-08-23	0,3	8,1	0,0	8,3	3,5	0,0	3,5
35	2014-08-24	2014-08-30	0,2	7,2	0,0	7,4	3,4	0,0	3,4
36	2014-08-31	2014-09-06	0,2	6,4	0,0	6,7	3,2	0,0	3,2
37	2014-09-07	2014-09-13	0,3	9,0	0,0	9,3	5,3	0,0	5,3
38	2014-09-14	2014-09-20	0,3	10,0	0,0	10,3	7,5	0,0	7,5
39	2014-09-21	2014-09-27	0,4	7,5	0,0	7,9	5,0	0,0	5,0
40	2014-09-28	2014-10-04	0,3	9,5	0,0	9,9	5,4	0,0	5,4
41	2014-10-05	2014-10-11	0,4	9,9	0,0	10,3	7,3	0,0	7,3
42	2014-10-12	2014-10-18	0,4	6,9	0,0	7,3	5,1	0,0	5,1
43	2014-10-19	2014-10-25	0,5	8,2	0,0	8,7	8,4	0,0	8,4
44	2014-10-26	2014-11-01	0,5	6,9	0,0	7,4	7,9	0,0	7,9
45	2014-11-02	2014-11-08	0,6	12,4	0,0	13,0	8,9	0,0	8,9
46	2014-11-09	2014-11-15	0,6	14,4	0,0	15,0	10,0	0,0	10,0
47	2014-11-16	2014-11-22	0,6	26,2	0,0	26,8	12,1	0,0	12,1
48	2014-11-23	2014-11-29	0,6	20,1	0,0	20,7	11,2	0,0	11,2
49	2014-11-30	2014-12-06	0,4	31,5	0,0	31,9	13,8	0,0	13,8
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	8,9	441,4	18,1	468,4	260,8	18,1	278,9
28 à 29	2014-07-06	2014-07-26	0,4	17,1	0,0	17,5	8,7	0,0	8,7
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	6,7	174,7	0,0	181,5	110,0	0,0	110,0
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	16,3	662,7	19,2	698,2	392,8	19,2	412,0

**Tableau 117 - 2014 : JOUR - Chaleur émise par les différentes boucles de chauffe (kWh net/m<sup>2</sup>)**

Période : JOUR			9 à 10				1 à 8		
Semaine	Début	Fin	TCC	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL	Pourtour-Sol	Toit	TOTAL
2014			kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
51	2013-12-15	2013-12-21	0,1	0,9	0,8	1,8	0,5	0,8	1,3
52	2013-12-22	2013-12-28	0,1	0,8	1,1	2,0	0,6	1,1	1,8
1	2013-12-29	2014-01-04	0,1	4,5	0,3	4,9	2,6	0,3	2,9
2	2014-01-05	2014-01-11	0,1	5,9	0,5	6,5	2,2	0,5	2,7
3	2014-01-12	2014-01-18	0,1	9,0	0,4	9,5	2,5	0,4	2,9
4	2014-01-19	2014-01-25	0,1	10,9	0,8	11,8	3,3	0,8	4,1
5	2014-01-26	2014-02-01	0,2	12,1	0,5	12,7	3,5	0,5	4,0
6	2014-02-02	2014-02-08	0,2	14,0	0,4	14,6	3,1	0,4	3,5
7	2014-02-09	2014-02-15	0,2	16,5	0,3	17,0	3,0	0,3	3,3
8	2014-02-16	2014-02-22	0,2	12,5	0,4	13,1	4,6	0,4	5,0
9	2014-02-23	2014-03-01	0,2	10,7	0,3	11,2	6,9	0,3	7,2
10	2014-03-02	2014-03-08	0,2	8,5	0,2	8,9	4,4	0,2	4,6
11	2014-03-09	2014-03-15	0,2	15,1	0,2	15,5	7,8	0,2	8,1
12	2014-03-16	2014-03-22	0,2	17,9	0,5	18,5	7,7	0,5	8,2
13	2014-03-23	2014-03-29	0,2	15,6	0,4	16,2	7,0	0,4	7,4
14	2014-03-30	2014-04-05	0,2	11,0	0,5	11,8	4,9	0,5	5,4
15	2014-04-06	2014-04-12	0,2	10,9	0,3	11,5	3,4	0,3	3,8
16	2014-04-13	2014-04-19	0,3	6,5	0,4	7,1	3,3	0,4	3,7
17	2014-04-20	2014-04-26	0,3	7,8	0,0	8,0	4,1	0,0	4,1
18	2014-04-27	2014-05-03	0,3	6,7	0,0	7,0	5,5	0,0	5,5
19	2014-05-04	2014-05-10	0,3	7,0	0,0	7,3	3,1	0,0	3,1
20	2014-05-11	2014-05-17	0,2	4,6	0,0	4,8	1,8	0,0	1,8
21	2014-05-18	2014-05-24	0,2	6,3	0,0	6,5	2,4	0,0	2,4
22	2014-05-25	2014-05-31	0,2	10,3	0,0	10,5	4,8	0,0	4,8
23	2014-06-01	2014-06-07	0,2	5,8	0,0	5,9	2,1	0,0	2,1
24	2014-06-08	2014-06-14	0,2	7,8	0,0	8,0	3,5	0,0	3,5
25	2014-06-15	2014-06-21	0,1	2,6	0,0	2,7	0,9	0,0	0,9
26	2014-06-22	2014-06-28	0,1	3,0	0,0	3,2	1,6	0,0	1,6
27	2014-06-29	2014-07-05	0,1	3,8	0,0	3,9	2,2	0,0	2,2
28	2014-07-06	2014-07-12	0,1	3,3	0,0	3,5	1,8	0,0	1,8
29	2014-07-13	2014-07-19	0,1	3,8	0,0	3,9	2,2	0,0	2,2
30	2014-07-20	2014-07-26	0,1	1,7	0,0	1,8	1,3	0,0	1,3
31	2014-07-27	2014-08-02	0,1	5,0	0,0	5,1	2,6	0,0	2,6
32	2014-08-03	2014-08-09	0,1	2,7	0,0	2,9	1,6	0,0	1,6
33	2014-08-10	2014-08-16	0,2	4,8	0,0	5,0	2,8	0,0	2,8
34	2014-08-17	2014-08-23	0,1	3,3	0,0	3,4	3,1	0,0	3,1
35	2014-08-24	2014-08-30	0,1	1,5	0,0	1,6	2,4	0,0	2,4
36	2014-08-31	2014-09-06	0,2	5,0	0,0	5,1	2,8	0,0	2,8
37	2014-09-07	2014-09-13	0,2	5,3	0,0	5,5	3,0	0,0	3,0
38	2014-09-14	2014-09-20	0,2	3,4	0,0	3,5	2,9	0,0	2,9
39	2014-09-21	2014-09-27	0,2	5,2	0,0	5,4	3,4	0,0	3,4
40	2014-09-28	2014-10-04	0,2	4,4	0,0	4,6	2,8	0,0	2,8
41	2014-10-05	2014-10-11	0,2	4,9	0,0	5,1	4,6	0,0	4,6
42	2014-10-12	2014-10-18	0,2	4,3	0,0	4,5	2,6	0,0	2,6
43	2014-10-19	2014-10-25	0,2	13,4	0,0	13,6	7,1	0,0	7,1
44	2014-10-26	2014-11-01	0,2	10,1	0,0	10,3	5,3	0,0	5,3
45	2014-11-02	2014-11-08	0,2	10,2	0,0	10,3	5,6	0,0	5,6
46	2014-11-09	2014-11-15	0,2	9,0	0,0	9,2	6,2	0,0	6,2
47	2014-11-16	2014-11-22	0,2	5,9	0,0	6,1	5,9	0,0	5,9
48	2014-11-23	2014-11-29	0,2	7,1	0,0	7,3	4,3	0,0	4,3
49	2014-11-30	2014-12-06	0,1	6,0	0,0	6,1	2,5	0,0	2,5
2 à 26	2014-01-05	2014-06-28	4,8	238,9	6,3	250,0	97,5	6,3	103,7
28 à 29	2014-07-06	2014-07-26	0,4	8,9	0,0	9,2	5,3	0,0	5,3
32 à 48	2014-08-03	2014-11-29	3,0	100,5	0,0	103,5	66,4	0,0	66,4
2 à 48	2014-01-02	2014-11-29	8,4	359,3	6,4	374,1	175,3	6,4	181,7



**Tableau 118 - Taux de variation de la chaleur émise par unité de surface des boucles de chauffe des chapelles 9 à 10 versus celles des chapelles 1 à 8**

$\Delta_{9.à.10.vs.1.à.8}$				
Périodes	Semaines	2013	2014	$\Delta_{2014-2013}$
		%	%	%
<b>24 h</b>	2 à 48	37,7%	41,9%	4,2%
<b>NUIT</b>	2 à 48	33,8%	41,0%	7,2%
<b>JOUR</b>	2 à 48	44,6%	51,4%	6,8%

Voici quelques observations :

- En 2013 pour la période « 24 h » et les semaines 2 à 48 (données et semaines complètes), les boucles de chauffe des chapelles 9 et 10 ont émis 37,7 % plus de chaleur que celles des chapelles 1 à 8 pour répondre aux besoins de chauffe. Explication : la cage aspirante de la chapelle 9 est localisée près d'une zone jugée froide qui est la section de l'emballage et du quai de réception (voir le Schéma 5 à la page 45 et l'Annexe 3 - Schémas détaillés de l'entreprise Excel-Serres ltée et de la localisation des principaux systèmes (valide pour 2013 et 2014)). La cage aspirante de la chapelle 9 est localisée près de cette zone froide, tandis que la cage aspirante de la chapelle 2 en est éloignée. Ainsi, la cage de la chapelle 9 qui contrôle les boucles de chauffe des chapelles 9 et 10 est davantage sollicitée pour être en mesure de maintenir la consigne de chauffe qui est identique dans tout le complexe de serres. Bref, les boucles de chauffe des chapelles 9 à 10 doivent compenser pour l'inertie de la cage aspirante de la chapelle 2 qui est moins affectée par la zone froide. Ceci explique aussi pourquoi la température moyenne y est plus élevée dans les boucles de chauffe des chapelles 9 à 10 par rapport à celles des chapelles 1 à 8, car l'eau chaude y circule davantage.
- Pour les 15 premières semaines de 2013 (semaines 1 à 15), les boucles de chauffe des chapelles 9 et 10 ont émis 11,5 % plus de chaleur que celles des chapelles 1 à 8 pour répondre aux besoins de chauffe de JOUR par rapport à la NUIT (11,5 % = 50,2 % - 38,7 %). Explication : le JOUR, l'entreprise utilise davantage le quai de réception d'où une plus grande sollicitation des boucles de chauffe des chapelles 9 à 10.
- Pour les 15 premières semaines de 2014 (semaines 1 à 15), les boucles de chauffe des chapelles 9 et 10 ont émis 17,9 % plus de chaleur que celles des chapelles 1 à 8 pour répondre aux besoins de chauffe de JOUR par rapport à la NUIT (17,9 % = 60,8 % - 42,9 %). Explication : le JOUR, l'entreprise utilise davantage le quai de réception d'où une plus grande sollicitation des boucles de chauffe des chapelles 9 à 10. La valeur est plus élevée qu'en 2013, car l'hiver 2014 ( $DJc_{2014.1-15} = 2\ 803$ ) a été plus froide que l'hiver 2013 ( $DJc_{2013.1-15} = 2\ 380$ ).
- Pour les 15 premières semaines et pour la période de NUIT, l'écart entre 2014 et 2013 est de 4,2 %, tandis que de JOUR l'écart est de 10,6 %. Explication : le JOUR, l'entreprise utilise davantage le quai de réception. De plus, l'hiver 2014 ( $DJc_{2014.1-15} = 2\ 803$ ) a été plus froide que l'hiver 2013 ( $DJc_{2013.1-15} = 2\ 380$ ).

Le lecteur trouvera dans les tableaux suivants (Tableau 119, Tableau 120, Tableau 121) la chaleur émise totale (24 h) pour les différentes boucles de chauffe; les besoins de chauffe (DJc), de ventilation (DJv) et de déshumidification (DJd) et le taux d'ouverture moyen des toits ouvrants pour les semaines 10 à 46 des années 2013 et 2014. Ces tableaux seront utilisés pour expliquer la variation des résultats agronomiques entre 2013 et 2014.

**Tableau 119 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 1 à 10**

Période		Q <sub>1.à.10</sub>	DJc	DJv	DJd	Taux d'ouverture Toits ouvrants
Début	Fin	kWh	°C	°C	%	%
2013-03-03	2013-11-14	1 432 060	1 725	368	1 091	34,3
2014-03-02	2014-11-13	2 199 612	1 939	194	1 342	35,1
$\Delta_{2014.vs.2013}$ :		<b>53,6%</b>	<b>12,4%</b>	<b>-47,3%</b>	<b>23,1%</b>	<b>2,4%</b>

Note : Djx proportionnels à la superficie des chapelles 1 à 8, et 9 à 10.

**Tableau 120 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 1 à 8**

Période		Q <sub>1.à.8</sub>	DJc	DJv	DJd	Taux d'ouverture Toits ouvrants
Début	Fin	kWh	°C	°C	%	%
2013-03-03	2013-11-14	1 039 218	1 721	371	1 224	36,6
2014-03-02	2014-11-13	1 585 164	1 937	192	1 544	38,3
$\Delta_{2014.vs.2013}$ :		<b>52,5%</b>	<b>12,5%</b>	<b>-48,2%</b>	<b>26,1%</b>	<b>4,8%</b>

**Tableau 121 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe, les variations des besoins climatiques et le taux moyen d'ouverture des toits ouvrants : Chapelles 9 à 10**

Période		Q <sub>9.à.10</sub>	DJc	DJv	DJd	Taux d'ouverture Toits ouvrants
Début	Fin	kWh	°C	°C	%	%
2013-03-03	2013-11-14	392 842	1 741	355	551	30,9
2014-03-02	2014-11-13	614 448	1 950	200	526	30,3
$\Delta_{2014.vs.2013}$ :		<b>56,4%</b>	<b>12,0%</b>	<b>-43,6%</b>	<b>-4,6%</b>	<b>-1,9%</b>

#### 4.2.12. Bilan des ratios d'efficacité énergétique : chauffe, humidité et déshumidification

Cette section présente les ratios d'efficacité énergétique (REÉ) pour la chauffe, la ventilation et la déshumidification sur une base mensuelle et annuelle pour 2013 et 2014. Comme il est présenté au Tableau 9 à la page 47, la chauffe, la ventilation et la déshumidification sont gérées via deux cages aspirantes reliées au système de contrôle ARGUS. La première (CAGE 2) est localisée dans la chapelle 2 et l'autre dans la chapelle 9 (CAGE 9). La localisation des cages aspirantes est présentée à l'Annexe 3 (page 327).

La CAGE 2 et la CAGE 9 possèdent un capteur de température et un capteur d'humidité relative. Tous les deux sont des capteurs électroniques. Divers algorithmes vont gérer les TCC, la chauffe, la ventilation et la déshumidification selon les besoins de l'entreprise. Seuls les TCC sont gérés sans ces cages aspirantes.

Pour l'évaluer les divers ratios, il faut évaluer pour une période donnée :

1. les besoins de chauffe, de ventilation ou de déshumidification;
2. l'énergie émise par les différentes boucles de chauffe (TCC, pourtour-sol, toit);
3. la superficie plancher de serres couverte par les différentes boucles de chauffe.

Les besoins et l'énergie émise par les différentes boucles de chauffe ont été présentés dans les sections précédentes (voir la section 4.2.9 pour les besoins et la section 4.2.11 pour la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe). Concernant les superficies, le Tableau 122 présente les superficies des différentes zones du complexe de serres.

**Tableau 122 - Superficies globales du complexe de serres**

Zones	Sous-total	Total	Sources de chaleur
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
Serre 1 à 8	2 678	3 015	Biomasse, propane, hydro-accumulation
Emballage (Nord de 7 et 8)	156		
Aller (Nord de 1 à 6)	181		
<b>Chapelle 1 à 8</b>			
Serre 9 à 10	685	746	Biomasse, propane, hydro-accumulation
Entrepôt (Nord de 9 et 10)	60		
<b>Chapelle 1 à 8</b>			
Réfrigération	16	97	Non comptabilisée, car superficie non chauffée
Bureau et autres	80		Non comptabilisée, car superficie chauffée à l'électricité et isolée du complexe de serres
<b>Autres - Non comptabilisées</b>			
<b>Total - Complexe de serres</b>		<b>3 857</b>	

Pour les divers REÉ associés aux chapelles 1 à 8, la superficie utilisée est de 3 015 m<sup>2</sup>, tandis qu'elle est de 746 m<sup>2</sup> pour les chapelles 9 à 10. Lors d'audits énergétiques, on utilise seulement les superficies liées à la production. Dans le cadre du présent projet, le REÉ englobe toutes les superficies chauffées à l'eau chaude, car les différentes boucles de chauffe traversent la salle d'emballage, l'allée et l'entrepôt. De plus, ces zones sont à aire ouverte avec les serres.

Les tableaux suivants (Tableau 123, Tableau 124, Tableau 125, Tableau 126, Tableau 127, et Tableau 128) présentent les REÉ de la chauffe (standard) pour les années 2013 et 2014 selon les périodes 24h, NUIT et JOUR. Le REÉ de chauffe sur une base annuelle (2013-01-01 au 2013-12-31) peut être comparé aux REÉ de chauffe évalués antérieurement lors d'audits énergétiques.

**Tableau 123 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2013 - 24 h**

24 h		Sans GP			Avec GP			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2013-01-01	2013-01-31	76,59	8,91	8,59	147,59	8,92	16,55	10,17	48,1%
2013-02-01	2013-02-28	67,76	6,65	10,19	108,76	6,66	16,34	11,41	37,6%
2013-03-01	2013-03-31	70,73	6,15	11,50	109,78	6,19	17,74	12,74	35,2%
2013-04-01	2013-04-30	51,47	3,89	13,23	71,72	3,98	18,03	14,18	26,6%
2013-05-01	2013-05-31	29,41	1,28	22,93	35,29	1,30	27,14	23,76	15,5%
2013-06-01	2013-06-30	20,90	0,46	45,88	37,85	0,46	82,31	53,10	44,3%
2013-07-01	2013-07-31	16,59	0,30	55,14	29,76	0,32	92,90	62,63	40,6%
2013-08-01	2013-08-31	27,69	0,59	47,11	45,98	0,58	79,22	53,47	40,5%
2013-09-01	2013-09-30	34,18	0,97	35,41	68,45	0,96	70,96	42,46	50,1%
2013-10-01	2013-10-31	58,11	1,96	29,60	64,39	1,99	32,35	30,14	8,5%
2013-11-01	2013-11-30	82,51	4,88	16,92	115,27	4,90	23,51	18,23	28,0%
2013-12-01	2013-12-31	74,08	7,76	9,54	120,77	7,76	15,57	10,74	38,7%
2013-01-01	2013-12-31	610,02	43,80	13,93	955,62	44,02	21,71	15,47	35,8%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>542,52</b>	<b>36,59</b>	<b>14,83</b>	<b>842,20</b>	<b>36,81</b>	<b>22,88</b>	<b>16,42</b>	<b>35,2%</b>

**Tableau 124 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2014 - 24 h**

24 h		Sans GP			Avec GP			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2014-01-01	2014-01-31	118,58	9,48	12,51	238,04	9,51	25,03	15,00	50,0%
2014-02-01	2014-02-28	116,25	7,67	15,17	207,01	7,71	26,86	17,48	43,5%
2014-03-01	2014-03-31	132,82	7,99	16,63	219,64	8,04	27,33	18,75	39,1%
2014-04-01	2014-04-12	35,26	1,92	18,32	50,63	1,93	26,17	19,88	30,0%
2014-05-01	2014-05-31	56,63	1,60	35,43	83,85	1,61	52,18	38,75	32,1%
2014-06-01	2014-06-30	37,10	0,63	59,14	68,12	0,63	108,46	68,92	45,5%
2014-07-01	2014-07-31	32,24	0,25	128,33	61,03	0,25	243,04	151,07	47,2%
2014-08-01	2014-08-31	35,71	0,31	113,86	63,20	0,31	201,66	131,27	43,5%
2014-09-01	2014-09-30	48,97	1,08	45,53	71,71	1,08	66,44	49,68	31,5%
2014-10-01	2014-10-31	69,14	2,12	32,61	94,64	2,14	44,28	34,92	26,4%
2014-11-01	2014-11-30	89,14	4,66	19,13	143,60	4,68	30,68	21,42	37,6%
2014-12-01	2014-12-31	48,24	3,52	13,72	92,95	3,51	26,46	16,25	48,1%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>828,60</b>	<b>40,44</b>	<b>20,49</b>	<b>1382,58</b>	<b>40,65</b>	<b>34,01</b>	<b>23,17</b>	<b>39,7%</b>

La dernière prise de données qui inclut une journée entière se termine le 17 décembre.

**Tableau 125 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2013 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2013-01-01	2013-01-31	48,52	5,11	9,49	93,85	5,11	18,37	11,25	48,3%
2013-02-01	2013-02-28	34,69	3,57	9,72	53,52	3,57	14,98	10,76	35,1%
2013-03-01	2013-03-31	31,56	2,67	11,83	42,52	2,70	15,77	12,61	25,0%
2013-04-01	2013-04-30	20,93	1,46	14,31	27,10	1,52	17,81	15,00	19,7%
2013-05-01	2013-05-31	10,95	0,50	21,96	10,68	0,51	20,87	21,75	-5,2%
2013-06-01	2013-06-30	7,07	0,17	40,68	9,96	0,18	55,85	43,69	27,2%
2013-07-01	2013-07-31	6,39	0,14	47,30	9,29	0,14	64,18	50,64	26,3%
2013-08-01	2013-08-31	14,10	0,27	51,97	20,64	0,27	76,58	56,85	32,1%
2013-09-01	2013-09-30	20,56	0,53	38,45	36,50	0,54	67,83	44,27	43,3%
2013-10-01	2013-10-31	31,41	1,05	29,94	26,30	1,06	24,82	28,92	-20,6%
2013-11-01	2013-11-30	46,85	2,60	18,02	70,48	2,61	26,99	19,80	33,2%
2013-12-01	2013-12-31	47,59	4,62	10,30	80,79	4,62	17,48	11,72	41,1%
2013-01-01	2013-12-31	320,62	22,69	14,13	481,62	22,83	21,09	15,51	33,0%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>277,20</b>	<b>18,38</b>	<b>15,08</b>	<b>405,70</b>	<b>18,52</b>	<b>21,90</b>	<b>16,43</b>	<b>31,1%</b>

**Tableau 126 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2014 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2014-01-01	2014-01-31	77,14	5,50	14,02	155,07	5,53	28,05	16,81	50,0%
2014-02-01	2014-02-28	69,74	4,04	17,25	114,26	4,08	28,03	19,38	38,5%
2014-03-01	2014-03-31	64,18	3,54	18,15	102,20	3,56	28,74	20,25	36,9%
2014-04-01	2014-04-12	15,42	0,72	21,45	16,74	0,72	23,12	21,78	7,2%
2014-05-01	2014-05-31	19,40	0,43	44,93	24,29	0,44	55,55	47,04	19,1%
2014-06-01	2014-06-30	12,65	0,12	105,58	19,29	0,12	158,65	116,10	33,5%
2014-07-01	2014-07-31	11,87	0,06	182,93	24,22	0,06	372,93	220,60	50,9%
2014-08-01	2014-08-31	13,12	0,14	90,51	28,60	0,14	197,26	111,68	54,1%
2014-09-01	2014-09-30	21,69	0,58	37,65	34,30	0,58	59,38	41,96	36,6%
2014-10-01	2014-10-31	28,92	1,09	26,66	35,14	1,09	32,25	27,76	17,3%
2014-11-01	2014-11-30	42,57	2,49	17,07	72,67	2,49	29,13	19,46	41,4%
2014-12-01	2014-12-31	30,15	2,06	14,66	60,61	2,05	29,55	17,61	50,4%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>401,51</b>	<b>19,84</b>	<b>20,24</b>	<b>662,88</b>	<b>19,95</b>	<b>33,22</b>	<b>22,81</b>	<b>39,1%</b>



**Tableau 127 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2013 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2013-01-01	2013-01-31	10,27	1,89	5,44	21,58	1,89	11,43	6,63	52,4%
2013-02-01	2013-02-28	15,47	1,54	10,02	29,12	1,54	18,87	11,78	46,9%
2013-03-01	2013-03-31	17,91	1,81	9,92	34,66	1,80	19,22	11,76	48,4%
2013-04-01	2013-04-30	12,36	1,24	10,00	22,70	1,24	18,27	11,64	45,3%
2013-05-01	2013-05-31	7,42	0,35	21,31	11,39	0,35	32,79	23,59	35,0%
2013-06-01	2013-06-30	6,19	0,11	55,04	12,63	0,11	112,40	66,41	51,0%
2013-07-01	2013-07-31	3,77	0,08	50,12	7,80	0,08	103,32	60,67	51,5%
2013-08-01	2013-08-31	5,12	0,13	40,37	7,01	0,13	55,65	43,40	27,4%
2013-09-01	2013-09-30	4,09	0,18	22,73	10,70	0,18	60,04	30,13	62,1%
2013-10-01	2013-10-31	11,16	0,41	27,10	18,01	0,42	43,17	30,28	37,2%
2013-11-01	2013-11-30	17,94	1,17	15,29	19,85	1,18	16,80	15,59	9,0%
2013-12-01	2013-12-31	9,63	1,55	6,20	13,75	1,55	8,87	6,73	30,2%
2013-01-01	2013-12-31	121,34	10,46	11,60	209,19	10,47	19,99	13,27	41,9%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>112,93</b>	<b>9,03</b>	<b>12,51</b>	<b>196,41</b>	<b>9,04</b>	<b>21,73</b>	<b>14,34</b>	<b>42,4%</b>

**Tableau 128 - Ratio d'efficacité énergétique - Chauffage standard - 2014 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJc	R	Q	100 DJc	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	%
2014-01-01	2014-01-31	14,26	1,96	7,28	37,99	1,96	19,43	9,69	62,5%
2014-02-01	2014-02-28	17,09	1,81	9,43	51,49	1,81	28,50	13,21	66,9%
2014-03-01	2014-03-31	31,43	2,24	14,02	62,27	2,25	27,65	16,72	49,3%
2014-04-01	2014-04-12	6,19	0,62	9,97	16,28	0,62	26,27	13,20	62,0%
2014-05-01	2014-05-31	13,08	0,55	23,63	28,57	0,55	51,96	29,25	54,5%
2014-06-01	2014-06-30	8,07	0,20	39,99	19,00	0,20	94,85	50,87	57,8%
2014-07-01	2014-07-31	8,76	0,06	149,81	15,38	0,06	265,04	172,65	43,5%
2014-08-01	2014-08-31	10,37	0,03	375,54	13,66	0,03	494,17	399,06	24,0%
2014-09-01	2014-09-30	12,17	0,19	63,73	18,07	0,19	95,09	69,95	33,0%
2014-10-01	2014-10-31	19,09	0,48	39,61	31,29	0,49	64,28	44,50	38,4%
2014-11-01	2014-11-30	22,59	1,08	20,84	33,90	1,10	30,94	22,84	32,7%
2014-12-01	2014-12-31	5,92	0,73	8,12	10,36	0,73	14,28	9,34	43,2%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>175,07</b>	<b>10,02</b>	<b>17,47</b>	<b>347,11</b>	<b>10,04</b>	<b>34,58</b>	<b>20,86</b>	<b>175,07</b>

Viabilité des résultats : bilan climatique, bilan énergétique, ratios d'efficacité énergétique

Le Tableau 123 et le Tableau 124 sont importants, car ils indiquent si les mesures sont viables ou non. Pour ce faire, il faut comparer le REÉ de chauffe sur une base annuelle (période du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au 31 décembre 2013) par rapport aux autres REÉ de chauffe évalués dans le passé pour une période de 365 jours. Pour faire ce comparatif de façon juste, il faut que la vocation<sup>31</sup> et les caractéristiques intrinsèques de la serre au niveau des dimensions et de l'enveloppe thermique<sup>32</sup> aient peu changé. Ce qui est le cas.

Le Tableau 129 présente le REÉ de chauffe pour différentes années sur une base annuelle. Les REÉ de chauffe sont du même ordre. Ainsi, les REÉ de chauffe évalués dans le cadre du projet sont jugés valables. Ceci implique aussi que la méthodologie utilisée pour effectuer les divers bilans climatiques et énergétiques présentés dans ce rapport, incluant les REÉ de ventilation et les REÉ de déshumidification qui vont suivre, sont aussi valables.

Le Tableau 130 compare les REÉ des années 2013 et 2014 pour 337 jours. On observe que le taux a augmenté significativement

**Tableau 129 - Ratios d'efficacité énergétique d'Excel-Serres – 365 jours (2004, 2008, 2013)**

Année (365 jours)	REÉ chauffe	
	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/pi <sup>2</sup> / 100 DJc
2013	15,47	1,44
2008-2009 <sup>A</sup>	13,45	1,25
2004-2005 <sup>A</sup>	17,18	1,60

<sup>A</sup> Référence : audits énergétiques réalisés par Gilles Cadotte, agr. et Marco Girouard, ing.

**Tableau 130 - Ratios d'efficacité énergétique d'Excel-Serres – 337 jours (2013, 2014)**

Année (337 jours)	REÉ chauffe <sup>A</sup>	
	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJc	kWh/pi <sup>2</sup> / 100 DJc
2014	23,17	2,15
2013	16,42	1,53

<sup>A</sup> Période du 1er janvier au 3 décembre inclusivement.

<sup>31</sup> Pour les années où les divers REÉ de chauffe ont été évalués, l'entreprise a produit des tomates avec les mêmes périodes d'utilisation du complexe de serres.

<sup>32</sup> Pour les années où les divers REÉ de chauffe ont été évalués, l'entreprise n'a pas modifié l'isolation du complexe de serres. De plus, elle n'a pas utilisé d'écrans thermiques. Le système de chauffe est jugé similaire dans son ensemble en tenant compte des contextes passés et celui d'aujourd'hui (exemples : biomasse, propane, hydro-accumulation).

## REÉ de chauffe : observations et commentaires

Pour la période du 2013-01-01 au 2013-12-03 (337 jours), on observe que le REÉ de chauffe GLOBAL de NUIT est plus élevé que celui du JOUR d'environ 12,7 % (**16,43 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc** vs **14,34 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**; voir Tableau 125 et Tableau 127 ). Or la différence entre la zone « avec TCC » vs « sans TCC » est plus élevée de JOUR par rapport à la NUIT (**42,4%** vs **31,1%**; Période : 2013-01-01 au 2013-12-03).

Pour 2014, les mêmes phénomènes se produisent. Pour la période du 2014-01-01 au 2014-12-03 (337 jours), on observe que le REÉ de chauffe GLOBAL de NUIT est plus élevé que celui du JOUR d'environ 8,6 % (**22,81 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc** vs **20,86 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**; voir Tableau 126 et Tableau 128). Or la différence entre la zone « avec TCC » vs « sans TCC » est plus élevée de JOUR par rapport à la NUIT (**49,5%** vs **39,1%**; Période : 2013-01-01 au 2013-12-03).

Le REÉ de la chauffe en 2013 (337 jours) est **35,2 %** supérieure dans les chapelles avec TCC (chapelles 9 et 10; **22,88 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**) par rapport aux chapelles sans TCC (chapelles 1 à 8; **14,83 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**). Le REÉ de la chauffe en 2014 (337 jours) est **39,7 %** supérieure dans les chapelles avec TCC (chapelles 9 et 10; **34,01 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**) par rapport aux chapelles sans TCC (chapelles 1 à 8; **20,49 kWh/m<sup>2</sup> / 100 DJc**).

Explication de ces phénomènes : la CAGE 9 est localisée près de la zone d'emballage où on retrouve aussi le quai de réception. Cette zone est considérée comme une zone froide. Diverses données et analyses présentées dans les sections antérieures tant à démontrer cette zone froide pour les années 2013 et 2014. À titre d'exemple, on remarque l'effet probable de la désinstallation du film double en polyéthylène qui sépare les serres de la salle d'emballage lors de la semaine 7. En effet, il se produit une baisse de la température au niveau des capteurs H71, H72, H91 et H92 par rapport à la semaine 6 (voir le Tableau 28 à la page 78 et le Tableau 103 à la page 208).

Ainsi, les boucles de chauffe via la CAGE 9 des chapelles 9 et 10 contribuent davantage à la chauffe de cette zone froide par rapport aux boucles de chauffe des chapelles 1 à 8. Ceci provient du fait que la CAGE 2 est éloignée de la zone froide et elle est ainsi moins sensible à cette zone froide. Ce phénomène peut être expliqué par l'analogie suivante :

*Un bateau vogue sur une mer. Ce bateau représente la température souhaitée dans le complexe de serres. Dans le fond de la cale de ce bateau, on retrouve deux matelots. Ils se nomment respectivement CAGE 2 et CAGE 9. Le matelot nommé CAGE 2 est localisé plus haut que le matelot CAGE 9, car les caractéristiques intrinsèques du bateau (caractéristiques intrinsèques du complexe de serres et des systèmes) font en sorte que la cale du bateau n'est pas à niveau. Ce manque de niveau représente une dynamique climatique et énergétique non uniforme dans la serre causée entre autres par la zone froide (voir Figure 2 à la page 238).*

*Le matelot CAGE 9 aperçoit une fuite d'eau. Cette fuite d'eau représente l'emprise de la zone froide sur la dynamique climatique et énergétique. Cette eau monte au-dessus des pieds du matelot CAGE 9. Pour corriger cette situation, le matelot CAGE 9 utilise un séchoir à cheveux pour réduire le niveau d'eau. Le séchoir à cheveux du matelot CAGE 9 représente les boucles de chauffe des chapelles 9 et 10 (voir la Figure 3). Son confrère CAGE 2 n'intervient pas, car le niveau d'eau n'atteint pas ses pieds. Comme le matelot CAGE 9 n'est pas en mesure d'assécher seul la cale du bateau (limite de la chauffe pour les boucles localisées dans la chapelle 9 et 10), l'eau continue de monter. Lorsque l'eau*

*atteint le matelot CAGE 2, celui-ci commence à utiliser son séchoir à cheveux. Le séchoir du matelot CAGE 2 correspond aux boucles de chauffe des chapelles 1 à 8 (voir la Figure 4). Comme la cale du bateau n'est pas niveau, le matelot de la CAGE 9 devra intervenir plus souvent que l'autre lors d'une fuite d'où un ratio d'efficacité énergétique plus élevé pour le matelot CAGE 9 par rapport à CAGE 2.*

*Si le matelot CAGE 2 était plus près de CAGE 9, celui-ci pourrait intervenir plus rapidement. L'autre option est de faire en sorte que la cale du bateau soit à niveau et de limiter les infiltrations d'eau froide (réduire les zones froides, optimiser les systèmes en place). Dans ce cas, les deux matelots interviendraient en même temps d'où harmonisation des efforts (uniformisation de la dynamique climatique et énergétique du complexe de serres et des ratios d'efficacité énergétique, voir la Figure 5). Un complexe de serres plus uniforme facilite la gestion climatique (chauffe, ventilation, déshumidification, TCC).*

Avec les résultats obtenus, on ne peut pas utiliser les consommations d'énergie ou encore les REÉ de chauffe, de ventilation et de REÉ pour évaluer les économies d'énergie provenant du TCC, car la dynamique climatique et énergétique n'est pas uniforme dans le complexe de serres. Ceci est une caractéristique intrinsèque du complexe de serres qui est ressorti lors des analyses.

Cependant, on sait que les TCC ont un impact positif sur la production d'environ 3 % (voir la section 4.3). Comme la chaleur émise par les TCC demeure faible par rapport aux autres boucles de la chapelle 9 et 10 (2013 - 24 h : apport de 2,5 % des TCC à la chauffe des chapelles 9 et 10; voir le Tableau 105), il est fort probable que le taux de réduction du ratio suivant « kWh/kg de tomates produites » suit le taux d'augmentation de la production.

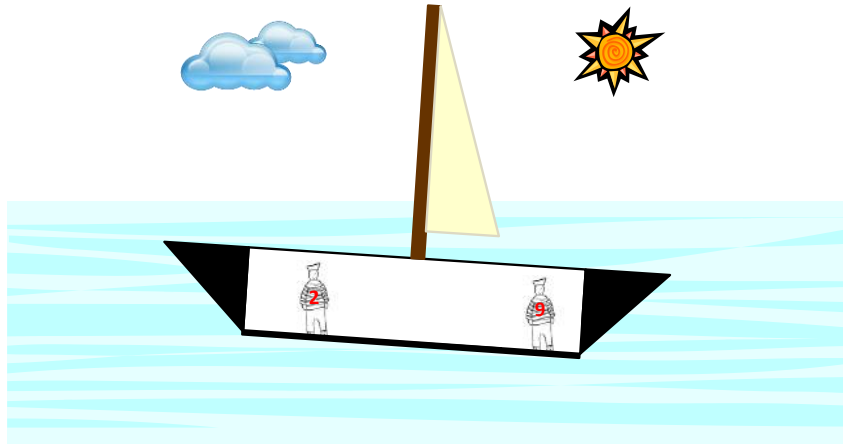


Figure 2 - Dynamique climatique et énergétique non uniforme

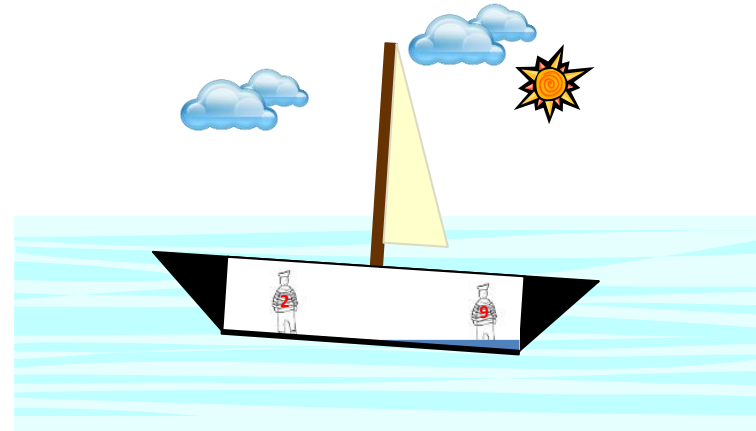


Figure 3 - Matelot « CAGE 9 » travaille en premier

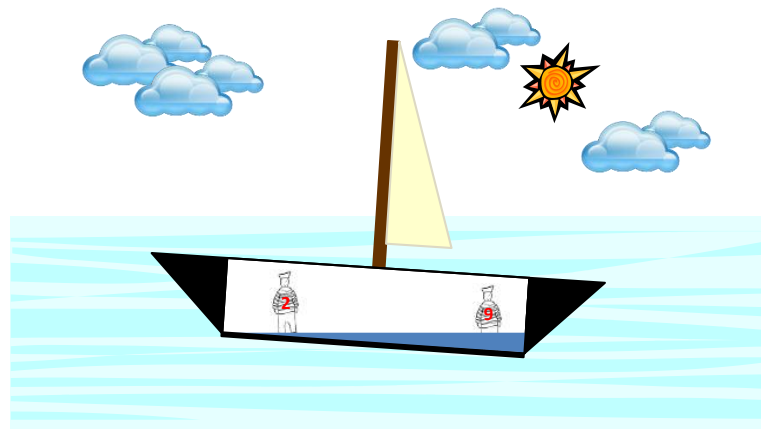


Figure 4 - Matelot « CAGE 2 » commence à travailler à son tour

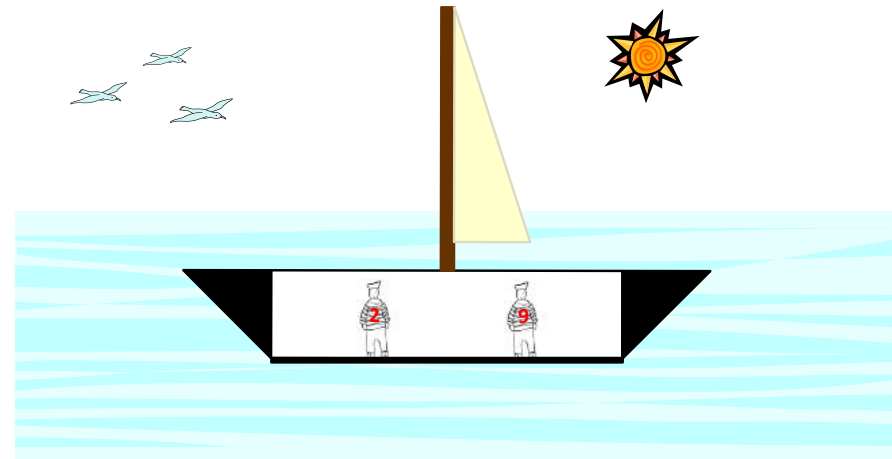


Figure 5 - Dynamique climatique et énergétique uniforme

Les tableaux suivants (Tableau 131, Tableau 132, Tableau 133, Tableau 134, Tableau 135 et Tableau 136) présentent les REÉ de la ventilation (ajustée) pour les années 2013 et 2014 selon les périodes 24h, NUIT et JOUR. Ce ratio indique l'énergie émise par les boucles de chauffe au moment où il y a un besoin de ventilation (toit ouvert).

Les tableaux suivants (Tableau 137, Tableau 138, Tableau 139, Tableau 140, Tableau 141 et Tableau 142) présentent les REÉ de la déshumidification (ajustée) pour les années 2013 et 2014 selon les périodes 24h, NUIT et JOUR. Ce ratio indique l'énergie émise par les boucles de chauffe au moment où il y a un besoin de déshumidification (toit ouvert).

Voici quelques observations pour la période du 1<sup>er</sup> janvier au 3 décembre (inclusivement) :

#### REÉ ventilation (ajustée) - 24 h

- Le REÉ a augmentée de 229,5 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a augmentée de 9,8 % en 2014 par rapport à 2013.

#### REÉ ventilation (ajustée) - NUIT

- Le REÉ a augmentée de 88,4 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a augmentée de 70,3 % en 2014 par rapport à 2013.

#### REÉ ventilation (ajustée) - JOUR

- Le REÉ a augmentée de 230,2 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a augmentée de 21,9 % en 2014 par rapport à 2013.

De ces résultats, on peut dire que les REÉ ventilation (ajustée) ont été plus élevé en 2014 qu'en 2013. Aussi, l'impact de la ventilation survient surtout lors de la période de JOUR. Ce qui est normal pour une serre. L'augmentation du REÉ ventilation (ajustée) pourrait venir des stratégies de gestion de la déshumidification (hypothèse) et de la configuration des systèmes et des infrastructures.

#### REÉ déshumidification (ajustée) - 24 h

- Le REÉ a augmentée de 45,9 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a augmentée de 12,8 % en 2014 par rapport à 2013.

#### REÉ déshumidification (ajustée) - NUIT

- Le REÉ a augmentée de 21,7 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a baissée de 1,3 % en 2014 par rapport à 2013.

#### REÉ déshumidification (ajustée) - JOUR

- Le REÉ a augmentée de 51,9 % en 2014 par rapport à 2013.
- La différence entre la section « Avec TCC » et « Sans TCC » a augmentée de 17,7 % en 2014 par rapport à 2013.

De ces résultats, on peut dire que les REÉ déshumidification (ajustée) ont été plus élevés en 2014 qu'en 2013. Aussi, l'impact de la déshumidification survient surtout lors de la période de JOUR. Ce qui est normal pour une serre. L'augmentation du REÉ déshumidification (ajustée) pourrait venir des stratégies de gestion de la déshumidification (hypothèse) et de la configuration des systèmes et des infrastructures.

Les REÉ pour la ventilation et la déshumidification ont été développés pour évaluer l'efficacité des TCC. Comme il a été mentionné précédemment, ces REÉ ne pourront pas être utilisés pour évaluer l'efficacité des TCC. Cependant, ceux-ci donnent un aperçu de la dynamique climatique et énergétique associée à la ventilation et à la déshumidification. Voici d'autres observations :

- D'une période à l'autre, les besoins de déshumidification fluctuent en fonction de la période de production, des plants, de la ventilation et de la régie utilisée pour gérer les TCC.
- Le besoin de déshumidification en 2013 de NUIT est environ 2,25 fois supérieur dans la section « Sans TCC » vs « Avec TCC ». Toutefois, le REÉ de déshumidification est supérieure de 64,7 % dans la section « Avec TCC » vs « Sans TCC » (voir le Tableau 137). Explication : la section « Avec TCC » utilise plus d'énergie au moment de la déshumidification, car la dynamique climatique et énergétique n'est pas uniforme. Cette situation fausse les résultats et elle indique qu'on ne peut utiliser les REÉ pour évaluer les économies d'énergie. Il ne faut pas oublier que l'apport d'énergie fournie par les TCC pour la chauffe de l'ensemble du complexe de serres est de :
  - 0,7 % pour la période du 1<sup>er</sup> janvier au 30 novembre 2013.
  - 0,7 % pour la période 1<sup>er</sup> janvier au 30 novembre 2014.

L'apport des TCC pour la chauffe de la section « Avec TCC » est de :

- 2,5 % pour la période du 1<sup>er</sup> janvier au 30 novembre 2013.
- 2,3 % pour la période du 1<sup>er</sup> janvier au 30 novembre 2014.

Ces faibles taux n'expliquent pas les différences obtenues au niveau des REÉ de chauffe (références : Tableau 104, Tableau 105).



**Tableau 131 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - 24 h**

24 h		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2013-01-01	2013-01-31	3,91	0,002	1 668	9,51	0,002	4 609	2 251	63,8%
2013-02-01	2013-02-28	18,09	0,015	1 216	28,82	0,009	3 095	1 589	60,7%
2013-03-01	2013-03-31	37,96	0,033	1 168	51,94	0,023	2 238	1 380	47,8%
2013-04-01	2013-04-30	25,68	0,054	474	47,71	0,052	924	563	48,7%
2013-05-01	2013-05-31	15,32	0,393	39	20,87	0,406	51	41	24,2%
2013-06-01	2013-06-30	15,36	0,690	22	30,95	0,699	44	27	49,7%
2013-07-01	2013-07-31	13,67	1,262	11	25,54	1,242	21	13	47,4%
2013-08-01	2013-08-31	19,14	0,554	35	30,41	0,495	61	40	43,7%
2013-09-01	2013-09-30	20,01	0,489	41	31,07	0,433	72	47	42,9%
2013-10-01	2013-10-31	31,02	0,206	150	39,94	0,161	248	170	39,4%
2013-11-01	2013-11-30	47,25	0,053	892	56,17	0,039	1 446	1 002	38,3%
2013-12-01	2013-12-31	10,09	0,013	748	10,84	0,007	1 513	900	50,5%
2013-01-01	2013-12-31	257,48	3,764	68	383,76	3,568	108	76	36,4%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>251,95</b>	<b>3,757</b>	<b>67</b>	<b>375,66</b>	<b>3,563</b>	<b>105</b>	<b>75</b>	<b>36,4%</b>

**Tableau 132 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - 24 h**

24 h		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2014-01-01	2014-01-31	3,67	0,001	2 651	14,02	0,001	13 325	4 767	80,1%
2014-02-01	2014-02-28	42,17	0,014	3 003	73,60	0,016	4 582	3 316	34,5%
2014-03-01	2014-03-31	83,04	0,045	1 853	153,72	0,036	4 327	2 343	57,2%
2014-04-01	2014-04-12	20,82	0,017	1 253	33,53	0,012	2 838	1 567	55,9%
2014-05-01	2014-05-31	35,27	0,133	266	54,31	0,125	435	300	38,9%
2014-06-01	2014-06-30	25,23	0,278	91	46,09	0,257	179	108	49,3%
2014-07-01	2014-07-31	30,13	0,524	58	56,55	0,522	108	68	47,0%
2014-08-01	2014-08-31	32,51	0,528	62	57,58	0,549	105	70	41,3%
2014-09-01	2014-09-30	32,83	0,275	119	44,27	0,344	129	121	7,3%
2014-10-01	2014-10-31	34,56	0,083	417	44,07	0,112	392	412	-6,4%
2014-11-01	2014-11-30	50,56	0,020	2 503	100,75	0,025	4 008	2 802	37,6%
2014-12-01	2014-12-31	7,50	0,003	2 857	12,55	0,002	7 259	3 730	60,6%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>421,56</b>	<b>1,940</b>	<b>217</b>	<b>731,37</b>	<b>2,020</b>	<b>362</b>	<b>246</b>	<b>40,0%</b>

**Tableau 133 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2013-01-01	2013-01-31	1,82	0,001	3 019	3,48	0,001	4 769	3 366	36,7%
2013-02-01	2013-02-28	4,58	0,001	6 868	7,74	0,001	8 743	7 240	21,4%
2013-03-01	2013-03-31	20,24	0,016	1 245	28,14	0,012	2 333	1 461	46,7%
2013-04-01	2013-04-30	12,84	0,023	553	22,29	0,023	978	637	43,5%
2013-05-01	2013-05-31	6,43	0,079	81	6,72	0,099	68	79	-19,2%
2013-06-01	2013-06-30	3,88	0,094	41	7,48	0,113	66	46	37,8%
2013-07-01	2013-07-31	4,86	0,278	17	7,50	0,291	26	19	32,2%
2013-08-01	2013-08-31	8,67	0,117	74	12,83	0,113	114	82	35,0%
2013-09-01	2013-09-30	11,20	0,100	112	17,62	0,106	167	123	32,8%
2013-10-01	2013-10-31	21,47	0,019	1 139	21,84	0,022	1 006	1 113	-13,2%
2013-11-01	2013-11-30	31,99	0,013	2 397	33,01	0,009	3 879	2 691	38,2%
2013-12-01	2013-12-31	5,99	0,002	3 267	3,95	0,000	27 089	7 991	87,9%
2013-01-01	2013-12-31	133,98	0,744	180	172,61	0,788	219	188	17,8%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>132,15</b>	<b>0,743</b>	<b>178</b>	<b>170,29</b>	<b>0,788</b>	<b>216</b>	<b>185</b>	<b>17,7%</b>

**Tableau 134 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2014-01-01	2014-01-31	0,00	0,000		0,00	0,000			
2014-02-01	2014-02-28	24,44	0,003	8 117	27,90	0,001	30 092	12 474	73,0%
2014-03-01	2014-03-31	56,77	0,032	1 778	93,52	0,018	5 157	2 448	65,5%
2014-04-01	2014-04-12	15,42	0,008	1 976	16,74	0,007	2 335	2 048	15,4%
2014-05-01	2014-05-31	18,61	0,040	468	22,83	0,054	422	458	-10,9%
2014-06-01	2014-06-30	12,65	0,140	90	19,29	0,154	125	97	28,0%
2014-07-01	2014-07-31	11,87	0,213	56	24,22	0,215	113	67	50,4%
2014-08-01	2014-08-31	13,12	0,196	67	28,60	0,188	152	84	56,1%
2014-09-01	2014-09-30	17,96	0,092	196	23,60	0,109	216	200	9,0%
2014-10-01	2014-10-31	24,87	0,052	482	26,67	0,063	424	470	-13,6%
2014-11-01	2014-11-30	42,57	0,015	2 880	72,67	0,015	4 695	3 240	38,7%
2014-12-01	2014-12-31	5,53	0,001	7 269	7,67	0,000	24 543	10 694	70,4%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>256,86</b>	<b>0,798</b>	<b>322</b>	<b>385,80</b>	<b>0,837</b>	<b>461</b>	<b>349</b>	<b>30,2%</b>

**Tableau 135 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2013 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2013-01-01	2013-01-31	1,48	0,001	1 976	4,11	0,000	9 388	3 446	79,0%
2013-02-01	2013-02-28	8,57	0,009	961	11,16	0,002	5 301	1 822	81,9%
2013-03-01	2013-03-31	10,59	0,009	1 221	9,95	0,003	3 469	1 666	64,8%
2013-04-01	2013-04-30	9,16	0,027	342	16,55	0,021	787	430	56,5%
2013-05-01	2013-05-31	5,76	0,201	29	9,10	0,179	51	33	43,6%
2013-06-01	2013-06-30	6,19	0,383	16	12,63	0,356	35	20	54,5%
2013-07-01	2013-07-31	3,77	0,619	6	7,80	0,570	14	8	55,4%
2013-08-01	2013-08-31	5,12	0,298	17	7,01	0,241	29	20	41,0%
2013-09-01	2013-09-30	4,09	0,251	16	8,37	0,192	44	22	62,6%
2013-10-01	2013-10-31	4,75	0,118	40	10,10	0,076	133	59	69,9%
2013-11-01	2013-11-30	7,52	0,005	1 521	9,86	0,007	1 510	1 518	-0,7%
2013-12-01	2013-12-31	2,40	0,006	436	3,72	0,004	886	525	50,8%
2013-01-01	2013-12-31	69,41	1,925	36	110,34	1,650	67	42	46,1%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>67,10</b>	<b>1,921</b>	<b>35</b>	<b>107,22</b>	<b>1,646</b>	<b>65</b>	<b>41</b>	<b>46,4%</b>

**Tableau 136 - Ratio d'efficacité énergétique - Ventilation ajustée - 2014 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJv	R	Q	100 DJv	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJv	%
2014-01-01	2014-01-31	3,67	0,001	2 651	13,44	0,001	15 176	5 135	82,5%
2014-02-01	2014-02-28	9,77	0,009	1 119	29,23	0,003	11 271	3 132	90,1%
2014-03-01	2014-03-31	16,62	0,008	2 187	36,60	0,005	6 738	3 089	67,5%
2014-04-01	2014-04-12	4,21	0,009	482	10,69	0,003	3 773	1 134	87,2%
2014-05-01	2014-05-31	10,74	0,081	133	22,70	0,055	412	188	67,7%
2014-06-01	2014-06-30	7,13	0,113	63	16,92	0,072	233	97	73,0%
2014-07-01	2014-07-31	8,76	0,243	36	15,38	0,226	68	42	47,1%
2014-08-01	2014-08-31	10,37	0,275	38	13,66	0,290	47	40	19,8%
2014-09-01	2014-09-30	10,29	0,130	79	15,64	0,160	98	83	18,9%
2014-10-01	2014-10-31	7,64	0,019	392	13,00	0,031	417	397	6,0%
2014-11-01	2014-11-30	0,00	0,000		9,12	0,002	5 759		
2014-12-01	2014-12-31	0,25	0,001	507	2,17	0,000	6 123	1 621	91,7%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>96,83</b>	<b>0,901</b>	<b>107</b>	<b>211,56</b>	<b>0,856</b>	<b>247</b>	<b>135</b>	<b>56,5%</b>

**Tableau 137 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - 24 h**

24 h		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2013-01-01	2013-01-31	24,93	0,192	129,6	32,56	0,084	387,5	180,7	66,6%
2013-02-01	2013-02-28	55,97	0,763	73,3	57,81	0,345	167,8	92,1	56,3%
2013-03-01	2013-03-31	67,05	0,988	67,9	99,29	0,570	174,2	89,0	61,0%
2013-04-01	2013-04-30	50,16	0,821	61,1	59,83	0,275	217,5	92,1	71,9%
2013-05-01	2013-05-31	29,35	1,428	20,6	32,20	0,705	45,7	25,5	55,0%
2013-06-01	2013-06-30	20,89	2,293	9,1	37,43	1,220	30,7	13,4	70,3%
2013-07-01	2013-07-31	16,45	1,762	9,3	29,33	0,853	34,4	14,3	72,9%
2013-08-01	2013-08-31	27,68	1,964	14,1	45,91	0,817	56,2	22,4	74,9%
2013-09-01	2013-09-30	34,18	1,537	22,2	68,43	0,664	103,1	38,3	78,4%
2013-10-01	2013-10-31	56,86	0,960	59,2	54,33	0,229	237,1	94,5	75,0%
2013-11-01	2013-11-30	65,67	0,364	180,4	56,95	0,100	568,6	257,4	68,3%
2013-12-01	2013-12-31	4,15	0,013	315,0	0,42	0,001	582,1	367,9	45,9%
2013-01-01	2013-12-31	453,34	13,084	34,6	574,49	5,862	98,0	47,2	64,6%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>452,76</b>	<b>13,084</b>	<b>34,6</b>	<b>574,07</b>	<b>5,862</b>	<b>97,9</b>	<b>47,2</b>	<b>64,7%</b>

**Tableau 138 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - 24 h**

24 h		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2014-01-01	2014-01-31	34,16	0,091	377,1	55,10	0,103	534,4	408,3	29,4%
2014-02-01	2014-02-28	100,30	0,521	192,4	102,99	0,377	273,5	208,5	29,6%
2014-03-01	2014-03-31	130,68	1,134	115,3	112,87	0,325	347,3	161,3	66,8%
2014-04-01	2014-04-12	35,26	0,486	72,5	43,97	0,124	353,4	128,2	79,5%
2014-05-01	2014-05-31	56,63	1,635	34,6	82,17	0,493	166,6	60,8	79,2%
2014-06-01	2014-06-30	37,10	1,698	21,9	67,96	0,713	95,4	36,4	77,1%
2014-07-01	2014-07-31	32,24	2,108	15,3	60,91	1,033	59,0	24,0	74,1%
2014-08-01	2014-08-31	35,71	2,711	13,2	63,15	1,035	61,0	22,7	78,4%
2014-09-01	2014-09-30	48,96	2,380	20,6	71,62	0,603	118,9	40,1	82,7%
2014-10-01	2014-10-31	69,14	1,860	37,2	94,61	0,555	170,4	63,6	78,2%
2014-11-01	2014-11-30	87,03	0,575	151,4	133,53	0,184	724,8	265,1	79,1%
2014-12-01	2014-12-31	18,34	0,065	282,8	12,96	0,010	1 315,4	487,6	78,5%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>721,49</b>	<b>16,095</b>	<b>44,8</b>	<b>956,65</b>	<b>5,770</b>	<b>165,8</b>	<b>68,8</b>	<b>73,0%</b>



**Tableau 139 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2013-01-01	2013-01-31	8,53	0,026	324,7	1,83	0,000	175 719,2	35 100,3	99,8%
2013-02-01	2013-02-28	23,85	0,143	167,1	5,47	0,001	4 566,4	1 039,3	96,3%
2013-03-01	2013-03-31	28,60	0,165	173,8	35,40	0,013	2 801,4	694,8	93,8%
2013-04-01	2013-04-30	19,62	0,170	115,1	18,46	0,008	2 185,6	525,6	94,7%
2013-05-01	2013-05-31	10,95	0,389	28,2	8,23	0,111	74,2	37,3	62,0%
2013-06-01	2013-06-30	7,07	0,678	10,4	9,96	0,295	33,8	15,1	69,1%
2013-07-01	2013-07-31	6,39	0,603	10,6	9,24	0,276	33,4	15,1	68,3%
2013-08-01	2013-08-31	14,10	0,834	16,9	20,64	0,335	61,6	25,8	72,5%
2013-09-01	2013-09-30	20,56	0,686	30,0	36,50	0,240	152,0	54,2	80,3%
2013-10-01	2013-10-31	31,41	0,386	81,5	20,04	0,055	366,2	137,9	77,8%
2013-11-01	2013-11-30	31,62	0,072	438,8	19,77	0,011	1 749,0	698,6	74,9%
2013-12-01	2013-12-31	1,94	0,001	1 880,7	0,00	0,000			
2013-01-01	2013-12-31	204,64	4,152	49,3	185,54	1,346	137,9	66,8	64,2%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>204,34</b>	<b>4,152</b>	<b>49,2</b>	<b>185,54</b>	<b>1,346</b>	<b>137,9</b>	<b>66,8</b>	<b>64,3%</b>

**Tableau 140 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - NUIT**

NUIT		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2014-01-01	2014-01-31	7,71	0,004	2 066,4	3,10	0,001	3 342,1	2 319,3	38,2%
2014-02-01	2014-02-28	53,79	0,047	1 144,7	12,54	0,002	5 059,0	1 920,8	77,4%
2014-03-01	2014-03-31	63,43	0,110	577,3	4,52	0,003	1 642,3	788,5	64,8%
2014-04-01	2014-04-12	15,42	0,111	138,7	10,29	0,005	2 021,1	511,9	93,1%
2014-05-01	2014-05-31	19,40	0,495	39,2	23,78	0,114	208,1	72,7	81,2%
2014-06-01	2014-06-30	12,65	0,585	21,6	19,20	0,233	82,5	33,7	73,8%
2014-07-01	2014-07-31	11,87	0,809	14,7	24,22	0,424	57,2	23,1	74,3%
2014-08-01	2014-08-31	13,12	1,066	12,3	28,60	0,496	57,7	21,3	78,7%
2014-09-01	2014-09-30	21,69	0,994	21,8	34,30	0,259	132,6	43,8	83,5%
2014-10-01	2014-10-31	28,92	0,648	44,6	35,14	0,158	223,0	80,0	80,0%
2014-11-01	2014-11-30	40,85	0,083	491,3	64,79	0,018	3 562,2	1 100,2	86,2%
2014-12-01	2014-12-31	11,64	0,030	391,8	7,48	0,005	1 603,3	632,0	75,6%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>311,95</b>	<b>5,158</b>	<b>60,5</b>	<b>288,74</b>	<b>1,745</b>	<b>165,5</b>	<b>81,3</b>	<b>63,4%</b>

**Tableau 141 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2013 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R		
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2013-01-01	2013-01-31	8,21	0,112	73,0	17,05	0,068	250,3	108,2	70,8%
2013-02-01	2013-02-28	15,47	0,358	43,3	29,12	0,236	123,5	59,2	65,0%
2013-03-01	2013-03-31	17,91	0,489	36,7	34,66	0,376	92,2	47,7	60,2%
2013-04-01	2013-04-30	12,36	0,366	33,8	22,70	0,189	119,9	50,8	71,9%
2013-05-01	2013-05-31	7,36	0,558	13,2	11,21	0,376	29,8	16,5	55,8%
2013-06-01	2013-06-30	6,19	0,812	7,6	12,49	0,483	25,8	11,2	70,5%
2013-07-01	2013-07-31	3,77	0,531	7,1	7,80	0,262	29,7	11,6	76,1%
2013-08-01	2013-08-31	5,11	0,503	10,2	7,01	0,217	32,3	14,6	68,5%
2013-09-01	2013-09-30	4,09	0,410	10,0	10,70	0,227	47,1	17,3	78,8%
2013-10-01	2013-10-31	10,56	0,290	36,4	16,61	0,106	157,1	60,3	76,8%
2013-11-01	2013-11-30	17,94	0,177	101,5	18,57	0,054	343,3	149,5	70,4%
2013-12-01	2013-12-31	1,44	0,010	146,3	0,42	0,001	582,1	232,7	74,9%
2013-01-01	2013-12-31	110,42	4,615	23,9	188,33	2,595	72,6	33,6	67,0%
<b>2013-01-01</b>	<b>2013-12-03</b>	<b>110,21</b>	<b>4,615</b>	<b>23,9</b>	<b>187,91</b>	<b>2,594</b>	<b>72,4</b>	<b>33,5</b>	<b>67,0%</b>

**Tableau 142 - Ratio d'efficacité énergétique - Déshumidification ajustée - 2014 - JOUR**

JOUR		Sans TCC			Avec TCC			Global	$\Delta_{TCC-Sans.TCC}$
Période		Q	100 DJd	R	Q	100 DJd	R	R	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	kWh/m <sup>2</sup> / 100 DJd	%
2014-01-01	2014-01-31	10,95	0,056	194,7	33,65	0,095	352,6	226,0	44,8%
2014-02-01	2014-02-28	17,09	0,243	70,3	51,49	0,283	181,9	92,4	61,4%
2014-03-01	2014-03-31	31,43	0,621	50,6	62,27	0,234	265,9	93,3	81,0%
2014-04-01	2014-04-12	6,19	0,184	33,6	16,28	0,087	187,5	64,1	82,1%
2014-05-01	2014-05-31	13,08	0,611	21,4	28,50	0,248	114,7	39,9	81,3%
2014-06-01	2014-06-30	8,07	0,532	15,2	19,00	0,273	69,7	26,0	78,2%
2014-07-01	2014-07-31	8,76	0,586	15,0	15,35	0,299	51,3	22,2	70,8%
2014-08-01	2014-08-31	10,37	0,800	13,0	13,66	0,249	54,9	21,3	76,4%
2014-09-01	2014-09-30	12,17	0,799	15,2	18,07	0,204	88,6	29,8	82,8%
2014-10-01	2014-10-31	19,09	0,748	25,5	31,29	0,266	117,7	43,8	78,3%
2014-11-01	2014-11-30	22,59	0,296	76,4	33,90	0,109	312,2	123,2	75,5%
2014-12-01	2014-12-31	2,27	0,013	179,2	0,99	0,002	623,5	267,3	71,3%
<b>2014-01-01</b>	<b>2014-12-03</b>	<b>171,66</b>	<b>5,872</b>	<b>29,2</b>	<b>342,33</b>	<b>2,471</b>	<b>138,5</b>	<b>50,9</b>	<b>78,9%</b>

Le Tableau 143 et le Tableau 144 présentent le sommaire des REÉ et des besoins pour la chauffe (standard), la ventilation (ajustée) et la déshumidification (ajustée). Les commentaires qui suivent ces deux tableaux aideront le lecteur à comprendre davantage les résultats obtenus dans le bilan agronomique. En effet, le bilan agronomique tient compte des résultats obtenus dans le bilan climatique et énergétique.

**Tableau 143 - Sommaire des fluctuations des REÉ de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h)**

24 h 1er janvier au 3 décembre	REÉ								
	Chauffe (standard)			Ventilation (ajustée)			Déshumidification (ajustée)		
	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10
2013	14,83	22,88	<b>16,42</b>	67,05	105,42	<b>74,66</b>	34,60	97,94	<b>47,16</b>
2014	20,49	34,01	<b>23,17</b>	217,35	362,01	<b>246,03</b>	44,83	165,81	<b>68,82</b>
2014.vs.2013	38,2%	48,6%	<b>41,1%</b>	224,1%	243,4%	<b>229,5%</b>	29,5%	69,3%	<b>45,9%</b>

**Tableau 144 - Sommaire des fluctuations des besoins de chauffe (standard), de ventilation (ajustée) et de déshumidification (ajustée) entre 2014 et 2013 (période 24 h)**

24 h 1er janvier au 3 décembre	DJx								
	Chauffe (standard)			Ventilation (ajustée)			Déshumidification (ajustée)		
	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10	1 à 8	9 à 10	1 à 10
2013	3 659	3 681	<b>3 663</b>	376	356	<b>372</b>	1 308	586	<b>1 165</b>
2014	4 044	4 065	<b>4 048</b>	194	202	<b>196</b>	1 609	577	<b>1 405</b>
2014.vs.2013	10,5%	10,4%	<b>10,5%</b>	-48,4%	-43,3%	<b>-47,4%</b>	23,0%	-1,6%	<b>20,6%</b>

### Commentaires et observations

- Les besoins de chauffe sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de chauffe ont été plus élevés pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (10,5% globalement).
- Les besoins de ventilation sont similaires pour une même année pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ».
- Les besoins de ventilation ont été beaucoup plus bas pour les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 » en 2014 versus 2013 (47,4 % globalement).
- Le besoin de déshumidification est 2,2 fois plus élevé (123 %) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2013.
- Le besoin de déshumidification est 2,8 fois plus élevé (179%) dans les chapelles « 1 à 8 » versus « 9 à 10 » en 2014.
- Le besoin de déshumidification a été légèrement plus bas dans les chapelles « 9 à 10 » en 2014 versus 2013.
- Le besoin de déshumidification a été beaucoup plus élevé dans les chapelles « 1 à 8 » en 2014 versus 2013.
- On observe que le REÉ des chapelles « 9 à 10 » est toujours plus élevé que celui des chapelles « 1 à 8 » et ceci pour les deux années. Ceci est valable pour le REÉ de la chauffe, la ventilation et la déshumidification.
- Le déséquilibre au niveau de la dynamique climatique et énergétique est important, comme on peut l'observer entre les chapelles « 1 à 8 » et « 9 à 10 ». En effet, les besoins de chauffe sont similaires pour une même année, mais le REÉ de la chauffe est plus élevé dans les chapelles « 9 à 10 » versus les chapelles « 1 à 8 ».
- L'augmentation des REÉ de la chauffe en 2014 versus 2013 (41,1% globalement pour une hausse des besoins de chauffe de seulement 10,5 % globalement) pourrait s'expliquer par la chauffe utilisée pour répondre à des besoins de déshumidification dans les chapelles « 1 à 8 ». En effet, les besoins de ventilation ont diminué en 2014 versus 2013. Toutefois, la chauffe supplémentaire a affecté le REÉ de la ventilation.

#### 4.2.13. Sommaire et recommandations

La section 4.2 a permis d'analyser la dynamique climatique et énergétique du complexe de serres incluant les sections : « sans TCC » et « Avec TCC ». Il a été démontré que l'utilisation de la quantité de chaleur émise par les boucles de chauffe et attribuée dans chacune des sections de la serre en fonction des besoins de chauffe, de ventilation et de déshumidification, ne peut être utilisée pour évaluer avec justesse les économies d'énergie associées à l'utilisation des TCC. Il est à noter que la somme de la chaleur émise par les différentes boucles de chauffe en 2013 et en 2104 pour répondre au besoin de chauffe a donné des résultats similaires à ce qui a été évalué lors d'audits énergétiques réalisés dans le passé. Toutefois, le ratio a été plus élevé en 2014, mais toujours réaliste. Ceci implique que les données et résultats sont valables.

Le fait qu'on ne peut pas prendre les ratios personnalisés de chacune des parcelles expérimentales provient de la non-uniformité de la dynamique climatique et énergétique du complexe de serres. Cette non-uniformité provient des caractéristiques intrinsèques du complexe de serres et des systèmes en place. Le dispositif expérimental pour évaluer les économies d'énergie provenant des TCC n'était pas adapté à ce contexte.

Toutefois, les analyses ont permis de comprendre la dynamique de fonctionnement des TCC et de ses effets sur le microclimat et les plants. Note : la section 4.3 présentera les effets de la chaleur radiante émise par les TCC sur la production.

Les points suivants sont des recommandations provenant du projet qui pourront optimiser l'utilisation future des TCC, mais aussi pour faciliter la réalisation de projets de recherches concernant les aspects énergétiques et agronomiques liés aux TCC :

- La réalisation annuelle d'audit énergétique tout en intégrant les données agronomiques est pertinente pour connaître l'évolution dans le temps de la performance énergétique de l'entreprise et des actions réalisées. L'entreprise peut s'inspirer de la norme ISO 50001.
- Il faut éviter la présence de zones froides. Ces zones froides sont liées à la conception du complexe de serres. En minimisant les zones froides, ceci va faciliter l'uniformité et la gestion du climat et des systèmes de chauffe incluant les TCC. Aussi, les cages aspirantes qui sont reliées au système de contrôle de la serre seront équilibrées et harmonisées entre elles et donc plus efficaces.
- Il faut minimiser les pertes de lumière par les infrastructures.
- Les systèmes de chauffe et de ventilation doivent être conçus pour favoriser l'uniformité du climat dans le complexe de serres.
- Les entreprises serrières doivent valider annuellement les lectures obtenues par les capteurs de température et d'humidité relative localisés dans les cages aspirantes selon les règles de l'art.
- Les modes d'utilisation (régies) des TCC devront être développées en tenant compte des caractéristiques des TCC et des effets désirés sur :
  - le microclimat selon la période de l'année et d'un jour (exemples : DPV, humidité relative, température)
  - la production.

Les projets de recherche qui pourront être réalisés à l'avenir devront séparer les zones « sans » et « avec » TCC. Ceci facilitera la prise de données, mais aussi pour identifier et développer des modes d'opération des TCC (exemple : utilisation des serres de recherche du CIDES ou autres).

### 4.3. Bilan agronomique

#### 4.3.1. Évaluation de la performance agronomique engendrée par l'utilisation de tuyaux de chauffe dans la canopée chez Excel Serres

##### 4.3.1.1. Démarche

###### Bases du bilan agronomique

La culture a été réalisée avec des tomates de type « beefsteak rose » provenant de la variété Makari du semencier Monsanto pour les années 2013 et 2014.

Le bilan agronomique a été effectué à partir de la pesée et du nombre de tomates récoltées de trois rangs complets constituant chacune des deux parcelles expérimentales. Les plants récoltés sont donc associés à un seul tuyau de chauffe dans la canopée contrairement à une récolte par allée. Dans un premier temps, les rendements ont été analysés selon le résultat global des trois rangs et dans un deuxième temps en fonction de chacun des rangs, les conditions de luminosité du côté « Est » des chapelles 7 et 9 étant différentes et ayant influencé les résultats globaux pour chacune des chapelles.

Pour 2013, le bilan agronomique a été fait sur la production de l'année au complet. Pour 2014, le bilan agronomique a été fait jusqu'à la récolte du 13 novembre, les données des deux dernières semaines de l'année n'ayant pu être obtenues.

**Tableau 145 - Sommaire des périodes de récolte pour 2013 et 2014**

Année	Date de première récolte	Date de dernière récolte	Nombre de jours	Nombre de récoltes
2013	25 février	28 novembre	276	99
2014	6 mars <sup>A</sup>	13 novembre	252	92

<sup>A</sup> L'entrée en production en 2014 est plus tardive qu'en 2013 parce le producteur a sacrifié la première grappe afin de renforcer le plant et donner plus de vigueur à la tige ajoutée (augmentation de la densité de 1,75 à 2,78 tiges par mètre carré).

Le producteur a utilisé les densités de culture telles que décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 146 - Densité de culture des parcelles expérimentales pour 2013 et 2014**

Opération	Récolte année		Densité
	2013	2014	
Plantation <sup>A</sup>	19 déc.	18 déc.	2 plants par pain de substrat 2 tiges par plant = 1,85 tige par m <sup>2</sup>
Ajout de 1 tige par 2 tiges	13 février	5 février	2,78 tiges par m <sup>2</sup>
1 <sup>re</sup> récolte	25 février	6 mars	Récolte sur 1,85 tige par m <sup>2</sup>
Récolte sur la tige ajoutée	22 avril	14 avril	Récolte sur 2,78 tiges par m <sup>2</sup>

<sup>A</sup> Le transplant a deux tiges.

<sup>B</sup> 32 pains par rang à 4 tiges par pain pour une superficie de 69,1 m<sup>2</sup>/rang = 1,85 tige/m<sup>2</sup>.



### Dispositif expérimental

Les dispositifs expérimentaux se situaient dans la chapelle 7 pour la parcelle sans tuyaux de chauffe dans la canopée et dans la chapelle 9 pour la parcelle avec tuyaux de chauffe dans la canopée (voir le Schéma 5, le Schéma 6 et l'Annexe 3).

Dans chacune des dix chapelles, la superficie de culture dédiée à la production a comme dimensions 7,62 m (25 pi) de large et 45,3 m (148.75 pi) de long (superficie occupée par les plants : 345,5 m<sup>2</sup> ou 69,1 m<sup>2</sup>/rang). Elle est constituée de cinq allées pour effectuer les opérations culturales et de quatre rangs doubles de plants et d'un rang simple (demi-rang) sous la gouttière du côté « Est » et de la gouttière « Ouest » ; une chapelle est donc constituée de dix demi-rangs et le numéro de chaque demi-rang est indiqué dans l'Annexe 3.

**Tableau 147 - Définition et localisation des parcelles pour les traitements**

Chapelle	Traitement	Rangs retenus et récoltés pour l'évaluation (no des demi-rangs) (aller ou retour du TCC)		
		2	3	4
#7	Sans TCC	(64-65)	(66-67)	(68-69)
#9	Avec TCC	2	3	4
		(84-85) Retour	(86-87) Aller	(88-89) Aller

Dans la chapelle 9, le rang 1 (demi-rangs 82-83) avec un TCC en retour joue le rôle de rang de bordure du côté « Est » et les demi-rangs 90 à 97 avec des TCC font de même du côté « Ouest ». Aucun rang pour l'évaluation agronomique n'a été retenu dans la chapelle 10 étant donné qu'il s'agit de la dernière chapelle de la serre et qu'elle a un mur en contact avec l'extérieur ce qui lui donne un climat non représentatif sur quelques rangs.

Pour chacun des traitements, chaque rang occupe exactement la même position dans la chapelle, et les traitements sont suffisamment isolés avec un environnement assez homogène pour être valables (bordure du traitement TCC).

Les plastiques de recouvrement sont changés à chaque deux ans :

- Chapelle 7 : septembre 2011, septembre 2013.
- Chapelle 9 : septembre 2012, début juin 2014.

Des tests et analyses ont d'ailleurs été faits pour vérifier le taux transmission de la radiation solaire pour chacune des chapelles. Aucune différence significative n'a été trouvée (en dessous de 1%) pour l'année 2013 et pour l'année 2014.

### Consignes régissant la température des TCC

Le Tableau 148 (2013) et le Tableau 149 (2014) rapportent les températures qui ont été maintenues dans les tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC) et décrit avec quelles règles ces températures ont été établies. Ces règles ont fluctué selon la période de l'année (conditions climatiques), l'état et le stade de la culture ainsi que lors de l'élaboration des procédures pour le contrôle et la régulation des températures des TCC. Dans la section précédente, section 4.2.10, le Tableau 79 (2013) et le Tableau 80 (2014) présentent de façon plus exhaustive les températures réalisées et les modes de fonctionnement des TCC (24 h, nuit, jour).

**Tableau 148 - Températures moyennes obtenues à l'intérieur des tuyaux de chauffe dans la canopée et structure des consignes les régissant selon les périodes et pour l'année 2013**

Date de début	Date de fin	Nb de journées	Jour <sup>A</sup> °C	Nuit °C	24 heures °C	Notes
2013-01-24	2013-03-25	61	34,3	34,2	34,3	Consigne fixe de 35 °C.
2013-03-26	2013-05-08	44	49,7	38,3	45,2	Consigne fixe jour et nuit différente.
2013-5-09	2013-08-07	91	38,8	43,5	41,7	Pondération de la température de fonctionnement selon les conditions de température et de lumière à l'extérieur. <sup>B</sup> Consigne pour la nuit de 45 °C
2013-08-08	2013-10-04	58				Non utilisé, rénovation
2013-10-05	2013-11-11	38	42,9	44,0	43,7	Consignes fixes le jour et la nuit. <sup>C</sup>
2013-11-12	2013-11-27	16	58,6	59,1	58,9	Consignes fixes pour sortir la récolte des plants étêtés.
<b>Total ou moyenne</b>		<b>250</b>	<b>41,4</b>	<b>41,3</b>	<b>41,4</b>	Le total ou les moyennes sont pour le # de jours comptabilisés où les tuyaux ont été utilisés avec la culture.

<sup>A</sup> Le jour correspond à la période de jour amputée du matin et du soir (6 heures).

<sup>B</sup> Si température plus grande que 24 °C ou que le niveau de lumière extérieure >500 W/m<sup>2</sup>, il y a arrêt du fonctionnement des tuyaux de chauffe dans la canopée. Durant le jour lorsque la radiation solaire est supérieure à 500 W /m<sup>2</sup>, la consigne chauffe fluctue à l'inverse de la quantité de la radiation solaire jusqu'à un minimum de 30 °C lorsque la radiation solaire atteint 700 W /m<sup>2</sup>. Le point de départ de la température de consigne de jour est la température de consigne de nuit.

Voir l'Annexe 7 et l'Annexe 11.

La consigne de nuit va fluctuer selon la période de l'année et le stade de la culture. Voir le Graphique 5 page 66 (section 4.2.5) afin de visualiser les fluctuations hebdomadaires de la température des tuyaux de chauffe dans la canopée.

Voir le Tableau 170 - Projet de consignes d'utilisation des TCC en fonction des températures ambiantes, de l'ensoleillement, des périodes de jour, de nuit et de l'année (page 293).

<sup>C</sup> Du 10 au 13 octobre, le nouveau système de chauffe était en rodage et sans régularité.

**Tableau 149 - Températures moyennes obtenues à l'intérieur des tuyaux de chauffe dans la canopée et structure des consignes les régissant selon les périodes et pour l'année 2014 <sup>A</sup>**

Date de début	Date de fin	Nb de journées	Jour <sup>A</sup> °C	Nuit °C	24 heures °C	Notes
2014-01-13	2014-01-24	12	34,4	34,4	34,4	Consigne fixe jour et nuit 55 °C
2014-01-25	2014-05-08	104	44,4	45,4	45,0	Consigne fixe jour et nuit 45 °C
2014-05-09	2014-06-27	50	38,8	43,9	41,9	Pondération de la température de fonctionnement selon les conditions de température et de lumière à l'extérieur. <sup>B</sup> Consigne pour la nuit de 45 °C
2014-06-28	2014-07-29	32				Pas d'utilisation
2014-07-30	2014-10-05	68	37,2	38,8	38,3	Pondération de la température de fonctionnement selon les conditions de température et de lumière à l'extérieur. <sup>B</sup> Consigne pour la nuit de 40 °C
2014-10-06	2014-11-13	39	42,8	44,7	44,2	Consigne fixe de 45 °C de jour et de nuit
<b>Total ou moyenne</b>		<b>273</b>	<b>40,9</b>	<b>42,9</b>	<b>42,2</b>	Le total ou les moyennes sont pour le # de jours comptabilisés où les tuyaux ont été utilisés avec la culture.

<sup>A</sup> Le jour correspond à la période de jour amputée du matin et du soir (6 heures).

<sup>B</sup> Si température plus grande que 24 °C ou que le niveau de lumière extérieure >500 W/m<sup>2</sup>, il y a arrêt du fonctionnement des tuyaux de chauffe dans la canopée. Durant le jour lorsque la radiation solaire est supérieure à 500 W /m<sup>2</sup>, la consigne chauffe fluctue à l'inverse de la quantité de la radiation solaire jusqu'à un minimum de 30 °C lorsque la radiation solaire atteint 700 W /m<sup>2</sup>. Le point de départ de la température de consigne de jour est la température de consigne de nuit.

Voir l'Annexe 7 et l'Annexe 11.

La consigne de nuit va fluctuer selon la période de l'année et le stade de la culture. Voir le Graphique 5 page 66 (section 4.2.5) afin de visualiser les fluctuations hebdomadaires de la température des tuyaux de chauffe dans la canopée.

Voir le Tableau 170 - Projet de consignes d'utilisation des TCC en fonction des températures ambiantes, de l'ensoleillement, des périodes de jour, de nuit et de l'année (page 293).

**Calendrier de culture et des traitements pour l'analyse des résultats agronomiques**

Le Tableau 150 et le Tableau 151 décrivent comment le nombre de jours attribué au traitement TCC fut compté, et à la période d'évaluation de leur effet pour l'année 2013 et 2014.

**Tableau 150 - Calendrier de culture et des traitements, année 2013 <sup>A</sup>**

Description	Lieu et date 2013	
	Chapelle 9	Chapelle 7
Plantation (réception des plants 18 déc.)	28 déc. 2012,	28 déc. 2012
Début de l'utilisation des TCC, période A	24-janvier	
Fin de l'utilisation des TCC période A	7 août	
# jours d'utilisation des TCC avec la culture sur gouttière	<b>196</b>	
Début de l'utilisation des TCC, période B	<b>5 oct,</b>	
Fin de l'utilisation des TCC période B	<b>27 nov.</b>	
# jours d'utilisation des TCC avec la culture est sur gouttière	54	
Total dû nombre de jours d'utilisation des TCC avec la culture	<b>250</b>	
Entrée en production (0,1 kg/m <sup>2</sup> )	25 février	25 février
Nombre de jours de TCC avant l'entrée en production	<b>32 jours</b>	
Date de début pour évaluation de l'effet des TCC sur la production	25 février	25 février
Date de fin pour évaluation de l'effet des TCC sur la production <sup>C</sup>	27 nov.	27 nov.
Nombre de jours d'évaluation de la production sans TCC	<b>58</b>	<b>276 <sup>B</sup></b>
<b>Nombre de jours de production pour évaluer les TCC</b>	<b>218</b>	
a) Nombre de jours période A	164	
b) Nombre de jours Période B fin de culture	54	

<sup>A</sup> Les TCC n'ont pas fonctionné du 8 août au 4 octobre 2013. Le retour à son plein fonctionnement a eu lieu le 5 octobre.

<sup>B</sup> Nombre de jours de la première récolte à la dernière récolte pour la chapelle 7.

**Tableau 151 - Calendrier de culture et des traitements, année 2014 <sup>A</sup>**

Description	Lieu et date 2014	
	Chapelle 9	Chapelle 7
Plantation (réception des plants 18 déc.)	27 déc. 2013,	27 déc. 2013
Début de l'utilisation des TCC, période A	13 janvier	
Fin de l'utilisation des TCC période A	27 juin	
# jours d'utilisation des TCC avec la culture sur gouttière période A	166	
Début de l'utilisation des TCC, période B	30 juillet	
Fin de l'utilisation des TCC période B	13 nov.	
# jours d'utilisation des TCC avec la culture sur gouttière période B	107	
Total du # de jours du d'utilisation des TCC avec la culture	<b>273 jours</b>	
Entrée en production (0,1 kg/m <sup>2</sup> ) <sup>A</sup>	6 mars	6 mars
Nombre de jours de TCC avant l'entrée en production	<b>53 jours</b>	
Date de début pour évaluation de l'effet des TCC sur la production	6 mars	6 mars
Date de fin pour évaluation de l'effet des TCC sur la production <sup>B</sup>	13 nov.	13 nov.
Nombre de jours d'évaluation de la production sans TCC	<b>32</b>	<b>253 <sup>C</sup></b>
<b>Nombre de jours de production pour évaluer les TCC</b>	<b>221</b>	
a) Nombre de jours période A	114	
b) Nombre de jours Période B fin de culture	107	

<sup>A</sup> L'entrée en production en 2014 est plus tardive qu'en 2013 parce le producteur a sacrifié la première grappe afin de renforcer le plant et donner plus de vigueur à la tige ajoutée (augmentation de la densité de 1,75 à 2,78 tiges par mètre carré).

<sup>B</sup> Date de fin de la prise des données de récolte pour l'année 2014

<sup>C</sup> Nombre de jours de la première récolte à la dernière récolte pour la chapelle 7.

## Collecte des résultats de la culture

### *Récoltes*

Les récoltes de chaque rang (45,3 m) des deux parcelles expérimentales ont été enregistrées séparément afin de pouvoir s'assurer de l'homogénéité des résultats à l'intérieur des parcelles et calculer l'écart type des rangs pour chaque traitement,

Il s'agit de chaque côté du rang qui est récolté (deux demi-rangs). Aussi, ce sont toutes les tomates qui sont comptées sans égard au classement. Cependant, pour l'évaluation économique, nous avons pris un facteur de 1,5 % pour les la quantité non commercialisable.

### *État sanitaire*

Aucune perte de tige par du botrytis ne fut rapportée pour chacune des parcelles expérimentales durant les deux années.

### **4.3.1.2. Résultats, analyses et discussions**

Pour les années 2013 et pour 2014 respectivement, le Tableau 152 et le Tableau 153, ci-après, montrent les sommaires des données de production de l'ensemble des trois rangs mesurés dans chacune des chapelles (7 sans TCC et 9 avec TCC) en matière de :

- Rendement par mètre carré (kg/m<sup>2</sup>);
- Nombre de fruits produits par m<sup>2</sup>;
- Calibre des fruits;
- Performance relative de la parcelle avec TCC par rapport à la parcelle sans TCC et pour les trois éléments ci-dessus.

Le Tableau 154 et le Tableau 155 montrent également les sommaires des données de production, mais uniquement pour le rang 3 (rang du milieu). La sous-section Ombre et lumière dans la serre 9 à la page 289 explique les raisons de cette ségrégation des résultats.

**Tableau 152 - Sommaire des données de production par traitement en 2013** (trois rangs de tomates roses de serre sur 207,3 m<sup>2</sup>)

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	25 février au 9 août Fonctionnels 166 jours		10 août au 3 oct. Non fonctionnels 55 jours		4 oct. au 27 nov. Fonctionnels 55 jours		Total Fonctionnels 221 jours		Total pour toute la période 276 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	37,2	36,0	9,9	9,8	7,7	7,4	45,0	43,5	54,9	53,2
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	194,1	186,2	52,0	52,3	39,1	38,0	233,2	224,2	285,2	276,5
Calibre des fruits g	192	193	190	187	198	196	193	194	192	193
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,57	1,52	1,26	1,25	0,99	0,95	1,42	1,38	1,39	1,35
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,2	7,9	6,6	6,7	5,0	4,8	7,4	7,1	7,2	7,0
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	103	100	101	100	104	100	104	100	103	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	104	100	99	100	103	100	104	100	103	100
Calibre des fruits g	99	100	102	100	101	100	100	100	100	100

**Tableau 153 - Sommaire des données de production par traitement en 2014** (trois rangs de tomates roses de serre sur 207,3 m<sup>2</sup>)

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	6 mars au 27 juin Fonctionnels 114 jours		28 juin au 25 juillet Non fonctionnels 28 jours		26 juillet au 13 nov. Fonctionnels 111 jours		Total Fonctionnels 225 jours		Total pour toute la période 253 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	26,1	26,1	7,2	7,3	19,5	19,8	45,6	45,9	52,8	53,2
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	136,7	134,4	37,2	37,0	101,6	99,2	238,4	233,6	275,5	270,6
Calibre des fruits g	191	194	194	197	192	200	191	197	192	197
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,60	1,60	1,80	1,83	1,23	1,25	1,42	1,43	1,46	1,47
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,4	8,3	9,3	9,3	6,4	6,3	7,4	7,3	7,6	7,5
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	100	100	99	100	99	100	99	100	99	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	102	100	100	100	102	100	102	100	102	100
Calibre des fruits g	98	100	98	100	96	100	97	100	97	100

<sup>A</sup> Dans le Tableau 152 et le Tableau 153, la durée des périodes est définie par les dates de récoltes (dernière récolte de la semaine). Ceci peut créer de légères différences avec d'autres tableaux où les périodes peuvent être définies par des semaines complètes ou des dates de fonctionnement (TCC). Les décalages n'étant pas importants, l'impact sur l'analyse des résultats est négligeable.

**Tableau 154 - Sommaire des données de production par traitement en 2013 pour le rang 3 (69,1 m<sup>2</sup>)**

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	25 février au 9 août Fonctionnels 166 jours		10 août au 3 oct. Non fonctionnels 55 jours		4 oct. au 27 nov. Fonctionnels 55 jours		Total Fonctionnels 221 jours		Total pour toute la période 276 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	37,5	35,8	9,9	9,8	7,9	7,5	45,5	43,3	55,4	53,1
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	191,6	185,8	50,6	52,4	38,8	38,5	230,4	224,2	281,0	276,6
Calibre des fruits g	196	193	196	188	204	196	197	193	197	192
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,58	1,51	1,26	1,25	1,01	0,96	1,44	1,37	1,40	1,35
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,1	7,8	6,4	6,7	4,9	4,9	7,3	7,1	7,1	7,0
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	105	100	101	100	105	100	105	100	104	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	103	100	97	100	101	100	103	100	102	100
Calibre des fruits g	102	100	104	100	104	100	102	100	103	100

**Tableau 155 - Sommaire des données de production par traitement en 2014 pour le rang 3 (69,1 m<sup>2</sup>)**

Période de récoltes <sup>A</sup> Fonctionnement des TCC Durée de la période de récoltes	6 mars au 27 juin Fonctionnels 114 jours		28 juin au 25 juillet Non fonctionnels 28 jours		26 juillet au 13 nov. Fonctionnels 111 jours		Total Fonctionnels 225 jours		Total pour toute la période 253 jours	
	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC	Avec TCC	Sans TCC
<b>Total de la production</b>										
kg/m <sup>2</sup>	26,7	26,4	7,1	7,3	20,2	20,0	46,9	46,4	54,0	53,8
Nombre de fruits /m <sup>2</sup>	138,5	135,7	36,1	37,3	104,6	100,6	243,0	236,4	279,1	273,6
Calibre des fruits g	193	194	198	197	193	199	193	196	193	197
<b>Production de fruits classés #1</b>										
kg/m <sup>2</sup> /semaine	1,64	1,62	1,78	1,84	1,27	1,26	1,46	1,44	1,49	1,49
Nombre de fruits /m <sup>2</sup> /semaine	8,5	8,3	9,0	9,3	6,6	6,3	7,6	7,4	7,7	7,6
<b>Performance relative vs témoin</b>										
Total kg/m <sup>2</sup>	101	100	97	100	101	100	101	100	100	100
Nombre total de fruits /m <sup>2</sup>	102	100	97	100	104	100	103	100	102	100
Calibre des fruits g	99	100	100	100	97	100	98	100	98	100

<sup>A</sup> Dans le Tableau 154 et le Tableau 155, la durée des périodes est définie par les dates de récoltes (dernière récolte de la semaine). Ceci peut créer de légères différences avec d'autres tableaux où les périodes peuvent être définies par des semaines complètes ou des dates de fonctionnement (TCC). Les décalages n'étant pas importants, l'impact sur l'analyse des résultats est négligeable.



### Analyse des résultats 2013

En examinant le sommaire des données de production (trois rangs) par traitement au Tableau 152, il est bon de garder à l'esprit que l'ajout de chaleur dans la canopée par les TCC a comme effet principal d'augmenter le taux de croissance des tomates d'où un plus grand nombre de tomates par m<sup>2</sup>. Également, cet ajout de chaleur a comme effet d'augmenter le différentiel de pression vapeur (DPV) ce qui favorisera les échanges gazeux si la DPV reste dans la zone de confort pour les plants de tomates. Bien que la quantité d'énergie utilisée par les TCC ne fût que 2,9 % du total de l'énergie utilisée pour la chauffe, l'effet des TCC fut notable en 2013. Les TCC ont donc un effet levier important dans le microclimat de la canopée pour une culture de tomates faite sur gouttière.

#### *Rendement*

Globalement, le rendement de la culture fut amélioré d'environ de 3 % pour l'année 2013 malgré le peu d'énergie d'utiliser. À l'examen du Graphique 30, par les différences de rendements avec la moyenne mobile de 4 semaines (courbe pleine verte), on constate que l'effet a été très fluctuant selon les périodes de culture. Ceci nous indique que la régie des températures des TCC pourrait être importante selon les conditions climatiques présentes et le stade de la culture si l'on veut en optimiser le rendement. Dr. Xiuming Hao <sup>33</sup> rapporte lui aussi de fortes différences de l'effet des TCC selon les mois de l'année. La quantité d'énergie utilisée avec les TCC dans les essais avec Hao est aussi beaucoup plus importante et il a obtenu une amélioration globale de 4,5 % du rendement par rapport à la parcelle témoin de 54 kg/m<sup>2</sup> pour de la tomate rouge en grappe Clarence.

Il faut souligner ici que le rang 2 dans la serre 9 a eu des résultats inférieurs aux rangs 3 et 4 durant les deux années de ce projet. Comparé au rang 3, le rendement du rang 2 a été inférieur de 1,4% en 2013 et de 4,7% en 2014. La performance plus faible du rang 3 dans la serre 9 atténue donc l'effet mesuré des TCC si on prend la moyenne de rendement des trois rangs. La raison de ce résultat inférieur du rang 3 est expliquée dans la sous-section Ombre et lumière dans la serre 9 à la page 289. Le Tableau 154 (2013) et le Tableau 155 (2014) ont donc été produits ainsi que les graphiques qui leur sont reliés afin de pouvoir comparer le rendement des rang 3 dans chacun de traitements. En 2013, le rang 3 avec TCC eu un rendement supérieur de 4,7% lorsque comparé à au rang 3 sans TCC. Cela est très semblable à l'amélioration de rendement rapporté par Dr. Hao cité précédemment.

Les graphiques utilisant une moyenne mobile de 4 semaines pondèrent les écarts de production et nous permettent de mieux percevoir les tendances et les différences dans l'effet des traitements en éliminant le bruit qu'apportent les fluctuations hebdomadaires (Effet de filtre). Les courbes de tendance en pointillé gras sont des régressions polynomiales d'ordre 4. Au Graphique 30 et au Graphique 31, la courbe rouge (échelle de droite) correspond au taux relatif de la chaleur radiante des TCC. La valeur « 1,0 » du taux relatif de chaleur radiante correspond à l'émission de chaleur radiante des TCC lorsque leur température est d'environ 20,3 °C pour la période de jour et 19,4 °C pour la période 24 heures et sans apport de chaleur provenant du système de chauffe. On peut remarquer que les deux courbes de tendances évoluent pratiquement de la même façon ce qui indique une corrélation positive très forte entre ces deux éléments. Le redressement à la fin de la courbe rouge correspond à une accentuation de la chauffe par les TCC dans les dernières semaines de production après l'étêtage des plants afin

---

<sup>33</sup> Dr. Xiuming Hao, Heat Placement in Greenhouse Tomato Production with the Raised-Trough System Agriculture, Growing the Margins Energy Conference – April 13, 2007.  
<http://www.gtmconference.ca/site/downloads/presentations/4B2%20-%20Xiuming%20Hao.pdf>

de récolter rapidement les dernières tomates sur le plant. On peut remarquer que dans le Graphique 31 pour le rang 3 les courbes de tendances polynomiales d'ordre 4 se sont rapprochées si l'on compare avec le Graphique 30. Cela indique une corrélation encore plus étroite pour traitement TCC lorsque les écarts des résultats sont faits seulement avec ce rang plutôt qu'avec la moyenne des trois rangs.

Les mois d'avril, de mai, d'octobre et de novembre sont sans doute les mois où l'utilisation des TCC aura le plus d'effet sur le rendement pour les conditions où se sont déroulés ces essais.

#### *Calibre des fruits*

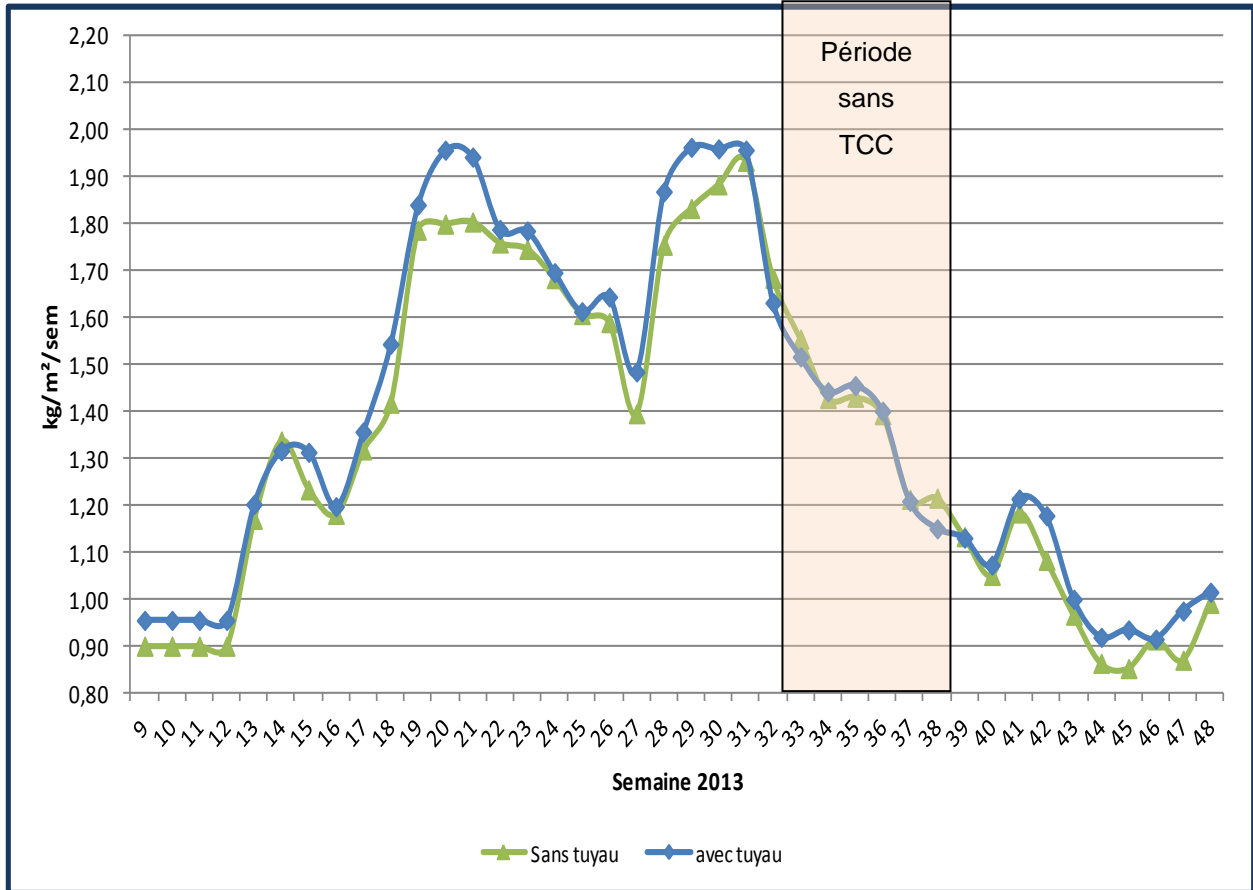
Au Tableau 152, on constate que les TCC n'ont pas eu d'effet sur le calibre moyen pour l'ensemble de l'année 2013 et pour la moyenne des trois rangs. C'est davantage le nombre de fruits produit qui a été influencé par les TCC. Cependant, on peut d'ailleurs observer avec le Graphique 32 et le Graphique 33 (différence de calibre selon la moyenne mobile 4 semaines) qu'à l'intérieur de cette période, la courbe de tendance de l'écart de calibre entre les deux traitements et la courbe de tendance du taux de chaleur radiante vont complètement à l'opposé; il y a donc une corrélation négative entre le calibre et le niveau de chaleur radiante. Le dosage de la quantité de chaleur utilisée au sol et dans la canopée semble donc avoir de l'importance si l'on désire ne pas influencer négativement le calibre et conserver l'avantage du nombre de tomates produites par m<sup>2</sup> avec les TCC. Les résultats de 2014 ci-après vont démontrer ce point.

Les données servant à l'élaboration du Graphique 29 au Graphique 33 sont dans le Tableau 156, le Tableau 157 et le Tableau 158 après le Graphique 31.

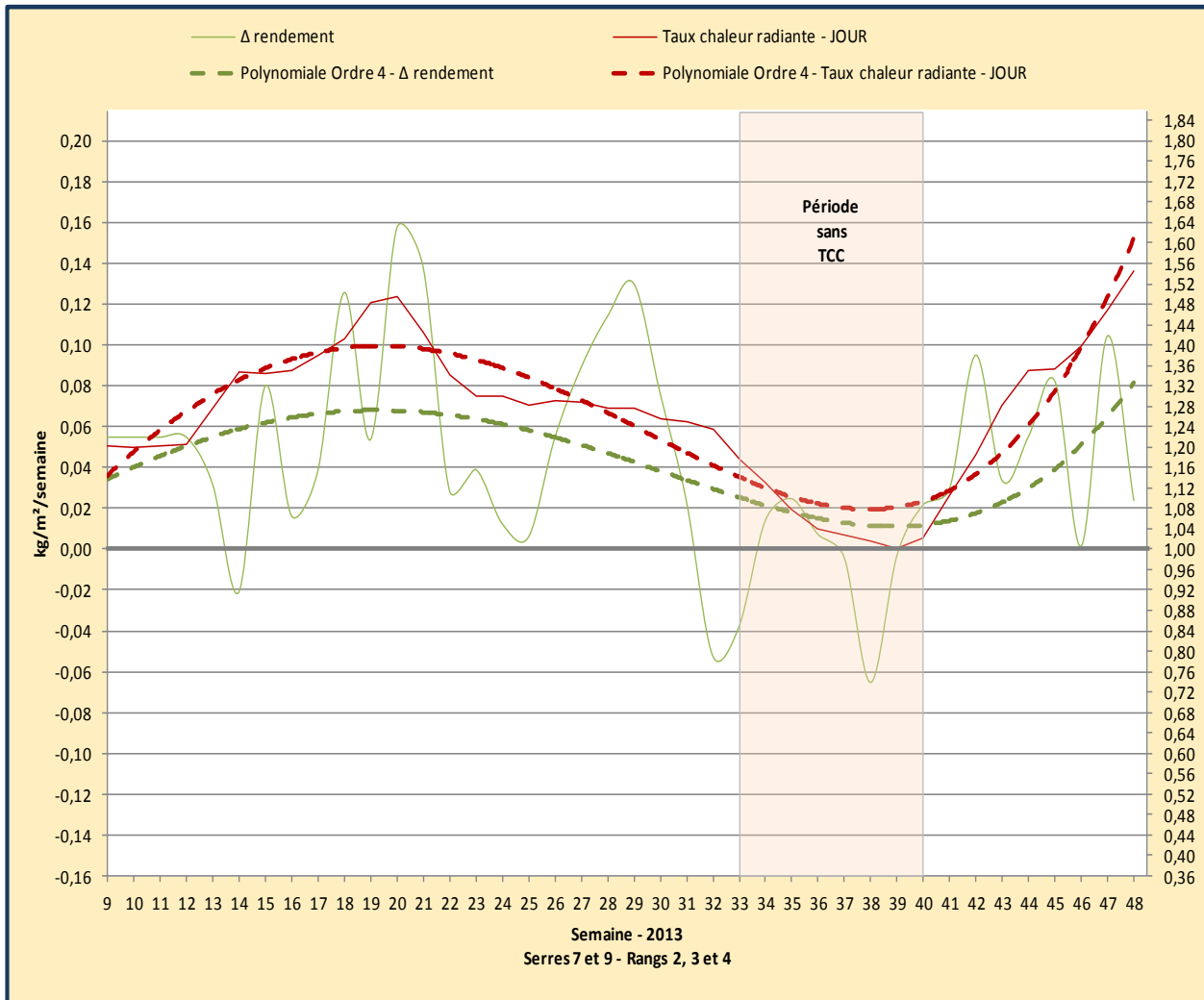
On peut remarquer également que dans le Graphique 33 pour le rang 3 les courbes de tendances polynomiales d'ordre 4 se sont rapprochées si l'on compare avec le Graphique 32, indiquant aussi une corrélation encore plus étroite pour traitement TCC lorsque les écarts des résultats sont faits seulement avec le rang 3 plutôt qu'avec la moyenne des trois rangs.

Au Tableau 154 et au Graphique 33, on constate que contrairement à la moyenne des trois rangs, le rang 3 a obtenu un calibre supérieur de 5 grammes soit 2,4%. Cette amélioration du calibre a été maintenue pendant pratiquement toutes les semaines. Ceci démontre la nécessité de garder un certain équilibre entre la quantité de lumière et le niveau des températures à l'intérieur de la canopée.

**Graphique 29 - 2013 : Moyenne mobile (4 semaines) pour la production en kg/m<sup>2</sup>/semaine Parcelle (rangs 2, 3 et 4) sans TCC vs parcelle avec TCC<sup>A</sup>**

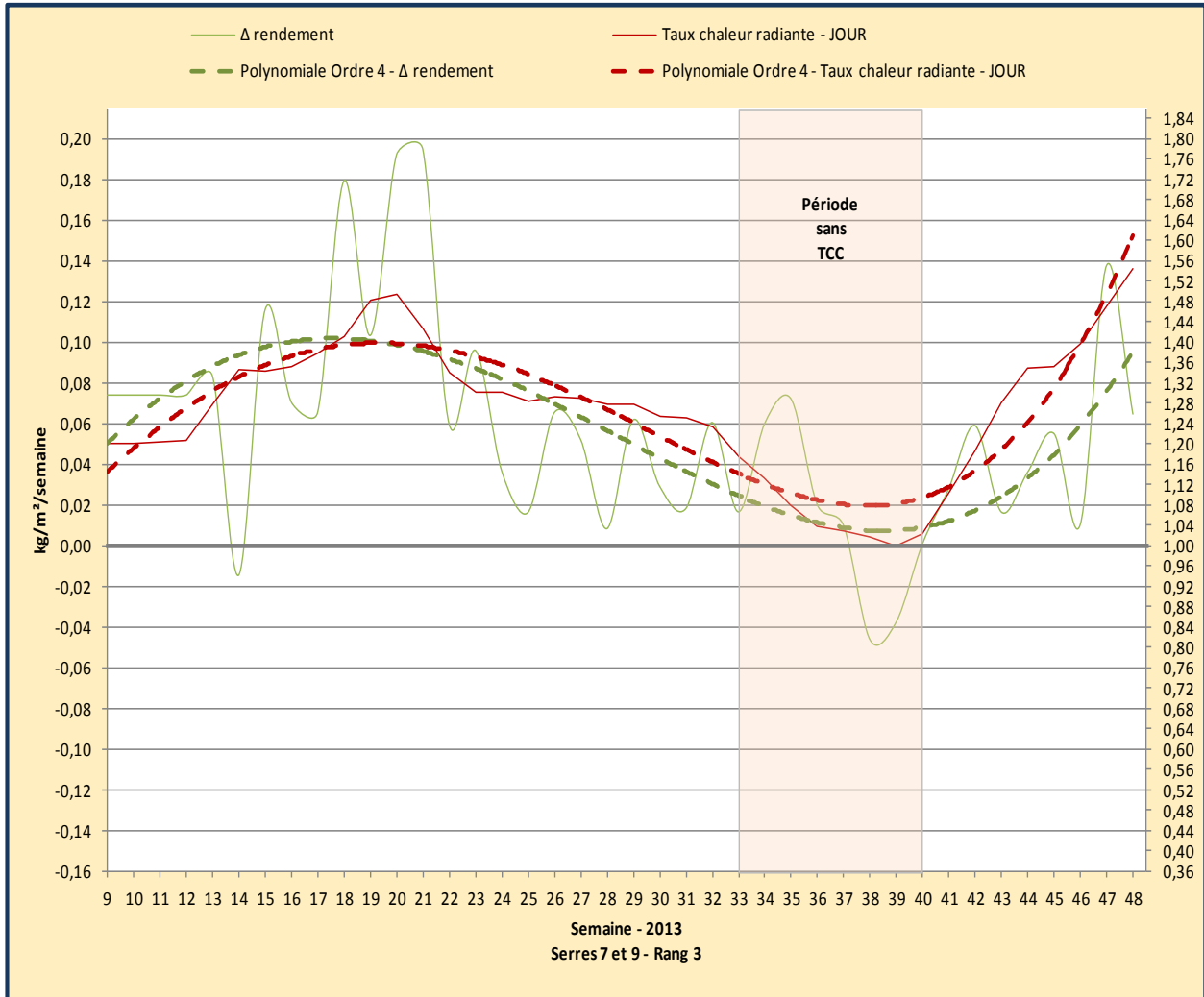


**Graphique 30 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour.**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale (réalisée durant la semaine 39) des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

**Graphique 31 - 2013 : Différence de rendement des parcelles (rang 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour**



**Tableau 156 - 2013 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine (rangs 2, 3 et 4)**

2013	Serre 7 (sans tuyaux)			Serre 9 (avec tuyaux)		
		kg/m <sup>2</sup> /sem.		kg/m <sup>2</sup> /sem.		
Terninant	Semaine	Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	Dif. mobile 9 moins 7
02-mars	9	0,21	0,90	0,30	0,96	0,05
09-mars	10	0,66	0,90	0,91	0,96	0,05
16-mars	11	1,29	0,90	1,04	0,96	0,05
23-mars	12	1,44	0,90	1,58	0,96	0,05
30-mars	13	1,29	1,17	1,29	1,20	0,03
06-avr	14	1,33	1,34	1,36	1,32	-0,02
13-avr	15	0,87	1,23	1,02	1,31	0,08
20-avr	16	1,23	1,18	1,12	1,20	0,02
27-avr	17	1,84	1,32	1,93	1,36	0,04
04-mai	18	1,73	1,42	2,11	1,54	0,13
11-mai	19	2,35	1,79	2,21	1,84	0,05
18-mai	20	1,29	1,80	1,58	1,96	0,16
25-mai	21	1,86	1,80	1,87	1,94	0,14
01-juin	22	1,55	1,76	1,49	1,79	0,03
08-juin	23	2,29	1,75	2,20	1,79	0,04
15-juin	24	1,04	1,68	1,23	1,70	0,01
22-juin	25	1,55	1,61	1,54	1,61	0,01
29-juin	26	1,48	1,59	1,62	1,64	0,05
06-juil	27	1,52	1,40	1,56	1,49	0,09
13-juil	28	2,47	1,76	2,76	1,87	0,11
20-juil	29	1,87	1,83	1,91	1,96	0,13
27-juil	30	1,68	1,88	1,61	1,96	0,08
03-août	31	1,72	1,93	1,55	1,96	0,02
10-août	32	1,47	1,68	1,46	1,63	-0,05
TCC nor 17-août	33	1,35	1,56	1,45	1,52	-0,04
24-août	34	1,17	1,43	1,31	1,44	0,01
31-août	35	1,73	1,43	1,60	1,46	0,02
07-sept	36	1,33	1,39	1,24	1,40	0,01
14-sept	37	0,63	1,21	0,68	1,21	0,00
21-sept	38	1,18	1,22	1,07	1,15	-0,07
28-sept	39	1,40	1,13	1,52	1,13	0,00
05-oct	40	1,00	1,05	1,01	1,07	0,02
12-oct	41	1,16	1,19	1,25	1,21	0,03
19-oct	42	0,78	1,08	0,93	1,18	0,09
26-oct	43	0,93	0,97	0,81	1,00	0,03
02-nov	44	0,59	0,87	0,69	0,92	0,06
09-nov	45	1,11	0,85	1,31	0,94	0,08
16-nov	46	1,02	0,91	0,85	0,92	0,00
23-nov	47	0,76	0,87	1,05	0,98	0,10
30-nov	48	1,07	0,99	0,85	1,02	0,02
<b>Total sem. 9 à 48</b>		<b>53,25</b>		<b>54,89</b>		

**Tableau 157 - 2013 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine (rang 3)**

2013	Serre 7 (sans tuyaux)			Serre 9 ( avec tuyaux)			
	Terminant	Semaine	kg/m <sup>2</sup> /sem.		kg/m <sup>2</sup> /sem.		Dif. mobile 9 moins 7
			Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	
02-mars	9	0,21	0,88	0,29	0,95	0,07	
09-mars	10	0,61	0,88	1,02	0,95	0,07	
16-mars	11	1,28	0,88	0,95	0,95	0,07	
23-mars	12	1,41	0,88	1,56	0,95	0,07	
30-mars	13	1,26	1,14	1,37	1,22	0,08	
06-avr	14	1,29	1,31	1,30	1,29	-0,01	
13-avr	15	0,89	1,21	1,08	1,33	0,12	
20-avr	16	1,20	1,16	1,17	1,23	0,07	
27-avr	17	1,89	1,32	1,99	1,38	0,07	
04-mai	18	1,65	1,41	2,12	1,59	0,18	
11-mai	19	2,28	1,76	2,16	1,86	0,10	
18-mai	20	1,28	1,78	1,61	1,97	0,19	
25-mai	21	1,76	1,75	1,87	1,94	0,19	
01-juin	22	1,58	1,73	1,51	1,79	0,06	
08-juin	23	2,25	1,72	2,28	1,82	0,10	
15-juin	24	1,15	1,69	1,24	1,73	0,04	
22-juin	25	1,59	1,65	1,62	1,66	0,02	
29-juin	26	1,44	1,61	1,56	1,68	0,07	
06-juil	27	1,58	1,44	1,56	1,49	0,05	
13-juil	28	2,59	1,80	2,50	1,81	0,01	
20-juil	29	1,74	1,84	1,98	1,90	0,06	
27-juil	30	1,69	1,90	1,68	1,93	0,03	
03-août	31	1,69	1,93	1,62	1,94	0,02	
10-août	32	1,43	1,64	1,51	1,70	0,06	
17-août	33	1,35	1,54	1,42	1,56	0,02	
24-août	34	1,18	1,41	1,35	1,47	0,06	
31-août	35	1,71	1,42	1,69	1,49	0,07	
07-sept	36	1,26	1,37	1,13	1,39	0,02	
14-sept	37	0,63	1,19	0,65	1,20	0,01	
21-sept	38	1,20	1,20	1,15	1,15	-0,05	
28-sept	39	1,46	1,14	1,48	1,10	-0,04	
05-oct	40	1,03	1,08	1,06	1,08	0,00	
12-oct	41	1,11	1,20	1,24	1,23	0,03	
19-oct	42	0,88	1,12	0,95	1,18	0,06	
26-oct	43	0,94	0,99	0,78	1,01	0,02	
02-nov	44	0,65	0,89	0,75	0,93	0,04	
09-nov	45	1,10	0,89	1,31	0,95	0,05	
16-nov	46	1,02	0,93	0,91	0,94	0,01	
23-nov	47	0,70	0,87	1,05	1,01	0,14	
30-nov	48	1,12	0,99	0,93	1,05	0,06	
<b>Total sem. 9 à 48</b>		<b>53,11</b>		<b>55,36</b>			

**Tableau 158 - 2013 : Moyenne mobile de 4 semaines du taux relatif <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC**

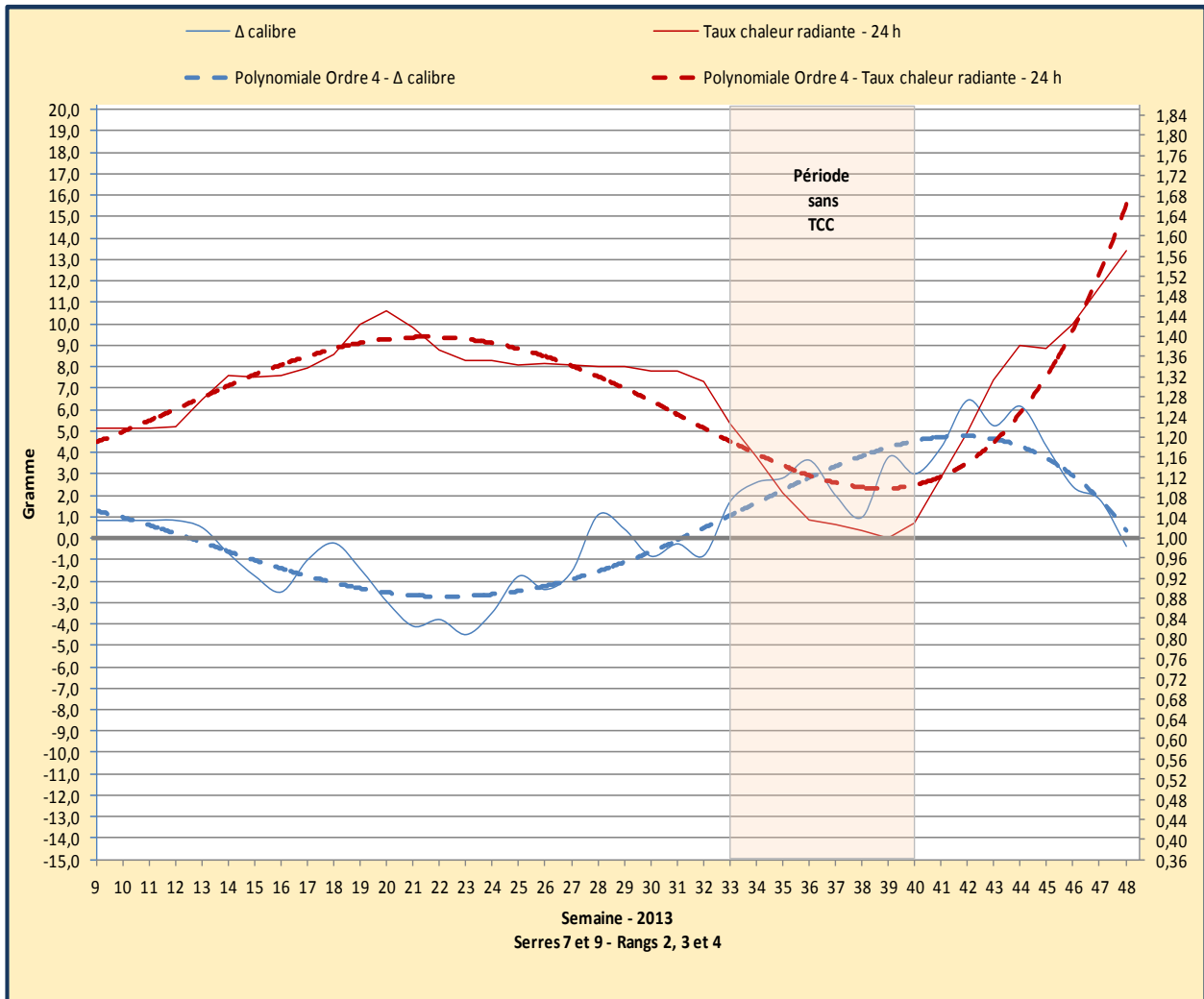
2013		Période de la journée	
Terminant	Semaine	Jour Taux	24 heures Taux
02-mars	9	1,20	1,22
09-mars	10	1,20	1,22
16-mars	11	1,20	1,22
23-mars	12	1,21	1,22
30-mars	13	1,28	1,27
06-avr	14	1,35	1,32
13-avr	15	1,34	1,32
20-avr	16	1,35	1,32
27-avr	17	1,38	1,34
04-mai	18	1,41	1,36
11-mai	19	1,48	1,42
18-mai	20	1,49	1,45
25-mai	21	1,43	1,42
01-juin	22	1,34	1,37
08-juin	23	1,30	1,35
15-juin	24	1,30	1,35
22-juin	25	1,28	1,34
29-juin	26	1,29	1,35
06-juil	27	1,29	1,34
13-juil	28	1,28	1,34
20-juil	29	1,28	1,34
27-juil	30	1,26	1,33
03-août	31	1,25	1,33
10-août	32	1,23	1,31
17-août	33	1,17	1,23
24-août	34	1,13	1,16
31-août	35	1,08	1,09
07-sept	36	1,04	1,03
14-sept	37	1,03	1,03
21-sept	38	1,02	1,02
28-sept	39	1,00	1,00
05-oct	40	1,02	1,03
12-oct	41	1,10	1,12
19-oct	42	1,19	1,21
26-oct	43	1,28	1,31
02-nov	44	1,35	1,38
09-nov	45	1,35	1,38
16-nov	46	1,40	1,42
23-nov	47	1,47	1,49
30-nov	48	1,54	1,57
<b>Moyenne 9 à 32 &amp; 41 à 48</b>		<b>1,32</b>	<b>1,34</b>

Sans apport du système de chauffe

<sup>A</sup> La valeur 1,0 du taux relatif de chaleur radiante correspond à l'émission de chaleur radiante des TCC lorsque leur température est d'environ 20,3 °C pour la période de jour et 19,4 °C pour la période 24 heures et sans apport de chaleur provenant du système de chauffe. Les valeurs des puissances rayonnées en 2013 (effet de levier seulement) peuvent être retrouvées à l'Annexe 12.

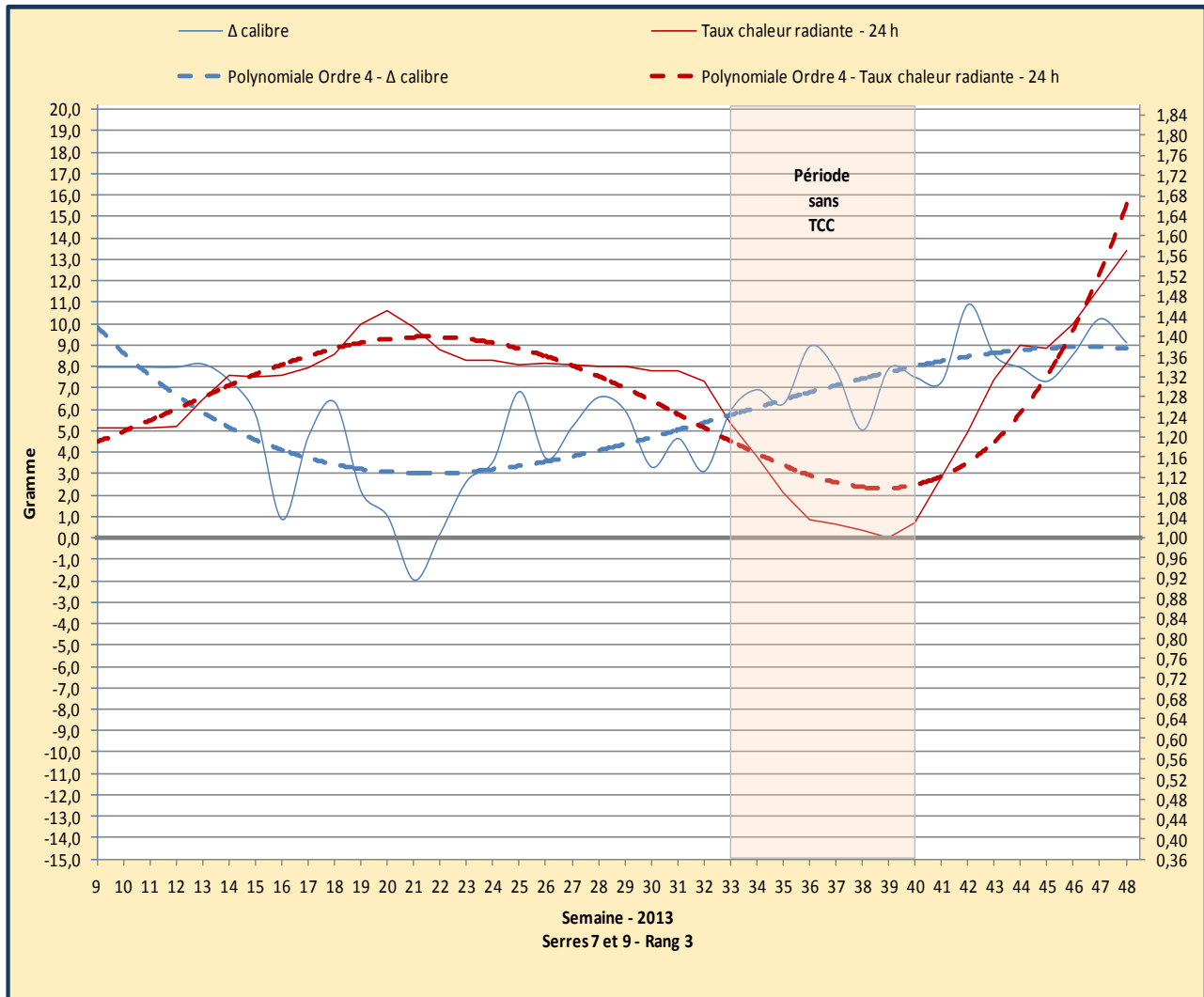


**Graphique 32 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rangs 2, 3 et 4) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h.**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimal e (réalisée durant la semaine 39) des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

**Graphique 33 - 2013 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale (réalisée durant la semaine 39) des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe.

### Coefficient de variation pour les 3 rangs de chaque parcelle expérimentale

Le Tableau 159 présente la valeur du coefficient de variation des résultats des trois rangs de chaque parcelle expérimentale et pour chacune des périodes de 2013. La valeur moyenne est relativement basse et donne confiance vis-à-vis la fiabilité des résultats et la qualité de l'exécution expérimentale. Il n'en reste pas moins que le rang 2 a eu un résultat inférieur à la moyenne des rangs 3 et 4 soit respectivement, **-1,2%** dans la serre sans TCC (serre 7) et **-4.5%** dans la serre avec TCC (serre 9). Les raisons de cette variation entre les rangs plus grande dans la serre 9 seront expliquées par la suite dans la sous-section Ombre et lumière dans la serre 9 à la page 289.

**Tableau 159 - 2013 : Coefficient de variation des trois rangs de chaque parcelle expérimentale selon les différentes périodes**

Période	Avec TCC	Sans TCC
25 février au 7 août	0,7 %	0,7 %
8 août au 1er oct. <sup>A</sup>	0,9 %	0,8 %
2 oct. au 27 nov.	2,0 %	1,1 %
Total des périodes	0,7 %	0,2 %

<sup>A</sup> Période où les TCC ne fonctionnent pas.

### Analyse des résultats 2014

Avant d'examiner les résultats agronomiques de 2014 et de les comparer à 2013, il est souhaitable de se rappeler que la température moyenne d'opération des TCC fut très semblable pour ces deux années, 41,4 °C et 42,2 °C pour 2013 et 2014 respectivement. Leur durée d'utilisation pour la période de récoltes couvertes fut quant à elle de 250 jours et 273 jours respectivement pour ces deux années. (Tableau 148 et Tableau 149)

#### *Rendement*

Après 253 jours de récolte, les rendements moyens cumulés pour les trois rangs au 13 novembre 2014 sont très semblables entre les deux parcelles (avec TCC 52.8 kg/m<sup>2</sup> vs sans TCC 53,2 kg/m<sup>2</sup>; Tableau 153 et le Tableau 161). Le rang 3 (étalon) avec TCC a affiché un rendement de 53,0 kg/m<sup>2</sup> vs 53,8 kg/m<sup>2</sup> pour le rang 3 sans TCC. Ces résultats cumulatifs diffèrent donc de l'année 2013 où une différence en faveur des TCC avait été observée.

Si l'on compare la production cumulée de 2014 avec celle de 2013, il faudra tenir compte que la production de 2014 a débuté une semaine plus tard (sacrifice de la première grappe) et que les données des 2 dernières semaines de récoltes de 2014 sont absentes. Si l'on se fie aux courbes de tendances et au comportement du rendement pour des deux dernières semaines en 2013 et au comportement du rendement 2014, on peut estimer un ajout de 2,0 kg/m<sup>2</sup> pour les TCC et de 1.9 kg/m<sup>2</sup> pour la parcelle sans TCC afin d'évaluer la quantité totale récoltée en 2014. Ainsi, la quantité de kg par m<sup>2</sup> serait supérieure en 2014 par rapport à 2013 de 1,1% pour la parcelle avec TCC et de 4,9 % pour la parcelle sans TCC (moyenne des 3 rangs) et pour une même période de culture. Cela se reflète bien dans le rendement moyen hebdomadaire par mètre carré qui amplifie cette différence de rendement entre les deux années parce que, mesurée sur une période plus courte en 2014 (voir le Tableau 154 et le Tableau 155). Les raisons de ces différences de résultats entre 2014 et 2013 sont expliquées dans la sous-section Discussions à la page 287.

Même si la production cumulée dans l'année 2014 ne démontre pas davantage pour l'usage des TCC, on peut noter à l'examen des graphiques (Graphique 30 avec Graphique 35, Graphique 31 avec Graphique 38) que les moyennes mobiles (4 semaines) des différences de rendement (TCC vs sans TCC) suivent les mêmes patrons de fluctuations saisonnières chaque année.

On peut distinguer que pour la période de la semaine 17 à la semaine 23 et pour la période de fin de production, les TCC ont eu une influence positive ou la plus forte durant les deux années. Pour les deux années également, la semaine 20 est celle qui affiche le plus gros effet des TCC (Tableau 156 et Tableau 161 moyenne des trois rangs, Tableau 157 et Tableau 162 rang 3). La coïncidence de ces deux mouvements d'amélioration lors de ces deux années peut amener à conclure à l'effet bénéfique des TCC.

Tel qu'expliqué dans la l'analyse du rendement en 2013, on constate qu'avec le rang 3 en 2014, on assiste à un rapprochement encore plus important des deux courbes de tendances pour les moyennes mobiles des différences de rendement des parcelles expérimentales et des taux de chaleur radiante des TCC durant la période de jour, en comparaison avec leur rapprochement en 2013 et aux courbes de tendances des résultats avec trois rangs (comparaison de l'écart entre les courbes du Graphique 35 et du Graphique 36). Tout comme en 2013, les différences de rendement du rang 3 entre les deux parcelles sont bien synchronisées avec le taux de chaleur radiante.

Tout comme en 2013, ceci nous indique que la régie des températures des TCC pourrait être fort importante ainsi que leur utilisation selon les conditions climatiques présentes et le stade de la culture afin d'optimiser leur rendement.

### Calibre des fruits

Les résultats pour le calibre des fruits en 2013 et 2014 ont été rapportés dans le Tableau 160 selon 3 périodes et pour chacune des parcelles expérimentales. Ces trois périodes correspondent à des caractéristiques de températures et la lumière cumulée représentant les différentes saisons pour la production. On constate que les résultats quant au calibre ont été différents et en opposition d'une année à l'autre. En 2013 et pour le résultat global, la parcelle avec TCC a affiché un calibre supérieur de 3% tandis qu'en 2014 ce fut le contraire avec 2% en moins. Comme le calibre est influencé partiellement par la vitesse de croissance du plant, on peut supposer que certains éléments climatiques n'ont pas joué de même façon dans les deux parcelles expérimentales chaque année. Cela sera traité dans la sous-section *Discussion*.

Le fait que le producteur ait sacrifié la première grappe en 2014 pour permettre aux plants d'augmenter leur vigueur semble avoir eu un effet positif en 2014 (+7,9 g parcelle sans TCC comparé à 2013) sur le calibre pour la période des semaines 10 à 24 dans la parcelle sans TCC (Tableau 160 ci-dessous). Ce tableau nous permet de constater qu'en 2014, le calibre a été inférieur dans les périodes où les TCC ont été les plus utilisés soient la première et la dernière période. Durant la période estivale, le calibre a été semblable dans chaque parcelle en 2014. En 2013, le calibre des fruits a été supérieur dans la parcelle avec TCC lors de chacune des périodes.

**Tableau 160 - Calibre moyen des tomates en 2013 et 2014 pour le rang 3 et selon différentes périodes climatiques**

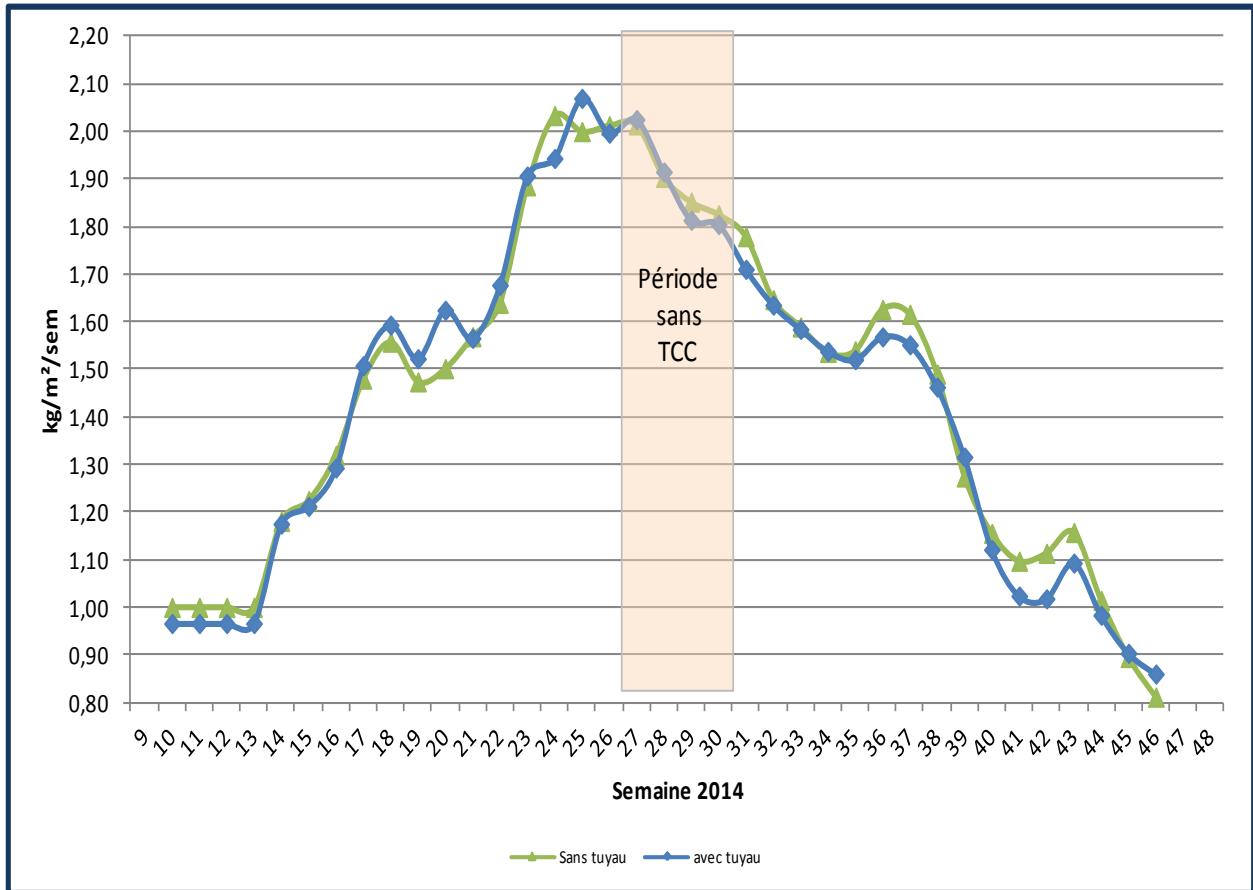
Période	2013		2014	
	Avec TCC g	Sans TCC g	Avec TCC g	Sans TCC g
Semaines 10 à 24	192,0	188,9	191,8	196,7
Semaines 24 à 31	206,1	201,0	195,2	194,3
Semaines 32 à 46	199,9	191,9	193,0	199,2
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>197,7</b>	<b>192,7</b>	<b>193,5</b>	<b>196,6</b>

Comme en 2013, on peut observer avec le Graphique 37 et le Graphique 38 (différence de calibre selon la moyenne mobile 4 semaines) qu'à l'intérieur de cette période, la courbe de tendance de l'écart de calibre entre les deux traitements et la courbe de tendance du taux de chaleur radiante vont complètement à l'opposé; il y a donc une corrélation négative entre le calibre et le niveau de chaleur radiante. Cette corrélation négative semble amplifiée par un usage plus important de chauffage au sol. Le dosage de la quantité de chaleur utilisée au sol et dans la canopée semble donc avoir de l'importance si l'on désire éviter d'influencer négativement le calibre et conserver l'avantage du nombre de tomates produites par m<sup>2</sup> avec les TCC. Les résultats de 2014 démontrent ce point (Voir sous-section *Discussion*).

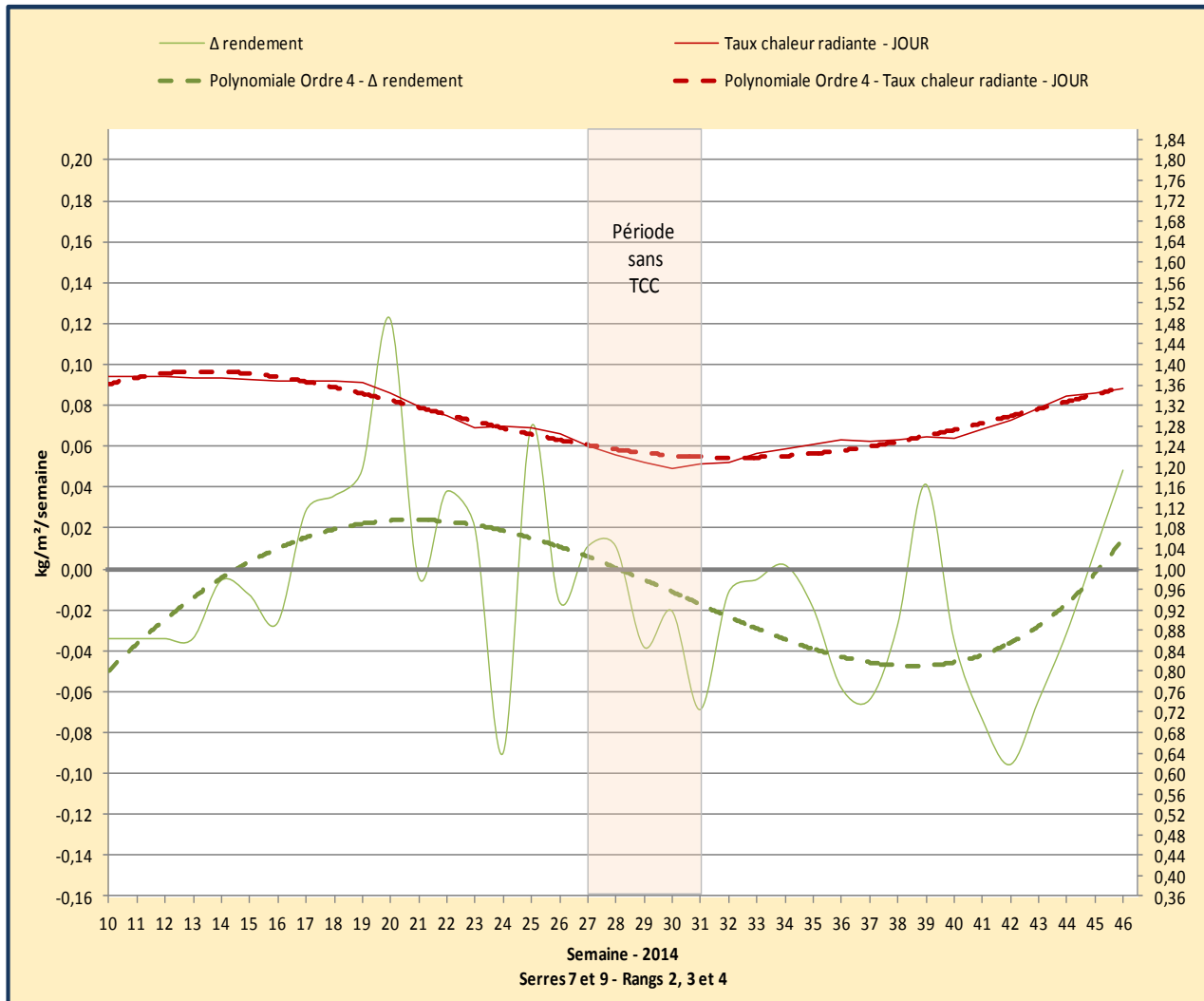
Les données servant à l'élaboration du Graphique 34 au Graphique 38 sont dans le Tableau 161, le Tableau 162 et le Tableau 163 après le Graphique 36.

On peut remarquer également que dans le Graphique 38 pour le rang 3 les courbes de tendances polynomiales d'ordre 4 se sont rapprochées si l'on compare avec le Graphique 37, indiquant aussi une corrélation encore plus étroite pour traitement TCC lorsque les écarts des résultats sont faits seulement avec le rang 3 plutôt qu'avec la moyenne des trois rangs.

**Graphique 34 - 2014 : Moyenne mobile (4 semaines) pour la production en kg/m<sup>2</sup>/semaine Parcelle (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs parcelle sans TCC**

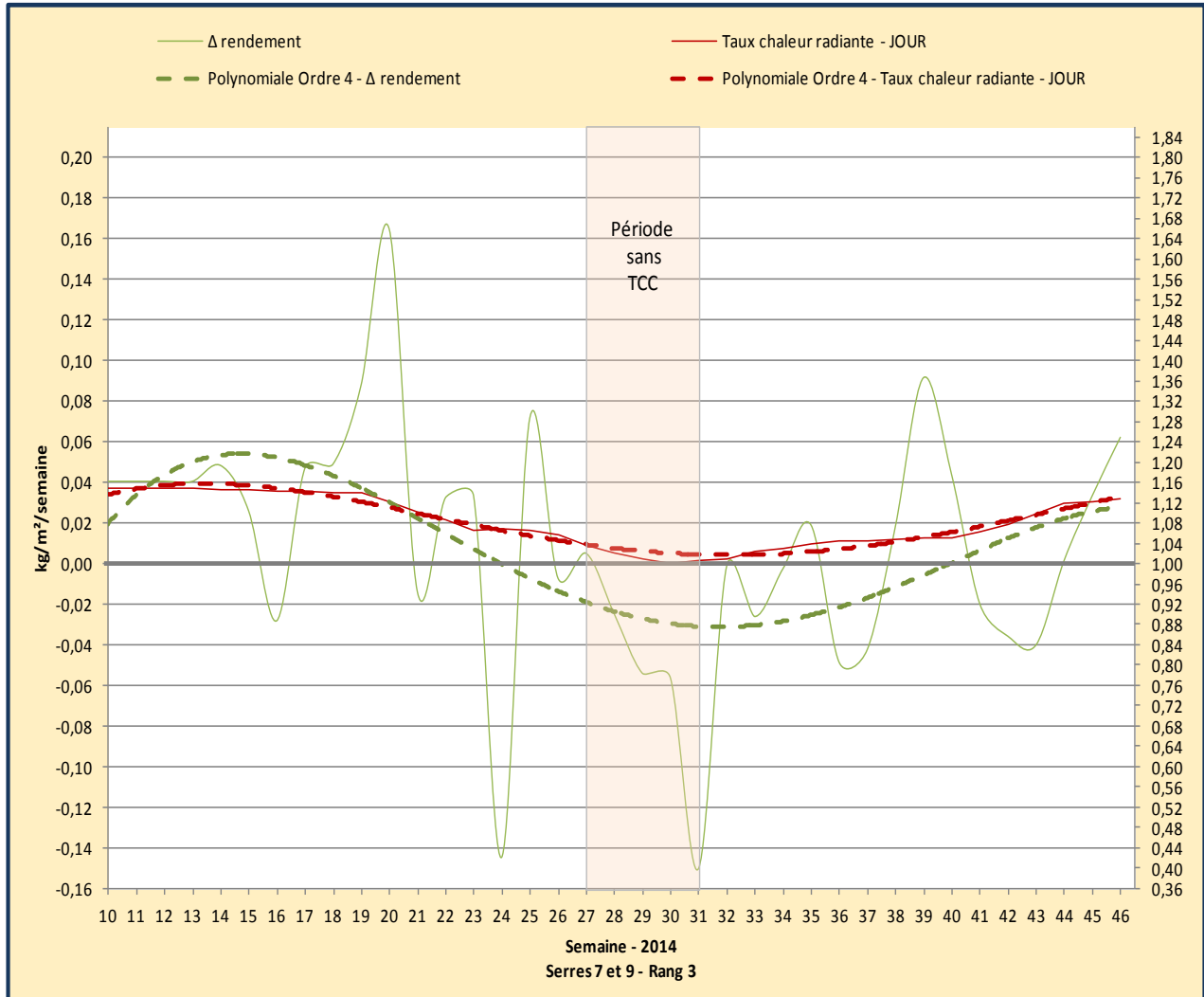


**Graphique 35 - 2014 : Différence de rendement des parcelles (rangs 2, 3 et 4) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe. Le taux de chaleur radiante de 1,0 correspond à la valeur déduite la plus basse encourue en 2013 et 2014 (semaine 39, 2013) pour son émission à partir des TCC (voir l'Annexe 12).

**Graphique 36 - Différence de rendement des parcelles (rangs 3) avec TCC vs sans TCC selon leur moyenne mobile (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période de jour**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe. Le taux de chaleur radiante de 1,0 correspond à la valeur déduite la plus basse encourue à 2013 et 2014 (semaine 39, 2013) pour son émission à partir des TCC (voir l'Annexe 12).



**Tableau 161 - 2014 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine (rangs 2, 3 et 4)**

2014		Serre 7 (sans tuyaux)			Serre 9 (avec tuyaux)		
		Semaine	kg/m <sup>2</sup> /sem.		kg/m <sup>2</sup> /sem.		
			Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	Hebdo.	moy. mobile 4 sem.	Dif. mobile 9 moins 7
Terninant	08-mars	10	0,58	1,00	0,30	0,97	-0,03
	15-mars	11	1,05	1,00	1,09	0,97	-0,03
	22-mars	12	1,34	1,00	1,48	0,97	-0,03
	29-mars	13	1,04	1,00	1,00	0,97	-0,03
	05-avr	14	1,30	1,18	1,14	1,18	-0,01
	12-avr	15	1,23	1,22	1,23	1,21	-0,01
	19-avr	16	1,72	1,32	1,80	1,29	-0,03
	26-avr	17	1,68	1,48	1,86	1,51	0,03
	03-mai	18	1,61	1,56	1,48	1,59	0,04
	10-mai	19	0,89	1,47	0,95	1,52	0,05
	17-mai	20	1,83	1,50	2,21	1,62	0,12
	24-mai	21	1,94	1,57	1,62	1,57	0,00
	31-mai	22	1,89	1,64	1,93	1,68	0,04
	07-juin	23	1,88	1,89	1,87	1,91	0,02
	14-juin	24	2,42	2,03	2,35	1,94	-0,09
	21-juin	25	1,81	2,00	2,13	2,07	0,07
	28-juin	26	1,94	2,01	1,63	2,00	-0,02
TCC non fonctionnels	05-juil	27	1,89	2,01	1,98	2,03	0,01
	12-juil	28	1,98	1,90	1,91	1,92	0,01
	19-juil	29	1,60	1,85	1,72	1,81	-0,04
	26-juil	30	1,83	1,83	1,60	1,80	-0,02
	02-août	31	1,70	1,78	1,61	1,71	-0,07
	09-août	32	1,45	1,65	1,61	1,64	-0,01
	16-août	33	1,37	1,59	1,52	1,58	-0,01
	23-août	34	1,62	1,54	1,41	1,54	0,00
	30-août	35	1,72	1,54	1,54	1,52	-0,02
	06-sept	36	1,79	1,63	1,80	1,57	-0,06
	13-sept	37	1,33	1,62	1,45	1,55	-0,06
	20-sept	38	1,12	1,49	1,06	1,46	-0,03
	27-sept	39	0,85	1,27	0,95	1,32	0,04
	04-oct	40	1,32	1,16	1,03	1,12	-0,03
	11-oct	41	1,10	1,10	1,06	1,02	-0,07
	18-oct	42	1,18	1,11	1,03	1,02	-0,10
	25-oct	43	1,03	1,16	1,25	1,09	-0,06
	01-nov	44	0,75	1,01	0,59	0,98	-0,03
	08-nov	45	0,62	0,89	0,74	0,90	0,01
	15-nov	46	0,85	0,81	0,86	0,86	0,05
<b>Total sem. 10 à 46</b>			<b>53,24</b>		<b>52,81</b>		

Notes : Les récoltes du 25 septembre, 6 et 9 octobre ont été estimées par différents types d'interpolation et en se référant aux récoltes de l'ensemble du complexe. Ces opérations n'ont pas modifié l'écart moyen.

**Tableau 162 - 2014 : Rendement hebdomadaire selon les traitements et les moyennes mobiles (4 semaines) en kg/m<sup>2</sup>/semaine (rang 3)**

2014		Serre 7 (sans tuyaux)			Serre 9 (avec tuyaux)		
		Semaine	kg/m <sup>2</sup> /sem.		kg/m <sup>2</sup> /sem.		Dif. mobile 9 moins 7
Terminant	Hebdo.		moy. mobile 4 sem.	Hebdo.	moy. mobile 4 sem.		
08-mars	10	0,50	0,98	0,29	1,02	0,04	
15-mars	11	1,04	0,98	1,11	1,02	0,04	
22-mars	12	1,33	0,98	1,64	1,02	0,04	
29-mars	13	1,03	0,98	1,03	1,02	0,04	
05-avr	14	1,33	1,18	1,15	1,23	0,05	
12-avr	15	1,29	1,25	1,26	1,27	0,03	
19-avr	16	1,67	1,33	1,77	1,30	-0,03	
26-avr	17	1,61	1,48	1,91	1,52	0,05	
03-mai	18	1,69	1,56	1,51	1,61	0,05	
10-mai	19	0,82	1,45	0,96	1,54	0,09	
17-mai	20	1,77	1,47	2,17	1,64	0,16	
24-mai	21	2,20	1,62	1,78	1,60	-0,01	
31-mai	22	1,97	1,69	1,98	1,72	0,03	
07-juin	23	1,81	1,94	1,95	1,97	0,03	
14-juin	24	2,56	2,13	2,25	1,99	-0,14	
21-juin	25	1,75	2,02	2,20	2,09	0,07	
28-juin	26	2,02	2,03	1,71	2,03	-0,01	
TCC non fonctionnels	05-juil	27	1,77	2,02	1,95	2,03	0,01
	12-juil	28	2,18	1,93	1,75	1,90	-0,02
	19-juil	29	1,54	1,88	1,88	1,82	-0,05
	26-juil	30	1,86	1,84	1,54	1,78	-0,06
	02-août	31	1,80	1,85	1,61	1,70	-0,15
	09-août	32	1,44	1,66	1,61	1,66	0,00
	16-août	33	1,31	1,60	1,55	1,58	-0,03
	23-août	34	1,72	1,57	1,50	1,57	0,00
	30-août	35	1,71	1,55	1,61	1,57	0,02
	06-sept	36	1,90	1,66	1,80	1,61	-0,05
	13-sept	37	1,30	1,66	1,56	1,62	-0,04
	20-sept	38	1,09	1,50	1,11	1,52	0,02
	27-sept	39	0,82	1,28	1,01	1,37	0,09
	04-oct	40	1,38	1,15	1,08	1,19	0,04
	11-oct	41	1,11	1,10	1,11	1,08	-0,02
	18-oct	42	1,12	1,11	1,08	1,07	-0,04
	25-oct	43	1,12	1,18	1,29	1,14	-0,04
	01-nov	44	0,73	1,02	0,60	1,02	0,00
	08-nov	45	0,64	0,90	0,77	0,93	0,03
	15-nov	46	0,84	0,83	0,91	0,89	0,06
<b>Total sem. 10 à 46</b>		<b>53,79</b>		<b>54,00</b>			

Note : Les récoltes du 25 septembre, 6 et 9 octobre ont été estimées par différents types d'interpolation et en se référant aux récoltes de l'ensemble du complexe. Ces opérations n'ont pas modifié l'écart moyen.

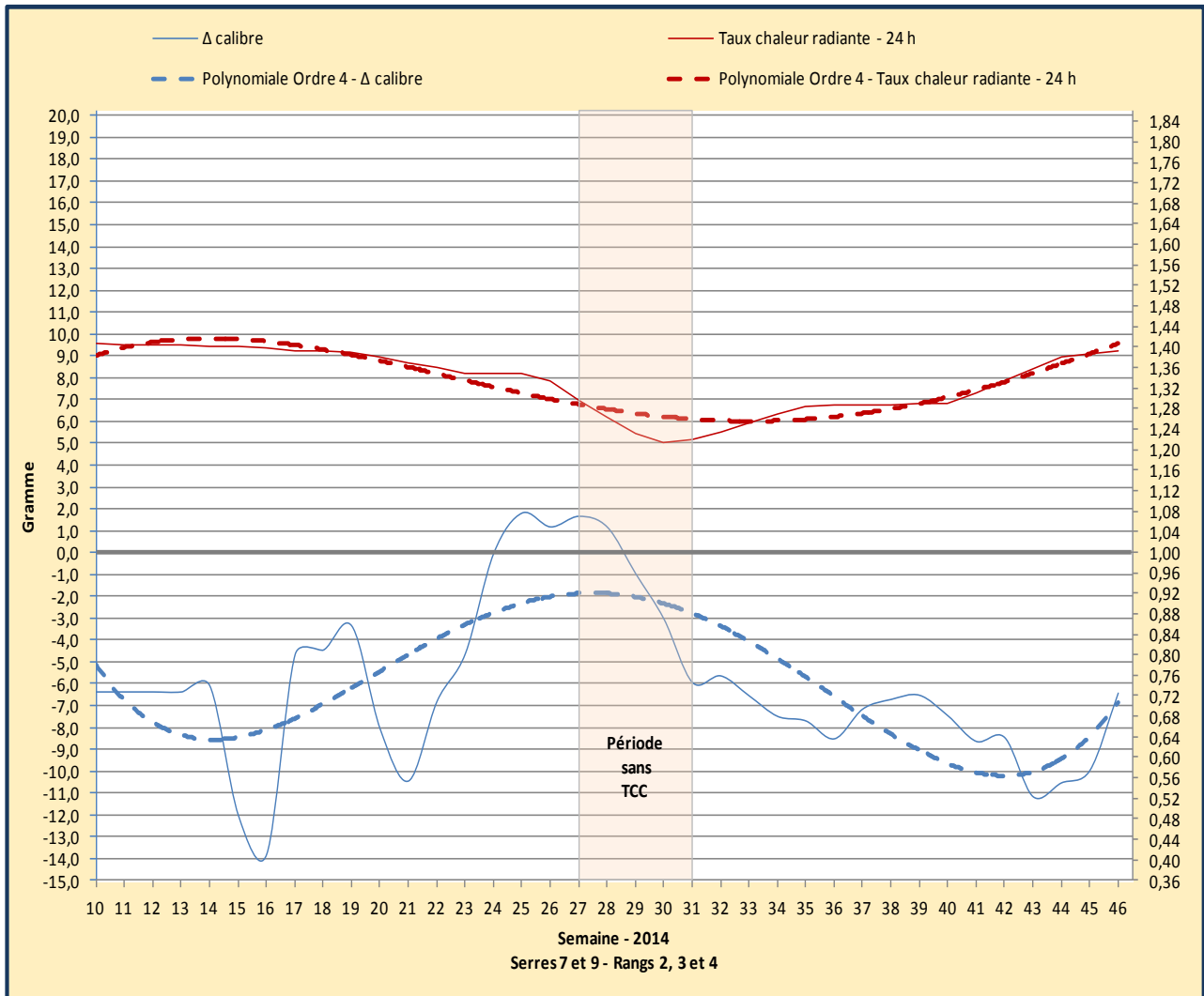
**Tableau 163 - 2014 : Moyenne mobile de 4 semaines du taux relatif <sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC**

2014		Période de la journée	
		Jour	24 heures
Terninant	Semaine	Taux	Taux
08-mars	10	1,38	1,41
15-mars	11	1,38	1,40
22-mars	12	1,38	1,40
29-mars	13	1,37	1,40
05-avr	14	1,37	1,40
12-avr	15	1,37	1,40
19-avr	16	1,37	1,40
26-avr	17	1,37	1,39
03-mai	18	1,37	1,39
10-mai	19	1,36	1,39
17-mai	20	1,34	1,38
24-mai	21	1,32	1,37
31-mai	22	1,30	1,36
07-juin	23	1,28	1,35
14-juin	24	1,28	1,35
21-juin	25	1,28	1,35
28-juin	26	1,26	1,33
05-juil	27	1,24	1,30
12-juil	28	1,22	1,26
19-juil	29	1,21	1,23
26-juil	30	1,20	1,21
02-août	31	1,20	1,22
09-août	32	1,21	1,23
16-août	33	1,22	1,25
23-août	34	1,23	1,27
30-août	35	1,24	1,28
06-sept	36	1,25	1,29
13-sept	37	1,25	1,29
20-sept	38	1,25	1,29
27-sept	39	1,26	1,29
04-oct	40	1,26	1,29
11-oct	41	1,27	1,31
18-oct	42	1,29	1,33
25-oct	43	1,31	1,36
01-nov	44	1,34	1,38
08-nov	45	1,34	1,39
15-nov	46	1,35	1,39
<b>Moyenne 10 à 26 &amp; 31 à 46</b>		<b>1,31</b>	<b>1,34</b>

TCC non fonctionnels

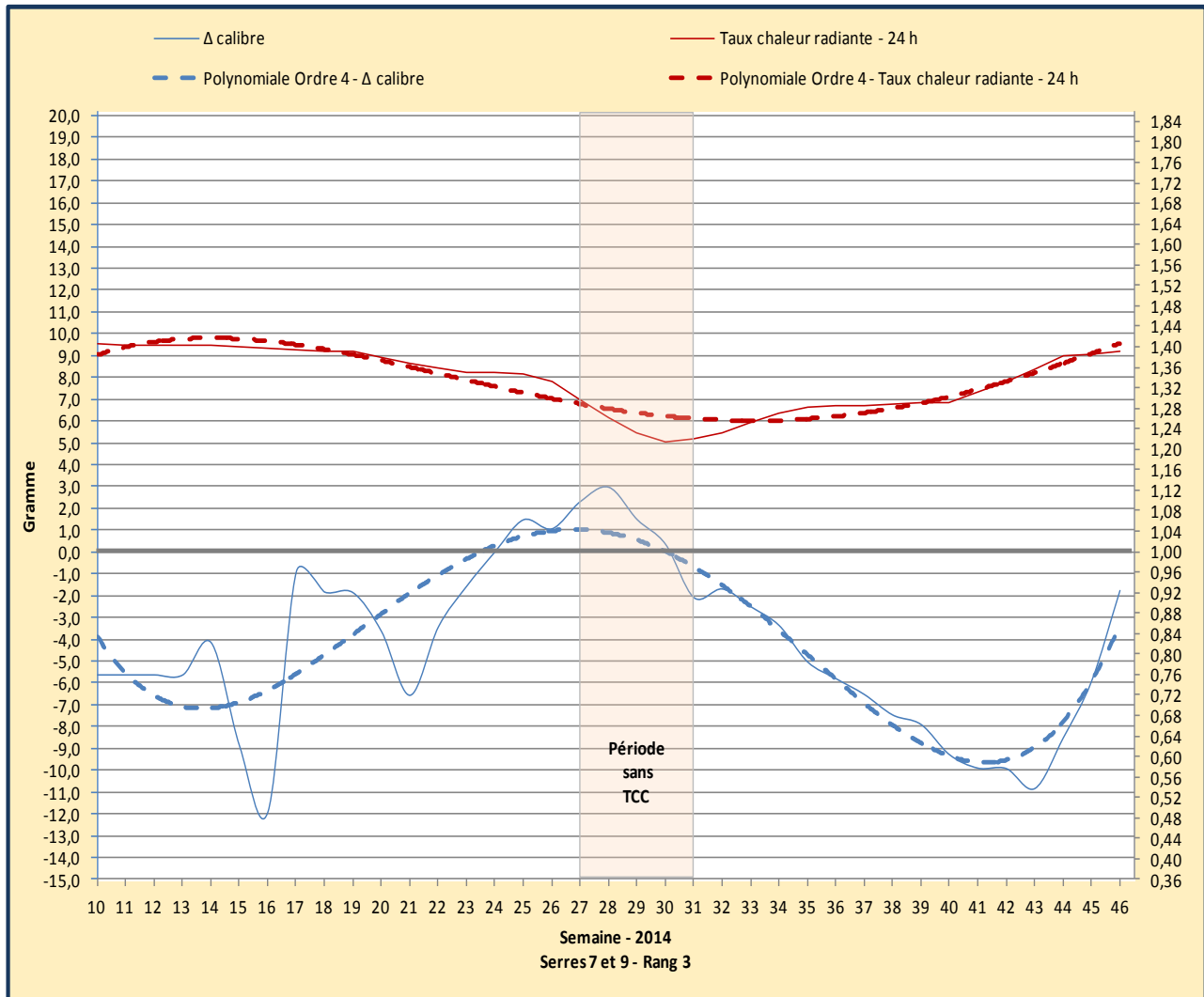
<sup>A</sup> La valeur 1,0 du taux relatif de chaleur radiante correspond à l'émission de chaleur radiante des TCC lorsque leur température est d'environ 20,3 °C pour la période de jour et 19,4 °C pour la période 24 heures et sans apport de chaleur provenant du système de chauffe (point de référence pour le 1,0 en 2013). Les valeurs des puissances rayonnées en 2013 (effet de levier seulement) peuvent être retrouvées à l'Annexe 12.

**Graphique 37 - 2014 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rangs 2, 3 et 4) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe. Le taux de chaleur radiante de 1,0 correspond à la valeur déduite la plus basse encourue en 2013 et 2014 (semaine 39, 2013) pour son émission à partir des TCC (voir l'Annexe 12).

**Graphique 38 - 2014 : Différence de calibre avec TCC vs sans TCC (rang 3) selon les moyennes mobiles (4 semaines) hebdomadaires en grammes comparée au taux<sup>A</sup> de chaleur radiante des TCC durant la période 24 h**



<sup>A</sup> Le taux de 1,0 correspond à la chaleur radiante minimale des TCC sans apport de chaleur du système de chauffe. Le taux de chaleur radiante de 1,0 correspond à la valeur déduite la plus basse encourue en 2013 et 2014 (semaine 39, 2013) pour son émission à partir des TCC (voir l'Annexe 12).

*Coefficient de variation pour les trois rangs de chaque parcelle expérimentale*

Le Tableau 164 présente la valeur du coefficient de variation des résultats des trois rangs de chaque parcelle expérimentale et pour la période des récoltes du 6 mars au 13 novembre 2014. La valeur moyenne, bien que plus élevée qu'en 2013, reste basse et donne une certaine confiance vis-à-vis la fiabilité des résultats et la qualité de l'exécution expérimentale.

Pour la parcelle avec TCC, c'est le rang 2 qui a eu un rendement inférieur de 4% à la moyenne des rangs 3 et 4. Cette différence n'existait pas dans la parcelle sans TCC. Les raisons de cela sont données dans la sous-section Ombre et lumière dans la serre 9 à la page 289.

**Tableau 164 - 2014 : Coefficient de variation des trois rangs de chaque parcelle expérimentale selon les différentes périodes**

Période (2014)	# de sem.	Avec TCC	Sans TCC
6 mars au 14 mai	10,5	2,1%	1,3%
14 mai au 8 août <sup>A</sup>	11,0	1,3%	3,2%
9 août au 13 nov.	15,0	3,9%	0,9%
<b>Total des périodes</b>	<b>36,5</b>	<b>2,4%</b>	<b>1,6%</b>

<sup>A</sup> Durant cette période les TCC n'ont pas fonctionné pendant 28 jours.

## Discussions

Précédemment dans la sous-section *Analyse des résultats 2014*, il a été estimé que la quantité de kg par m<sup>2</sup> serait supérieure en 2014 par rapport à 2013 de 1,1% pour la parcelle avec TCC et de 4,9 % pour la parcelle sans TCC (moyenne des trois rangs) et pour une même période de culture. Ces changements dans le rendement dans la culture ont fait en sorte que la parcelle avec TCC et celle sans TCC ont obtenu environ la même performance en 2014.

L'augmentation de la radiation solaire de 1,7% est en partie la cause du changement de rendement (voir le Tableau 165) et pour la parcelle avec TCC la réponse a été moindre que pour cette augmentation de la radiation solaire à l'extérieur de la serre.

**Tableau 165 - Radiation solaire à l'extérieur de la serre selon l'année et pour une même période en joules par cm<sup>2</sup>**

Période	J/cm <sup>2</sup>
Semaine 3 à 46, année 2013	426 624
Semaine 3 à 46, année 2014	433 792
<b>Δ 2014.vs.2013</b>	<b>1,7%</b>

En 2014, il y a eu une forte augmentation de la chaleur émise par l'ensemble des boucles de chauffe : + 53,6% (voir le Tableau 166 ). On pourrait cependant compter cette augmentation comme étant de 41.2% étant donné que le besoin de chauffe a augmenté quant à lui de 12,4%. On peut déduire que les boucles de chauffe ont émis en 2014 beaucoup plus de chaleur pour déshumidifier (peut-être le double) et que c'est sans doute pour cette raison que l'effet des TCC a été réduit de façon importante en 2014. Le rendement de la parcelle sans TCC a été bonifié par cet ajout de chaleur ce qui ne fut pas le cas pour la parcelle avec TCC et peut-être même désavantagée.

On pourrait émettre comme hypothèse pour expliquer cette situation que les énoncés de consignes, tels que formulés au niveau du système de contrôle climatique, ont généré des actions en opposition (chauffe et ventilation) en ce qui concerne le contrôle de l'humidité. La configuration des lieux et des systèmes actuels ne facilite sans doute pas cette harmonisation des consignes particulièrement, s'il y a une volonté d'améliorer la plage d'opération quant au niveau de la DPV.

**Tableau 166 - Chaleur émise pour l'ensemble des boucles de chauffe dans les chapelles 1 à 10 durant la période de récoltes**

Période <sup>A</sup>		kWh	DJc	REÉ <sup>B</sup> kWh/ m <sup>2</sup> / 100 DJc
Début	Fin			
2013-03-03	2013-11-14	1 432 060	1 725	22,1
2014-03-02	2014-11-13	2 199 612	1 939	30,2
<b>Δ 2014.vs.2013 :</b>		<b>53,6%</b>	<b>12,4%</b>	<b>36,6%</b>

<sup>A</sup> La période est de 257 jours.

<sup>B</sup> Ratio d'efficacité énergétique.

Les valeurs du Tableau 166 ci-dessus permettent d'estimer la valeur des changements d'intensité énergétique d'une année à l'autre pour la période de récoltes. Pour la période du 1<sup>er</sup> janvier au 3 décembre (337 jours), on a également calculé les ratios d'efficacité énergétique et ils affichent des valeurs de 16,4 kWh/ m<sup>2</sup>/ 100 DJc en 2013 et 23,2 kWh/ m<sup>2</sup>/ 100 DJc en

2014. C'est donc dire que pour un même besoin de chauffe, 41 % plus de chaleur (en provenance de toutes les boucles de chauffe) ont été utilisés en 2014 vs 2013 sur la base de cette période. Lors de l'audit pour l'année 2008, les serres avaient affiché un ratio d'efficacité énergétique de 13,5 kWh/ m<sup>2</sup>/ 100 DJc pour l'année au complet (365 jours).

Cela ne donne toutefois pas d'explication satisfaisante pour la différence de réponse du rang 3 dans chaque parcelle par rapport à cette addition de chaleur émise. En poussant plus loin cette analyse, on constate que la quantité de chaleur émise par les boucles de chauffe au sol dans les chapelles 9 et 10 est de beaucoup plus importante que celle émise dans les chapelles 1 à 8 et que de fait la chaleur émise en 2014 dans les chapelles 1 à 8 est presque l'équivalent sur une base de kWh/m<sup>2</sup>/jour de la chaleur émise en 2013 dans les chapelles 9 et 10 en 2013 (voir le Tableau 167).

**Tableau 167 - Chaleur émise par les boucles de chauffe au sol et en pourtour pour les chapelles 1 à 8 et pour les chapelles 9 et 10 en kWh/m<sup>2</sup>/jour**

Période <sup>A</sup>		Chapelles		Différence entre les boucles
		1 à 8	9-10	
Début	Fin	kWh/m <sup>2</sup> /j	kWh/m <sup>2</sup> /j	
2013-01-25	2013-11-13	1,30	2,05	<b>58,2%</b>
2014-01-25	2014-11-13	2,24	3,58	<b>60,0%</b>
<b>Δ 2014.vs.2013 :</b>		<b>72,9%</b>	<b>74,9%</b>	

<sup>A</sup> La période est basée sur la culture de 2014 et elle est de 293 jours.

Les chapelles 9 et 10 exportent donc environ 42%<sup>34</sup> de la chaleur émise par la boucle de chauffe au sol et en pourtour. Si l'ajout de gaz carbonique injecté est exporté ou dilué de même façon, il ne sera pas surprenant d'assister à une réduction du calibre des fruits. La preuve étant qu'en été 2014 (voir le Tableau 160 à la page 277) le calibre des fruits était supérieur dans la parcelle avec TCC tandis qu'il devenait inférieur en au printemps et en automne. Il a été constaté qu'en 2014 pour la période du 25 janvier au 13 novembre les boucles de chauffe au sol et au pourtour, avaient émis environ 52%<sup>35</sup> plus de chaleur en tenant compte de la variation des degrés-jours de chauffe requis.

Lorsqu'en fonction, les TCC ont représenté 4,8% de la chaleur émise au sol et dans le pourtour 2013 et 3,2% pour 2014. Les excès de chaleur émise au sol pour déshumidifier ont tout simplement atténué l'effet des TCC en 2014. Les TCC ont pour objectif le contraire de cette situation. En 2013 les TCC ont démontré qu'on pouvait obtenir environ la même augmentation de rendement avec beaucoup moins d'énergie. La parcelle sans TCC a consommé environ 230 kWh/m<sup>2</sup> de plus en 2014 pour générer un gain de 3% de production, les gains obtenus par l'augmentation de la radiation solaire étant déduits.

<sup>34</sup> Cette valeur a été évaluée à partir du Tableau 94 à la page 202. Elle est la moyenne des années 2013 et 2014. La superficie des chapelles 1 à 10 est de 3 760 m<sup>2</sup>. 2013 (293 jours) : 1,45 kWh/m<sup>2</sup>/jour (sol et pourtour des chapelles 1 à 10) pour 41,8% (41,8% = (2,05/1,45)-1). 2014 (293 jours) : 2,51 kWh/m<sup>2</sup>/jour (sol et pourtour des chapelles 1 à 10) pour 43,0% (43,0% = (3,58/2,51)-1).

<sup>35</sup> Cette valeur a été évaluée à partir du Tableau 94 à la page 202. L'énergie transmise des boucles « sol et pourtour » des chapelles 1 à 10 est : 1 592 485 kWh pour un DJc de 2 606 en 2013, 2 762 084 kWh pour un DJc de 2 965 en 2014. Le rapport 2014 sur 2013 est de 1,73 pour les énergies transmises et de 1,14 pour les DJc. Ainsi, 52% est le rapport de 1,73 sur 1,14.



### Ombre et lumière dans la serre 9

La Photo 7 (page 290) présente les zones de lumière et d'ombre dans la chapelle 9. La photo a été prise le 3 octobre 2014 à 10h24. Voici quelques observations et commentaires.

Comparée à la serre 7, la serre 9 possède deux éléments de structure supplémentaires; une tablette de 20 cm pour porter des fils électriques et un tuyau isolé de 15 cm. Ces éléments constituent une source d'ombre diminuant la radiation solaire au niveau des plants. Les rangs 1 et 2 en sont les plus affectés. Ces deux éléments affectent le côté est de la chapelle durant l'avant-midi. La moitié de la chapelle ayant 380 cm en largeur et ces deux éléments ayant une largeur totale de 35 cm ( $35 \text{ cm} \div 380 \text{ cm} = 9,2 \%$ ) on peut facilement concevoir que lorsque c'est complètement ensoleillé nous pouvons obtenir une réduction significative (4% à 5%) de la radiation cumulée pour une journée au niveau des plants pour le rang 1 et le rang 2.

Comme on peut observer dans le Tableau 168, l'effet négatif de l'ombre sur le rendement du rang 2 et l'effet positif de l'ensoleillement direct sur le rang 3 vont varier selon la période de l'année qui est caractérisée par la durée du jour et l'élévation maximale du soleil (voir le Tableau 169). Plus la durée du jour sera courte et plus l'angle d'entrée (32 degrés) sera prêt l'élévation maximum du soleil, plus l'effet sur le rendement sera prononcé sur ces deux rangs.

**Tableau 168 - Analyse des rendements de la serre 9 selon le rang et la période de l'année 2014**

		Serre 9				Écart du rang 2 vs les rangs 3 & 4
		rang 2	rang 3	rang 4	Total	
Période (2014)	# de sem.	kg/m <sup>2</sup> /sem.	kg/m <sup>2</sup> /sem.	kg/m <sup>2</sup> /sem.	kg/m <sup>2</sup> /sem.	
6 mars au 14 mai	10,5	1,35	1,41	1,39	1,38	-3,5%
14 mai au 8 août	11,0	1,83	1,87	1,85	1,85	-2,1%
9 août au 13 nov.	15,0	1,15	1,24	1,20	1,19	-5,9%
<b>Total ou moyenne</b>	36,5	1,41	1,48	1,45	1,45	<b>-3,8%</b>
<b>Performance relative</b>		<b>0,953</b>	<b>1,000</b>	<b>0,980</b>	<b>0,978</b>	

**Tableau 169 - Durée du jour et élévation du soleil selon la période l'année 2014**

Période (2014)	Durée du jour	Élévation
	h:min	Angle au zénith
6 mars au 14 mai	13:12	51,3
14 mai au 8 août	15:23	66,1
9 août au 13 nov.	12:13	44,4

Au contraire, le rang 3 reçoit la lumière directe du soleil durant environ 25 minutes en avant-midi lorsque le ciel est dégagé et que le toit est ouvert bien entendu. C'est pour ces raisons que la comparaison des résultats devrait surtout être faite à partir du rang 3. Les courbes polynomiales de niveau 4 démontrent d'ailleurs des corrélations beaucoup plus grandes avec uniquement ce rang plutôt qu'avec la moyenne des trois rangs (rangs 2, 3 et 4). D'ailleurs en 2013, les résultats du rang 1 ont été délaissés, les résultats étant trop différents des autres rangs.

**Photo 7 - Chapelle 9 : Zones de lumière et d'ombre**



**Notes :**

**R1** Emplacement du rang 1, **R2** du rang 2, etc.

**A** Zone de lumière directe sur le rang 3 et provenant de l'ouverture des volets (angle de 32 degrés). On peut observer la même traînée de lumière sur le mur des deux chapelles adjacentes.

**B** Zone d'ombre causée par la gouttière et la tablette 20 cm pour du filage; n'existe pas dans la chapelle 7.

**C** Présence d'un tuyau isolé 15 cm qui fait aussi de l'ombre; n'existe pas dans la serre 7.

### 4.3.2. Éléments pour la régie des tuyaux de chauffe dans la canopée

L'objectif général des TCC est d'augmenter la température de l'air et des feuilles à l'intérieur de la canopée afin d'empêcher toute condensation et promouvoir la croissance et la production des tomates. Cela a comme effet de diminuer l'humidité à l'intérieur de la canopée et d'augmenter le différentiel de pression de vapeur (DPV). De plus, une meilleure aération de la canopée sera créée par les mouvements d'air générés par les différentiels de températures (intérieur vs extérieur de la canopée).

Une meilleure DPV, pourvu qu'elle reste à l'intérieur d'une fourchette confortable pour le plant, favorisera les échanges gazeux du feuillage. L'absence de condensation limitera ou sinon éliminera l'incidence de maladies telle le Botrytis.

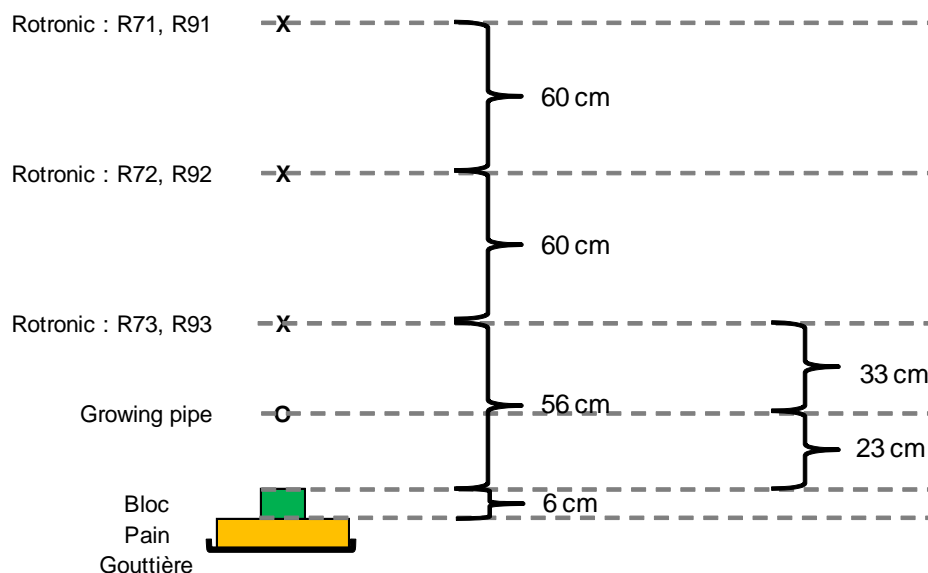
Il s'agit donc de générer de la chaleur là où le besoin est le plus grand, en quantité suffisante pour avoir un effet significatif, et au moment où c'est le plus approprié ou souhaitable.

Atteindre ces objectifs microclimatiques assure au producteur une production optimale de la culture année après année.

#### Hauteur du TCC

Les TCC de ces essais étaient à une hauteur moyenne de 29 cm (Schéma 8) au-dessus du pain de substrat composé de fibres de coco. Il s'agit d'une variété de type Beefsteak rose. Cela correspondait à une position entre la première grappe récoltée et la grappe supérieure à celle-ci. Du moins pour les premières grappes récoltées. Par la suite, cette hauteur a donné une hauteur relative en dessous de la grappe récoltée ce qui n'est pas optimal par rapport aux effets recherchés; une hauteur de 50 cm aurait été plus appropriée pour la période qui est deux ou trois semaines après de la première récolte.

#### **Schéma 8 - Montage fait pour les essais faits chez Excel-Serres en 2013 et 2014**



L'utilisation de deux TCC d'un diamètre de 2,5 cm et distancés de 60 cm permettrait de maintenir une position optimale sur une base plus longue étant donné que la hauteur relative de la grappe récoltée fluctue selon l'abaissement des plants.

### Température des TCC

Voici des éléments pouvant être utiles pour déterminer la température des TCC et leur usage, en fonction :

- des températures ambiantes et de l'ensoleillement (intensité lumineuse);
- de l'humidité ambiante et de la capacité à déshumidifier la serre;
- de la DPV dans la canopée (zone de confort, voir le « Tableau 58 - DPV (mbar) et zone de confort pour la plupart des plantes » à la page 138);
- du stade du plant (exemples : plant étêté, avant l'entrée en production, etc.);
- de l'état du plant (végétatif ou reproductif);
- du diamètre et épaisseur de la paroi du TCC;
- du type de serre et du cycle de production (avec écran thermique et éclairage artificiel ou non, cela influe sur l'humidité ambiante, etc.).

Selon le mois de l'année, les conditions de culture et climatiques vont fluctuer de façon importante. Une régie proactive permet de mieux harmoniser l'usage des TCC avec les conditions climatiques prévalant et l'état des plants permettant ainsi d'optimiser leur effet et le rendement économique de la production.

Le Tableau 170 et le Graphique 39, ci-dessous, montrent à titre d'exemple comment les consignes de température et de fonctionnement pourraient être établies afin d'optimiser l'utilisation des TCC avec un calendrier de production tel que chez Excel-Serres Ltée. La température moyenne annuelle de la consigne des TCC dans ce projet est de 45,4 °C comparée à 41,4 °C et 41,2 °C respectivement pour les années 2013 et 2014 chez Excel-Serres Ltée.

### Nombre de TCC à l'intérieur d'un rang

L'ajout d'un deuxième tuyau dans un rang de plants de tomates pourrait probablement être valable compte tenu qu'une grande partie de l'énergie émise par les TCC et absorbée par la canopée est de nature radiante. Une distance de 75 cm entre les deux tuyaux pourrait être adéquate et le diamètre pourrait être réduit à environ 2,5 cm.

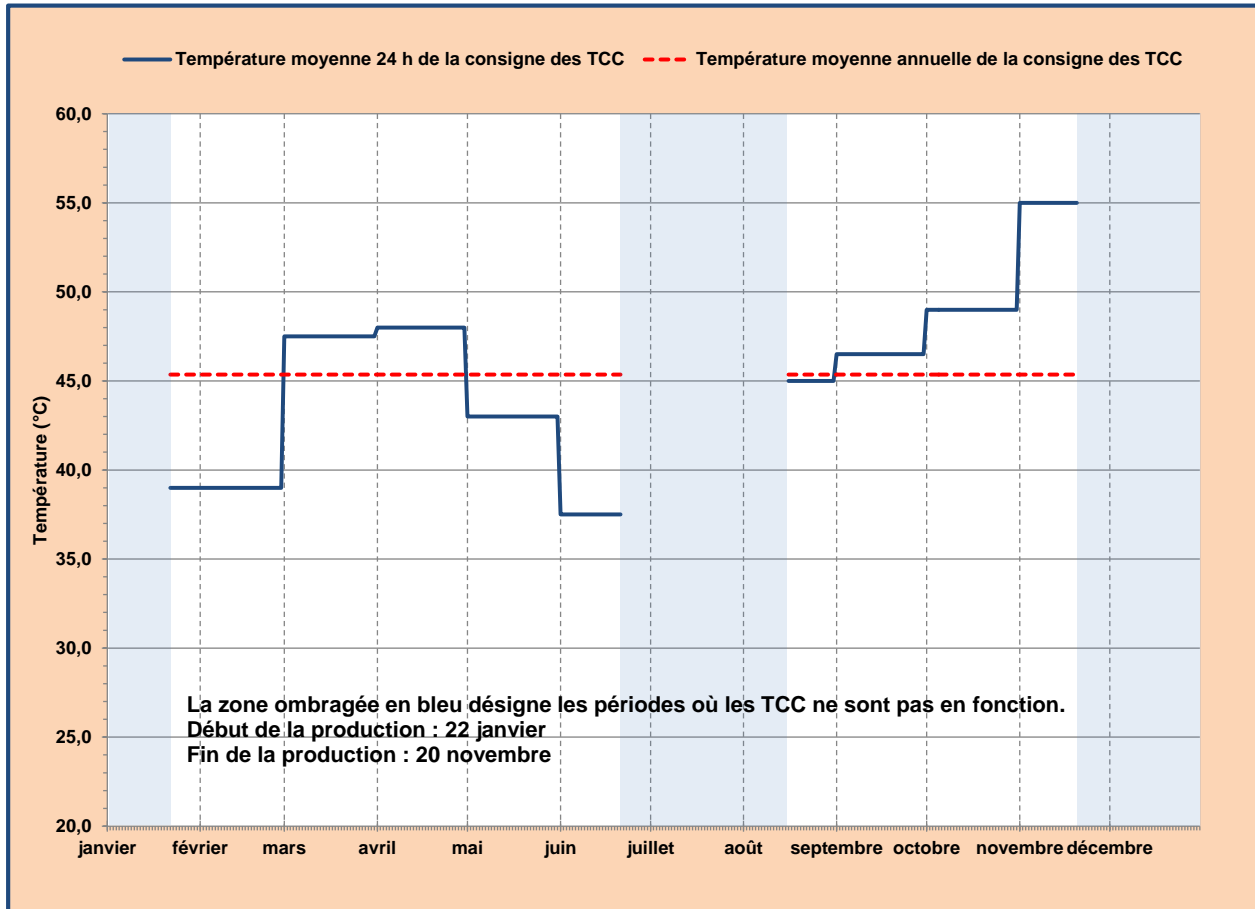
Ceci permettrait un plus grand transfert de l'énergie directement dans la canopée, réduirait d'avantage le besoin de chauffe au sol et en améliorant la réponse du rendement agronomique. L'investissement augmenterait cependant d'environ 25% à 30%.

**Tableau 170 - Projet de consignes d'utilisation des TCC en fonction des températures ambiantes, de l'ensoleillement, des périodes de jour, de nuit et de l'année**

Mois	Avec TCC # jours	Intensité lumineuse pour arrêt	Température ambiante pour arrêt °C	Période d'arrêt valide		Température de fonctionnement	
				début	fin	Jour °C	Nuit °C
janvier	10		22,5			40	38
février	28		23,0	lever +2h30	coucher -1h	40	38
mars	31		23,5	lever +2h30	coucher -0,5h	50	45
avril	30		24,0	lever +2h30	coucher -0,5h	48	48
mai	31	>500 Watts	25,0	lever +2h	coucher	45	45
juin	21	>500 Watts	25,0	lever +1h30	coucher +1h	38	40
juillet	0						
août	16		25,0	lever +2h30	coucher -1h	45	45
septembre	30		24,0	lever +2h30	coucher -1h	48	45
octobre	31		23,0	lever +2h30	coucher -1h	50	48
novembre	20		23,0			55	55
décembre	0						
<b>Total :</b>	<b>248</b>				<b>Moyenne<sup>36</sup> :</b>	<b>45,7</b>	<b>45,0</b>

<sup>36</sup> La température moyenne de fonctionnement de « Jour » est évaluée à partir de la température moyenne et effective de « Jour » estimée à 41 °C en mai et à 35 °C en juin. En effet, ces valeurs tiennent compte de la règle de l'intensité lumineuse pour l'arrêt de fonctionnement des TCC. Le Graphique 39 en tient compte aussi.

**Graphique 39 - Température moyenne quotidienne des TCC selon la période de l'année et selon le projet des consignes de température**



Référence : voir le Tableau 170 - Projet de consignes d'utilisation des TCC en fonction des températures ambiantes, de l'ensoleillement, des périodes de jour, de nuit et de l'année à la page 293.

#### 4.4. Bilan économique - Évaluation économique de l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC)

L'évaluation économique se fera à l'aide d'une modélisation pour l'entière superficie de culture de la serre 3 455 m<sup>2</sup> (sans l'allée de service) dans laquelle les essais se sont effectués. La performance de la culture en 2013 (12 mois), sans l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée, sera utilisée comme référence de base. La référence de base utilisera des besoins en énergie pour la chauffe et la déshumidification en fonction de la normale des températures extérieures et des consignes habituellement utilisées pour la conduite climatique pratiquée par l'entreprise où se sont déroulés les essais.

La démarche se composera des constituants suivants :

1. Coût d'établissement des tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC) avec les caractéristiques des conditions expérimentales
2. Coût d'amortissement de leur installation au complet;
3. Coût de l'entretien et des réparations;
4. Coûts d'utilisation des TCC;
5. Effet sur la rentabilité de l'utilisation des TCC par l'évaluation de la marge contributive;
6. Période de récupération de l'investissement.

##### 4.4.1. Coût d'établissement des tuyaux de chauffe dans la canopée

Un coût type d'établissement des TCC a été estimé pour l'endroit, la culture et la superficie dans lesquels le producteur opère et où le projet fut réalisé. Pour Excel Serres, il s'agit d'une serre composée de 10 chapelles ayant 5 rangs par chapelles. Quarante-huit (48) tuyaux de chauffe comportant un aller et un retour d'eau chaude peuvent y être installés dans la canopée. Le chauffage en périphérie fait en sorte qu'il n'y a pas à installer de TCC pour les rangs en bordure.

Les caractéristiques techniques des tuyaux sont les mêmes que celles qui ont prévalu dans les parcelles expérimentales lors de la réalisation du projet.

Le Tableau 171 ci-après résume les caractéristiques techniques des TCC, et elles correspondent à celles du site où se sont déroulés les essais.

**Tableau 171 - Caractéristiques techniques des tuyaux de chauffe dans la canopée**

Description	Valeur	Unité
Superficie de culture	3 455	m <sup>2</sup>
Nombre de rangs avec TCC (24 boucles)	48	#
Largeur d'un rang	1,524	m
Longueur d'un TCC dans un rang	44,2	m
Diamètre du tuyau d'aller	3,18	cm
Diamètre du tuyau de retour	3,81	cm
Débit d'eau dans chaque TCC <sup>A</sup>	0,875	m <sup>3</sup> /h
Contrôle ordonné de la température du TCC <sup>B</sup>	Oui	

<sup>A</sup> La valeur est basée sur le débit mesuré du TCC (boucle principale) alimentant simultanément les huit boucles secondaires de façon uniforme (hypothèse de travail).

<sup>B</sup> Peut être selon la période de la journée, la lumière, la température, l'humidité relative ou la DPV selon le système en place.

Le diamètre de ces tuyaux est légèrement plus élevé que ce qu'on retrouve dans les installations ontariennes (2,54 cm) ou ailleurs. Le choix de ce diamètre a été dicté par le recyclage des tuyaux de chauffe au toit d'Excel-Serres en TCC. De plus, la différence de diamètre entre l'aller et le retour favorise l'uniformisation du transfert de chaleur des tuyaux en aller avec ceux assurant le retour.

Les principales composantes du coût d'établissement pour les TCC peuvent être classées dans les quatre catégories suivantes :

- Les matériaux non mécaniques;
- Les composantes mécaniques;
- Les éléments requis pour le contrôle.
- La main-d'œuvre pour l'installation incluant les entrepreneurs;

La liste détaillée des composantes, leur coût unitaire et leur coût total peuvent être retrouvés à l'Annexe 5.

En plus du contexte technique et de production, il faut garder à l'esprit que le coût d'établissement des TCC se situe également dans un contexte socio-économique; le coût d'établissement pour 0,5 ha à l'intérieur d'une grappe industrielle, telle que Leamington, ne sera pas le même que celui chez un producteur isolé ayant une superficie assez modeste. Donc, le tableau 2 de cette section peut quand même donner un bon aperçu à cette échelle, mais l'analyse cas par cas pour un projet de TCC reste obligatoire lors d'une implantation.

C'est le coût pour des tuyaux neufs qui a été utilisé pour évaluer le coût d'établissement des TCC dans cette estimation. Le diamètre du tuyau de 3,18 cm vs un diamètre de 2,54 cm a peu d'impact, car le tuyau ne constitue lui-même que 13 % (Annexe 5) du coût total d'établissement.

L'estimation présentée dans le Tableau 172 est tributaire des informations obtenues à l'été 2013. Les coûts rapportés peuvent donc varier de façon plus ou moins importante.

**Tableau 172 - Estimation du coût pour l'installation des tuyaux de chauffe dans la canopée**

<b>Composante</b>	<b>Total <sup>A</sup></b>	<b>\$/m <sup>B</sup></b>	<b>\$/m<sup>2</sup> <sup>A</sup></b>
Matériaux non mécaniques	11 195	5,28	3,24
Composantes mécaniques	4 308	2,03	1,25
Contrôle	1 500	0,71	0,43
Main-d'œuvre et entrepreneurs	14 175	6,68	4,10
<b>Total</b>	<b>31 178</b>	<b>14,70</b>	<b>9,02</b>

<sup>A</sup> Pour une superficie de culture de 3 455 m<sup>2</sup>.

<sup>B</sup> Par mètre linéaire de TCC pour la longueur totale de 2 122 mètres.

Le niveau de participation de la main-d'œuvre du producteur pour l'installation pourra aussi influencer significativement le coût de l'établissement. Dans cet exemple, environ 40 % de la main-d'œuvre (en heure, voir le Tableau 173) provient de la main-d'œuvre du producteur. Le



tarif horaire moyen pour la main-d'œuvre est un composite constitué selon les heures travaillées au tarif <sup>37</sup> d'un tuyauteur et de son apprenti (76,41 \$/h) et au tarif (23,00 \$/h) de la main-d'œuvre pour l'entretien et les réparations fournie par le producteur. Dans ce cas, la quantité totale de main-d'œuvre requise pour l'installation par mètre linéaire de tuyau de chauffage dans la canopée a été estimée à 0,12 heure.

**Tableau 173 - Estimation de la main-d'œuvre requise pour l'installation des tuyaux de chauffe dans la canopée**

Source	Heures <sup>A</sup>	\$/h	\$
Producteur	108	23,00	2 484
Entrepreneurs spécialisés	153	76,41	11 691
<b>Total</b>	<b>261</b>	-----	<b>14 175</b>
<b>Moyenne</b>	-----	<b>54,31</b>	-----

<sup>A</sup> Heures requises pour installer une longueur totale de 2 122 mètres de TCC.

#### 4.4.2. Coût d'amortissement des tuyaux de chauffe dans la canopée

Le coût d'amortissement annuel a été évalué en fonction de la durée de vie utile des composantes du système de tuyaux de chauffage dans la canopée et d'opération d'une serre (voir le Tableau 174 et le Tableau 175). La durée de vie utile choisie a été établie selon l'expérience et le meilleur jugement des auteurs. La durée de vie utile est donc un élément pouvant fluctuer selon les exigences d'opérations que l'on se donne et selon la qualité d'opération et d'entretien pratiquée par l'entreprise. La durée de vie utile est l'élément déterminant le coût d'amortissement.

**Tableau 174 - Investissement initial <sup>A</sup> pour des tuyaux de chauffage dans la canopée et coût de l'amortissement par m<sup>2</sup>**

Composante	Coût initial	Durée de vie utile	Coût moyen annuel d'amortissement	
	\$		ans	\$
Matériaux non mécaniques	19 125	30	651	0,188
Composantes mécaniques	10 153	15	677	0,196
Contrôles	1 500	10	150	0,043
<b>Total</b>	<b>31 178</b>	-----	<b>1 478</b>	<b>0,428</b>
<b>Moyenne</b>	-----	<b>21</b>	-----	-----

<sup>A</sup> L'investissement initial est pour une superficie de culture de 3 455 m<sup>2</sup> dans laquelle on retrouve 2 122 mètres linéaires de tuyaux de chauffe dans la canopée.

<sup>37</sup> CMMTQ, Taux horaires recommandés pour un tuyauteur de construction  
[http://www.cmmtq.org/docs/Documents/Taux-horaires/Tuyauteur\\_TAUX\\_201404.pdf](http://www.cmmtq.org/docs/Documents/Taux-horaires/Tuyauteur_TAUX_201404.pdf)

#### 4.4.3. Coût de l'entretien et des réparations des tuyaux de chauffe dans la canopée

Le coût moyen annuel pour l'entretien et les réparations a été calculé à partir de taux appliqué sur le coût initial des composantes. Ce taux doit être considéré comme un taux moyen applicable pour la période de la vie utile de la composante. Les montants découlant de ce calcul devraient couvrir les frais de main-d'œuvre, le matériel et les équipements pouvant être requis afin de maintenir les tuyaux de chauffe pleinement fonctionnels et performants. Un souci particulier doit être apporté au système de contrôle afin que les différents éléments créant les conditions climatiques à l'intérieur de la serre travaillent de façon harmonisée et selon les objectifs désirés.

Le Tableau 175 ci-dessous estime la valeur des coûts d'entretien et de réparations pour les composantes reliées au TCC et possédant les mêmes caractéristiques que lors des essais.

**Tableau 175 - Coût de l'entretien et des réparations des TCC pour une superficie de culture de 3 455 m<sup>2</sup>**

Composante	Coût initial	Taux <sup>A</sup>	Coût moyen annuel Entretien et réparation	
	\$	%	\$/an	\$/m <sup>2</sup> /an
Matériaux non mécaniques	19 525	1,0	195	0,056
Composantes mécaniques	10 153	4,0	406	0,118
Contrôles	1 500	8,0	120	0,035
<b>Total</b>	<b>31 178</b>	<b>-----</b>	<b>721</b>	<b>0,209</b>
<b>Moyenne</b>	<b>-----</b>	<b>2,3</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>

<sup>A</sup> Le taux s'applique sur le coût initial.

#### 4.4.4. Coûts d'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée

Le Tableau 176 établit les coûts annuels d'utilisation pour les tuyaux de chauffe dans la canopée sur une base annuelle. On ne considère pas ici le coût de la génération de chaleur puisqu'au total, la quantité de chaleur utilisée pour chauffer la serre n'est pas augmentée et peut être même diminuée. De fait, une partie de la chaleur utilisée dans les tuyaux au sol est transférée dans les tuyaux de chauffe dans la canopée.

Les données obtenues dans ces deux tableaux proviennent toutes des tableaux précédents (Tableau 173, Tableau 174, Tableau 175).

Le coût pour la consommation d'électricité pour le pompage de l'eau dans les tuyaux a été calculé comme suit :

- i. 0,875 m<sup>3</sup>/h par circuit X 24 circuits = 21,0 m<sup>3</sup>/h
- ii. Puissance (3,03 kW/100 m<sup>3</sup>/h) requise de 0,6363 kW pour 5 616 h de fonctionnement (234 jours à 24 h/jour)
- iii. Prix unitaire de 0,075 \$/kWh = 268 \$

**Tableau 176 - Coût annuel d'utilisation<sup>A</sup> des TCC pour une superficie de culture de 3 455 m<sup>2</sup>**

<b>Composante</b>	<b>\$/an</b>	<b>\$/m<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Électricité	268	0,078	6,1
Entretien et réparation	721	0,209	21,1
Amortissement	1 478	0,428	43,3
<b>Sous-total avant intérêts</b>	<b>2 467</b>	<b>0,698</b>	<b>72,3</b>
Coût d'intérêts sur capital <sup>B</sup>	947	0,274	27,7
<b>Coût total d'utilisation</b>	<b>3 414</b>	<b>0,988</b>	<b>100,0</b>

<sup>A</sup> Pour une superficie de culture de 3 455 m<sup>2</sup> dans laquelle on retrouve 2 122 mètres linéaires de tuyaux de chauffe dans la canopée.

<sup>B</sup> Pour un investissement initial de 31 178 \$ avec un taux intérêts de 5,0 % et pour 21 ans.

Il est à remarquer que les coûts d'intérêt sur le capital et de l'amortissement représentent 71 % du coût total d'utilisation. Le montant de la somme des amortissements et du coût de l'utilisation du capital correspond approximativement au montant pour le paiement d'un emprunt de 10 ans sur 70 % du capital investi avec un taux d'intérêt de 5,5 %.

#### **4.4.5. Effet de l'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée sur la rentabilité à l'aide de l'évaluation de la marge contributive**

##### Critères technico-économiques

Pour mesurer la rentabilité de l'utilisation des TCC de façon objective, il a fallu normaliser les installations et le programme de culture afin de pouvoir évaluer de façon objective l'amélioration de la marge contributive qu'il apporterait en comparaison à avec une culture sans TCC. Les éléments normalisés sont énumérés ci-dessous.

- a) La durée d'utilisation des TCC est de 236 jours par an. La fin de l'utilisation des TCC est le 7 novembre, et la fin de culture est vers 1<sup>er</sup> décembre. La plantation dans la serre la semaine du 20 décembre à raison de 1,7 plant par m<sup>2</sup>. L'utilisation des TCC débute vers le 25 janvier et se poursuit jusqu'au 21 juin. L'utilisation des TCC reprend le 15 août. Ceci correspond approximativement à une utilisation qui pourrait se faire avec le calendrier de culture présentement suivi chez Excel Serres.
- b) Le nombre d'heures d'utilisation des TCC découle du calendrier de culture et du programme de régulation de la température des TCC suggéré dans la section 4.3.2 (page 291) et du Tableau 170 (page 293). Ce programme donnerait environ 5 196 heures d'utilisation active pour les TCC.
- c) L'utilisation des TCC donne dans cette modélisation une augmentation de 5% (2,1 kg/m<sup>2</sup>) de production de fruits vendables pour une période de un an. La production de base de fruits vendables est de 52,1 kg/m<sup>2</sup> pour un scénario sans TCC et de 54,7 kg/m<sup>2</sup> pour un scénario avec TCC. Cette augmentation de production correspond

aux résultats obtenus chez Excel-Serres avec les conditions de culture encourues et conduite climatique appliquée en 2013 et aux résultats rapportés par Dr Xiuming Hao<sup>38</sup>.

- d) Le ratio d'efficacité pour la consommation énergétique de base pour la chauffe incluant la déshumidification qui est ressorti durant les essais a donc été appliqué dans cette modélisation pour l'évaluation de la rentabilité. Le besoin en énergie nette de chauffe incluant la déshumidification, a donc été établi à 659 kWh nets de chauffe par mètre carré soit l'équivalent d'un ratio de 14,4 kWh/m<sup>2</sup>/100 DJ<sub>c</sub>. Cette quantité est conforme à une serre sans écran thermique du type qu'Excel Serres utilise.
- e) Par modélisation mensuelle, il a été estimé que 70 kWh/m<sup>2</sup> avaient été utilisés pour la déshumidification.
- f) Tel que mentionné dans le bilan climatique, les TCC donnent un effet levier important pour augmenter le DPV (différentiel de pression de vapeur) à l'intérieur de la canopée. Avec une régie de qualité pour la température des TCC (voir la section 4.3.2 à la page 291), on peut croire que la quantité d'énergie consacrée à la déshumidification peut être réduite de façon significative soit de 40 % ou 28 kWh/m<sup>2</sup>/an. Également si on priorise l'utilisation des TCC pour combler les besoins de chauffe de base (TCC en première entrée et en dernière sortie) on pourrait aussi obtenir des économies pour la chauffe de l'ordre de 12 kWh/m<sup>2</sup> (3 % de 379 kWh/m<sup>2</sup> liés à la période d'utilisation des TCC). Si le système de contrôle est bien programmé et que la régie des TCC est en harmonie avec les conditions climatiques et le stade de culture, 40 kWh/m<sup>2</sup> pourraient être économisés.
- g) Le ratio d'efficacité pour la consommation énergétique de base pour la chauffe incluant la déshumidification qui est ressorti durant les essais a donc été appliqué dans cette modélisation pour l'évaluation de la rentabilité.

Le Tableau 177 et le Tableau 178 énumèrent et décrivent les valeurs des critères techniques qui ont servi à l'élaboration du modèle pour l'évaluation de la marge brute contributive pour le scénario avec TCC et pour celui sans TCC.

---

<sup>38</sup> Dr. Xiuming Hao, Heat Placement in Greenhouse Tomato Production with the Raised-Trough System Agriculture, Growing the Margins Energy Conference – April 13, 2007.  
<http://www.gtmconference.ca/site/downloads/presentations/4B2%20-%20Xiuming%20Hao.pdf>

**Tableau 177 - Critères techniques liés au programme de culture de tomates roses de serre avec et sans TCC**

<b>Critère</b>	<b>Unité</b>
Date de la première récolte	1 <sup>er</sup> mars
Périodes d'utilisation des tuyaux	24 janv. au 21 juin 15 août au 7 nov.
# de jours utilisés	234 Jours
Heures d'utilisation par jour	22,2 Heures
Total des heures d'utilisation /an	5 196 Heures
Consigne moyenne de chauffe jour <sup>A</sup>	19,2 °C
Consigne moyenne de chauffe nuit	16,8 °C
Degrés-jours de chauffe (normale)	4 579 DJ <sub>c</sub>
Besoin de chauffe sans TCC kWh/m <sup>2</sup> avec un ratio <sup>B</sup> de 14,4 kWh/m <sup>2</sup> /100DJ <sub>c</sub>	659 kWh/m <sup>2</sup> /an
Apport de chauffe par les TCC	20,5 kWh/m <sup>2</sup> /an
Contribution <sup>C</sup> des TCC en chauffe utile	3,1 % par an

<sup>A</sup> Consigne moyenne annuelle pour les deux scénarios

<sup>B</sup> Le ratio utilisé correspond à celui d'une serre sans écran et pour le programme de culture tel que suivi par Excel Serres et pour les caractéristiques des serres où s'effectue cette culture.

<sup>C</sup> Le taux de contribution des tuyaux dans la canopée en chauffe utile de 3,1 % tient compte des conditions et des périodes d'utilisation. Une serre sans écran thermique avec recouvrement en double polyéthylène et TCC de 3,5 cm.

**Tableau 178 - Critères techniques liés à la production de tomates roses de serre et servant à établir une marge brute**

Critère		Avec GP	Sans GP
Nombre de jours de production avec récolte		280	280
Densité de plantation le 20 décembre	plants/m <sup>2</sup>	1,7	1,7
Tiges récoltées à partir du 12 avril	#/m <sup>2</sup>	2,7	2,7
Production nette vendable	kg/m <sup>2</sup>	54,7	52,1
Besoin <sup>A</sup> de chauffe de base	kWh/m <sup>2</sup>	577	589
Énergie utilisée pour la déshumidification	kWh/m <sup>2</sup>	42	70
Ratio <sup>B</sup>	kWh/m <sup>2</sup> /100 DJ <sub>c</sub> (kWh net de chauffe)	13,5	14,4
Coût du kWh net de chauffe <sup>C</sup>	\$/kWh	0,069	0,069

<sup>A</sup> Le besoin de chauffe utilisé correspond à celui d'une serre sans écran et pour le programme de culture tel que suivi par Excel-Serres et pour les caractéristiques de la serre où s'effectue cette culture.

<sup>B</sup> Le ratio d'efficacité énergétique est calculé à partir du total des kWh nets de chauffe (619 avec TCC et 659 sans TCC) et de la normale des degrés-jours de chauffe. Ce taux tient compte des conditions et des périodes d'utilisation des tuyaux de chauffe dans la canopée (GP).

<sup>C</sup> Voir l'Annexe 6; ce coût contient le coût du combustible biomasse et tous les coûts reliés à la génération de la chaleur.

### Marge brute par m<sup>2</sup> générée

Le Tableau 179 établit une marge brute par mètre carré et pour une période d'un an avec des valeurs pour les extrants et les intrants pouvant être considérées comme représentatives du type d'entreprise dans laquelle les essais ont eu lieu.

Les principales caractéristiques influençant cette marge brute sont :

- 3 455 m<sup>2</sup> de superficie de cultures sans l'allée de service.
- Chauffage à la biomasse
- Génération de CO<sub>2</sub> avec du propane liquide.
- Livraison directe aux magasins
- Emballage non mécanisé et plateaux en plastique récupéré (spécifique à Excel-Serres)

L'examen du Tableau 179 permet de constater que le gain de la marge brute générée sur une base annuelle est surtout tributaire du gain agronomique (augmentation de 5% de produits vendus), et de façon complémentaire par une amélioration de l'efficacité énergétique.

Le gain en efficacité énergétique provient en grande partie d'une économie de 40 % de l'énergie requise pour la déshumidification sans TCC. Pour ce qui est du besoin de chauffe pour le maintien d'une température de consigne dans la canopée, l'hypothèse d'une économie de 3 % de l'énergie pour la chauffe lorsque les TCC sont en fonction, a été retenue. Il est à remarquer qu'en principe pour une serre avec écran thermique et avec éclairage artificiel ces taux d'économie d'énergie devraient être plus importants. Toutefois, les économies demandent des systèmes bien conçus et gérés en harmonie entre eux et selon les besoins agronomiques.

**Tableau 179 - Évaluation du gain de marge brute en \$/m<sup>2</sup>/an pour la production de tomates roses de serre avec TCC vs sans TCC**

ligne	Item	Avec TCC	Sans TCC
	Revenu sans TCC	183,43	183,43
	Revenu en plus avec TCC	10,03	
<b>A</b>	<b>Revenu</b>	<b>193,46</b>	<b>183,43</b>
	<b>Frais directs</b>		
	Livraison	22,48	21,41
	Matériaux pour emballage	4,18	3,98
	Main-d'œuvre emballage	6,47	6,16
	Main-d'œuvre récolte	2,84	2,80
	Économie <sup>A</sup> de chauffe sur déshumidification	-1,96	
	Économie <sup>A</sup> de chauffe pour une même température	-0,78	
	Électricité, entretien & réparations pour les TCC	0,29	
	Autres frais directs reliés au volume produit ou vendu	2,27	2,16
<b>B</b>	<b>Total des frais directs</b>	<b>35,79</b>	<b>36,52</b>
<b>C</b>	<b>Marge brute (A-B)</b>	<b>157,67</b>	<b>146,91</b>
	<b>Marge brute (C÷A X100)</b>	81,5 %	80,1 %
	<b>Gain de marge brute avec TCC</b>	<b>10,76</b>	
	<b>Différence de la marge brute en %</b>	<b>7,3 %</b>	

<sup>A</sup> Pour une serre sans écran thermique.

La différence entre les marges brutes annuelles des deux scénarios avec et sans TCC sert à calculer le gain de marge brute obtenu par les TCC et la période de récupération de l'investissement (PRI) des TCC (Tableau 180).

Pour une période d'un an, l'utilisation de TCC permet d'accroître la marge brute générée par m<sup>2</sup> de 10,76 \$ (157,67 \$ moins 146,91 \$, ligne C du tableau 9), soit 7,3 % en plus par rapport avec une culture sans TCC.

#### Période de récupération de l'investissement

La modélisation dans le Tableau 180 indique que, pour cette culture, l'utilisation de tuyaux de chauffage dans la canopée bénéficie d'une période de récupération de l'investissement (PRI) très rapide de moins d'un an (0,84 an).

Il faut toutefois se rappeler que la démonstration d'un bilan énergétique positif en faveur des TCC n'a pu se faire sur le plan expérimental, les conditions et les mouvements d'air interzonaux ne le permettant pas (conditions expérimentales chez le producteur).

**Tableau 180 - Période de récupération de l'investissement (PRI) selon le gain de marge brute procuré par les TCC**

Item	Avec TCC
Gain en marge brute \$/m <sup>2</sup> /an	10,76
Investissement \$/m <sup>2</sup>	9,02
<b>PRI en années <sup>A</sup></b>	<b>0,84</b>

<sup>A</sup> PRI réalisé avec 5 % d'amélioration dans la production, une économie de 50 % de l'énergie utilisée pour la déshumidification et une amélioration de 2 % de l'efficacité de la chauffe lorsque les tuyaux dans la canopée sont utilisés.

D'aller chercher en même temps le gain de production et l'économie d'énergie reste toutefois sujet à débat. Les TCC ayant un effet levier important sur le micro climat de la canopée, il reste que cela peut être possible avec une conduite climatique experte en fonction d'objectifs bien ciblés et réalistes basés sur le différentiel de pression vapeur (DPV).

Durant certaines périodes de l'année, les TCC peuvent permettre une régie de la chauffe et de l'énergie pouvant donner des bénéfices marqués. Lors de la période après l'étêtage, l'utilisation des TCC semble particulièrement avantageuse sur le plan énergétique et de production. Aussi, durant la période estivale où la demande de chauffe est la moins élevée, on pourrait mettre en arrêt la biomasse et le chauffage au sol et utiliser uniquement la combinaison hydro-accumulation, génération de CO<sub>2</sub> et TCC. Ceci est dû cas par cas. Par exemple : la structure d'Excel-Serres avec une seule chaudière biomasse pourrait bien s'y prêter.

La grille de sensibilité présentée dans le Tableau 181 permet de connaître l'augmentation de production vendable requise pour obtenir uniquement par celle-ci une période de récupération de l'investissement de deux (2) ans. Sur la deuxième ligne de ce tableau, c'est par l'économie d'énergie requise uniquement.

**Tableau 181 - Grille de sensibilité pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de 2 ans avec les TCC**

Paramètre d'exploitation	Unité	%
Ajout de production vendable requis	1,28 kg/m <sup>2</sup> / an	2,5 %
Économie d'énergie en kWh net de chauffe	65 kWh/m <sup>2</sup> / an	9,9 %

Cette grille de sensibilité permet de constater qu'il est plus difficile de rentabiliser les TCC avec les économies d'énergie que par l'augmentation de la production. Sans compter que les économies d'énergie devront être réalisées avec des systèmes conçus, harmonisés et gérés de façon efficiente pour obtenir une économie optimale.



## 5. RETOMBÉES DES ACTIVITÉS POUR LE MILIEU

---

Le projet a démontré la capacité des tuyaux de chauffe dans la canopée (TCC) d'influencer le micro climat de la canopée. Avec relativement peu d'énergie, l'humidité relative peut y être abaissée et la température y être augmentée (air et feuilles). La localisation du tuyau dans la canopée fait en sorte que pratiquement toute la chaleur radiante du tuyau sera captée par la végétation et permettra le maintien d'une température leur étant bénéfique.

La tendance de fond de l'industrie de la production maraîchère en serres est vers des unités de plus en plus grandes en superficie, avec plus d'isolation, avec plus d'étanchéité, utilisant des écrans thermiques et produisant sur gouttières. De fait, la culture des plants sur des gouttières surélevées a éloigné la canopée de la source de chaleur ce qui, sur le plan efficacité énergétique, peut-être du moins questionnable. De plus, lorsque cette modernisation des infrastructures crée un milieu climatique dans la canopée qui a tendance à être plus humide; l'utilisation des TCC peut certainement aider à mieux contrôler cette humidité et la condensation dans la canopée, source de maladies et de problèmes sanitaires, et ce sans augmenter la facture d'énergie et, peut-être même la réduire.

Un article de *Greenhouse Canada*<sup>39</sup> rapporte que 12 % de la superficie maraîchère serricole en Ontario est maintenant équipée de TCC alors qu'en 2002 leur utilisation était rare. Leur coût d'installation n'augmente pas de façon significative l'investissement de la serre et la période de récupération de l'investissement peut être très rapide (moins de 2 ans) si la gestion est adéquate et permet une augmentation de production.

Les TCC peuvent très bien utiliser de la chaleur résiduelle (génération de CO<sub>2</sub> ou autres sources, voir la Photo 8 à la page 306) puisque les TCC n'exigent pas de température élevée. La chaleur radiante dans la canopée constitue sans doute la façon la plus efficace d'utiliser l'énergie pour la chauffe. Ce constat laisse entrevoir une opportunité toute spéciale en efficacité énergétique pour l'éclairage DEL dans la canopée où pratiquement 100 % de l'énergie consommée par le luminaire sera utilisée pour la photosynthèse et pour le chauffage radiant de la canopée.

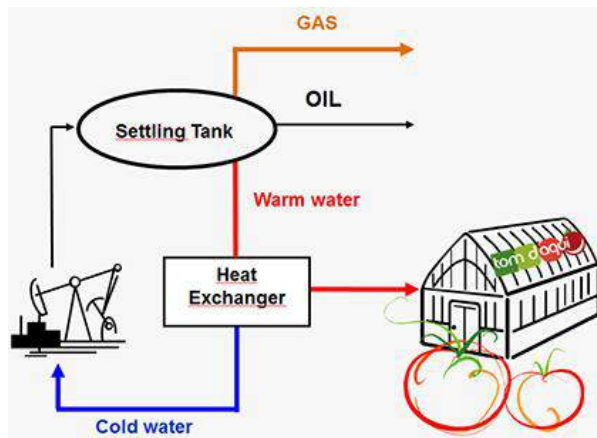
Presque à coup sûr, l'utilisation des TCC permet de réduire le coût d'énergie par kg de tomates produites. Leur régie doit être cependant maîtrisée et les systèmes de contrôles doivent être adaptés, s'harmoniser et s'intégrer avec les autres systèmes en place. En effet, une conduite climatique trop agressive tant qu'à la déshumidification (température minimum des tuyaux de chauffe au sol) atténue l'effet bénéfique des TCC sur la production et les économies pour l'énergie utilisée.

Ce projet souligne bien les éléments à maîtriser et comment l'usage des TCC peut améliorer les résultats agronomiques et financiers de la production serricole de tomates.

---

<sup>39</sup> Grow pipes - an energy advantage. December 19, 2012. : <http://www.greenhousecanada.com/energy-edge/efficiency/grow-pipes-the-energy-advantage>

**Photo 8 - Tuyaux de chauffe dans la canopée utilisant l'énergie résiduelle de la compagnie Vermillion Energy**



La conception du système de chauffe avec deux tuyaux dans la canopée est pour maximiser l'utilisation de l'énergie dans celle-ci.

Complexe serricole de 10 ha, Tom d'Aqui en France

Source : <http://www.vermilionenergy.com/responsibility/hse/tomatoes.cfm>  
<http://tomdaqui.com/blog/presentation/>

## 6. CONCLUSION

---

Dans le cadre du projet « Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre », l'ensemble des objectifs a été atteint sauf celui de mesurer les économies d'énergie provenant de l'utilisation des TCC. Il a été possible d'effectuer ou d'évaluer les différents bilans, climatiques, énergétiques et agronomiques pour chacune des parcelles expérimentales.

La dynamique climatique et la dynamique énergétique du complexe de serres ont été évaluées et analysées à partir des données recueillies. Ces dynamiques se sont avérées non uniformes entre les sections « Sans TCC » (chapelles 1 à 8) et « Avec TCC » (chapelles 9 à 10). Le protocole expérimental n'a pas été développé pour cette situation. Toutefois, les données recueillies et les analyses sont valables, car les ratios d'efficacité énergétique de l'ensemble de ce complexe de serres pour 2013 et 2014 sont du même ordre même si plus élevés que ceux évalués pour les années 2004-2005 et 2008.

Pour ce qui est de l'estimation des économies d'énergie que les TCC pourraient générer, étant données les conditions expérimentales de ce projet, on a dû procéder par modélisation. Cette modélisation suppose un système de contrôle bien programmé et une régie des TCC en harmonie avec les conditions climatiques et le stade de culture. Ainsi, un minimum d'économie d'énergie de 40 kWh/m<sup>2</sup> /an pourrait facilement en résulter.

Suite aux résultats obtenus et aux analyses qui ont été faites, on est donc convaincu qu'il y a des possibilités d'économie d'énergie en terme absolu (kWh/m<sup>2</sup> / an) et à coup sûr en terme de kWh/kg tomates produites.

Les différents bilans ont permis d'évaluer les effets positifs des TCC, sa dynamique de fonctionnement et des recommandations pour optimiser leur utilisation en fonction de l'année, de la période du jour et des objectifs de production (régie d'utilisation). D'autres études devront être réalisées pour développer et optimiser ces régies d'utilisation.

Les TCC ont un potentiel plus élevé que ce que le projet a permis de mesurer soit une augmentation de la production d'environ 3 à 4 % en utilisant avec précision une partie de la chaleur qui sert habituellement à la chauffe de la chapelle (transfert de 3,7 % d'énergie provenant des boucles de chauffe vers les TCC). Dans un complexe de serres dédié aux TCC et avec les bonnes régies d'utilisation, il serait possible non seulement d'augmenter le niveau de production, mais aussi de générer des économies d'énergie en terme absolue (kWh/m<sup>2</sup> /an) et en terme relié à la production (kWh/kg de tomates produites). L'effet des TCC sur le microclimat de la canopée est significatif et influence positivement le niveau de production. Il étonnant qu'avec aussi peu d'énergie qu'on puisse influencer le microclimat dans la canopée par l'apport de chaleur radiante. La fluctuation des gains agronomique est corrélée à la chaleur radiante émise à l'intérieur de la canopée par les TCC.

Les TCC diminuent les risques de maladies conditionnés par de mauvaises conditions climatiques au niveau de la canopée tout en utilisant les mêmes quantités d'énergie habituellement utilisées pour la chauffe. De jour, on observe que les plants travaillent mieux grâce à l'amélioration du microclimat des couches inférieures de feuilles d'où une augmentation du taux d'évapotranspiration des feuilles inférieures.

Pour obtenir une période de récupération de l'investissement (PRI) de deux ans avec les TCC utilisés adéquatement, il est estimé que l'entreprise peut atteindre un seul des deux critères ci-dessous ou une combinaison de ceux-ci avec des niveaux moins élevés pour chacun:

- augmente la production de 2,5 % sur une base annuelle ou de 1,28 kg/m<sup>2</sup> / an;
- engendre des économies de 65 kWh nets de chauffe/m<sup>2</sup> / an ou 9,9 %.

Avec les TCC, les entreprises serricoles ont un nouvel outil de production qui, s'il est utilisé adéquatement, contribuera à augmenter la rentabilité et la viabilité de l'entreprise tout en diminuant les risques de maladies liées à une trop grande humidité dans la canopée. D'ailleurs dans les 4 dernières années, plusieurs nouveaux et grands complexes de serres maraîchères ont inclus les TCC dans leur système de distribution de chaleur.

## **Annexes**

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

**Annexe 1 - Définition des différentes périodes journalières pour 2013 et 2014**

Notes

- Les heures provenant du site Internet « Ressources naturelles du Canada (RNC) » sont limitées à la minute.
- Heures normales de l'est (Montréal)

2013 : 1<sup>er</sup> janvier au 31 mars

Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	Jour		PÉRIODES (pour une date donnée)								DURÉE (pour une date donnée)					
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Nuit	Matin	Jour	Soir	24h		
1 janvier 2013	07:32:00	11:56:00	16:19:00	08:47:00	09:30:48	14:20:39	07:02:00	16:49:00	07:02:00	09:30:48	09:30:48	14:20:39	14:20:39	16:49:00	14:13:00	02:28:48	04:49:51	02:28:21	24:00:00
2 janvier 2013	07:32:00	11:56:00	16:20:00	08:48:00	09:30:48	14:21:12	07:02:00	16:50:00	07:02:00	09:30:48	09:30:48	14:21:12	14:21:12	16:50:00	14:13:00	02:28:48	04:50:24	02:28:48	24:00:00
3 janvier 2013	07:32:00	11:57:00	16:21:00	08:49:00	09:31:15	14:22:12	07:02:00	16:51:00	07:02:00	09:31:15	09:31:15	14:22:12	14:22:12	16:51:00	14:11:00	02:29:15	04:50:57	02:28:48	24:00:00
4 janvier 2013	07:32:00	11:57:00	16:22:00	08:50:00	09:31:15	14:22:45	07:02:00	16:52:00	07:02:00	09:31:15	09:31:15	14:22:45	14:22:45	16:52:00	14:10:00	02:29:15	04:51:30	02:29:15	24:00:00
5 janvier 2013	07:32:00	11:57:00	16:23:00	08:51:00	09:31:15	14:23:18	07:02:00	16:53:00	07:02:00	09:31:15	09:31:15	14:23:18	14:23:18	16:53:00	14:09:00	02:29:15	04:52:03	02:29:42	24:00:00
6 janvier 2013	07:32:00	11:58:00	16:24:00	08:52:00	09:31:42	14:24:18	07:02:00	16:54:00	07:02:00	09:31:42	09:31:42	14:24:18	14:24:18	16:54:00	14:08:00	02:29:42	04:52:36	02:29:42	24:00:00
7 janvier 2013	07:31:00	11:58:00	16:25:00	08:54:00	09:31:09	14:24:51	07:01:00	16:55:00	07:01:00	09:31:09	09:31:09	14:24:51	14:24:51	16:55:00	14:06:00	02:30:09	04:53:42	02:30:09	24:00:00
8 janvier 2013	07:31:00	11:59:00	16:27:00	08:56:00	09:31:36	14:26:24	07:01:00	16:57:00	07:01:00	09:31:36	09:31:36	14:26:24	14:26:24	16:57:00	14:04:00	02:30:36	04:54:48	02:30:36	24:00:00
9 janvier 2013	07:31:00	11:59:00	16:28:00	08:57:00	09:31:36	14:26:57	07:01:00	16:58:00	07:01:00	09:31:36	09:31:36	14:26:57	14:26:57	16:58:00	14:03:00	02:30:36	04:55:21	02:31:03	24:00:00
10 janvier 2013	07:31:00	12:00:00	16:29:00	08:58:00	09:32:03	14:27:57	07:01:00	16:59:00	07:01:00	09:32:03	09:32:03	14:27:57	14:27:57	16:59:00	14:02:00	02:31:03	04:55:54	02:31:03	24:00:00
11 janvier 2013	07:30:00	12:00:00	16:30:00	09:00:00	09:31:30	14:28:30	07:00:00	17:00:00	07:00:00	09:31:30	09:31:30	14:28:30	14:28:30	17:00:00	14:00:00	02:31:30	04:57:00	02:31:30	24:00:00
12 janvier 2013	07:30:00	12:00:00	16:31:00	09:01:00	09:31:30	14:29:03	07:00:00	17:01:00	07:00:00	09:31:30	09:31:30	14:29:03	14:29:03	17:01:00	13:59:00	02:31:30	04:57:33	02:31:57	24:00:00
13 janvier 2013	07:29:00	12:01:00	16:32:00	09:03:00	09:31:24	14:30:03	06:59:00	17:02:00	06:59:00	09:31:24	09:31:24	14:30:03	14:30:03	17:02:00	13:57:00	02:32:24	04:58:39	02:31:57	24:00:00
14 janvier 2013	07:29:00	12:01:00	16:34:00	09:05:00	09:31:24	14:31:09	06:59:00	17:04:00	06:59:00	09:31:24	09:31:24	14:31:09	14:31:09	17:04:00	13:55:00	02:32:51	04:59:45	02:32:51	24:00:00
15 janvier 2013	07:28:00	12:01:00	16:35:00	09:07:00	09:30:51	14:31:42	06:58:00	17:05:00	06:58:00	09:30:51	09:30:51	14:31:42	14:31:42	17:05:00	13:53:00	02:32:51	05:00:42	02:33:18	24:00:00
16 janvier 2013	07:28:00	12:02:00	16:36:00	09:08:00	09:31:18	14:32:42	06:58:00	17:06:00	06:58:00	09:31:18	09:31:18	14:32:42	14:32:42	17:06:00	13:52:00	02:33:18	05:01:24	02:33:18	24:00:00
17 janvier 2013	07:27:00	12:02:00	16:38:00	09:11:00	09:30:45	14:33:48	06:57:00	17:08:00	06:57:00	09:30:45	09:30:45	14:33:48	14:33:48	17:08:00	13:49:00	02:33:45	05:03:03	02:34:12	24:00:00
18 janvier 2013	07:26:00	12:02:00	16:39:00	09:13:00	09:30:12	14:34:21	06:56:00	17:09:00	06:56:00	09:30:12	09:30:12	14:34:21	14:34:21	17:09:00	13:47:00	02:34:12	05:03:39	02:34:39	24:00:00
19 janvier 2013	07:26:00	12:03:00	16:40:00	09:14:00	09:30:39	14:35:21	06:56:00	17:10:00	06:56:00	09:30:39	09:30:39	14:35:21	14:35:21	17:10:00	13:46:00	02:34:39	05:04:42	02:34:39	24:00:00
20 janvier 2013	07:25:00	12:03:00	16:42:00	09:17:00	09:30:06	14:36:27	06:55:00	17:12:00	06:55:00	09:30:06	09:30:06	14:36:27	14:36:27	17:12:00	13:43:00	02:35:06	05:06:21	02:35:33	24:00:00
21 janvier 2013	07:24:00	12:03:00	16:43:00	09:19:00	09:29:33	14:37:00	06:54:00	17:13:00	06:54:00	09:29:33	09:29:33	14:37:00	14:37:00	17:13:00	13:41:00	02:35:33	05:07:27	02:36:00	24:00:00
22 janvier 2013	07:23:00	12:04:00	16:44:00	09:21:00	09:29:27	14:38:00	06:53:00	17:14:00	06:53:00	09:29:27	09:29:27	14:38:00	14:38:00	17:14:00	13:39:00	02:36:24	05:08:33	02:36:00	24:00:00
23 janvier 2013	07:22:00	12:04:00	16:46:00	09:24:00	09:28:54	14:39:06	06:52:00	17:16:00	06:52:00	09:28:54	09:28:54	14:39:06	14:39:06	17:16:00	13:36:00	02:36:57	05:10:12	02:36:54	24:00:00
24 janvier 2013	07:21:00	12:04:00	16:47:00	09:26:00	09:28:21	14:39:39	06:51:00	17:17:00	06:51:00	09:28:21	09:28:21	14:39:39	14:39:39	17:17:00	13:34:00	02:37:21	05:11:18	02:37:21	24:00:00
25 janvier 2013	07:20:00	12:04:00	16:48:00	09:28:00	09:27:48	14:40:45	06:50:00	17:19:00	06:50:00	09:27:48	09:27:48	14:40:45	14:40:45	17:19:00	13:31:00	02:37:48	05:12:27	02:38:15	24:00:00
26 janvier 2013	07:19:00	12:04:00	16:50:00	09:31:00	09:27:15	14:41:18	06:50:00	17:20:00	06:49:00	09:27:15	09:27:15	14:41:18	14:41:18	17:20:00	13:29:00	02:38:15	05:13:30	02:38:42	24:00:00
27 janvier 2013	07:18:00	12:05:00	16:51:00	09:33:00	09:27:09	14:42:18	06:48:00	17:21:00	06:48:00	09:27:09	09:27:09	14:42:18	14:42:18	17:21:00	13:27:00	02:38:42	05:15:09	02:38:42	24:00:00
28 janvier 2013	07:17:00	12:05:00	16:53:00	09:36:00	09:26:36	14:43:24	06:47:00	17:23:00	06:47:00	09:26:36	09:26:36	14:43:24	14:43:24	17:23:00	13:24:00	02:39:36	05:16:48	02:39:36	24:00:00
29 janvier 2013	07:16:00	12:05:00	16:54:00	09:38:00	09:26:03	14:43:57	06:46:00	17:24:00	06:46:00	09:26:03	09:26:03	14:43:57	14:43:57	17:24:00	13:22:00	02:40:03	05:17:54	02:40:03	24:00:00
30 janvier 2013	07:15:00	12:05:00	16:56:00	09:41:00	09:25:30	14:45:03	06:45:00	17:26:00	06:45:00	09:25:30	09:25:30	14:45:03	14:45:03	17:26:00	13:19:00	02:40:30	05:19:33	02:40:57	24:00:00
31 janvier 2013	07:14:00	12:05:00	16:57:00	09:43:00	09:24:57	14:45:36	06:44:00	17:27:00	06:44:00	09:24:57	09:24:57	14:45:36	14:45:36	17:27:00	13:17:00	02:40:57	05:20:39	02:41:24	24:00:00
1 février 2013	07:13:00	12:06:00	16:59:00	09:46:00	09:24:51	14:47:09	06:43:00	17:29:00	06:43:00	09:24:51	09:24:51	14:47:09	14:47:09	17:29:00	13:14:00	02:41:51	05:22:18	02:41:51	24:00:00
2 février 2013	07:13:00	12:06:00	17:00:00	09:49:00	09:24:18	14:48:15	06:42:00	17:30:00	06:42:00	09:24:18	09:24:18	14:48:15	14:48:15	17:30:00	13:11:00	02:42:18	05:23:48	02:42:18	24:00:00
3 février 2013	07:10:00	12:06:00	17:02:00	09:52:00	09:23:12	14:48:48	06:40:00	17:32:00	06:40:00	09:23:12	09:23:12	14:48:48	14:48:48	17:32:00	13:08:00	02:43:12	05:25:36	02:43:12	24:00:00
4 février 2013	07:09:00	12:06:00	17:03:00	09:54:00	09:22:39	14:49:21	06:39:00	17:33:00	06:39:00	09:22:39	09:22:39	14:49:21	14:49:21	17:33:00	13:06:00	02:43:39	05:26:42	02:43:39	24:00:00
5 février 2013	07:08:00	12:06:00	17:05:00	09:57:00	09:22:06	14:50:27	06:38:00	17:35:00	06:38:00	09:22:06	09:22:06	14:50:27	14:50:27	17:35:00	13:03:00	02:44:06	05:28:21	02:44:33	24:00:00
6 février 2013	07:07:00	12:06:00	17:06:00	09:59:00	09:21:33	14:51:00	06:37:00	17:36:00	06:37:00	09:21:33	09:21:33	14:51:00	14:51:00	17:36:00	13:01:00	02:44:33	05:29:27	02:45:00	24:00:00
7 février 2013	07:05:00	12:06:00	17:07:00	10:02:00	09:20:27	14:51:33	06:35:00	17:37:00	06:35:00	09:20:27	09:20:27	14:51:33	14:51:33	17:37:00	12:58:00	02:45:27	05:31:06	02:45:27	24:00:00
8 février 2013	07:04:00	12:06:00	17:09:00	10:05:00	09:19:54	14:52:39	06:34:00	17:39:00	06:34:00	09:19:54	09:19:54	14:52:39	14:52:39	17:39:00	12:55:00	02:45:54	05:32:45	02:46:21	24:00:00
9 février 2013	07:03:00	12:06:00	17:10:00	10:08:00	09:19:21	14:53:45	06:33:00	17:40:00	06:33:00	09:19:21	09:19:21	14:53:45	14:53:45	17:40:00	12:52:00	02:46:21	05:34:24	02:46:21	24:00:00
10 février 2013	07:01:00	12:06:00	17:12:00	10:11:00	09:18:45	14:54:18	06:31:00	17:42:00	06:31:00	09:18:45	09:18:45	14:54:18	14:54:18	17:42:00	12:49:00	02:47:15	05:36:30	02:47:42	24:00:00
11 février 2013	07:00:00	12																	

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2013 : 1<sup>er</sup> avril au 30 juin

										PÉRIODES (pour une date donnée)						DURÉE (pour une date donnée)				
Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	Jour			Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit	Matin	Jour	Soir	24h	
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin						
1 avril 2013	05:32:00	11:56:00	18:20:00	12:48:00	08:24:48	15:27:12	05:02:00	18:50:00	05:02:00	08:24:48	08:24:48	15:27:12	15:27:12	18:50:00	10:12:00	03:22:48	07:02:24	03:22:48	24:00:00	
2 avril 2013	05:30:00	11:55:00	18:22:00	12:52:00	08:23:15	15:27:51	05:00:00	18:52:00	05:00:00	08:23:15	08:23:15	15:27:51	15:27:51	18:52:00	10:08:00	03:23:15	07:04:36	03:24:00	24:00:00	
3 avril 2013	05:28:00	11:55:00	18:23:00	14:58:00	08:22:09	15:28:24	04:58:00	18:53:00	04:58:00	08:22:09	08:22:09	15:28:24	15:28:24	18:53:00	10:05:00	03:24:09	07:06:15	03:24:36	24:00:00	
4 avril 2013	05:27:00	11:55:00	18:24:00	12:57:00	08:21:36	15:28:57	04:57:00	18:54:00	04:57:00	08:21:36	08:21:36	15:28:57	15:28:57	18:54:00	10:03:00	03:24:36	07:07:21	03:25:03	24:00:00	
5 avril 2013	05:25:00	11:55:00	18:25:00	13:00:00	08:20:30	15:29:30	04:55:00	18:55:00	04:55:00	08:20:30	08:20:30	15:29:30	15:29:30	18:55:00	10:00:00	03:25:30	07:09:00	03:25:30	24:00:00	
6 avril 2013	05:23:00	11:54:00	18:27:00	13:04:00	08:18:57	15:30:09	04:53:00	18:57:00	04:53:00	08:18:57	08:18:57	15:30:09	15:30:09	18:57:00	09:56:00	03:25:57	07:11:12	03:26:51	24:00:00	
7 avril 2013	05:21:00	11:54:00	18:28:00	13:07:00	08:17:51	15:30:42	04:51:00	18:58:00	04:51:00	08:17:51	08:17:51	15:30:42	15:30:42	18:58:00	09:53:00	03:26:51	07:12:51	03:27:18	24:00:00	
8 avril 2013	05:19:00	11:54:00	18:29:00	13:10:00	08:16:45	15:31:15	04:49:00	18:59:00	04:49:00	08:16:45	08:16:45	15:31:15	15:31:15	18:59:00	09:50:00	03:27:45	07:14:30	03:27:45	24:00:00	
9 avril 2013	05:17:00	11:53:00	18:31:00	13:14:00	08:15:12	15:31:54	04:47:00	19:01:00	04:47:00	08:15:12	08:15:12	15:31:54	15:31:54	19:01:00	09:46:00	03:28:12	07:16:42	03:29:06	24:00:00	
10 avril 2013	05:15:00	11:53:00	18:32:00	13:17:00	08:14:06	15:32:27	04:45:00	19:02:00	04:45:00	08:14:06	08:14:06	15:32:27	15:32:27	19:02:00	09:43:00	03:29:06	07:18:21	03:29:33	24:00:00	
11 avril 2013	05:14:00	11:53:00	18:33:00	13:19:00	08:13:33	15:33:00	04:44:00	19:03:00	04:44:00	08:13:33	08:13:33	15:33:00	15:33:00	19:03:00	09:41:00	03:29:33	07:19:27	03:30:00	24:00:00	
12 avril 2013	05:12:00	11:53:00	18:34:00	13:22:00	08:12:27	15:33:33	04:42:00	19:04:00	04:42:00	08:12:27	08:12:27	15:33:33	15:33:33	19:04:00	09:38:00	03:30:27	07:20:00	03:30:27	24:00:00	
13 avril 2013	05:10:00	11:52:00	18:36:00	13:26:00	08:10:54	15:34:12	04:40:00	19:06:00	04:40:00	08:10:54	08:10:54	15:34:12	15:34:12	19:06:00	09:34:00	03:30:54	07:23:18	03:31:48	24:00:00	
14 avril 2013	05:08:00	11:52:00	18:37:00	13:29:00	08:09:48	15:34:45	04:38:00	19:07:00	04:38:00	08:09:48	08:09:48	15:34:45	15:34:45	19:07:00	09:31:00	03:31:48	07:24:57	03:32:15	24:00:00	
15 avril 2013	05:06:00	11:52:00	18:38:00	13:32:00	08:08:42	15:35:18	04:36:00	19:08:00	04:36:00	08:08:42	08:08:42	15:35:18	15:35:18	19:08:00	09:28:00	03:32:42	07:26:36	03:32:42	24:00:00	
16 avril 2013	05:05:00	11:52:00	18:40:00	13:35:00	08:08:09	15:36:24	04:35:00	19:10:00	04:35:00	08:08:09	08:08:09	15:36:24	15:36:24	19:10:00	09:25:00	03:33:09	07:28:15	03:33:36	24:00:00	
17 avril 2013	05:03:00	11:51:00	18:41:00	13:38:00	08:06:36	15:36:30	04:33:00	19:11:00	04:33:00	08:06:36	08:06:36	15:36:30	15:36:30	19:11:00	09:22:00	03:33:36	07:29:54	03:34:30	24:00:00	
18 avril 2013	05:01:00	11:51:00	18:42:00	13:41:00	08:05:30	15:37:03	04:31:00	19:12:00	04:31:00	08:05:30	08:05:30	15:37:03	15:37:03	19:12:00	09:19:00	03:34:30	07:31:33	03:34:57	24:00:00	
19 avril 2013	05:00:00	11:51:00	18:43:00	13:43:00	08:04:57	15:37:36	04:30:00	19:13:00	04:30:00	08:04:57	08:04:57	15:37:36	15:37:36	19:13:00	09:17:00	03:34:57	07:32:39	03:35:24	24:00:00	
20 avril 2013	04:58:00	11:51:00	18:45:00	13:47:00	08:03:51	15:38:42	04:28:00	19:15:00	04:28:00	08:03:51	08:03:51	15:38:42	15:38:42	19:15:00	09:13:00	03:35:51	07:34:30	03:36:18	24:00:00	
21 avril 2013	04:56:00	11:51:00	18:46:00	13:50:00	08:02:45	15:39:15	04:26:00	19:16:00	04:26:00	08:02:45	08:02:45	15:39:15	15:39:15	19:16:00	09:10:00	03:36:45	07:36:30	03:36:45	24:00:00	
22 avril 2013	04:54:00	11:50:00	18:47:00	13:53:00	08:01:12	15:39:21	04:24:00	19:17:00	04:24:00	08:01:12	08:01:12	15:39:21	15:39:21	19:17:00	09:07:00	03:37:12	07:38:00	03:37:39	24:00:00	
23 avril 2013	04:53:00	11:50:00	18:49:00	13:56:00	08:00:27	15:40:27	04:22:00	19:18:00	04:22:00	08:00:27	08:00:27	15:40:27	15:40:27	19:18:00	09:04:00	03:37:39	07:39:36	03:38:03	24:00:00	
24 avril 2013	04:51:00	11:50:00	18:50:00	14:00:00	07:59:39	15:41:00	04:21:00	19:20:00	04:21:00	07:59:39	07:59:39	15:41:00	15:41:00	19:20:00	09:01:00	03:38:33	07:41:27	03:39:00	24:00:00	
25 avril 2013	04:49:00	11:50:00	18:51:00	14:02:00	07:58:27	15:41:33	04:19:00	19:21:00	04:19:00	07:58:27	07:58:27	15:41:33	15:41:33	19:21:00	08:58:00	03:39:27	07:43:00	03:39:27	24:00:00	
26 avril 2013	04:48:00	11:50:00	18:52:00	14:04:00	07:57:54	15:42:06	04:18:00	19:22:00	04:18:00	07:57:54	07:57:54	15:42:06	15:42:06	19:22:00	08:56:00	03:39:54	07:44:12	03:39:54	24:00:00	
27 avril 2013	04:46:00	11:50:00	18:54:00	14:08:00	07:56:48	15:43:12	04:16:00	19:24:00	04:16:00	07:56:48	07:56:48	15:43:12	15:43:12	19:24:00	08:52:00	03:40:48	07:46:24	03:40:48	24:00:00	
28 avril 2013	04:45:00	11:49:00	18:55:00	14:10:00	07:55:48	15:43:18	04:15:00	19:25:00	04:15:00	07:55:48	07:55:48	15:43:18	15:43:18	19:25:00	08:50:00	03:40:48	07:46:24	03:41:42	24:00:00	
29 avril 2013	04:43:00	11:49:00	18:56:00	14:13:00	07:54:42	15:43:51	04:13:00	19:26:00	04:13:00	07:54:42	07:54:42	15:43:51	15:43:51	19:26:00	08:47:00	03:41:42	07:49:09	03:42:09	24:00:00	
30 avril 2013	04:42:00	11:49:00	18:58:00	14:16:00	07:54:09	15:44:57	04:12:00	19:28:00	04:12:00	07:54:09	07:54:09	15:44:57	15:44:57	19:28:00	08:44:00	03:42:09	07:50:48	03:43:03	24:00:00	
1 mai 2013	04:40:00	11:49:00	18:59:00	14:19:00	07:53:03	15:45:30	04:10:00	19:30:00	04:10:00	07:53:03	07:53:03	15:45:30	15:45:30	19:30:00	08:41:00	03:43:03	07:52:27	03:43:30	24:00:00	
2 mai 2013	04:39:00	11:49:00	19:00:00	14:21:00	07:52:30	15:46:03	04:09:00	19:30:00	04:09:00	07:52:30	07:52:30	15:46:03	15:46:03	19:30:00	08:39:00	03:43:30	07:53:33	03:43:57	24:00:00	
3 mai 2013	04:37:00	11:49:00	19:01:00	14:22:00	07:51:24	15:46:36	04:07:00	19:31:00	04:07:00	07:51:24	07:51:24	15:46:36	15:46:36	19:31:00	08:36:00	03:44:24	07:55:12	03:44:24	24:00:00	
4 mai 2013	04:36:00	11:49:00	19:03:00	14:27:00	07:50:51	15:47:42	04:06:00	19:33:00	04:06:00	07:50:51	07:50:51	15:47:42	15:47:42	19:33:00	08:33:00	03:44:51	07:56:51	03:45:18	24:00:00	
5 mai 2013	04:34:00	11:49:00	19:04:00	14:30:00	07:49:45	15:48:15	04:04:00	19:34:00	04:04:00	07:49:45	07:49:45	15:48:15	15:48:15	19:34:00	08:30:00	03:45:45	07:58:30	03:45:45	24:00:00	
6 mai 2013	04:33:00	11:49:00	19:05:00	14:32:00	07:49:12	15:48:48	04:03:00	19:35:00	04:03:00	07:49:12	07:49:12	15:48:48	15:48:48	19:35:00	08:28:00	03:46:12	07:59:36	03:46:12	24:00:00	
7 mai 2013	04:32:00	11:49:00	19:06:00	14:34:00	07:48:39	15:49:21	04:02:00	19:36:00	04:02:00	07:48:39	07:48:39	15:49:21	15:49:21	19:36:00	08:26:00	03:46:39	08:00:42	03:46:39	24:00:00	
8 mai 2013	04:30:00	11:48:00	19:08:00	14:38:00	07:47:06	15:50:00	04:00:00	19:38:00	04:00:00	07:47:06	07:47:06	15:50:00	15:50:00	19:38:00	08:20:00	03:47:06	08:02:54	03:48:00	24:00:00	
9 mai 2013	04:29:00	11:48:00	19:09:00	14:41:00	07:46:33	15:50:33	03:59:00	19:39:00	03:59:00	07:46:33	07:46:33	15:50:33	15:50:33	19:39:00	08:18:00	03:47:33	08:04:00	03:48:27	24:00:00	
10 mai 2013	04:28:00	11:48:00	19:10:00	14:42:00	07:46:00	15:51:06	03:58:00	19:40:00	03:58:00	07:46:00	07:46:00	15:51:06	15:51:06	19:40:00	08:18:00	03:48:00	08:05:06	03:48:54	24:00:00	
11 mai 2013	04:26:00	11:48:00	19:11:00	14:45:00	07:44:54	15:51:39	03:56:00	19:41:00	03:56:00	07:44:54	07:44:54	15:51:39	15:51:39	19:41:00	08:15:00	03:48:54	08:06:45	03:49:21	24:00:00	
12 mai 2013	04:25:00	11:48:00	19:12:00	14:47:00	07:44:21	15:52:12	03:55:00	19:42:00	03:55:00	07:44:21	07:44:21	15:52:12	15:52:12	19:42:00	08:13:00	03:49:21	08:07:39	03:49:48	24:00:00	
13 mai 2013	04:24:00	11:48:00	19:14:00	14:50:00	07:43:48	15:53:18	03:54:00	19:44:00	03:54:00	07:43:48	07:43:48	15:53:18	15:53:18	19:44:00	08:10:00	03:49:48	08:09:30	03:50:42	24:00:00	
14 mai 2013	04:23:00	11:48:00	19:15:00	14:52:00	07:43:15	15:53:51	03:53:00	19:45:00	03:53:00	07:43:15	07:43:15	15:53:51	15:53:51	19:45:00	08:08:00	03:50:15	08:10:36	03:51:09	24:00:00	
15 mai 2013	04:21:00	11:48:00	19:16:00	14:55:00	07:42:09	15:54:24	03:51:00	19:46:00	03:51:00	07:42:09	07:42:09	15:54:24	15:54:24	19:46:00	08:05:00	03:51:09	08:12:15	03:		

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2013 : 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre

Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	PÉRIODES (pour une date donnée)												DURÉE (pour une date donnée)				
				Jour			Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit	Matin	Jour	Soir	24h	
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin						
1 juillet 2013	04:07:00	11:56:00	19:44:00	15:37:00	07:38:03	16:13:24	03:37:00	20:14:00	03:37:00	07:38:03	16:13:24	16:13:24	20:14:00	07:23:00	04:01:03	08:35:21	04:00:36	24:00:00		
2 juillet 2013	04:08:00	11:56:00	19:44:00	15:36:00	07:38:36	16:13:24	03:38:00	20:14:00	03:38:00	07:38:36	16:13:24	16:13:24	20:14:00	07:24:00	04:00:36	08:34:48	04:00:36	24:00:00		
3 juillet 2013	04:08:00	11:56:00	19:44:00	15:36:00	07:38:36	16:13:24	03:38:00	20:14:00	03:38:00	07:38:36	16:13:24	16:13:24	20:14:00	07:24:00	04:00:36	08:34:48	04:00:36	24:00:00		
4 juillet 2013	04:09:00	11:56:00	19:43:00	15:34:00	07:39:09	16:12:51	03:39:00	20:13:00	03:39:00	07:39:09	16:12:51	16:12:51	20:13:00	07:26:00	04:00:09	08:33:42	04:00:09	24:00:00		
5 juillet 2013	04:10:00	11:57:00	19:43:00	15:33:00	07:40:09	16:13:18	03:40:00	20:13:00	03:40:00	07:40:09	16:13:18	16:13:18	20:13:00	07:27:00	04:00:09	08:33:00	03:59:42	24:00:00		
6 juillet 2013	04:10:00	11:57:00	19:43:00	15:33:00	07:40:09	16:13:18	03:40:00	20:13:00	03:40:00	07:40:09	16:13:18	16:13:18	20:13:00	07:27:00	04:00:09	08:33:00	03:59:42	24:00:00		
7 juillet 2013	04:11:00	11:57:00	19:42:00	15:31:00	07:40:42	16:12:45	03:41:00	20:12:00	03:41:00	07:40:42	16:12:45	16:12:45	20:12:00	07:29:00	03:59:42	08:32:03	03:59:15	24:00:00		
8 juillet 2013	04:12:00	11:57:00	19:42:00	15:30:00	07:41:15	16:12:45	03:42:00	20:12:00	03:42:00	07:41:15	16:12:45	16:12:45	20:12:00	07:30:00	03:59:15	08:31:30	03:59:15	24:00:00		
9 juillet 2013	04:13:00	11:57:00	19:41:00	15:28:00	07:41:48	16:12:12	03:43:00	20:11:00	03:43:00	07:41:48	16:12:12	16:12:12	20:11:00	07:32:00	03:58:48	08:30:24	03:58:48	24:00:00		
10 juillet 2013	04:13:00	11:57:00	19:41:00	15:28:00	07:41:48	16:12:12	03:43:00	20:11:00	03:43:00	07:41:48	16:12:12	16:12:12	20:11:00	07:32:00	03:58:48	08:30:24	03:58:48	24:00:00		
11 juillet 2013	04:14:00	11:57:00	19:40:00	15:26:00	07:42:21	16:11:39	03:44:00	20:10:00	03:44:00	07:42:21	16:11:39	16:11:39	20:10:00	07:34:00	03:58:21	08:29:18	03:58:21	24:00:00		
12 juillet 2013	04:15:00	11:58:00	19:40:00	15:25:00	07:43:21	16:12:06	03:45:00	20:10:00	03:45:00	07:43:21	16:12:06	16:12:06	20:10:00	07:35:00	03:58:21	08:28:45	03:57:54	24:00:00		
13 juillet 2013	04:16:00	11:58:00	19:39:00	15:23:00	07:43:54	16:11:33	03:46:00	20:09:00	03:46:00	07:43:54	16:11:33	16:11:33	20:09:00	07:37:00	03:57:54	08:27:39	03:57:27	24:00:00		
14 juillet 2013	04:17:00	11:58:00	19:38:00	15:21:00	07:44:27	16:11:00	03:47:00	20:08:00	03:47:00	07:44:27	16:11:00	16:11:00	20:08:00	07:39:00	03:57:27	08:26:33	03:57:00	24:00:00		
15 juillet 2013	04:18:00	11:58:00	19:38:00	15:20:00	07:45:00	16:11:00	03:48:00	20:08:00	03:48:00	07:45:00	16:11:00	16:11:00	20:08:00	07:40:00	03:57:00	08:26:00	03:57:00	24:00:00		
16 juillet 2013	04:19:00	11:58:00	19:37:00	15:18:00	07:45:33	16:10:27	03:49:00	20:07:00	03:49:00	07:45:33	16:10:27	16:10:27	20:07:00	07:42:00	03:56:33	08:24:54	03:56:33	24:00:00		
17 juillet 2013	04:20:00	11:59:00	19:36:00	15:16:00	07:46:06	16:09:54	03:50:00	20:06:00	03:50:00	07:46:06	16:09:54	16:09:54	20:06:00	07:44:00	03:56:06	08:23:48	03:56:06	24:00:00		
18 juillet 2013	04:21:00	11:58:00	19:35:00	15:14:00	07:46:39	16:09:21	03:51:00	20:05:00	03:51:00	07:46:39	16:09:21	16:09:21	20:05:00	07:46:00	03:55:39	08:22:42	03:55:39	24:00:00		
19 juillet 2013	04:22:00	11:58:00	19:34:00	15:12:00	07:47:12	16:08:48	03:52:00	20:04:00	03:52:00	07:47:12	16:08:48	16:08:48	20:04:00	07:48:00	03:55:12	08:21:36	03:55:12	24:00:00		
20 juillet 2013	04:23:00	11:58:00	19:33:00	15:10:00	07:47:45	16:08:15	03:53:00	20:03:00	03:53:00	07:47:45	16:08:15	16:08:15	20:03:00	07:50:00	03:54:45	08:20:30	03:54:45	24:00:00		
21 juillet 2013	04:24:00	11:58:00	19:32:00	15:08:00	07:48:18	16:07:42	03:54:00	20:02:00	03:54:00	07:48:18	16:07:42	16:07:42	20:02:00	07:52:00	03:54:18	08:19:24	03:54:18	24:00:00		
22 juillet 2013	04:25:00	11:58:00	19:31:00	15:06:00	07:48:51	16:07:09	03:55:00	20:01:00	03:55:00	07:48:51	16:07:09	16:07:09	20:01:00	07:54:00	03:53:51	08:18:18	03:53:51	24:00:00		
23 juillet 2013	04:26:00	11:58:00	19:30:00	15:05:00	07:49:24	16:06:36	03:56:00	20:00:00	03:56:00	07:49:24	16:06:36	16:06:36	20:00:00	07:56:00	03:53:24	08:17:12	03:53:24	24:00:00		
24 juillet 2013	04:27:00	11:58:00	19:29:00	15:03:00	07:49:57	16:06:03	03:57:00	19:59:00	03:57:00	07:49:57	16:06:03	16:06:03	19:59:00	07:58:00	03:52:57	08:16:06	03:52:57	24:00:00		
25 juillet 2013	04:28:00	11:58:00	19:28:00	15:00:00	07:50:30	16:05:30	03:58:00	19:58:00	03:58:00	07:50:30	16:05:30	16:05:30	19:58:00	08:00:00	03:52:30	08:15:00	03:52:30	24:00:00		
26 juillet 2013	04:29:00	11:58:00	19:27:00	14:58:00	07:51:03	16:04:57	03:59:00	19:57:00	03:59:00	07:51:03	16:04:57	16:04:57	19:57:00	08:02:00	03:52:03	08:13:54	03:52:03	24:00:00		
27 juillet 2013	04:30:00	11:58:00	19:26:00	14:56:00	07:51:36	16:04:24	04:00:00	19:56:00	04:00:00	07:51:36	16:04:24	16:04:24	19:56:00	08:04:00	03:51:36	08:12:48	03:51:36	24:00:00		
28 juillet 2013	04:31:00	11:58:00	19:25:00	14:54:00	07:52:09	16:03:51	04:01:00	19:55:00	04:01:00	07:52:09	16:03:51	16:03:51	19:55:00	08:06:00	03:51:09	08:11:42	03:51:09	24:00:00		
29 juillet 2013	04:32:00	11:58:00	19:24:00	14:52:00	07:52:42	16:03:18	04:02:00	19:54:00	04:02:00	07:52:42	16:03:18	16:03:18	19:54:00	08:08:00	03:50:42	08:10:36	03:50:42	24:00:00		
30 juillet 2013	04:34:00	11:58:00	19:23:00	14:49:00	07:53:48	16:02:45	04:04:00	19:53:00	04:04:00	07:53:48	16:02:45	16:02:45	19:53:00	08:11:00	03:49:48	08:09:36	03:50:15	24:00:00		
31 juillet 2013	04:35:00	11:58:00	19:22:00	14:46:00	07:54:21	16:02:12	04:05:00	19:52:00	04:05:00	07:54:21	16:02:12	16:02:12	19:52:00	08:14:00	03:49:21	08:08:30	03:49:21	24:00:00		
1 août 2013	04:36:00	11:58:00	19:20:00	14:44:00	07:54:54	16:01:06	04:06:00	19:50:00	04:06:00	07:54:54	16:01:06	16:01:06	19:50:00	08:16:00	03:48:54	08:06:12	03:48:54	24:00:00		
2 août 2013	04:37:00	11:58:00	19:19:00	14:42:00	07:55:27	16:00:33	04:07:00	19:49:00	04:07:00	07:55:27	16:00:33	16:00:33	19:49:00	08:18:00	03:48:27	08:05:06	03:48:27	24:00:00		
3 août 2013	04:38:00	11:58:00	19:17:00	14:39:00	07:56:00	15:59:27	04:08:00	19:47:00	04:08:00	07:56:00	15:59:27	15:59:27	19:47:00	08:21:00	03:48:00	08:03:27	03:47:33	24:00:00		
4 août 2013	04:39:00	11:58:00	19:16:00	14:37:00	07:56:33	15:58:54	04:09:00	19:46:00	04:09:00	07:56:33	15:58:54	15:58:54	19:46:00	08:23:00	03:47:33	08:02:21	03:47:06	24:00:00		
5 août 2013	04:40:00	11:58:00	19:15:00	14:35:00	07:57:06	15:58:21	04:10:00	19:45:00	04:10:00	07:57:06	15:58:21	15:58:21	19:45:00	08:25:00	03:47:06	08:01:15	03:46:39	24:00:00		
6 août 2013	04:42:00	11:58:00	19:13:00	14:31:00	07:58:12	15:57:15	04:12:00	19:43:00	04:12:00	07:58:12	15:57:15	15:57:15	19:43:00	08:29:00	03:46:12	07:59:03	03:45:45	24:00:00		
7 août 2013	04:43:00	11:58:00	19:12:00	14:29:00	07:58:45	15:56:42	04:13:00	19:42:00	04:13:00	07:58:45	15:56:42	15:56:42	19:42:00	08:31:00	03:45:45	07:57:57	03:45:18	24:00:00		
8 août 2013	04:44:00	11:58:00	19:11:00	14:27:00	07:59:18	15:56:09	04:14:00	19:40:00	04:14:00	07:59:18	15:56:09	15:56:09	19:40:00	08:33:00	03:45:18	07:56:51	03:44:51	24:00:00		
9 août 2013	04:45:00	11:57:00	19:09:00	14:24:00	07:59:24	15:54:36	04:15:00	19:39:00	04:15:00	07:59:24	15:54:36	15:54:36	19:39:00	08:36:00	03:44:24	07:55:12	03:44:24	24:00:00		
10 août 2013	04:46:00	11:57:00	19:07:00	14:21:00	07:59:57	15:53:30	04:16:00	19:37:00	04:16:00	07:59:57	15:53:30	15:53:30	19:37:00	08:39:00	03:43:57	07:53:33	03:43:30	24:00:00		
11 août 2013	04:48:00	11:57:00	19:06:00	14:18:00	08:01:03	15:52:57	04:18:00	19:36:00	04:18:00	08:01:03	15:52:57	15:52:57	19:36:00	08:42:00	03:43:03	07:51:54	03:43:03	24:00:00		
12 août 2013	04:49:00	11:57:00	19:04:00	14:15:00	08:01:36	15:51:51	04:19:00	19:34:00	04:19:00	08:01:36	15:51:51	15:51:51	19:34:00	08:45:00	03:42:06	07:50:15	03:42:09	24:00:00		
13 août 2013	04:50:00	11:57:00	19:03:00	14:13:00	08:02:09	15:51:18	04:20:00	19:33:00	04:20:00	08:02:09	15:51:18	15:51:18	19:33:00	08:47:00	03:42:09	07:49:03	03:41:42	24:00:00		
14 août 2013	04:51:00	11:57:00	19:01:00	14:10:00	08:02:42	15:50:12	04:21:00	19:31:00	04:21:00	08:02:42	15:50:12	15:50:12	19:31:00	08:50:00	03:41:42	07:47:30	03:40:48	24:00:00		
15 août 2013	04:52:00	11:56:00	19:00:00	14:08:00	08:03:15	15:49:06	04:22:00	19:30:00	04:22:00	08:03:15	15:49:06	15:49:06	19:30:00	08:52:00	03:41:15	07:46:12	03:40:21	24:00:00		
16 août 2013	04:54:00	11:56:00	18:58:00	14:04:00	08:03:54	15:48:06	04:24:00	19:28:00	04:24:00	08:03:54	15:48:06	15:48:06	19:28:00	08:56:00	03:40:54	07:44:12	03:39:54	24:00:00		
17 août 2013	04:55:00	11:56:00	18:56:00																	



# PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2013 : 1er octobre au 31 décembre

Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	PÉRIODES (pour une date donnée)						DURÉE (pour une date donnée)									
				Jour			Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit				
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Nuit	Matin	Jour	Soir	24h
1 octobre 2013	05:50.00		17:32.00	11:42.00	08:28:24	14:54:30	05:20.00	18:00.00	08:28:24	14:54:30	14:54.30	18:00.00	11:18.00	03:08:24	06:25:06	03:07:30	24:00.00		
2 octobre 2013	05:51.00		17:30.00	11:39.00	08:28:30	14:52:57	05:21.00	18:00.00	08:28:30	14:52:57	14:52.57	18:00.00	11:21.00	03:07:30	06:24:27	03:07:09	24:00.00		
3 octobre 2013	05:53.00		17:29.00	11:36.00	08:29:36	14:52:24	05:23.00	17:59.00	08:29:36	14:52:24	14:52.24	17:59.00	11:24.00	03:06:36	06:24:27	03:06:36	24:00.00		
4 octobre 2013	05:54.00		17:27.00	11:33.00	08:30:09	14:51:18	05:24.00	17:57.00	08:30:09	14:51:18	14:51.18	17:57.00	11:27.00	03:06:09	06:21:09	03:05:42	24:00.00		
5 octobre 2013	05:55.00		17:25.00	11:30.00	08:30:15	14:49:45	05:25.00	17:55.00	08:30:15	14:49:45	14:49.45	17:55.00	11:30.00	03:05:15	06:19:03	03:05:15	24:00.00		
6 octobre 2013	05:56.00		17:23.00	11:27.00	08:30:48	14:48:39	05:26.00	17:53.00	08:30:48	14:48:39	14:48.39	17:53.00	11:33.00	03:04:48	06:17:51	03:04:21	24:00.00		
7 octobre 2013	05:58.00		17:21.00	11:23.00	08:31:54	14:47:33	05:28.00	17:51.00	08:31:54	14:47:33	14:47.33	17:51.00	11:37.00	03:03:54	06:15:39	03:03:27	24:00.00		
8 octobre 2013	05:59.00		17:19.00	11:20.00	08:32:00	14:46:00	05:29.00	17:49.00	08:32:00	14:46:00	14:46.00	17:49.00	11:40.00	03:03:00	06:14:00	03:02:00	24:00.00		
9 octobre 2013	06:00.00		17:17.00	11:17.00	08:32:33	14:44:54	05:30.00	17:47.00	08:32:33	14:44:54	14:44.54	17:47.00	11:43.00	03:02:33	06:12:21	03:02:06	24:00.00		
10 octobre 2013	06:02.00		17:16.00	11:14.00	08:33:39	14:44:21	05:32.00	17:46.00	08:33:39	14:44:21	14:44.21	17:46.00	11:46.00	03:01:39	06:10:42	03:01:39	24:00.00		
11 octobre 2013	06:03.00		17:14.00	11:11.00	08:34:12	14:43:15	05:33.00	17:44.00	08:34:12	14:43:15	14:43.15	17:44.00	11:49.00	03:01:12	06:09:03	03:00:45	24:00.00		
12 octobre 2013	06:04.00		17:12.00	11:08.00	08:34:18	14:41:42	05:34.00	17:42.00	08:34:18	14:41:42	14:41.42	17:42.00	11:52.00	03:00:18	06:07:24	03:00:18	24:00.00		
13 octobre 2013	06:05.00		17:10.00	11:05.00	08:34:51	14:40:36	05:35.00	17:40.00	08:34:51	14:40:36	14:40.36	17:40.00	11:55.00	02:59:51	06:05:45	02:59:24	24:00.00		
14 octobre 2013	06:07.00		17:08.00	11:01.00	08:35:57	14:39:30	05:37.00	17:38.00	08:35:57	14:39:30	14:39.30	17:38.00	11:59.00	02:58:57	06:03:33	02:58:30	24:00.00		
15 octobre 2013	06:08.00		17:07.00	10:59.00	08:36:30	14:38:57	05:38.00	17:37.00	08:36:30	14:38:57	14:38.57	17:37.00	12:01.00	02:58:30	06:02:27	02:58:03	24:00.00		
16 octobre 2013	06:09.00		17:05.00	10:56.00	08:37:03	14:37:51	05:39.00	17:35.00	08:37:03	14:37:51	14:37.51	17:35.00	12:04.00	02:58:03	06:01:08	02:57:09	24:00.00		
17 octobre 2013	06:11.00		17:03.00	10:52.00	08:37:42	14:36:18	05:41.00	17:33.00	08:37:42	14:36:18	14:36.18	17:33.00	12:08.00	02:57:42	05:58:36	02:56:42	24:00.00		
18 octobre 2013	06:12.00		17:01.00	10:49.00	08:38:15	14:35:12	05:42.00	17:31.00	08:38:15	14:35:12	14:35.12	17:31.00	12:11.00	02:56:15	05:56:57	02:55:48	24:00.00		
19 octobre 2013	06:14.00		17:00.00	10:46.00	08:39:21	14:34:39	05:44.00	17:30.00	08:39:21	14:34:39	14:34.39	17:30.00	12:14.00	02:55:21	05:55:18	02:55:21	24:00.00		
20 octobre 2013	06:15.00		16:58.00	10:43.00	08:39:54	14:33:33	05:45.00	17:28.00	08:39:54	14:33:33	14:33.33	17:28.00	12:17.00	02:54:54	05:53:39	02:54:27	24:00.00		
21 octobre 2013	06:16.00		16:56.00	10:40.00	08:40:27	14:32:27	05:46.00	17:26.00	08:40:27	14:32:27	14:32.27	17:26.00	12:20.00	02:54:27	05:52:03	02:53:33	24:00.00		
22 octobre 2013	06:18.00		16:55.00	10:37.00	08:41:06	14:31:27	05:48.00	17:25.00	08:41:06	14:31:27	14:31.27	17:25.00	12:23.00	02:53:06	05:50:21	02:53:33	24:00.00		
23 octobre 2013	06:19.00		16:53.00	10:34.00	08:41:39	14:30:21	05:49.00	17:23.00	08:41:39	14:30:21	14:30.21	17:23.00	12:26.00	02:52:39	05:48:42	02:52:39	24:00.00		
24 octobre 2013	06:20.00		16:51.00	10:31.00	08:42:12	14:29:15	05:50.00	17:21.00	08:42:12	14:29:15	14:29.15	17:21.00	12:29.00	02:52:12	05:47:03	02:51:45	24:00.00		
25 octobre 2013	06:22.00		16:50.00	10:28.00	08:43:18	14:28:42	05:52.00	17:20.00	08:43:18	14:28:42	14:28.42	17:20.00	12:32.00	02:51:18	05:45:24	02:51:18	24:00.00		
26 octobre 2013	06:23.00		16:48.00	10:25.00	08:43:51	14:27:36	05:53.00	17:18.00	08:43:51	14:27:36	14:27.36	17:18.00	12:35.00	02:50:51	05:43:45	02:50:24	24:00.00		
27 octobre 2013	06:24.00		16:47.00	10:23.00	08:44:24	14:27:03	05:54.00	17:17.00	08:44:24	14:27:03	14:27.03	17:17.00	12:37.00	02:50:24	05:42:39	02:49:57	24:00.00		
28 octobre 2013	06:26.00		16:45.00	10:19.00	08:45:30	14:25:57	05:56.00	17:15.00	08:45:30	14:25:57	14:25.57	17:15.00	12:41.00	02:49:57	05:41:27	02:49:03	24:00.00		
29 octobre 2013	06:27.00		16:44.00	10:17.00	08:46:03	14:25:24	05:57.00	17:14.00	08:46:03	14:25:24	14:25.24	17:14.00	12:43.00	02:49:03	05:39:21	02:48:36	24:00.00		
30 octobre 2013	06:29.00		16:42.00	10:13.00	08:47:09	14:24:18	05:59.00	17:12.00	08:47:09	14:24:18	14:24.18	17:12.00	12:47.00	02:48:09	05:37:09	02:47:42	24:00.00		
31 octobre 2013	06:30.00		16:41.00	10:11.00	08:47:42	14:23:45	06:00.00	17:11.00	08:47:42	14:23:45	14:23.45	17:11.00	12:49.00	02:47:42	05:35:03	02:47:15	24:00.00		
1 novembre 2013	06:31.00		16:39.00	10:08.00	08:48:15	14:22:39	06:01.00	17:09.00	08:48:15	14:22:39	14:22.39	17:09.00	12:52.00	02:47:15	05:34:24	02:46:21	24:00.00		
2 novembre 2013	06:33.00		16:38.00	10:05.00	08:49:21	14:22:06	06:03.00	17:08.00	08:49:21	14:22:06	14:22.06	17:08.00	12:55.00	02:46:21	05:32:45	02:45:54	24:00.00		
3 novembre 2013	06:34.00		16:36.00	10:02.00	08:49:54	14:21.00	06:04.00	17:06.00	08:49:54	14:21.00	14:21.00	17:06.00	12:58.00	02:45:54	05:31:06	02:45:00	24:00.00		
4 novembre 2013	06:36.00		16:35.00	09:59.00	08:51:00	14:20:27	06:06.00	17:05.00	08:51:00	14:20:27	14:20.27	17:05.00	13:01.00	02:45:00	05:29:27	02:44:33	24:00.00		
5 novembre 2013	06:37.00		16:34.00	09:57.00	08:51:33	14:19:54	06:07.00	17:04.00	08:51:33	14:19:54	14:19.54	17:04.00	13:03.00	02:44:33	05:28:21	02:44:06	24:00.00		
6 novembre 2013	06:38.00		16:32.00	09:54.00	08:52:06	14:18:48	06:08.00	17:02.00	08:52:06	14:18:48	14:18.48	17:02.00	13:06.00	02:44:06	05:26:42	02:43:12	24:00.00		
7 novembre 2013	06:40.00		16:31.00	09:51.00	08:53:12	14:18:15	06:10.00	17:01.00	08:53:12	14:18:15	14:18.15	17:01.00	13:09.00	02:43:12	05:25:03	02:42:39	24:00.00		
8 novembre 2013	06:41.00		16:29.00	09:48.00	08:54:12	14:17:42	06:11.00	17:00.00	08:54:12	14:17:42	14:17.42	17:00.00	13:12.00	02:42:39	05:23:24	02:41:45	24:00.00		
9 novembre 2013	06:43.00		16:29.00	09:46.00	08:54:51	14:17:09	06:13.00	16:59.00	08:54:51	14:17:09	14:17.09	16:59.00	13:14.00	02:41:51	05:22:18	02:41:51	24:00.00		
10 novembre 2013	06:44.00		16:27.00	09:43.00	08:55:24	14:16:03	06:14.00	16:57.00	08:55:24	14:16:03	14:16.03	16:57.00	13:17.00	02:41:24	05:20:39	02:40:57	24:00.00		
11 novembre 2013	06:45.00		16:26.00	09:41.00	08:55:57	14:15:30	06:15.00	16:56.00	08:55:57	14:15:30	14:15.30	16:56.00	13:19.00	02:40:57	05:19:33	02:40:30	24:00.00		
12 novembre 2013	06:47.00		16:25.00	09:38.00	08:57:03	14:14:57	06:17.00	16:55.00	08:57:03	14:14:57	14:14.57	16:55.00	13:22.00	02:40:03	05:17:54	02:40:03	24:00.00		
13 novembre 2013	06:48.00		16:24.00	09:36.00	08:57:36	14:14:24	06:18.00	16:54.00	08:57:36	14:14:24	14:14.24	16:54.00	13:24.00	02:39:36	05:16:48	02:39:36	24:00.00		
14 novembre 2013	06:50.00		16:23.00	09:33.00	08:58:42	14:13:51	06:20.00	16:53.00	08:58:42	14:13:51	14:13.51	16:53.00	13:27.00	02:38:42	05:15:09	02:39:09	24:00.00		
15 novembre 2013	06:51.00		16:21.00	09:31.00	08:59:42	14:13:18	06:21.00	16:52.00	08:59:42	14:13:18	14:13.18	16:52.00	13:30.00	02:38:15	05:13:24	02:38:15	24:00.00		
16 novembre 2013	06:52.00		16:21.00	09:29.00	09:00:15	14:13:12	06:22.00	16:51.00	09:00:15	14:13:12	14:13.12	16:51.00	13:31.00	02:38:15	05:12:57	02:37:48	24:00.00		
17 novembre 2013	06:54.00		16:20.00	09:26.00	09:01:21	14:12:39	06:24.00	16:50.00	09:01:21	14:12:39	14:12.39	16:50.00	13:34.00	02:37:21	05:11:18	02:37:21	24:00.00		
18 novembre 2013	06:55.00		16:19.00	09:24.00	09:01:54	14:12:06	06:25.00	16:49.00	09:01:54	14:12:06	14:12.06	16:49.00	13:36.00	02:36:54	05:10:12	02:36:54	24:00.00		
19 novembre 2013	06:56.00		16:18.00	09:22.00	09:02:27	14:11:33	06:26.00	16:48.00	09:02:27	14:11:33	14:11.33	16:48.00	13:38.00	02:36:27	05:09:06	02:36:27	24:00.00		



# PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2014 : 1<sup>er</sup> avril au 30 juin

Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	PÉRIODES (pour une date donnée)												DURÉE (pour une date donnée)				
				Jour			Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit	Matin	Jour	Soir	24h	
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Durée	Durée	Durée	Durée	Durée	
1 avril 2014	05:32:00	11:56:00	18:20:00	12:48:00	08:24:48	15:27:12	05:02:00	18:50:00	08:24:48	15:27:12	15:27:12	18:50:00	10:12:00	03:22:48	07:02:24	03:22:48	24:00:00			
2 avril 2014	05:30:00	11:55:00	18:22:00	12:52:00	08:23:15	15:27:51	05:00:00	18:52:00	08:23:15	15:27:51	15:27:51	18:52:00	10:08:00	03:23:15	07:04:36	03:24:09	24:00:00			
3 avril 2014	05:28:00	11:55:00	18:23:00	13:00:00	08:22:09	15:28:24	04:58:00	18:53:00	08:22:09	15:28:24	15:28:24	18:53:00	10:05:00	03:22:09	07:06:15	03:24:36	24:00:00			
4 avril 2014	05:27:00	11:55:00	18:24:00	12:57:00	08:21:36	15:28:57	04:57:00	18:54:00	08:21:36	15:28:57	15:28:57	18:54:00	10:03:00	03:24:36	07:07:21	03:25:03	24:00:00			
5 avril 2014	05:25:00	11:55:00	18:25:00	13:00:00	08:20:30	15:29:30	04:55:00	18:55:00	08:20:30	15:29:30	15:29:30	18:55:00	10:00:00	03:25:30	07:09:00	03:25:30	24:00:00			
6 avril 2014	05:23:00	11:54:00	18:27:00	13:04:00	08:18:57	15:30:09	04:53:00	18:57:00	08:18:57	15:30:09	15:30:09	18:57:00	09:56:00	03:25:57	07:11:12	03:26:51	24:00:00			
7 avril 2014	05:21:00	11:54:00	18:28:00	13:07:00	08:17:51	15:30:42	04:51:00	18:58:00	08:17:51	15:30:42	15:30:42	18:58:00	09:53:00	03:26:51	07:12:51	03:27:18	24:00:00			
8 avril 2014	05:19:00	11:54:00	18:29:00	13:10:00	08:16:45	15:31:15	04:49:00	18:59:00	08:16:45	15:31:15	15:31:15	18:59:00	09:50:00	03:27:45	07:14:30	03:27:45	24:00:00			
9 avril 2014	05:17:00	11:53:00	18:31:00	13:14:00	08:15:12	15:31:54	04:47:00	19:01:00	08:15:12	15:31:54	15:31:54	19:01:00	09:46:00	03:28:12	07:16:42	03:29:06	24:00:00			
10 avril 2014	05:15:00	11:53:00	18:32:00	13:17:00	08:14:06	15:32:27	04:45:00	19:02:00	08:14:06	15:32:27	15:32:27	19:02:00	09:43:00	03:29:06	07:18:21	03:29:33	24:00:00			
11 avril 2014	05:14:00	11:53:00	18:33:00	13:19:00	08:13:33	15:33:00	04:44:00	19:03:00	08:13:33	15:33:00	15:33:00	19:03:00	09:41:00	03:29:33	07:19:27	03:30:00	24:00:00			
12 avril 2014	05:12:00	11:53:00	18:34:00	13:22:00	08:12:27	15:33:33	04:42:00	19:04:00	08:12:27	15:33:33	15:33:33	19:04:00	09:38:00	03:30:27	07:20:00	03:30:27	24:00:00			
13 avril 2014	05:10:00	11:52:00	18:36:00	13:26:00	08:10:54	15:34:12	04:40:00	19:06:00	08:10:54	15:34:12	15:34:12	19:06:00	09:34:00	03:30:54	07:23:18	03:31:48	24:00:00			
14 avril 2014	05:08:00	11:52:00	18:37:00	13:29:00	08:09:48	15:34:45	04:38:00	19:07:00	08:09:48	15:34:45	15:34:45	19:07:00	09:31:00	03:31:48	07:24:57	03:32:15	24:00:00			
15 avril 2014	05:06:00	11:52:00	18:38:00	13:32:00	08:08:42	15:35:18	04:36:00	19:08:00	08:08:42	15:35:18	15:35:18	19:08:00	09:28:00	03:32:42	07:26:36	03:32:42	24:00:00			
16 avril 2014	05:05:00	11:52:00	18:40:00	13:35:00	08:08:09	15:36:24	04:35:00	19:10:00	08:08:09	15:36:24	15:36:24	19:10:00	09:25:00	03:33:09	07:28:15	03:33:36	24:00:00			
17 avril 2014	05:03:00	11:51:00	18:41:00	13:38:00	08:06:36	15:36:30	04:33:00	19:11:00	08:06:36	15:36:30	15:36:30	19:11:00	09:22:00	03:33:36	07:29:54	03:34:30	24:00:00			
18 avril 2014	05:01:00	11:51:00	18:42:00	13:41:00	08:05:30	15:37:03	04:31:00	19:12:00	08:05:30	15:37:03	15:37:03	19:12:00	09:19:00	03:34:30	07:31:33	03:34:57	24:00:00			
19 avril 2014	05:00:00	11:51:00	18:43:00	13:43:00	08:04:57	15:37:36	04:30:00	19:13:00	08:04:57	15:37:36	15:37:36	19:13:00	09:17:00	03:34:57	07:32:39	03:35:24	24:00:00			
20 avril 2014	04:58:00	11:51:00	18:45:00	13:47:00	08:03:51	15:38:42	04:28:00	19:15:00	08:03:51	15:38:42	15:38:42	19:15:00	09:13:00	03:35:51	07:34:30	03:36:18	24:00:00			
21 avril 2014	04:56:00	11:51:00	18:46:00	13:50:00	08:02:45	15:39:15	04:26:00	19:16:00	08:02:45	15:39:15	15:39:15	19:16:00	09:10:00	03:36:45	07:36:30	03:36:45	24:00:00			
22 avril 2014	04:54:00	11:50:00	18:47:00	13:53:00	08:01:12	15:39:21	04:24:00	19:17:00	08:01:12	15:39:21	15:39:21	19:17:00	09:07:00	03:37:12	07:38:00	03:37:39	24:00:00			
23 avril 2014	04:53:00	11:50:00	18:49:00	13:56:00	07:59:39	15:40:27	04:23:00	19:18:00	07:59:39	15:40:27	15:40:27	19:18:00	09:04:00	03:37:39	07:39:36	03:38:03	24:00:00			
24 avril 2014	04:51:00	11:50:00	18:50:00	14:00:00	07:59:00	15:41:00	04:21:00	19:20:00	07:59:00	15:41:00	15:41:00	19:20:00	09:01:00	03:38:33	07:41:27	03:39:00	24:00:00			
25 avril 2014	04:49:00	11:50:00	18:51:00	14:02:00	07:58:27	15:41:33	04:19:00	19:21:00	07:58:27	15:41:33	15:41:33	19:21:00	08:58:00	03:39:27	07:43:00	03:39:27	24:00:00			
26 avril 2014	04:48:00	11:50:00	18:52:00	14:04:00	07:57:54	15:42:06	04:18:00	19:22:00	07:57:54	15:42:06	15:42:06	19:22:00	08:56:00	03:39:54	07:44:12	03:39:54	24:00:00			
27 avril 2014	04:46:00	11:50:00	18:54:00	14:08:00	07:56:48	15:43:12	04:16:00	19:24:00	07:56:48	15:43:12	15:43:12	19:24:00	08:52:00	03:40:48	07:46:24	03:40:48	24:00:00			
28 avril 2014	04:45:00	11:49:00	18:55:00	14:10:00	07:55:48	15:43:18	04:15:00	19:25:00	07:55:48	15:43:18	15:43:18	19:25:00	08:50:00	03:40:48	07:47:30	03:41:42	24:00:00			
29 avril 2014	04:43:00	11:49:00	18:56:00	14:13:00	07:54:42	15:43:51	04:13:00	19:26:00	07:54:42	15:43:51	15:43:51	19:26:00	08:47:00	03:41:42	07:49:09	03:42:09	24:00:00			
30 avril 2014	04:42:00	11:49:00	18:58:00	14:16:00	07:54:09	15:44:57	04:12:00	19:28:00	07:54:09	15:44:57	15:44:57	19:28:00	08:44:00	03:42:09	07:50:48	03:43:03	24:00:00			
1 mai 2014	04:40:00	11:49:00	18:59:00	14:19:00	07:53:03	15:45:30	04:10:00	19:29:00	07:53:03	15:45:30	15:45:30	19:29:00	08:41:00	03:43:03	07:52:27	03:43:30	24:00:00			
2 mai 2014	04:39:00	11:49:00	19:00:00	14:21:00	07:52:30	15:46:03	04:09:00	19:30:00	07:52:30	15:46:03	15:46:03	19:30:00	08:39:00	03:43:30	07:53:33	03:43:57	24:00:00			
3 mai 2014	04:37:00	11:49:00	19:01:00	14:24:00	07:51:24	15:46:36	04:07:00	19:31:00	07:51:24	15:46:36	15:46:36	19:31:00	08:36:00	03:44:24	07:54:51	03:44:24	24:00:00			
4 mai 2014	04:36:00	11:49:00	19:03:00	14:27:00	07:50:51	15:47:42	04:06:00	19:33:00	07:50:51	15:47:42	15:47:42	19:33:00	08:33:00	03:44:51	07:56:51	03:45:18	24:00:00			
5 mai 2014	04:34:00	11:49:00	19:04:00	14:30:00	07:49:45	15:48:15	04:04:00	19:34:00	07:49:45	15:48:15	15:48:15	19:34:00	08:30:00	03:45:45	07:58:30	03:45:45	24:00:00			
6 mai 2014	04:33:00	11:49:00	19:05:00	14:32:00	07:49:12	15:48:48	04:03:00	19:35:00	07:49:12	15:48:48	15:48:48	19:35:00	08:28:00	03:46:12	07:59:36	03:46:12	24:00:00			
7 mai 2014	04:32:00	11:49:00	19:06:00	14:34:00	07:48:39	15:49:21	04:02:00	19:36:00	07:48:39	15:49:21	15:49:21	19:36:00	08:26:00	03:46:39	08:00:42	03:46:39	24:00:00			
8 mai 2014	04:30:00	11:48:00	19:08:00	14:38:00	07:47:06	15:50:00	04:00:00	19:38:00	07:47:06	15:50:00	15:50:00	19:38:00	08:20:00	03:47:06	08:02:54	03:48:00	24:00:00			
9 mai 2014	04:29:00	11:48:00	19:09:00	14:41:00	07:46:33	15:50:33	03:59:00	19:39:00	07:46:33	15:50:33	15:50:33	19:39:00	08:17:00	03:47:33	08:04:03	03:48:27	24:00:00			
10 mai 2014	04:28:00	11:48:00	19:10:00	14:42:00	07:46:00	15:51:06	03:58:00	19:40:00	07:46:00	15:51:06	15:51:06	19:40:00	08:15:00	03:48:54	08:05:06	03:48:54	24:00:00			
11 mai 2014	04:26:00	11:48:00	19:11:00	14:45:00	07:44:54	15:51:39	03:56:00	19:41:00	07:44:54	15:51:39	15:51:39	19:41:00	08:15:00	03:48:54	08:06:45	03:49:21	24:00:00			
12 mai 2014	04:25:00	11:48:00	19:12:00	14:47:00	07:44:21	15:52:12	03:55:00	19:42:00	07:44:21	15:52:12	15:52:12	19:42:00	08:13:00	03:49:21	08:07:39	03:49:48	24:00:00			
13 mai 2014	04:24:00	11:48:00	19:14:00	14:50:00	07:43:48	15:53:18	03:54:00	19:44:00	07:43:48	15:53:18	15:53:18	19:44:00	08:10:00	03:49:48	08:09:30	03:50:42	24:00:00			
14 mai 2014	04:23:00	11:48:00	19:15:00	14:52:00	07:43:15	15:53:51	03:53:00	19:45:00	07:43:15	15:53:51	15:53:51	19:45:00	08:08:00	03:50:15	08:10:36	03:51:09	24:00:00			
15 mai 2014	04:21:00	11:48:00	19:16:00	14:55:00	07:42:09	15:54:24	03:51:00	19:46:00	07:42:09	15:54:24	15:54:24	19:46:00	08:05:00	03:51:09	08:12:15	03:51:36	24:00:00			
16 mai 2014	04:20:00	11:48:00	19:17:00	14:58:00	07:41:24	15:54:57	03:50:00	19:47:00	07:41:24	15:54:57	15:54:57	19:47:00	08:01:00	03:51:36	08:13:36	03:52:12	24:00:00			
17 mai 2014	04:19:00	11:48:00	19:18:00	14:59:00	07:41:03	15:55:30	03:49:00	19:48:00	07:41:03	15:55:30	15:55:30	19:48:00	08:00:00	03:52:03	08:14:27	03:52:30	24:00:00			
18 mai 2014	04:18:00	11:48:00	19:19:00	15:01:00	07:40:30	15:56:03	03:48:00	19:49:00	07:40:30	15:56:03	15:56:03	19:49:00	07:59:00	03:52:30	08:15:33	03:52:57	24:00:00			
19 mai 2014	04:17:00	11:48:00	19:20:00	15:03:00	07:39:57	15:56:36	03:47:00	19:50:00	07:39:57	15:56:36	15:56:36	19:50:00	07:57:00	03:52:57	08:16:39	03:53:24	24:00:00			
20 mai 2014	04:16:00	11:49:00	19:22:00	15:06:00	07:39:51	15:58:09	03:46:00	19:52:00	07:39:51	15:58:09	15:58:09	19:52:00								

**PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)**

**2014 : 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre**

Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	PÉRIODES (pour une date donnée)														DURÉE (pour une date donnée)				
				Jour			Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit	Matin	Jour	Soir	24h			
				Durée	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Matin	Jour	Soir	24h			
1 juillet 2014	04:07:00	11:56:00	19:44:00	15:37:00	07:38:03	16:13:24	03:37:00	20:14:00	03:37:00	07:38:03	16:13:24	16:13:24	07:23:00	04:01:03	08:35:21	04:00:36	24:00:00					
2 juillet 2014	04:08:00	11:56:00	19:44:00	15:36:00	07:38:36	16:13:24	03:38:00	20:14:00	03:38:00	07:38:36	16:13:24	16:13:24	07:24:00	04:00:36	08:34:48	04:00:36	24:00:00					
3 juillet 2014	04:08:00	11:56:00	19:44:00	15:36:00	07:38:36	16:13:24	03:38:00	20:14:00	03:38:00	07:38:36	16:13:24	16:13:24	07:24:00	04:00:36	08:34:48	04:00:36	24:00:00					
4 juillet 2014	04:09:00	11:56:00	19:43:00	15:34:00	07:39:09	16:12:51	03:39:00	20:13:00	03:39:00	07:39:09	16:12:51	16:12:51	07:26:00	04:00:09	08:33:42	04:00:09	24:00:00					
5 juillet 2014	04:10:00	11:57:00	19:43:00	15:33:00	07:40:09	16:13:18	03:40:00	20:13:00	03:40:00	07:40:09	16:13:18	16:13:18	07:27:00	04:00:09	08:33:09	03:59:42	24:00:00					
6 juillet 2014	04:10:00	11:57:00	19:43:00	15:33:00	07:40:09	16:13:18	03:40:00	20:13:00	03:40:00	07:40:09	16:13:18	16:13:18	07:27:00	04:00:09	08:33:09	03:59:42	24:00:00					
7 juillet 2014	04:11:00	11:57:00	19:42:00	15:31:00	07:40:42	16:12:45	03:41:00	20:12:00	03:41:00	07:40:42	16:12:45	16:12:45	07:29:00	03:59:42	08:32:03	03:59:15	24:00:00					
8 juillet 2014	04:12:00	11:57:00	19:42:00	15:30:00	07:41:15	16:12:45	03:42:00	20:12:00	03:42:00	07:41:15	16:12:45	16:12:45	07:30:00	03:59:15	08:31:30	03:59:15	24:00:00					
9 juillet 2014	04:13:00	11:57:00	19:41:00	15:28:00	07:41:48	16:12:12	03:43:00	20:11:00	03:43:00	07:41:48	16:12:12	16:12:12	07:32:00	03:58:48	08:30:24	03:58:48	24:00:00					
10 juillet 2014	04:13:00	11:57:00	19:41:00	15:28:00	07:41:48	16:12:12	03:43:00	20:11:00	03:43:00	07:41:48	16:12:12	16:12:12	07:32:00	03:58:48	08:30:24	03:58:48	24:00:00					
11 juillet 2014	04:14:00	11:57:00	19:40:00	15:26:00	07:42:21	16:11:39	03:44:00	20:10:00	03:44:00	07:42:21	16:11:39	16:11:39	07:34:00	03:58:21	08:29:18	03:58:21	24:00:00					
12 juillet 2014	04:15:00	11:58:00	19:40:00	15:25:00	07:43:21	16:12:06	03:45:00	20:10:00	03:45:00	07:43:21	16:12:06	16:12:06	07:35:00	03:58:21	08:28:45	03:57:54	24:00:00					
13 juillet 2014	04:16:00	11:58:00	19:39:00	15:23:00	07:43:54	16:11:33	03:46:00	20:09:00	03:46:00	07:43:54	16:11:33	16:11:33	07:37:00	03:57:54	08:27:39	03:57:27	24:00:00					
14 juillet 2014	04:17:00	11:58:00	19:38:00	15:21:00	07:44:27	16:11:00	03:47:00	20:08:00	03:47:00	07:44:27	16:11:00	16:11:00	07:39:00	03:57:27	08:26:33	03:57:00	24:00:00					
15 juillet 2014	04:18:00	11:58:00	19:38:00	15:20:00	07:45:00	16:11:00	03:48:00	20:08:00	03:48:00	07:45:00	16:11:00	16:11:00	07:40:00	03:57:00	08:26:00	03:57:00	24:00:00					
16 juillet 2014	04:19:00	11:58:00	19:37:00	15:18:00	07:45:33	16:10:27	03:49:00	20:07:00	03:49:00	07:45:33	16:10:27	16:10:27	07:42:00	03:56:33	08:24:54	03:56:33	24:00:00					
17 juillet 2014	04:20:00	11:58:00	19:36:00	15:16:00	07:46:06	16:09:54	03:50:00	20:06:00	03:50:00	07:46:06	16:09:54	16:09:54	07:44:00	03:56:06	08:23:48	03:56:06	24:00:00					
18 juillet 2014	04:21:00	11:58:00	19:35:00	15:14:00	07:46:39	16:09:21	03:51:00	20:05:00	03:51:00	07:46:39	16:09:21	16:09:21	07:46:00	03:55:39	08:22:42	03:55:39	24:00:00					
19 juillet 2014	04:22:00	11:58:00	19:34:00	15:12:00	07:47:12	16:08:48	03:52:00	20:04:00	03:52:00	07:47:12	16:08:48	16:08:48	07:48:00	03:55:12	08:21:36	03:55:12	24:00:00					
20 juillet 2014	04:23:00	11:58:00	19:33:00	15:10:00	07:47:45	16:08:15	03:53:00	20:03:00	03:53:00	07:47:45	16:08:15	16:08:15	07:50:00	03:54:45	08:20:30	03:54:45	24:00:00					
21 juillet 2014	04:24:00	11:58:00	19:32:00	15:08:00	07:48:18	16:07:42	03:54:00	20:02:00	03:54:00	07:48:18	16:07:42	16:07:42	07:52:00	03:54:18	08:19:24	03:54:18	24:00:00					
22 juillet 2014	04:25:00	11:58:00	19:31:00	15:06:00	07:48:51	16:07:09	03:55:00	20:01:00	03:55:00	07:48:51	16:07:09	16:07:09	07:54:00	03:53:51	08:18:18	03:53:51	24:00:00					
23 juillet 2014	04:26:00	11:58:00	19:30:00	15:05:00	07:49:24	16:06:36	03:56:00	20:00:00	03:56:00	07:49:24	16:06:36	16:06:36	07:56:00	03:53:24	08:17:12	03:53:24	24:00:00					
24 juillet 2014	04:27:00	11:58:00	19:29:00	15:03:00	07:49:57	16:06:03	03:57:00	19:59:00	03:57:00	07:49:57	16:06:03	16:06:03	07:58:00	03:52:57	08:16:06	03:52:57	24:00:00					
25 juillet 2014	04:28:00	11:58:00	19:28:00	15:00:00	07:50:30	16:05:30	03:58:00	19:58:00	03:58:00	07:50:30	16:05:30	16:05:30	08:00:00	03:52:30	08:15:00	03:52:30	24:00:00					
26 juillet 2014	04:29:00	11:58:00	19:27:00	14:58:00	07:51:03	16:04:57	03:59:00	19:57:00	03:59:00	07:51:03	16:04:57	16:04:57	08:02:00	03:52:03	08:13:54	03:52:03	24:00:00					
27 juillet 2014	04:30:00	11:58:00	19:26:00	14:56:00	07:51:36	16:04:24	04:00:00	19:56:00	04:00:00	07:51:36	16:04:24	16:04:24	08:04:00	03:51:36	08:12:48	03:51:36	24:00:00					
28 juillet 2014	04:31:00	11:58:00	19:25:00	14:54:00	07:52:09	16:03:51	04:01:00	19:55:00	04:01:00	07:52:09	16:03:51	16:03:51	08:06:00	03:51:09	08:11:42	03:51:09	24:00:00					
29 juillet 2014	04:32:00	11:58:00	19:24:00	14:52:00	07:52:42	16:03:18	04:02:00	19:54:00	04:02:00	07:52:42	16:03:18	16:03:18	08:08:00	03:50:42	08:10:36	03:50:42	24:00:00					
30 juillet 2014	04:34:00	11:58:00	19:23:00	14:49:00	07:53:48	16:02:45	04:04:00	19:53:00	04:04:00	07:53:48	16:02:45	16:02:45	08:11:00	03:49:48	08:08:36	03:50:15	24:00:00					
1 août 2014	04:35:00	11:58:00	19:21:00	14:46:00	07:54:21	16:02:12	04:05:00	19:52:00	04:05:00	07:54:21	16:02:12	16:02:12	08:14:00	03:49:21	08:07:18	03:49:21	24:00:00					
2 août 2014	04:36:00	11:58:00	19:20:00	14:44:00	07:54:54	16:01:06	04:06:00	19:50:00	04:06:00	07:54:54	16:01:06	16:01:06	08:16:00	03:48:54	08:06:12	03:48:54	24:00:00					
3 août 2014	04:37:00	11:58:00	19:19:00	14:42:00	07:55:27	16:00:33	04:07:00	19:49:00	04:07:00	07:55:27	16:00:33	16:00:33	08:18:00	03:48:27	08:05:06	03:48:27	24:00:00					
4 août 2014	04:38:00	11:58:00	19:17:00	14:39:00	07:56:00	15:59:27	04:08:00	19:47:00	04:08:00	07:56:00	15:59:27	15:59:27	08:21:00	03:48:00	08:03:27	03:47:33	24:00:00					
5 août 2014	04:39:00	11:58:00	19:16:00	14:37:00	07:56:33	15:58:54	04:09:00	19:46:00	04:09:00	07:56:33	15:58:54	15:58:54	08:22:00	03:47:33	08:02:21	03:47:06	24:00:00					
6 août 2014	04:40:00	11:58:00	19:15:00	14:35:00	07:57:06	15:58:21	04:10:00	19:45:00	04:10:00	07:57:06	15:58:21	15:58:21	08:25:00	03:47:06	08:01:15	03:46:39	24:00:00					
7 août 2014	04:43:00	11:58:00	19:13:00	14:31:00	07:58:12	15:57:15	04:12:00	19:43:00	04:12:00	07:58:12	15:57:15	15:57:15	08:29:00	03:46:12	07:59:03	03:45:45	24:00:00					
8 août 2014	04:43:00	11:58:00	19:13:00	14:29:00	07:58:45	15:56:42	04:13:00	19:42:00	04:13:00	07:58:45	15:56:42	15:56:42	08:31:00	03:45:45	07:57:57	03:45:18	24:00:00					
9 août 2014	04:44:00	11:58:00	19:12:00	14:27:00	07:59:15	15:56:09	04:14:00	19:40:00	04:14:00	07:59:15	15:56:09	15:56:09	08:32:00	03:45:18	07:56:51	03:44:51	24:00:00					
10 août 2014	04:46:00	11:57:00	19:07:00	14:21:00	07:59:57	15:53:30	04:16:00	19:37:00	04:16:00	07:59:57	15:53:30	15:53:30	08:39:00	03:43:57	07:53:33	03:43:30	24:00:00					
11 août 2014	04:48:00	11:57:00	19:06:00	14:18:00	08:01:03	15:52:57	04:18:00	19:36:00	04:18:00	08:01:03	15:52:57	15:52:57	08:42:00	03:43:03	07:51:54	03:43:03	24:00:00					
12 août 2014	04:49:00	11:57:00	19:04:00	14:15:00	08:01:36	15:51:51	04:19:00	19:34:00	04:19:00	08:01:36	15:51:51	15:51:51	08:45:00	03:42:09	07:50:15	03:42:09	24:00:00					
13 août 2014	04:50:00	11:57:00	19:03:00	14:13:00	08:02:09	15:51:18	04:20:00	19:33:00	04:20:00	08:02:09	15:51:18	15:51:18	08:47:00	03:42:09	07:49:03	03:41:42	24:00:00					
14 août 2014	04:51:00	11:57:00	19:01:00	14:10:00	08:02:42	15:50:12	04:21:00	19:31:00	04:21:00	08:02:42	15:50:12	15:50:12	08:50:00	03:41:42	07:47:30	03:40:48	24:00:00					
15 août 2014	04:51:00	11:57:00	19:00:00	14:08:00	08:03:15	15:49:15	04:22:00	19:30:00	04:22:00	08:03:15	15:49:15	15:49:15	08:51:00	03:40:48	07:46:18	03:39:54	24:00:00					
16 août 2014	04:54:00	11:56:00	18:58:00	14:04:00	08:03:54	15:48:06	04:24:00	19:28:00	04:24:00	08:03:54	15:48:06	15:48:06	08:56:00	03:39:54	07:44:12	03:39:54	24:00:00					
17 août 2014	04:55:00	11:56:00	18:56:00	14:01:00	08:04:27	15:47:00	04:25:00	19:26:00	04:25:00	08:04:27	15:47:00	15:47:00	08:59:00	03:39:27	07:42:27	03:39:00	24:00:00					
18 août 2014	04:56:00	11:56:00	18:55:00	13:59:00	08:05:00	15:46:27	04:26:00	19:25:00	04:26:00	08:05:00	15:46:27	15:46:27	09:01:00	03:39:00	07:41:23	03:38:33	24:00:00					
19 août 2014	04:57:00	11:56:00	18:53:00	13:56:00	08:05:33	15:45:21	04:27:00	19:23:00	04:27:00	08:05:33	15:45:21	15:45:21	09:04:00	03:38:33	07:40:48	03:37:39	24:00:00					
20 août 2014	04:59:00	11:55:00	18:51:00	13:52:00	08:06:12	15:43:48	04:29:00	19:21:00	04:29:00	08:06:12	15:43:48	15:										

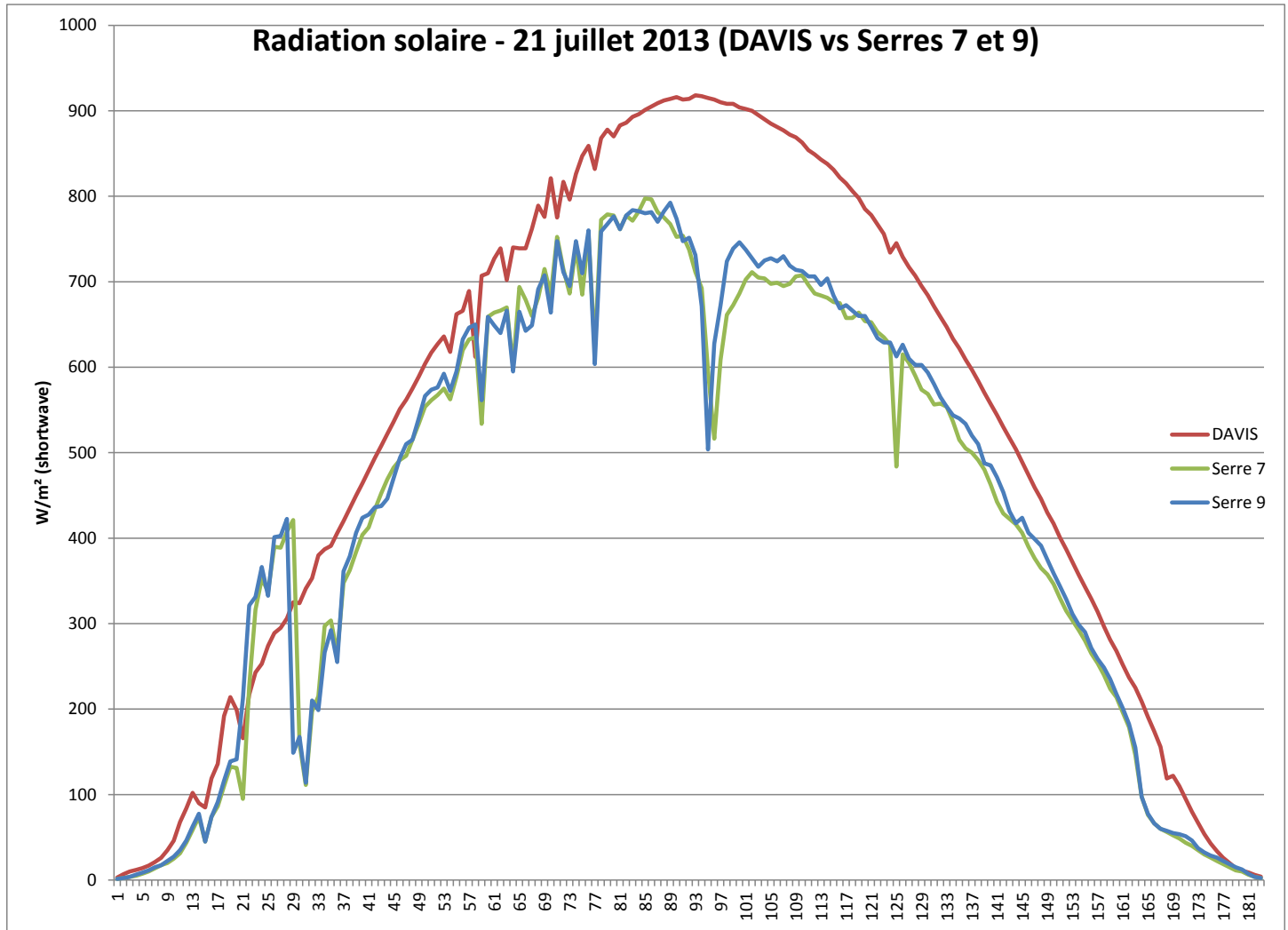
# PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

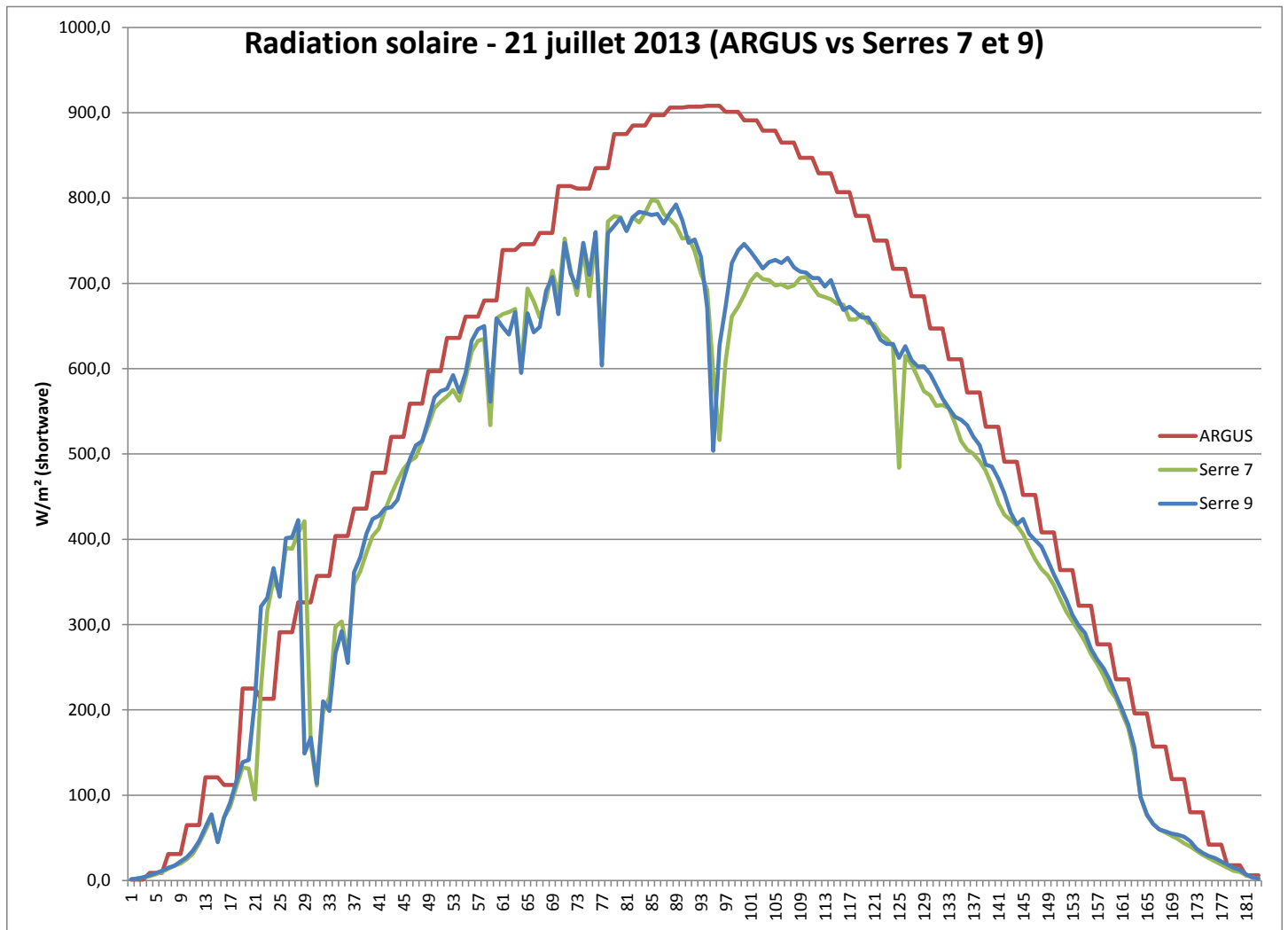
2014 : 1<sup>er</sup> octobre au 31 décembre

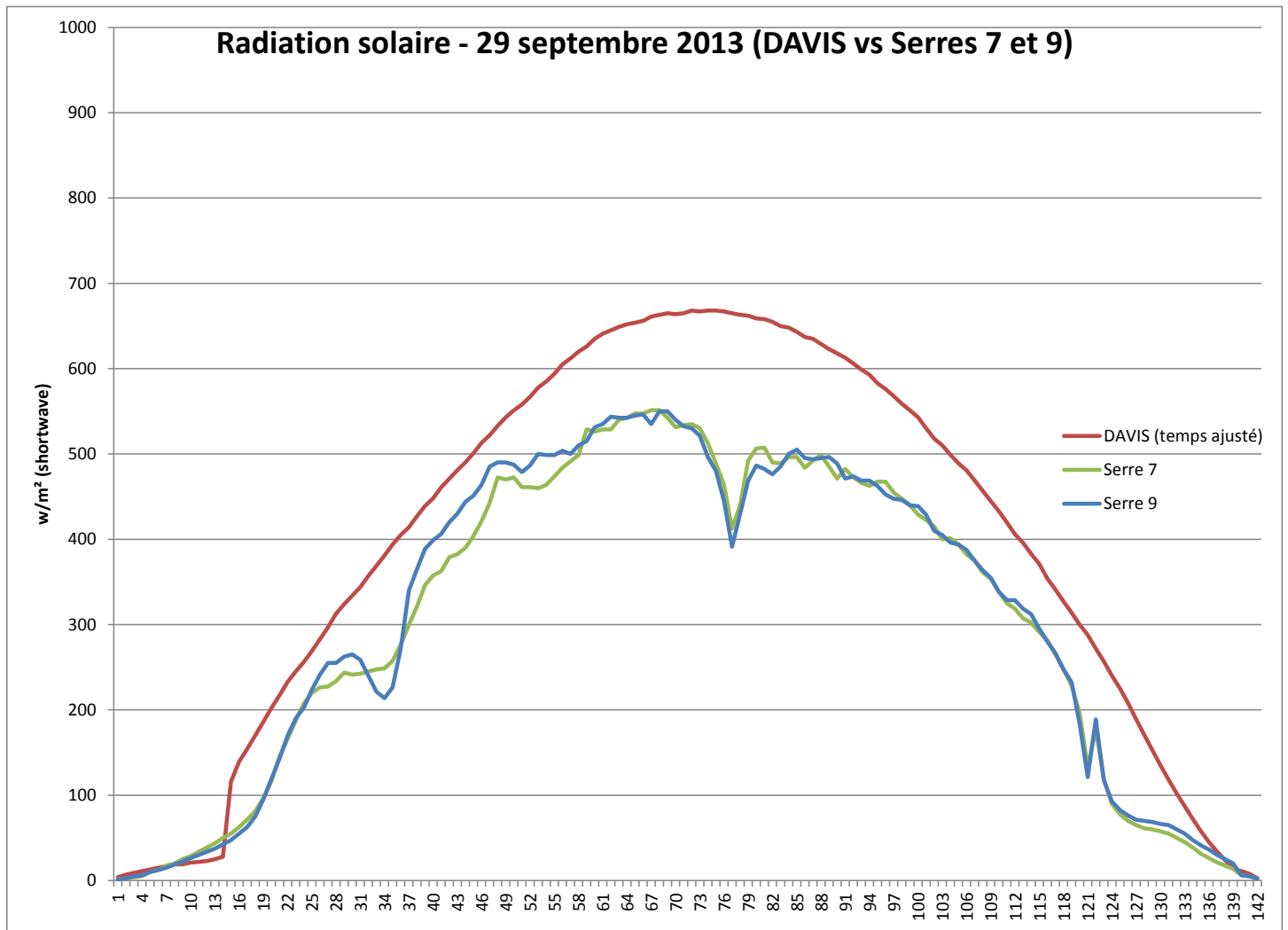
Date	Lever	Midi solaire Source : RNC	Coucher	PÉRIODES (pour une date donnée)						DURÉE (pour une date donnée)						
				Nuit		Matin		Jour		Soir		Nuit	Matin	Jour	Soir	24h
				Durée	Fin	Durée	Fin	Durée	Fin	Durée	Fin					
1 octobre 2014	05:50:00	11:42:00	17:32:00	11:42:00	08:28:24	14:54:30	05:20:00	08:28:24	14:54:30	14:54:30	18:02:00	11:18:00	03:08:24	06:25:06	03:07:30	24:00:00
2 octobre 2014	05:51:00	11:41:00	17:30:00	11:39:00	08:28:30	14:52:57	05:21:00	08:28:30	14:52:57	14:52:57	18:00:00	11:21:00	03:07:30	06:24:27	03:07:03	24:00:00
3 octobre 2014	05:53:00	11:41:00	17:29:00	11:36:00	08:29:36	14:52:24	05:23:00	08:29:36	14:52:24	14:52:24	17:59:00	11:24:00	03:06:36	06:24:24	03:06:36	24:00:00
4 octobre 2014	05:54:00	11:41:00	17:27:00	11:33:00	08:30:09	14:51:18	05:24:00	08:30:09	14:51:18	14:51:18	17:57:00	11:27:00	03:06:09	06:23:09	03:05:42	24:00:00
5 octobre 2014	05:55:00	11:40:00	17:25:00	11:30:00	08:30:15	14:49:45	05:25:00	08:30:15	14:49:45	14:49:45	17:55:00	11:30:00	03:05:15	06:21:45	03:05:15	24:00:00
6 octobre 2014	05:56:00	11:40:00	17:23:00	11:27:00	08:30:48	14:48:39	05:26:00	08:30:48	14:48:39	14:48:39	17:53:00	11:33:00	03:04:48	06:17:51	03:04:21	24:00:00
7 octobre 2014	05:58:00	11:40:00	17:21:00	11:23:00	08:31:54	14:47:33	05:28:00	08:31:54	14:47:33	14:47:33	17:51:00	11:37:00	03:03:54	06:15:39	03:03:27	24:00:00
8 octobre 2014	05:59:00	11:39:00	17:19:00	11:20:00	08:32:00	14:46:00	05:29:00	08:32:00	14:46:00	14:46:00	17:49:00	11:40:00	03:03:00	06:14:00	03:03:00	24:00:00
9 octobre 2014	06:00:00	11:39:00	17:17:00	11:17:00	08:32:33	14:44:54	05:30:00	08:32:33	14:44:54	14:44:54	17:47:00	11:43:00	03:02:33	06:12:21	03:02:06	24:00:00
10 octobre 2014	06:02:00	11:39:00	17:16:00	11:14:00	08:33:39	14:44:21	05:32:00	08:33:39	14:44:21	14:44:21	17:46:00	11:46:00	03:01:39	06:10:42	03:01:39	24:00:00
11 octobre 2014	06:03:00	11:39:00	17:14:00	11:11:00	08:34:12	14:43:15	05:33:00	08:34:12	14:43:15	14:43:15	17:44:00	11:49:00	03:01:12	06:09:03	03:00:45	24:00:00
12 octobre 2014	06:04:00	11:38:00	17:12:00	11:08:00	08:34:18	14:41:42	05:34:00	08:34:18	14:41:42	14:41:42	17:42:00	11:52:00	03:00:18	06:07:24	03:00:18	24:00:00
13 octobre 2014	06:05:00	11:38:00	17:10:00	11:05:00	08:34:51	14:40:36	05:35:00	08:34:51	14:40:36	14:40:36	17:40:00	11:55:00	02:59:51	06:05:45	02:59:24	24:00:00
14 octobre 2014	06:07:00	11:38:00	17:08:00	11:01:00	08:35:57	14:39:30	05:37:00	08:35:57	14:39:30	14:39:30	17:38:00	11:59:00	02:58:57	06:03:33	02:58:30	24:00:00
15 octobre 2014	06:08:00	11:38:00	17:07:00	10:59:00	08:36:30	14:38:57	05:38:00	08:36:30	14:38:57	14:38:57	17:37:00	12:01:00	02:58:30	06:02:27	02:58:03	24:00:00
16 octobre 2014	06:09:00	11:38:00	17:05:00	10:56:00	08:37:03	14:37:51	05:39:00	08:37:03	14:37:51	14:37:51	17:35:00	12:04:00	02:58:03	06:01:08	02:57:09	24:00:00
17 octobre 2014	06:11:00	11:37:00	17:03:00	10:52:00	08:37:42	14:36:18	05:41:00	08:37:42	14:36:18	14:36:18	17:33:00	12:08:00	02:56:58	05:58:36	02:56:42	24:00:00
18 octobre 2014	06:12:00	11:37:00	17:01:00	10:49:00	08:38:15	14:35:12	05:42:00	08:38:15	14:35:12	14:35:12	17:31:00	12:11:00	02:56:15	05:56:57	02:55:48	24:00:00
19 octobre 2014	06:14:00	11:37:00	17:00:00	10:46:00	08:39:21	14:34:39	05:44:00	08:39:21	14:34:39	14:34:39	17:30:00	12:14:00	02:55:21	05:55:18	02:55:21	24:00:00
20 octobre 2014	06:15:00	11:37:00	16:58:00	10:43:00	08:39:54	14:33:33	05:45:00	08:39:54	14:33:33	14:33:33	17:28:00	12:17:00	02:54:54	05:53:39	02:54:27	24:00:00
21 octobre 2014	06:16:00	11:37:00	16:56:00	10:40:00	08:40:27	14:32:27	05:46:00	08:40:27	14:32:27	14:32:27	17:26:00	12:20:00	02:54:27	05:52:03	02:53:33	24:00:00
22 octobre 2014	06:18:00	11:36:00	16:55:00	10:37:00	08:41:06	14:31:27	05:48:00	08:41:06	14:31:27	14:31:27	17:25:00	12:23:00	02:53:06	05:50:21	02:53:33	24:00:00
23 octobre 2014	06:19:00	11:36:00	16:53:00	10:34:00	08:41:39	14:30:21	05:49:00	08:41:39	14:30:21	14:30:21	17:23:00	12:26:00	02:52:39	05:48:42	02:52:39	24:00:00
24 octobre 2014	06:20:00	11:36:00	16:51:00	10:31:00	08:42:12	14:29:15	05:50:00	08:42:12	14:29:15	14:29:15	17:21:00	12:29:00	02:52:12	05:47:03	02:51:45	24:00:00
25 octobre 2014	06:22:00	11:36:00	16:50:00	10:28:00	08:43:18	14:28:42	05:52:00	08:43:18	14:28:42	14:28:42	17:20:00	12:32:00	02:51:18	05:45:24	02:51:18	24:00:00
26 octobre 2014	06:23:00	11:36:00	16:48:00	10:25:00	08:43:51	14:27:36	05:53:00	08:43:51	14:27:36	14:27:36	17:18:00	12:35:00	02:50:51	05:43:45	02:50:24	24:00:00
27 octobre 2014	06:24:00	11:36:00	16:47:00	10:23:00	08:44:24	14:27:03	05:54:00	08:44:24	14:27:03	14:27:03	17:17:00	12:37:00	02:50:24	05:42:39	02:49:57	24:00:00
28 octobre 2014	06:26:00	11:36:00	16:45:00	10:19:00	08:45:30	14:25:57	05:56:00	08:45:30	14:25:57	14:25:57	17:15:00	12:41:00	02:49:57	05:40:27	02:49:03	24:00:00
29 octobre 2014	06:27:00	11:36:00	16:44:00	10:17:00	08:46:03	14:25:24	05:57:00	08:46:03	14:25:24	14:25:24	17:14:00	12:43:00	02:49:03	05:39:21	02:48:36	24:00:00
30 octobre 2014	06:29:00	11:36:00	16:42:00	10:13:00	08:47:09	14:24:18	05:59:00	08:47:09	14:24:18	14:24:18	17:12:00	12:47:00	02:48:06	05:37:09	02:47:42	24:00:00
31 octobre 2014	06:30:00	11:36:00	16:41:00	10:11:00	08:47:42	14:23:45	06:00:00	08:47:42	14:23:45	14:23:45	17:11:00	12:49:00	02:47:42	05:35:03	02:47:15	24:00:00
1 novembre 2014	06:31:00	11:36:00	16:39:00	10:08:00	08:48:15	14:22:39	06:01:00	08:48:15	14:22:39	14:22:39	17:09:00	12:52:00	02:47:15	05:34:24	02:46:21	24:00:00
2 novembre 2014	06:33:00	11:36:00	16:38:00	10:05:00	08:49:21	14:22:06	06:03:00	08:49:21	14:22:06	14:22:06	17:08:00	12:55:00	02:46:21	05:32:45	02:45:54	24:00:00
3 novembre 2014	06:34:00	11:36:00	16:36:00	10:02:00	08:49:54	14:21:00	06:04:00	08:49:54	14:21:00	14:21:00	17:06:00	12:58:00	02:45:54	05:31:06	02:45:00	24:00:00
4 novembre 2014	06:36:00	11:36:00	16:35:00	09:59:00	08:51:00	14:20:27	06:06:00	08:51:00	14:20:27	14:20:27	17:05:00	13:01:00	02:45:00	05:29:27	02:44:33	24:00:00
5 novembre 2014	06:37:00	11:36:00	16:34:00	09:57:00	08:51:33	14:19:54	06:07:00	08:51:33	14:19:54	14:19:54	17:04:00	13:03:00	02:44:33	05:28:21	02:44:06	24:00:00
6 novembre 2014	06:38:00	11:36:00	16:32:00	09:54:00	08:52:06	14:18:48	06:08:00	08:52:06	14:18:48	14:18:48	17:02:00	13:06:00	02:44:06	05:26:42	02:43:12	24:00:00
7 novembre 2014	06:40:00	11:36:00	16:31:00	09:51:00	08:53:12	14:18:15	06:10:00	08:53:12	14:18:15	14:18:15	17:01:00	13:09:00	02:43:12	05:25:03	02:42:39	24:00:00
8 novembre 2014	06:41:00	11:36:00	16:30:00	09:49:00	08:53:45	14:17:42	06:11:00	08:53:45	14:17:42	14:17:42	17:00:00	13:11:00	02:42:39	05:23:24	02:41:45	24:00:00
9 novembre 2014	06:43:00	11:36:00	16:29:00	09:46:00	08:54:51	14:17:09	06:13:00	08:54:51	14:17:09	14:17:09	16:59:00	13:14:00	02:41:51	05:22:18	02:41:51	24:00:00
10 novembre 2014	06:44:00	11:36:00	16:27:00	09:43:00	08:55:24	14:16:03	06:14:00	08:55:24	14:16:03	14:16:03	16:57:00	13:17:00	02:41:24	05:20:39	02:40:57	24:00:00
11 novembre 2014	06:45:00	11:36:00	16:26:00	09:41:00	08:55:57	14:15:30	06:15:00	08:55:57	14:15:30	14:15:30	16:56:00	13:19:00	02:40:57	05:19:33	02:40:30	24:00:00
12 novembre 2014	06:47:00	11:36:00	16:25:00	09:38:00	08:57:03	14:14:57	06:17:00	08:57:03	14:14:57	14:14:57	16:55:00	13:22:00	02:40:03	05:17:54	02:40:03	24:00:00
13 novembre 2014	06:48:00	11:36:00	16:24:00	09:36:00	08:57:36	14:14:24	06:18:00	08:57:36	14:14:24	14:14:24	16:54:00	13:24:00	02:39:36	05:16:48	02:39:36	24:00:00
14 novembre 2014	06:50:00	11:36:00	16:23:00	09:33:00	08:58:42	14:13:51	06:20:00	08:58:42	14:13:51	14:13:51	16:53:00	13:27:00	02:38:42	05:15:09	02:39:09	24:00:00
15 novembre 2014	06:51:00	11:36:00	16:21:00	09:31:00	08:59:42	14:13:18	06:21:00	08:59:42	14:13:18	14:13:18	16:52:00	13:30:00	02:38:15	05:13:24	02:38:15	24:00:00
16 novembre 2014	06:52:00	11:36:00	16:21:00	09:29:00	09:00:15	14:13:12	06:22:00	09:00:15	14:13:12	14:13:12	16:51:00	13:31:00	02:38:15	05:12:27	02:37:48	24:00:00
17 novembre 2014	06:54:00	11:37:00	16:20:00	09:26:00	09:01:21	14:12:39	06:24:00	09:01:21	14:12:39	14:12:39	16:50:00	13:34:00	02:37:21	05:11:18	02:37:21	24:00:00
18 novembre 2014	06:55:00	11:37:00	16:19:00	09:24:00	09:01:54	14:12:06	06:25:00	09:01:54	14:12:06	14:12:06	16:49:00	13:36:00	02:36:54	05:10:12	02:36:54	24:00:00
19 novembre 2014	06:56:00	11:37:00	16:18:00	09:22:00	09:02:27	14:11:33	06:26:00	09:02:27	14:11:33	14:11:33	16:48:00	13:38:00	02:36:27	05:09:06	02:36:27	24:00:00
20 novembre 2014	06:58:00	11:38:00	16:17:00	09:19:00	09:04:00	14:11:27	06:28:00	09:04:00	14:11:27	14:11:27	16:47:00	13:41:00	02:36:00	05:07:27	02:35:33	24:00:00
21 novembre 2014	06:59:00	11:38:00	16:16:00	09:17:00	09:04:33	14:10:54	06:29:00	09:04:33	14:10:54	14:10:54	16:46:00	13:43:00	02:35:33	05:06:21	02:35:06	24:00:00
22 novembre 2014	07:00:00	11:38:00	16:15:00	09:15:00	09:05:06	14:10:21	06:30:00	09:05:06	14:10:21	14:10:21	16:45:00	13:45:00	02:35:06	05:		

## Annexe 2 - Courbes pour évaluer le taux de transmission de lumière

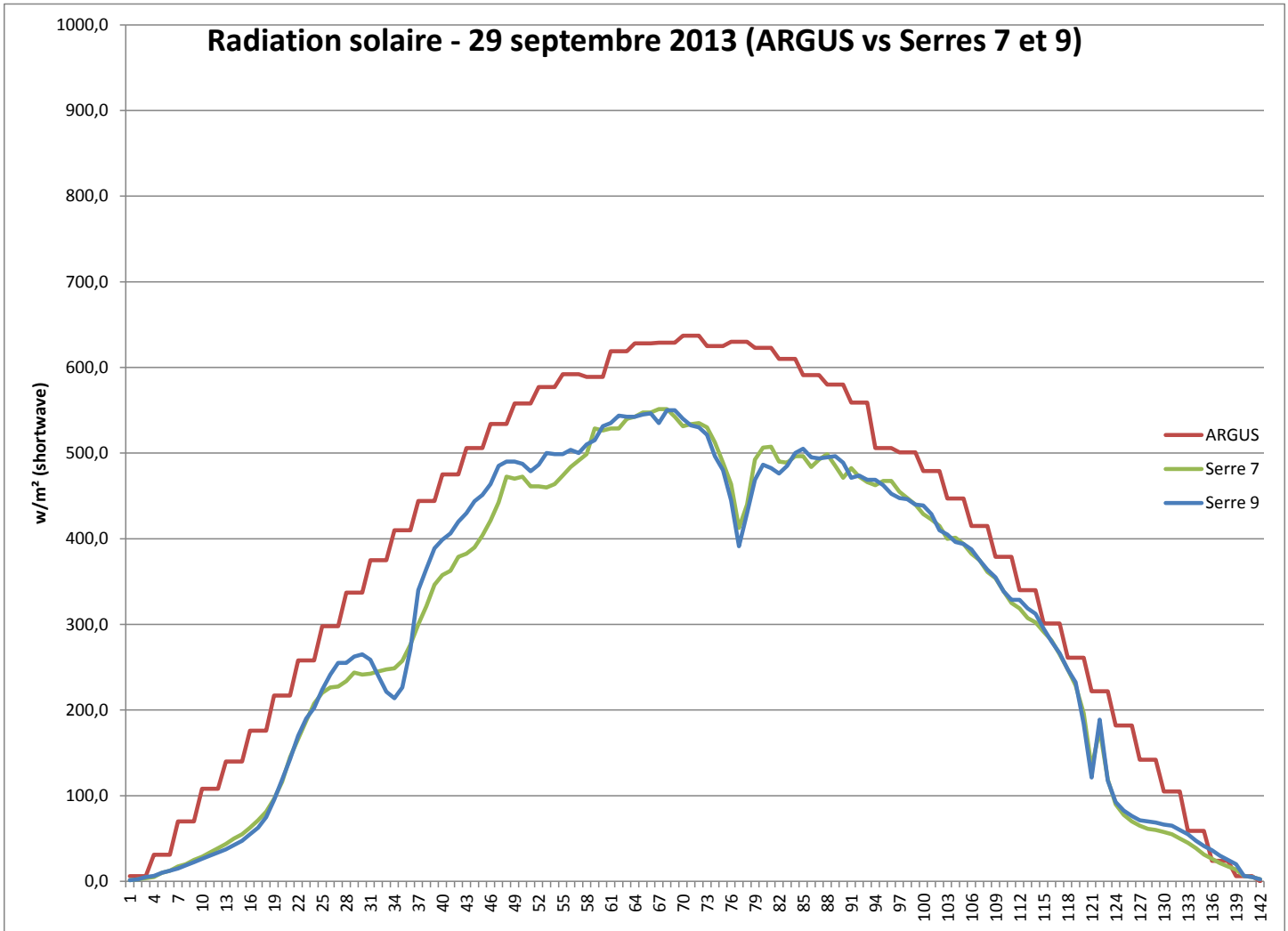
Note : la fréquence de prélèvement des données du système DAVIS était au cinq minutes, tandis que le système ARGUS était au 15 minutes. Ceci explique pourquoi les courbes provenant du système DAVIS sont plus lisses.

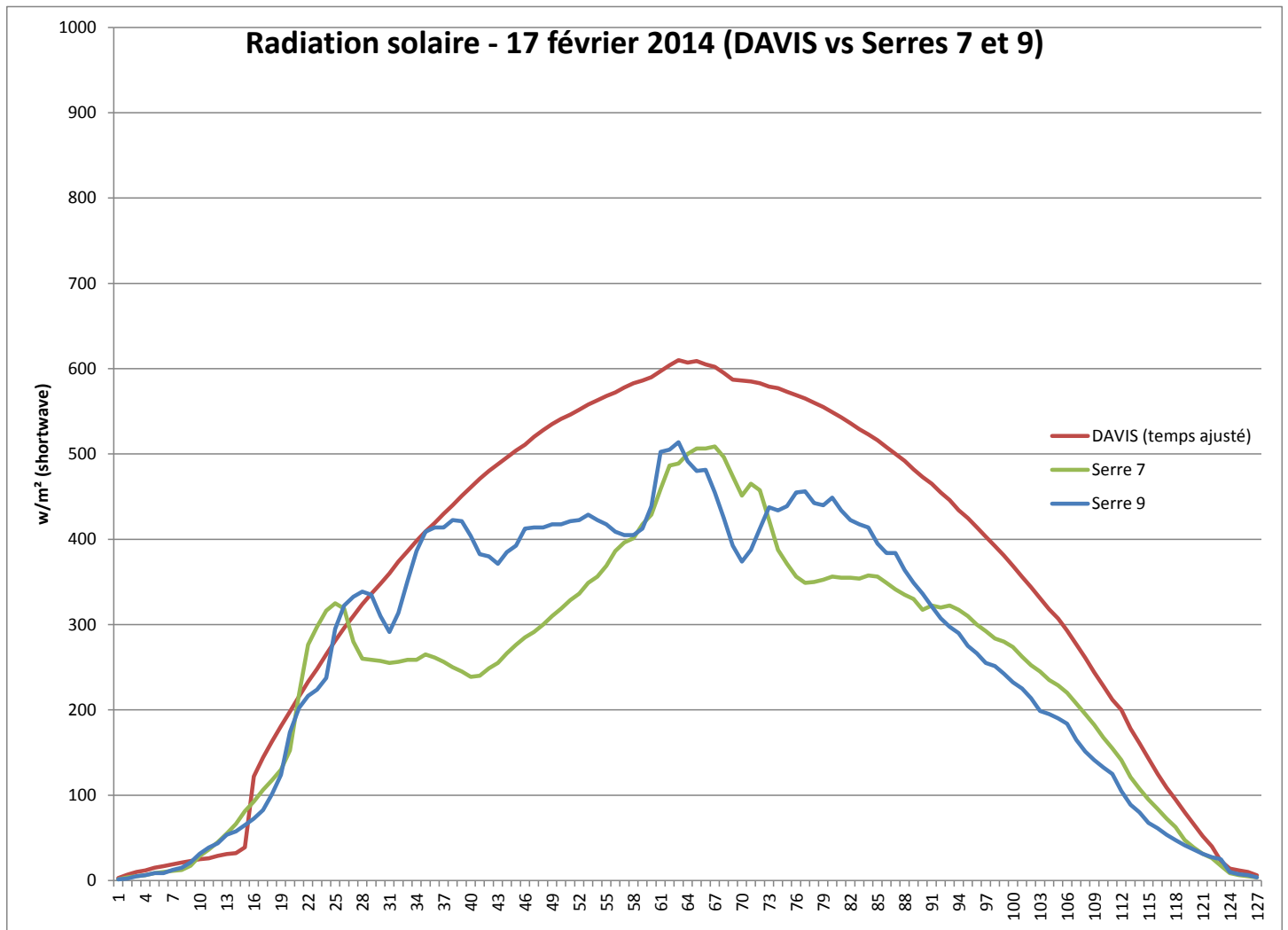


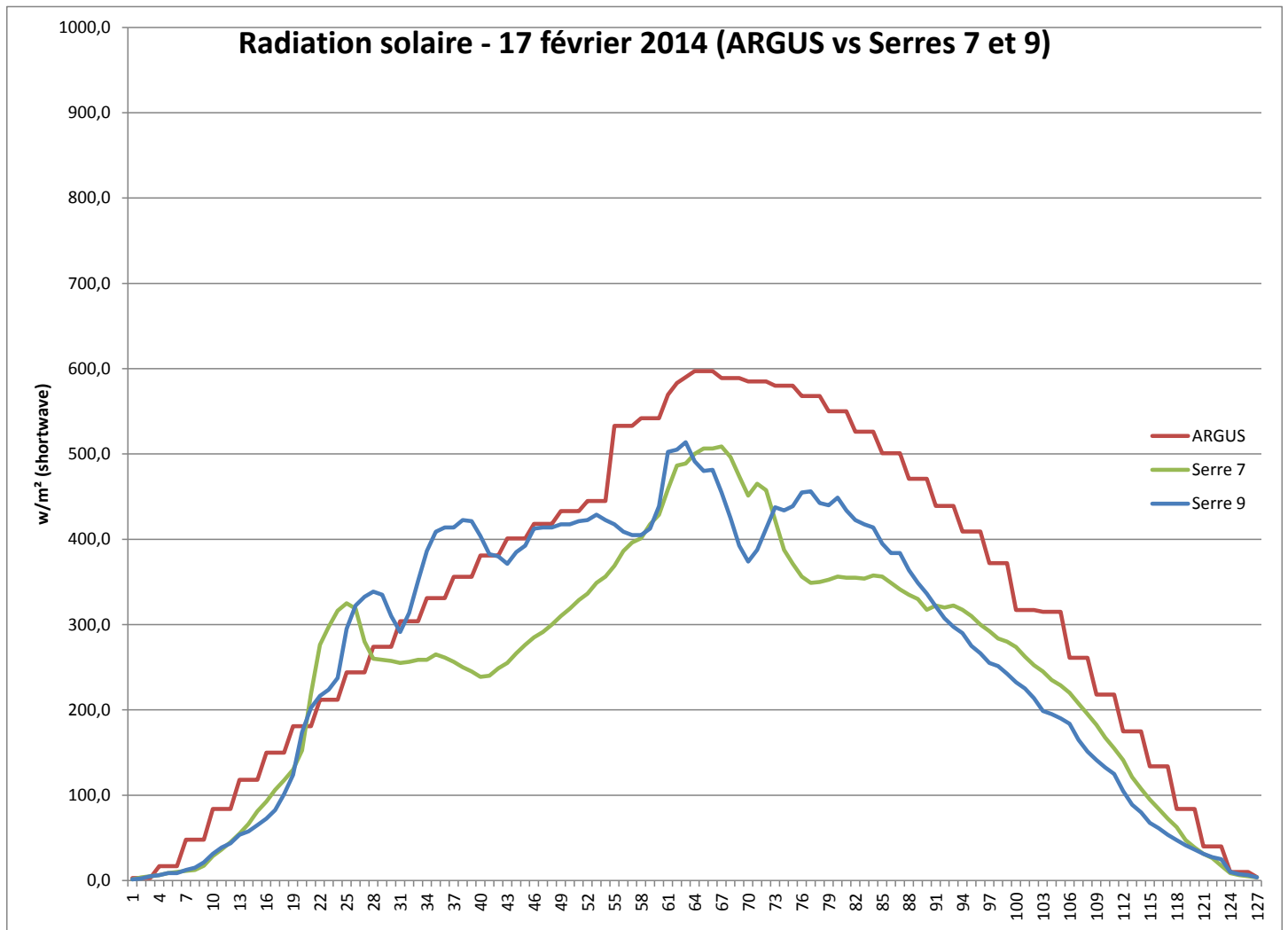


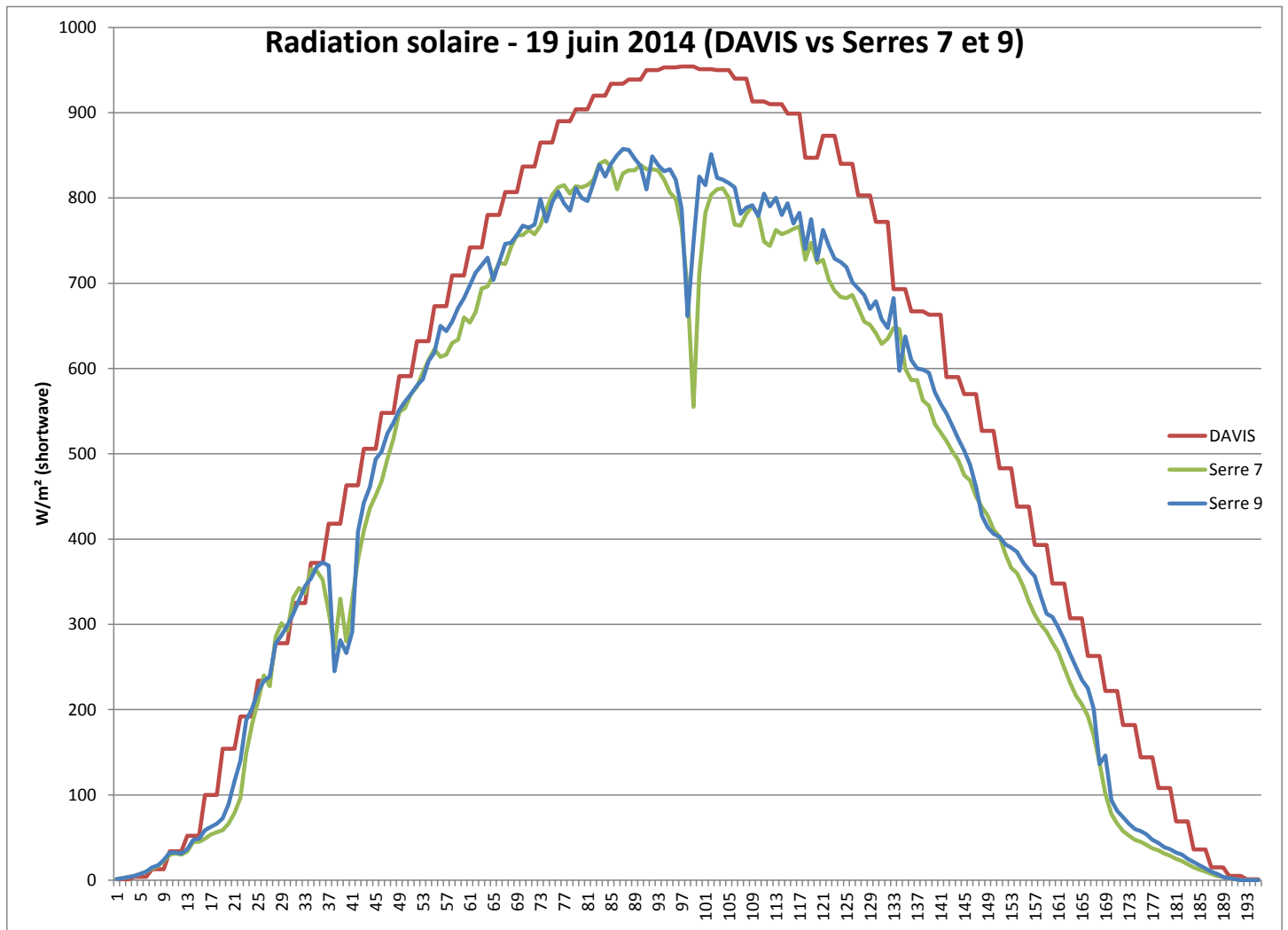


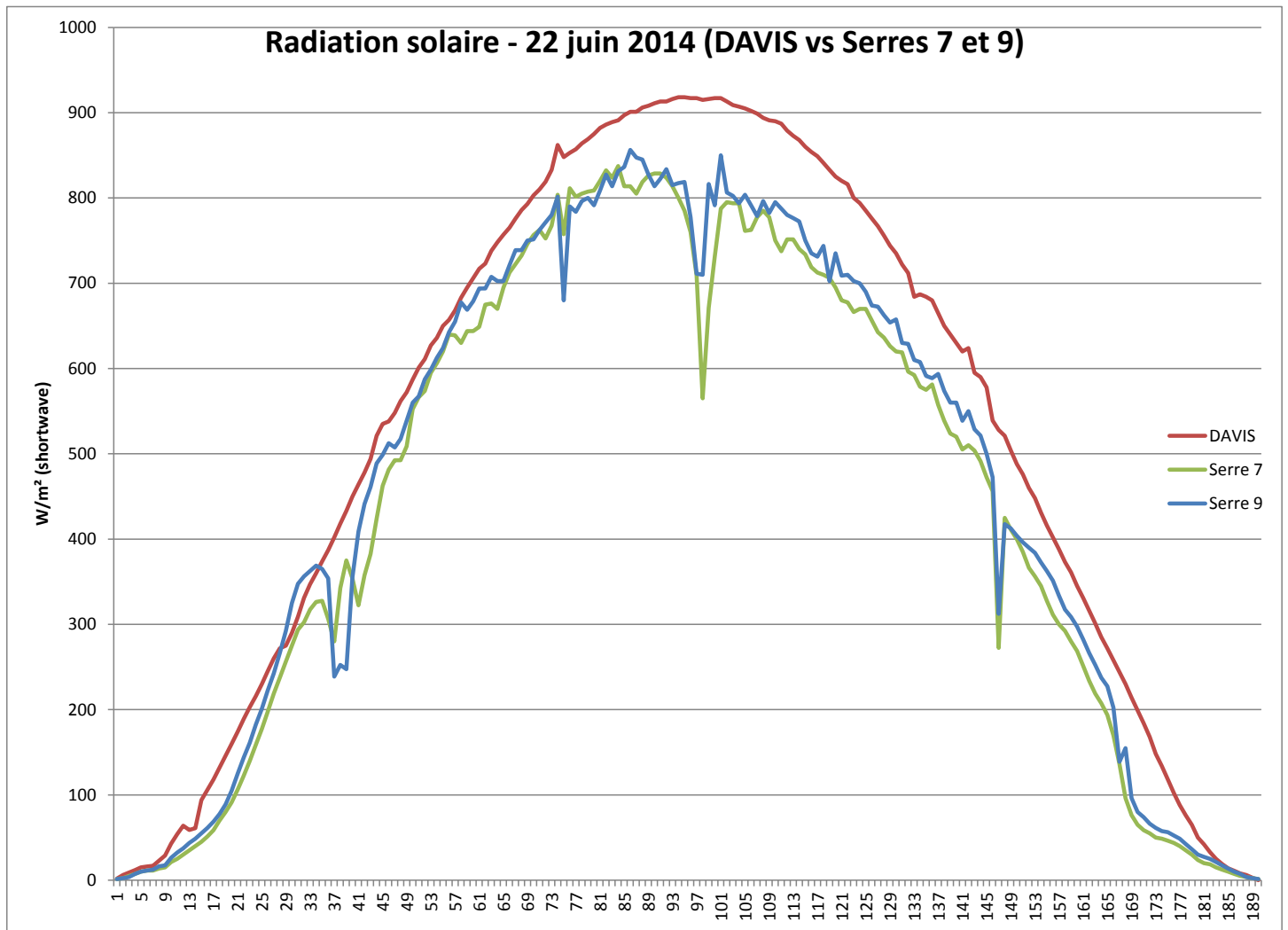


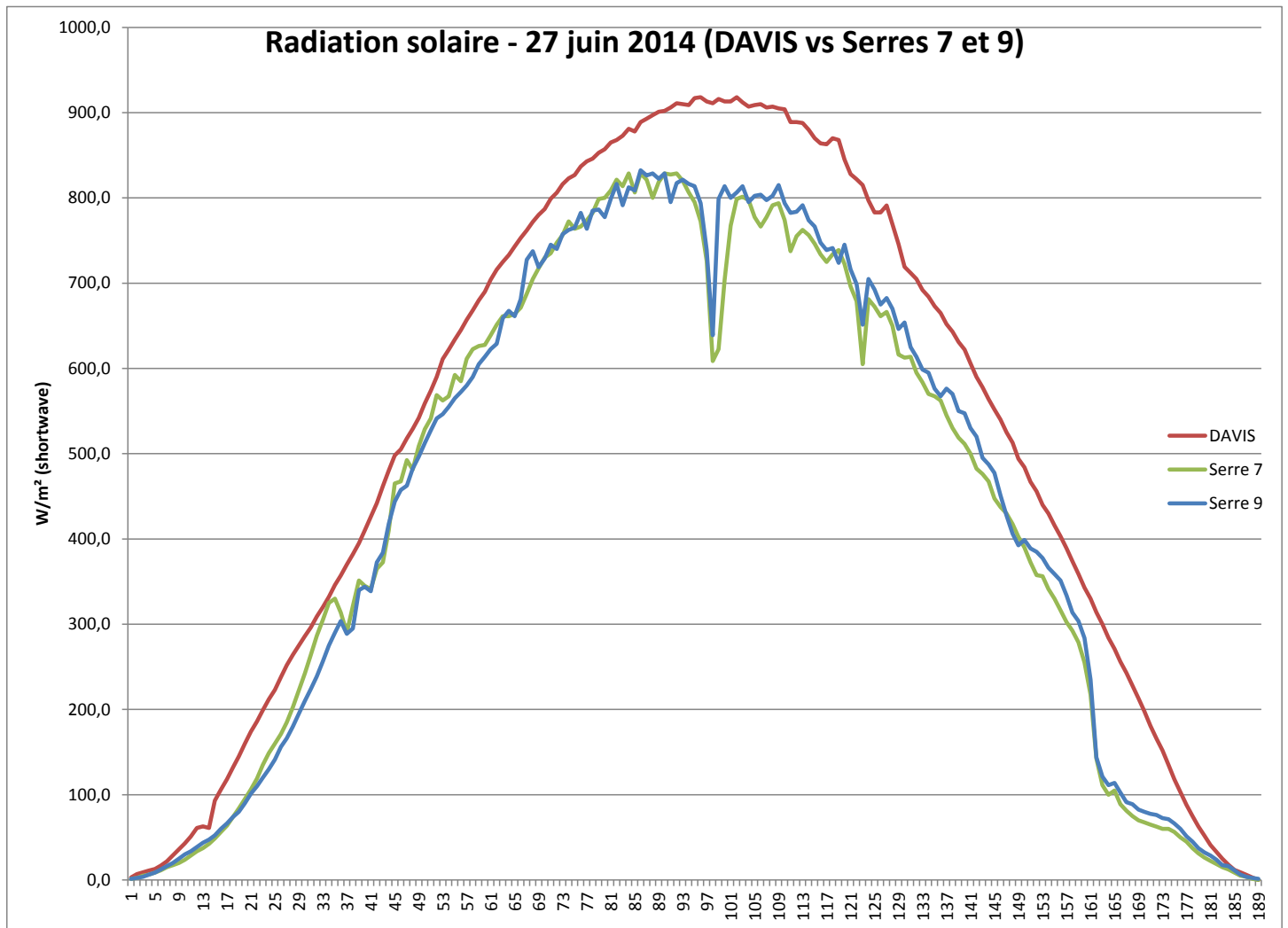












**Annexe 3 - Schémas détaillés de l'entreprise Excel-Serres Itée et de la localisation des principaux systèmes (valide pour 2013 et 2014)**

**Vue de profil (chapelles 7 à 10)**

**NOTE : en regardant le profil de face, le NORD est localisé derrière le lecteur**

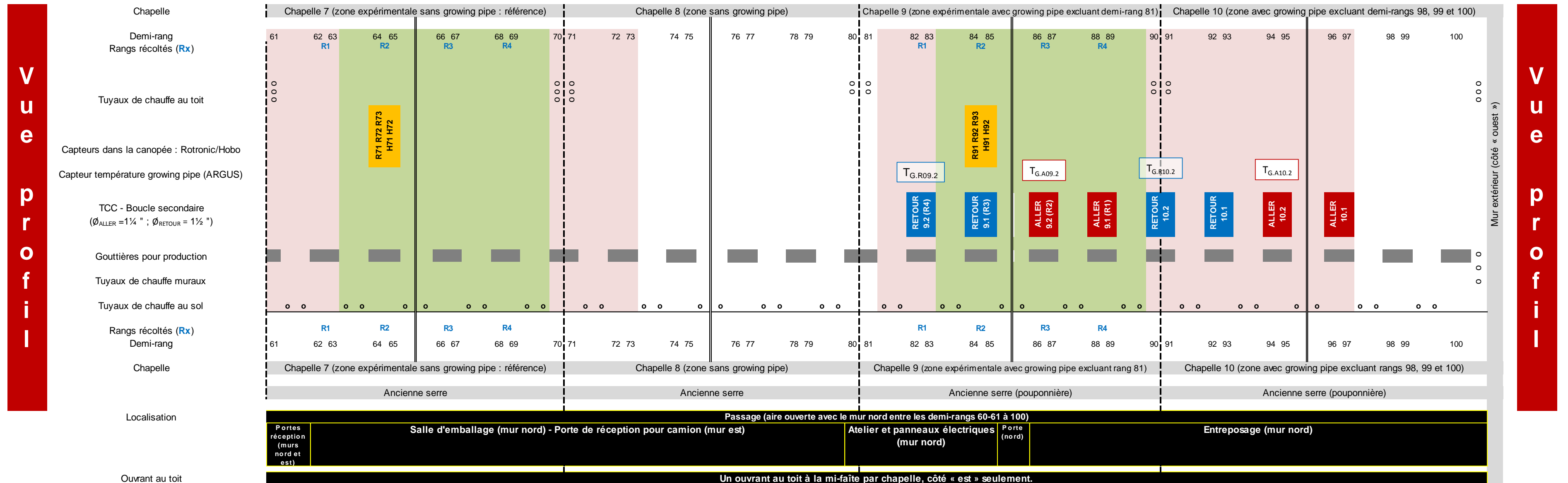
Note(s) :

Date (audit) : 12-mai-14

- . Schéma simplifié NTS.
- . La ligne pointillée représente la frontière entre deux chapelles.
- . La ligne double représente le centre d'une chapelle.
- . Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.
- . Les capteurs de température pour les boucles secondaires des growing pipe sont localisés à environ 137,2 cm (4,5 pieds) du début des rangs " côté nord " des chapelles.
- . La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm
- . La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.
- . Les tuyaux de chauffe au toit n'ont pas tous les mêmes diamètres.

. Zone de bordure (tampon)

. Zone expérimentale

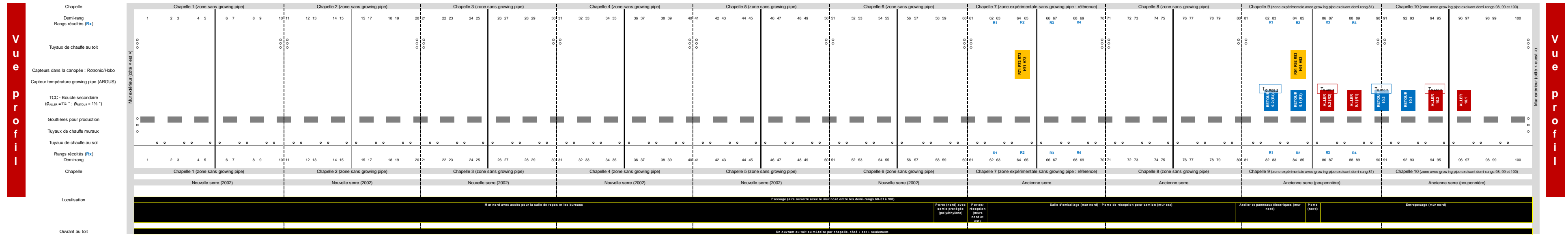


**Vue de profil (chapelles 1 à 10)**

**NOTES :**

- en regardant le profil de face, le NORD est localisé derrière le lecteur;
- la cage aspirante 2 est localisée dans la chapelle 2 à 64" au-dessus du pain ( $\pm 8''$ ) - voir la vue aérienne (chapelles 1 à 10);
- la cage aspirante 7 est localisée dans la chapelle 7 à 55" au-dessus du pain ( $\pm 8''$ )<sup>40</sup> - voir la vue aérienne (chapelles 1 à 10);
- la cage aspirante 9 est localisée dans la chapelle 9 à 56" au-dessus du pain ( $\pm 8''$ ) - voir la vue aérienne (chapelles 1 à 10).

**Note(s) :**  
 - Schéma simplifié NTS.  
 - La ligne pointillée représente la frontière entre deux chapelles.  
 - La ligne double représente le centre d'une chapelle.  
 - Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.  
 - Les capteurs de température pour les boucles secondaires des growing pipe sont localisés à environ 137,2 cm (4,5 pieds) du début des demi-rangs " côté nord " des chapelles.  
 - La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm.  
 - La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.  
 - Les tuyaux de chauffe au toit n'ont pas tous les mêmes diamètres.



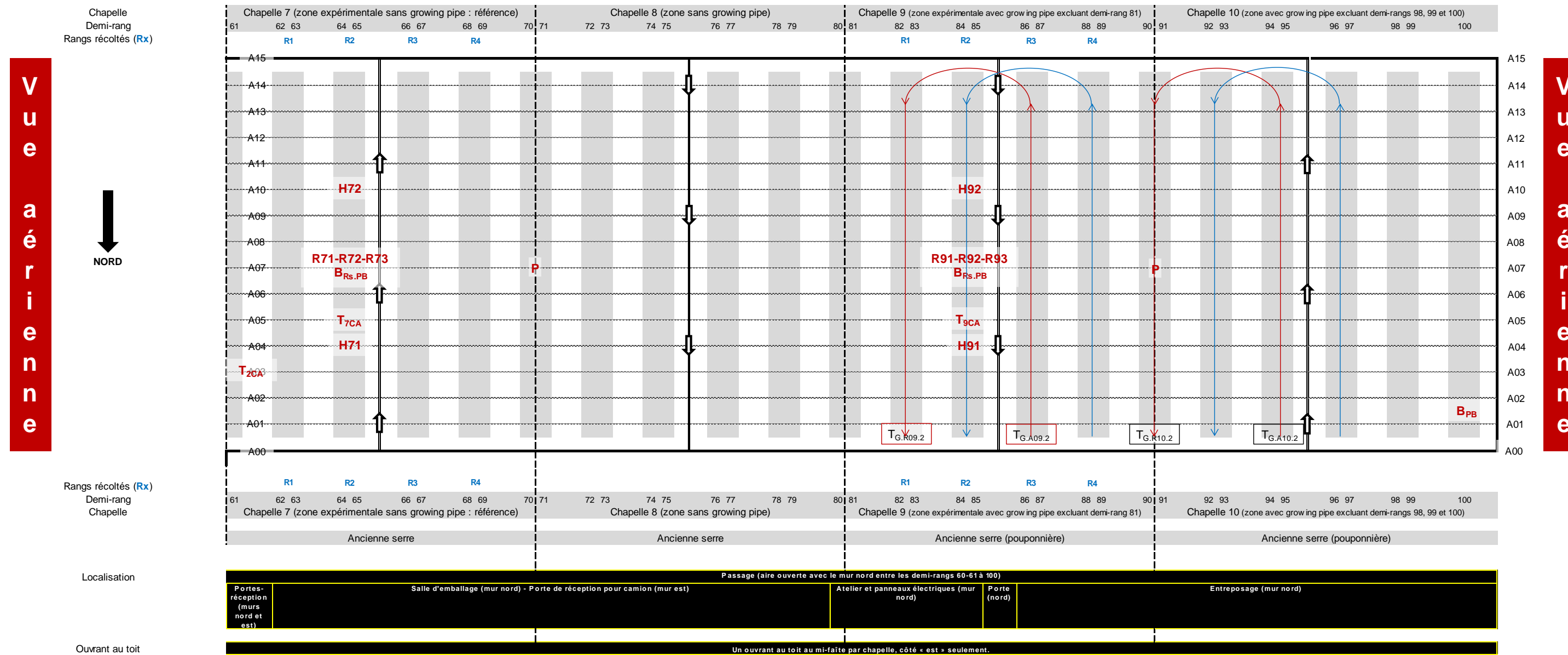
<sup>40</sup> La cage aspirante est reliée au système ARGUS. Il y a seulement un capteur de température. Les données ne sont pas utilisées pour gérer le climat.



**Vue aérienne (chapelles 7 à 10)**

**Note(s) :**

- . Schéma simplifié NTS.
- . La ligne pointillée en gras représente la frontière entre deux chapelles.
- . La ligne double représente le centre d'une chapelle.
- . Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.
- . La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm
- . La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.
- . « P » : prise électrique de la serre qui alimente les appareils Rotonic et certains Energy Logger.
- . Les HAF (flèche) sont localisés au centre de l'axe transversal des chapelles. La flèche indique le sens du jet d'air des HAF.
- . « B<sub>PB</sub> » : boîtier Energy Logger pour la pression barométrique extérieure - Capteur H<sub>PBe</sub>
- . « B<sub>Rs,PB</sub> » : boîtier Energy Logger pour la radiation solaire intérieure et la pression barométrique intérieure - Capteurs H<sub>PBi7</sub>, H<sub>PBi9</sub>, H<sub>RSi7</sub>, H<sub>RSi9</sub>
- . « Hx » : boîtier Energy Logger pour la température dans la canopée - Capteur H<sub>71</sub>, H<sub>72</sub>, H<sub>91</sub>, H<sub>92</sub>; Capteurs disponibles en 2014 seulement
- . Localisation en hauteur des capteurs H71, H72, H91 et H92 par rapport au-dessus du pain : H71 = 66,0 cm, H72 = 73,7 cm, H91 = 68,6 cm, H92 = 71,1 cm.
- . Les ouvrants au mi-faîte sont seulement du côté « est ».
- . Axx : Numéro de l'arche pour les chapelles 7, 8, 9 et 10 (ancienne serre).
- . Nxx : Numéro de l'arche pour les chapelles 1, 2, 3, 4, 5, 6 (nouvelle serre).



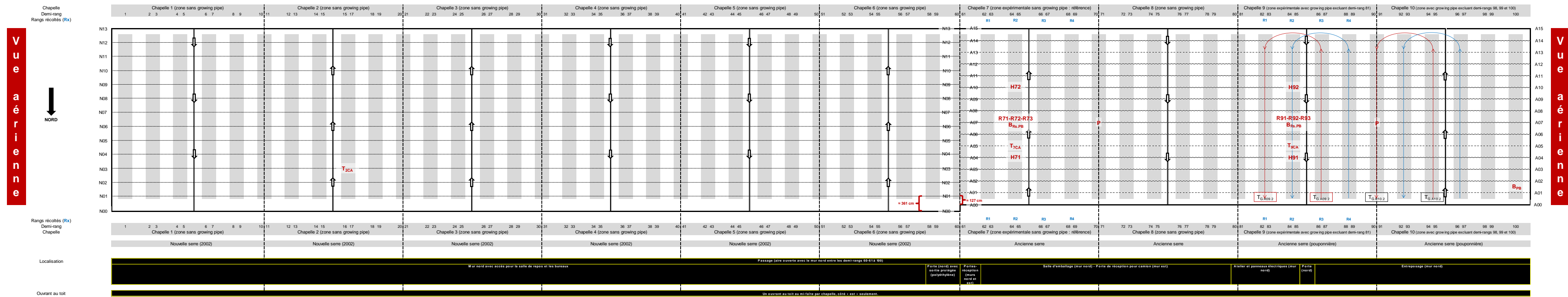
Note : le sens de circulation de l'eau chaude dans les TCC a changé lors du redémarrage des TCC à l'automne 2013. Ceci n'a pas affecté le débit. Le sens présenté dans ce schéma est celui au début du projet.

**Vue aérienne (chapelles 1 à 10)**

**NOTES :**

- la cage aspirante 2 ( $T_{2CA}$ ) est localisée dans la chapelle 2 à 64" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ );
- la cage aspirante 7 ( $T_{7CA}$ ) est localisée dans la chapelle 7 à 55" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ )<sup>41</sup>;
- la cage aspirante 9 ( $T_{9CA}$ ) est localisée dans la chapelle 9 à 56" au-dessus du pain ( $\pm 8"$ ).

**Note(s) :**  
 - Schéma simplifié NTS.  
 - La ligne pointillée en gras représente la frontière entre deux chapelles.  
 - La ligne double représente le centre d'une chapelle.  
 - Les chapelles 9 et 10 étaient utilisées comme « pouponnière » dans le passé lors du démarrage de la production de tomates.  
 - La largeur d'une gouttière de production est d'environ 25,4 cm.  
 - La distance entre deux gouttières de production en leur centre est d'environ 144,8 cm.  
 - « P » : prise électrique de la serre qui alimente les appareils Rotonix et certains Energy Logger.  
 - Les HAF (flèche) sont localisés au centre de l'axe transversal des chapelles. La flèche indique le sens du jet d'air des HAF.  
 - « B<sub>rs, pb</sub> » : boîtier Energy Logger pour la pression barométrique extérieure - Capteur H<sub>rs, pb</sub>.  
 - « B<sub>rs, in</sub> » : boîtier Energy Logger pour la radiation solaire intérieure et la pression barométrique intérieure - Capteurs H<sub>rs, in</sub>, H<sub>rs, in</sub>, H<sub>rs, in</sub>, H<sub>rs, in</sub>.  
 - « H<sub>rs</sub> » : boîtier Energy Logger pour la température dans la canopée - Capteur H<sub>rs</sub>, H<sub>rs</sub>, H<sub>rs</sub>, H<sub>rs</sub>. Capteurs disponibles en 2014 seulement.  
 - Localisation en hauteur des capteurs H71, H72, H91 et H92 par rapport au-dessus du pain : H71 = 66,0 cm, H72 = 73,7 cm, H91 = 66,6 cm, H92 = 71,1 cm.  
 - Les ouvrants au mi-faîte sont seulement du côté « est ».  
 - Axx : Numéro de t arche pour les chapelles 7, 8, 9 et 10 (ancienne serre).  
 - Nxx : Numéro de t arche pour les chapelles 1, 2, 3, 4, 5, 6 (nouvelle serre).

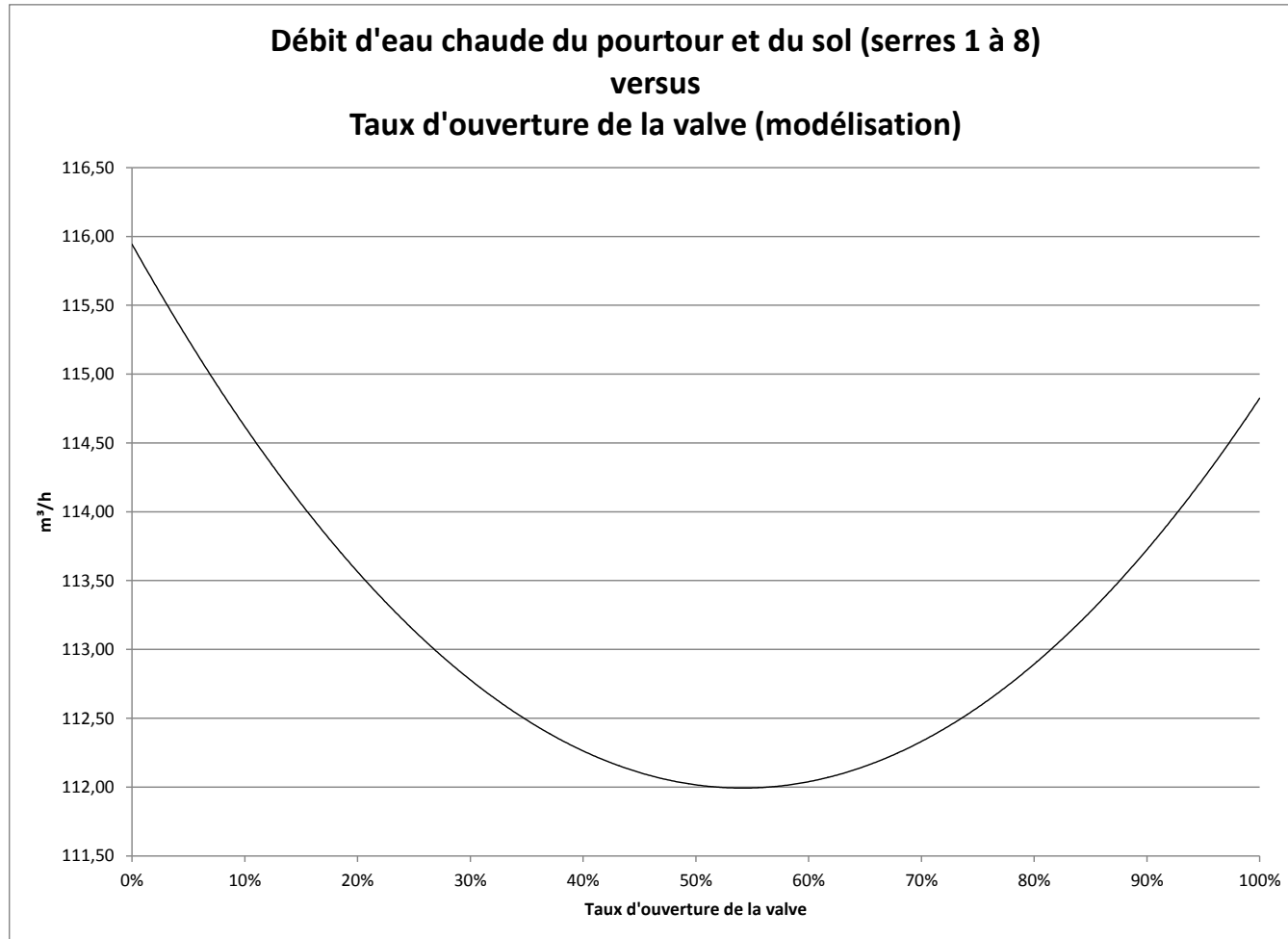


Note : le sens de circulation de l'eau chaude dans les TCC a changé lors du redémarrage des TCC à l'automne 2013. Ceci n'a pas affecté le débit. Le sens présenté dans ce schéma est celui au début du projet.

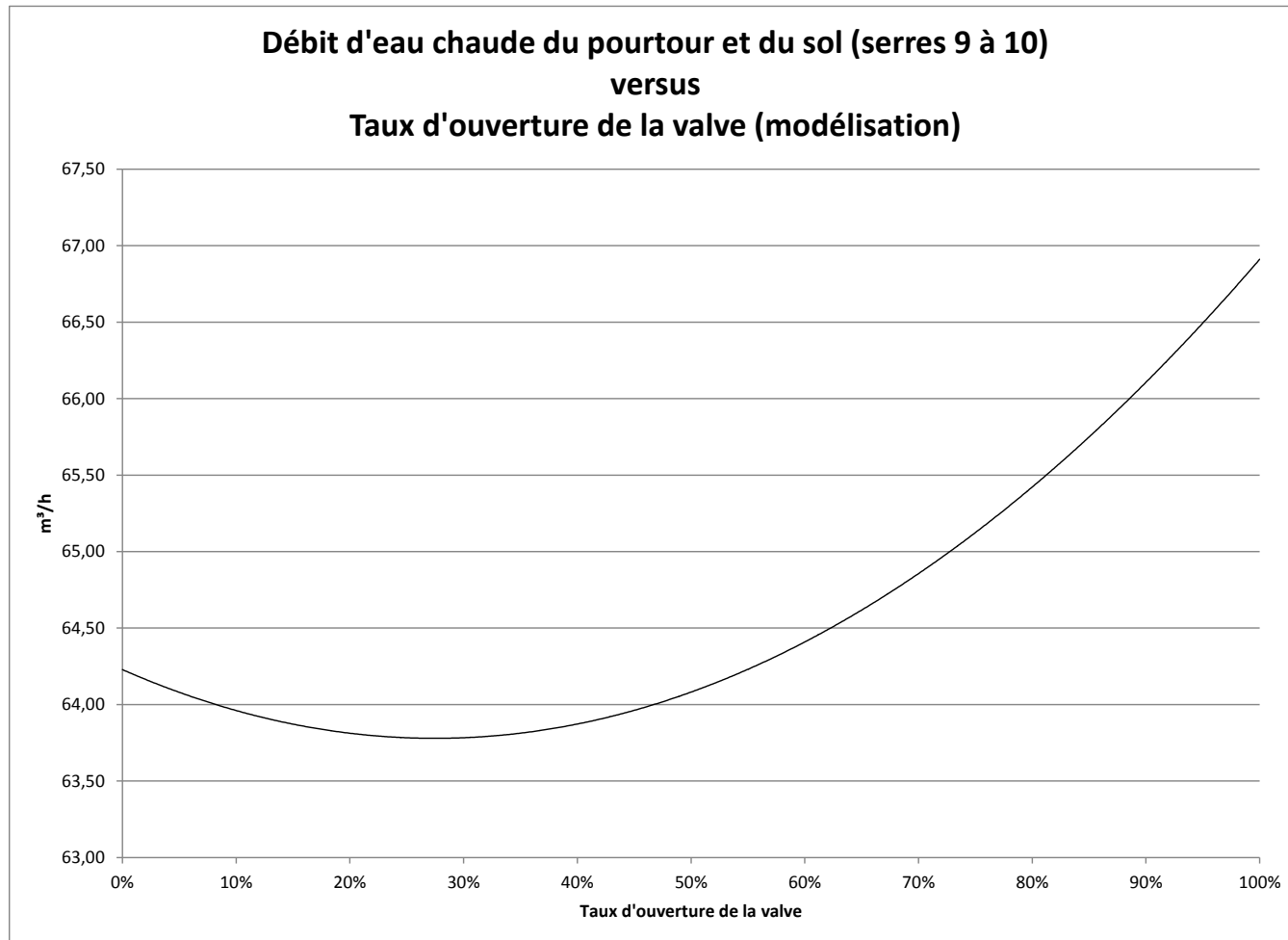
<sup>41</sup> La cage aspirante est reliée au système ARGUS. Il y a seulement un capteur de température. Les données ne sont pas utilisées pour gérer le climat.

#### Annexe 4 - Caractéristiques des débits des pompes (valable pour 2013 et 2014)

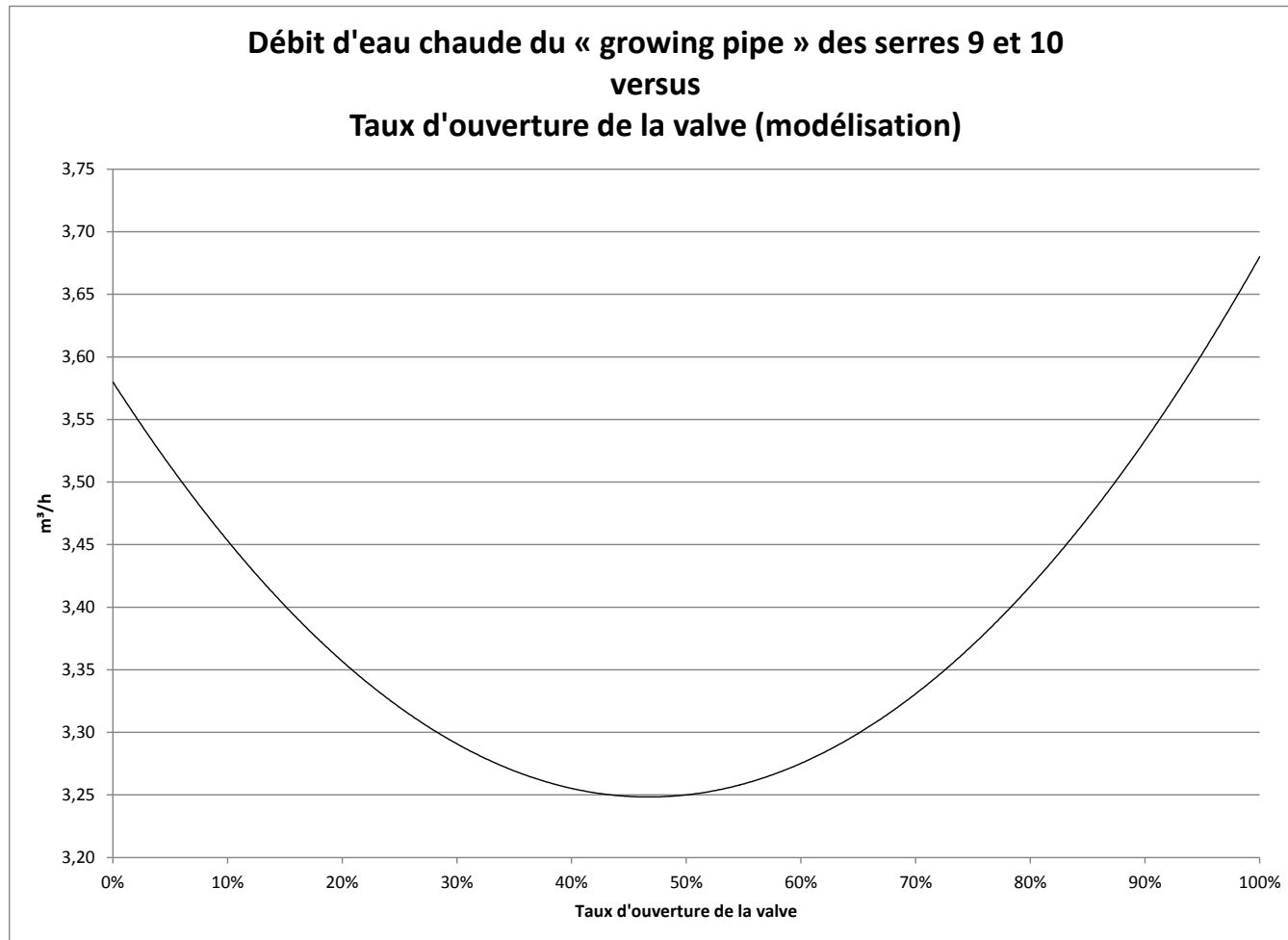
Boucle de chauffe – Chapelles 1 à 8 : pourtour et rails au sol



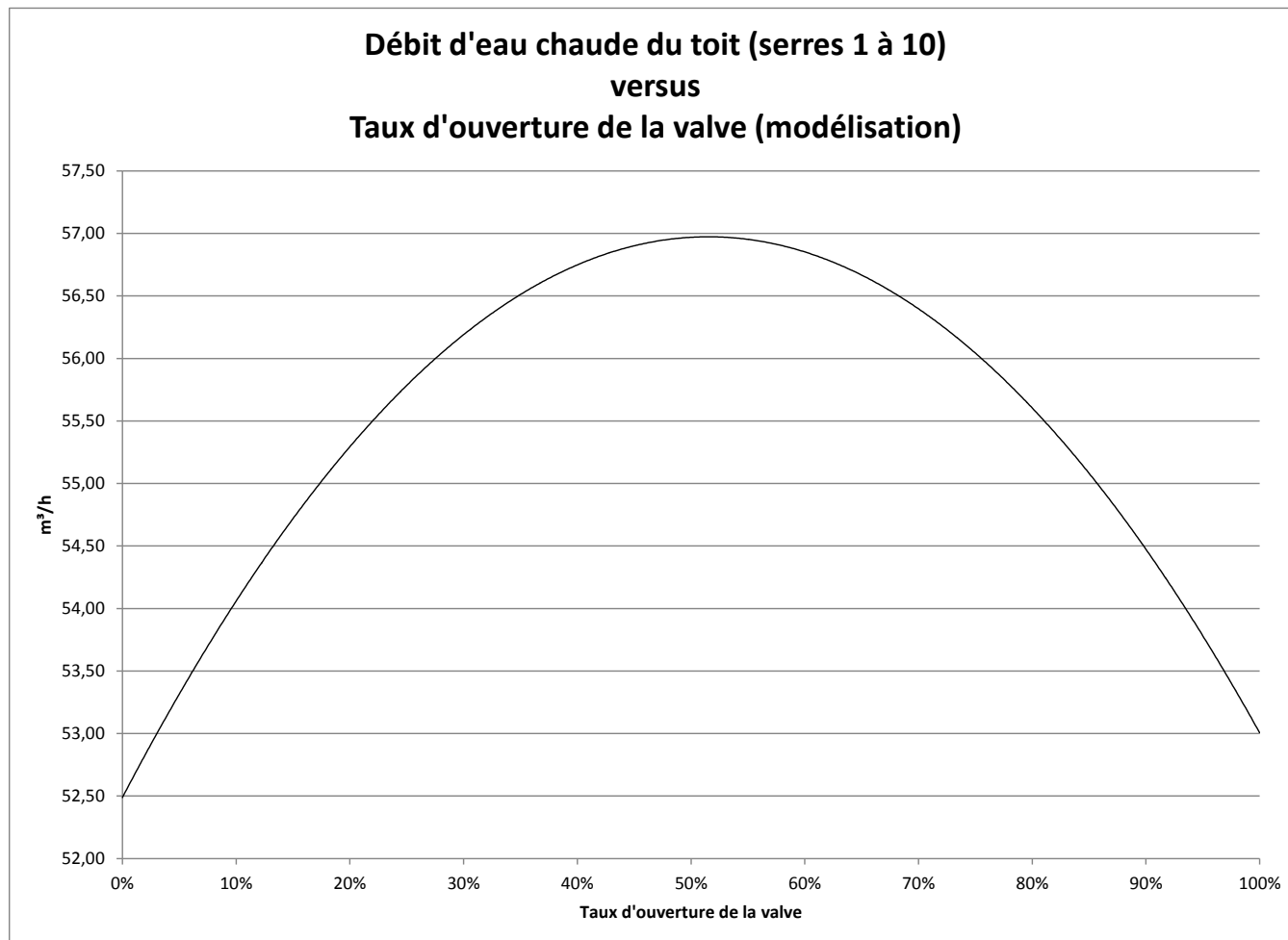
Boucle de chauffe – Chapelles 9 à 10 : pourtour et rails au sol



Boucle de chauffe – Chapelles 1 à 10 : toit



Boucle TCC (principale) : chapelles 9 et 10



**Annexe 5 - Coût de l'investissement pour des tuyaux de chauffe dans la canopée**

<b>Coût de l'investissement pour des tuyaux de chauffe dans la canopée</b> Pour une superficie de culture de: 3 455 m <sup>2</sup> avec 76 m de largeur Longueur du rang: 45 m 48 rangs avec TCC 2 122 m de TCC Largeur d'un rang: 1,52 m							
Élément		Coût unitaire	Notes	\$ CAN	%	\$/m <sup>2</sup>	\$/m
<b>Matériaux non mécaniques</b>							
<i>a) Non- mécaniques</i>							
Tuyaux de 3,81 cm	1 061 m	2,00 \$	\$ CAN / m	4 243 \$	13,6		5,28
Tuyaux de 3,18 cm	1 061 m						
Attaches et chaînes.	757		1 par 3 m				
Chaînes	1 893 m			2 934 \$			
Tuyaux d'approvisionnement							
tuyau flexible de jonction	168 m	20,00 \$	\$ CAN / m	3 360 \$			
tuyau de 9 cm	114,3 m	5,75 \$	\$ CAN / m	657 \$			
<i>b) Mécaniques</i>							
Valves entrée et sortie	48	8,50 \$		408 \$			2,03
Valve 3 voies	1			1 500 \$			
Pompes de 22 m <sup>3</sup> /h	1			2 000 \$			
Valves d'isolation	2			400 \$			
<b>Sous total matériel</b>				<b>15 503 \$</b>	<b>49,7</b>	4,49	7,31
<b>Contrôle</b>							
Capteurs							
Débitmètre et/ou position de							
Installation et programmation							
<b>Sous total contrôle</b>				<b>1 500 \$</b>	<b>4,8</b>	0,43	0,71
<b>Main d'œuvre et contracteurs</b>							
Installation tuyau canopée	3,5 h /rang	175,00 \$		8 400 \$			
Jonction entre les tuyaux	1,0 h /rang	50,00 \$		2 400 \$			
Apport et retour d'eau chaude, électricité	45 h	Total		3 375 \$			
<b>Sous total MO</b>		<b>261 h</b>	<b>54,31 \$/h</b>	<b>14 175 \$</b>	<b>45,5</b>	4,10	6,68
<b>Total</b>				<b>31 178 \$</b>		<b>9,02</b>	<b>14,70</b>

### Annexe 6 - Coût du kWh net de chauffe

		\$/unité	\$/kWh <sup>A</sup> net chauffe	\$/m <sup>2</sup>	# unités/m <sup>2</sup>
<b>Copeaux</b>	Combustible 60% MS kg	0,070	0,038	23,31	332,8 kg
	Frais d'opération		0,010	6,12	
	Amortissement et coût du capital \$/m <sup>2</sup>		0,014	8,51	
	<b>Total copeaux (40% humidité)</b>		<b>0,062</b>	<b>37,95</b>	

		\$/unité	\$/kWh <sup>C</sup> net chauffe	\$/m <sup>2</sup>	# unités/m <sup>2</sup>
<b>Propane<sup>B</sup></b>	Combustible litres	0,650	0,121	5,69	8,8 litres
	Frais d'opération		0,004	0,21	
	Amortissement et coût du capital \$/m <sup>2</sup>		0,032	1,50	
	<b>Total propane</b>		<b>0,157</b>	<b>7,40</b>	

			\$/kWh net chauffe	\$/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	Combustible		0,044	29,00
	Frais d'opération		0,010	6,33
	Amortissement et coût du capital \$/m <sup>2</sup>		0,015	10,01
	<b>Total</b>		<b>0,069</b>	<b>45,34</b>

Total du besoin de chauffe avec déshumidification	659	kWh net/m <sup>2</sup>
Chauffe pour déshumidification sans GP	70	kWh net/m <sup>2</sup>
Degré-jours de chauffe selon la normale	4 579	DJc

<sup>A</sup> L'énergie brute de 1 kg de biomasse à 40 % d'humidité est de 2,517 kWh en prenant comme hypothèse que les systèmes de génération et de distribution de chaleur opèrent avec un taux d'efficacité de 73 % cela donne 1,838 kWh net de chauffe par kg biomasse.

<sup>B</sup> Pour la partie contributive à la chauffe de la génération du CO<sub>2</sub> par le propane.

<sup>C</sup> L'énergie brute de 1 litre de propane est de 7,1 kWh en prenant comme hypothèse que les systèmes de génération et de distribution de chaleur opèrent avec un taux d'efficacité de 75,5 % cela donne 5,37 kWh nets de chauffe par litre. Ceci est pour la partie contributive à la chauffe de la génération du CO<sub>2</sub>.

Cette annexe a été produite avec l'aide la fiche produite par le Syndicat des producteurs en serre du Québec (SPSQ) **L'évaluation économique d'un projet de chauffage à la biomasse** et de la feuille de calcul électronique **Calculs des éléments économiques d'un projet de chauffage à la biomasse**.

[http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/fiche\\_parametres\\_economiques\\_biomasse%20Modif.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/fiche_parametres_economiques_biomasse%20Modif.pdf)

[http://www.spsq.info/spsq\\_fichiers/files/Calculs\\_economiques\\_chauffage\\_biomasse-travail.xls](http://www.spsq.info/spsq_fichiers/files/Calculs_economiques_chauffage_biomasse-travail.xls)



**Annexe 7 - Exemple de programmation du système de contrôle ARGUS lorsque les TCC sont utilisés en tenant compte de la radiation solaire (capture d'écran)**

Excel Serres - [C2 BOUILLOIRE Bo-Boilers] Mixing Valve Settings Mix valv growing]

Argus: Action Toolbar Management Help Window

C2 BOUILLOIRE; Bo-Boilers; Mixing Valve Settings; Mix valv growing

PHYSICAL OUTPUT: CH100 - 0P2 | Current Position 0 %  
 Output State: Automatic 0 | Current Pipe 56.1 °C  
 Delay Between Valve Movements 00:00:15 |  
 Movement Temperature Deadband 2.00 °C | Desired Pipe 41.6 °C

---

Minimum Pipe Temperature Period #1 30.0 °C | Minimum Pipe Target 41.6 °C  
 Period #2 30.0 °C | Climate Temperature 50.0 °C  
 (Using Activation Pipe) Period #3 30.0 °C | Heat. Control Target 50.0 °C  
 New Pipe 30.0 °C | Heating Required 0 %  
 Minimum Pipe Temp. When CO2 is On 0.0 °C | Dehumidify Heat Required 0 %  
 Minimum Pipe Temp. if Snow Detected 0.0 °C | Dehumidify Scheduled Max 0 %  
 Maximum Pipe Temperature 48.0 °C | No Snowload

Can Exceed Maximum Pipe Without Damaging Heating System

---

ACTIVATION PIPE TEMPERATURE

Start: 0:00 hours End: 0:00 hours | Starts at 0:00 Ends at 0:00  
 Min. Pipe 45.0 °C if Light Below < 500 W/m² | Activate Pipe 41.6 °C  
 Reduce to 30.0 °C When Light at > 700 W/m² | Current Light 598 W/m²  
 -- BOILER SYSTEM RETURN TEMPERATURE LIMITING --  
 Start Limiting When Return Below 65.0 °C | Supply Pipe 75.6 °C  
 Full Limiting When Return Below 55.0 °C |  
 Maximum Valve Opening @ Full Limit 15 % | Boiler System Return 50.0 °C  
 Release Limit Using 2 Steps | Current Limit 100 %  
 Delay for 100 Seconds Between Steps | Release Timer 0 Seconds

Mixing Valve Installation  
 Lead / Lag Pumps  
 Spray Program Overrides

Growing pipe

0 Edit Control Available 0 29 -1 16:32:27 6 mai 2013

**Annexe 8 - Sommaire des températures dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 pour diverses périodes journalières**

**24 h**

T MOYENNE - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2013 (21 à 48)	20,4	20,4	20,3	20,5	-0,2	20,2	20,5	-0,3	21,1	21,2	-0,1	20,5	20,7	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,3
2014 (21 à 48)	20,7	20,8	20,7	21,0	-0,3	20,6	21,0	-0,5	21,5	21,9	-0,5	20,9	21,3	-0,4	0,0	0,2	0,2	0,5
2013 (6 à 48)	20,2	20,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	20,4	20,6	20,3	20,7	-0,4	20,3	20,8	-0,5	21,3	21,8	-0,5	20,6	21,1	-0,5	-0,1	0,1	0,2	0,5

**NUIT**

T MOYENNE - NUIT																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2013 (21 à 48)	18,3	18,5	18,1	18,1	0,0	18,4	18,5	-0,1	19,7	19,6	0,1	18,7	18,7	0,0	-0,2	-0,4	0,4	0,2
2014 (21 à 48)	18,5	18,7	18,0	18,4	-0,4	18,4	19,1	-0,7	19,7	20,4	-0,6	18,7	19,3	-0,6	-0,5	-0,3	0,2	0,6
2013 (6 à 48)	18,1	18,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	18,3	18,5	17,7	18,0	-0,2	18,2	18,8	-0,6	19,7	20,2	-0,5	18,5	19,0	-0,4	-0,5	-0,5	0,3	0,5

**MATIN**

T MOYENNE - MATIN																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2013 (21 à 48)	18,5	18,6	18,2	18,3	0,0	18,5	18,6	-0,1	19,6	19,6	-0,1	18,8	18,8	-0,1	-0,3	-0,3	0,3	0,3
2014 (21 à 48)	18,8	19,0	18,3	18,7	-0,4	18,5	19,3	-0,7	19,9	20,5	-0,7	18,9	19,5	-0,6	-0,6	-0,3	0,1	0,5
2013 (6 à 48)	18,6	18,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	18,9	19,2	18,4	18,8	-0,4	18,7	19,5	-0,7	20,3	20,8	-0,5	19,1	19,7	-0,6	-0,5	-0,4	0,2	0,5

**JOUR**

T MOYENNE - JOUR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2013 (21 à 48)	23,3	22,9	23,2	23,6	-0,4	22,3	22,9	-0,5	22,7	23,2	-0,4	22,8	23,2	-0,5	0,0	0,7	-0,5	0,3
2014 (21 à 48)	23,1	23,2	23,8	24,0	-0,1	23,0	23,1	-0,1	23,3	23,4	-0,1	23,4	23,5	-0,1	0,7	0,8	0,3	0,3
2013 (6 à 48)	23,1	22,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	22,9	22,8	23,3	23,9	-0,6	22,5	23,0	-0,5	22,8	23,3	-0,5	22,8	23,4	-0,5	0,4	1,0	0,0	0,5

**SOIR**

T MOYENNE - SOIR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			T <sub>R7X</sub>	T <sub>R9X</sub>	ΔT <sub>R7X-R9X</sub>	ΔT <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔT <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔT <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2013 (21 à 48)	22,5	22,7	22,9	23,4	-0,4	22,6	23,1	-0,6	23,4	23,7	-0,3	23,0	23,4	-0,4	0,4	0,7	0,4	0,7
2014 (21 à 48)	23,1	23,4	23,7	24,0	-0,2	23,5	23,8	-0,2	24,2	24,4	-0,3	23,8	24,1	-0,2	0,7	0,5	0,7	0,6
2013 (6 à 48)	22,1	22,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	22,6	23,2	23,2	23,5	-0,3	23,1	23,4	-0,4	23,7	24,1	-0,5	23,3	23,7	-0,4	0,6	0,3	0,7	0,5

**Annexe 9 - Sommaire des humidités relatives (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9**

24 h

HR <sub>MOYENNE</sub> - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2013 (21 à 48)	84,2	79,9	75,0	75,0	-0,1	76,8	76,0	0,8	71,3	71,6	-0,3	74,4	74,2	0,2	-9,2	-4,8	-9,8	-5,7
2014 (21 à 48)	83,8	78,2	70,9	71,6	-0,6	74,4	71,7	2,7	68,2	67,0	1,3	71,2	70,1	1,1	-12,8	-6,7	-12,6	-8,2
2013 (6 à 48)	82,9	78,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	83,1	77,5	69,8	70,6	-0,8	72,9	70,4	2,5	66,7	65,5	1,2	69,8	68,8	1,0	-13,3	-6,9	-13,3	-8,7

NUIT

HR <sub>MOYENNE</sub> - NUIT																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2013 (21 à 48)	88,0	83,6	80,5	81,3	-0,7	80,1	79,9	0,2	73,7	74,8	-1,1	78,1	78,7	-0,5	-7,5	-2,3	-9,9	-4,9
2014 (21 à 48)	85,5	80,6	75,5	75,6	-0,1	76,9	73,4	3,6	69,7	67,8	1,9	74,0	72,3	1,8	-10,0	-5,0	-11,4	-8,3
2013 (6 à 48)	85,5	81,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	83,7	78,0	72,5	73,4	-0,9	73,6	70,7	2,9	66,3	64,9	1,4	70,8	69,6	1,1	-11,2	-4,7	-12,9	-8,4

MATIN

HR <sub>MOYENNE</sub> - MATIN																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2013 (21 à 48)	90,3	85,7	81,7	82,2	-0,6	81,7	81,3	0,4	75,8	76,4	-0,7	79,7	80,0	-0,3	-8,6	-3,4	-10,5	-5,7
2014 (21 à 48)	91,3	85,6	80,9	81,0	-0,1	82,3	78,5	3,8	74,6	72,6	2,0	79,3	77,4	1,9	-10,4	-4,6	-12,1	-8,2
2013 (6 à 48)	88,9	84,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	89,8	83,6	78,0	79,3	-1,3	79,3	76,7	2,6	71,1	70,4	0,7	76,1	75,5	0,7	-11,8	-4,3	-13,7	-8,2

JOUR

HR <sub>MOYENNE</sub> - JOUR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2013 (21 à 48)	79,9	76,3	68,5	67,9	0,6	73,5	72,0	1,5	69,1	68,4	0,7	70,4	69,4	0,9	-11,4	-8,4	-9,5	-6,9
2014 (21 à 48)	81,1	75,0	64,3	65,6	-1,3	70,4	69,0	1,5	65,9	65,5	0,4	66,9	66,7	0,2	-16,8	-9,4	-14,2	-8,3
2013 (6 à 48)	79,6	76,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	81,5	76,4	65,3	65,7	-0,4	71,2	69,2	1,9	66,7	65,9	0,8	67,7	67,0	0,8	-16,2	-10,7	-13,7	-9,5

**SOIR**

HR <sub>MOYENNE</sub> - SOIR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			HR <sub>R7X</sub>	HR <sub>R9X</sub>	ΔHR <sub>R7X-R9X</sub>	ΔHR <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔHR <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔHR <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ <sub>71-91</sub>	R72	R92	Δ <sub>72-92</sub>	R73	R93	Δ <sub>73-93</sub>							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2013 (21 à 48)	77,7	72,7	68,1	67,4	0,8	71,2	69,6	1,6	66,0	65,6	0,4	<b>68,4</b>	<b>67,5</b>	<b>0,9</b>	<b>-9,5</b>	<b>-5,3</b>	<b>-9,2</b>	<b>-5,2</b>
2014 (21 à 48)	78,5	72,1	63,2	64,7	-1,5	67,9	66,2	1,7	63,1	62,6	0,5	<b>64,7</b>	<b>64,5</b>	<b>0,2</b>	<b>-15,3</b>	<b>-7,4</b>	<b>-13,8</b>	<b>-7,6</b>
2013 (6 à 48)	77,8	73,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	79,8	73,6	64,9	65,6	-0,7	69,3	66,6	2,7	64,6	62,7	1,9	<b>66,3</b>	<b>65,0</b>	<b>1,3</b>	<b>-14,9</b>	<b>-8,0</b>	<b>-13,5</b>	<b>-8,6</b>

**Annexe 10 - Sommaire des DPV<sub>PB</sub> (PB à 101 325 Pa) dans la canopée des serres 7 et 9 et de leurs écarts (capteurs Rotronics), et des cages aspirantes 2 et 9 - Valeurs calculées (24 h)**

**24 h**

DPV <sub>MOYEN</sub> - 24h																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ71-91	R72	R92	Δ72-92	R73	R93	Δ73-93							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
2013 (21 à 48)	4,2	5,2	6,8	6,8	0,0	6,0	6,2	-0,3	7,6	7,6	0,0	6,8	6,9	-0,1	2,6	1,6	2,6	1,6
2014 (21 à 48)	4,4	5,8	8,2	11,5	-3,3	7,0	7,7	-0,6	8,9	9,3	-0,4	8,0	9,5	-1,5	3,8	5,7	3,6	3,6
2013 (6 à 48)	4,4	5,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	4,4	5,8	8,1	7,9	0,2	7,0	7,7	-0,6	8,9	9,3	-0,4	8,0	8,3	-0,3	3,7	2,1	3,6	2,5

**NUIT**

DPV <sub>MOYEN</sub> - NUIT																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ71-91	R72	R92	Δ72-92	R73	R93	Δ73-93							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
2013 (21 à 48)	2,5	3,5	4,2	3,9	0,3	4,4	4,3	0,0	6,2	5,9	0,3	4,9	4,7	0,2	1,7	0,5	2,5	1,3
2014 (21 à 48)	3,1	4,2	5,3	11,4	-6,1	5,8	6,4	-0,7	8,0	8,4	-0,4	6,4	8,8	-2,4	2,2	7,2	3,3	4,5
2013 (6 à 48)	3,0	4,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	3,4	4,7	5,8	5,6	0,3	5,8	6,4	-0,7	8,0	8,4	-0,4	6,5	6,8	-0,3	2,4	0,9	3,1	2,1

**MATIN**

DPV <sub>MOYEN</sub> - MATIN																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ71-91	R72	R92	Δ72-92	R73	R93	Δ73-93							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
2013 (21 à 48)	2,1	3,1	4,1	3,9	0,2	4,1	4,1	0,0	5,7	5,6	0,1	4,6	4,5	0,1	2,0	0,8	2,6	1,4
2014 (21 à 48)	1,9	3,2	4,3	13,7	-9,4	4,8	5,4	-0,7	7,2	7,4	-0,2	5,4	8,8	-3,4	2,4	10,5	3,5	5,6
2013 (6 à 48)	2,4	3,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	2,2	3,7	4,9	4,6	0,3	4,8	5,4	-0,7	7,2	7,4	-0,2	5,6	5,8	-0,2	2,7	1,0	3,4	2,1

**JOUR**

DPV <sub>MOYEN</sub> - JOUR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ71-91	R72	R92	Δ72-92	R73	R93	Δ73-93							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
2013 (21 à 48)	6,3	7,1	9,9	10,2	-0,3	7,7	8,3	-0,6	9,1	9,4	-0,3	8,9	9,3	-0,4	3,6	3,1	2,6	2,2
2014 (21 à 48)	6,0	7,8	11,8	10,4	1,4	8,6	9,1	-0,5	9,8	10,1	-0,3	10,1	9,9	0,2	5,8	2,7	4,0	2,1
2013 (6 à 48)	6,3	7,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	5,8	7,1	11,0	11,2	-0,1	8,6	9,1	-0,5	9,8	10,1	-0,3	9,8	10,1	-0,3	5,3	4,1	4,1	3,0

**SOIR**

DPV <sub>MOYEN</sub> - SOIR																		
Période	Cage 2	Cage 9	Haut			Mi-hauteur			Bas			DPV <sub>R7X</sub>	DPV <sub>R9X</sub>	ΔDPV <sub>R7X-R9X</sub>	ΔDPV <sub>R71-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R91-Cage.9</sub>	ΔDPV <sub>R7X-Cage.2</sub>	ΔDPV <sub>R9X-Cage.9</sub>
			R71	R91	Δ71-91	R72	R92	Δ72-92	R73	R93	Δ73-93							
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
2013 (21 à 48)	6,4	7,9	9,6	9,9	-0,3	8,3	8,9	-0,7	10,1	10,3	-0,2	9,3	9,7	-0,4	3,2	2,1	3,0	1,9
2014 (21 à 48)	6,5	8,5	11,7	12,1	-0,3	9,3	10,0	-0,7	10,9	11,5	-0,6	10,6	11,2	-0,5	5,3	3,6	4,2	2,7
2013 (6 à 48)	6,2	7,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2014 (6 à 48)	5,9	7,9	10,8	10,6	0,3	9,3	10,0	-0,7	10,9	11,5	-0,6	10,3	10,7	-0,4	4,9	2,7	4,4	2,8

**Annexe 11 - Tableaux des températures et consignes des TCC le 16 juin 2014 : intervalles de 15 minutes**

Date	Heure	Tin	Tout	T.moy.	Consigne ARGUS
		°C	°C	°C	°C
2014-06-16	03:00:00	48,10	44,00	<b>46,05</b>	<b>45</b>
2014-06-16	03:15:00	48,10	44,30	<b>46,20</b>	<b>45</b>
2014-06-16	03:30:00	47,80	44,10	<b>45,95</b>	<b>45</b>
2014-06-16	03:45:00	47,60	43,90	<b>45,75</b>	<b>45</b>
2014-06-16	04:00:00	47,40	43,80	<b>45,60</b>	<b>45</b>
2014-06-16	04:15:00	47,60	43,80	<b>45,70</b>	<b>45</b>
2014-06-16	04:30:00	47,70	44,10	<b>45,90</b>	<b>45</b>
2014-06-16	04:45:00	47,70	44,20	<b>45,95</b>	<b>45</b>
2014-06-16	05:00:00	47,50	44,10	<b>45,80</b>	<b>45</b>
2014-06-16	05:15:00	47,50	44,00	<b>45,75</b>	<b>45</b>
2014-06-16	05:30:00	47,70	44,00	<b>45,85</b>	<b>45</b>
2014-06-16	05:45:00	48,20	44,10	<b>46,15</b>	<b>45</b>
2014-06-16	06:00:00	47,80	44,50	<b>46,15</b>	<b>45</b>
2014-06-16	06:15:00	46,80	43,60	<b>45,20</b>	<b>45</b>
2014-06-16	06:30:00	45,80	42,70	<b>44,25</b>	<b>45</b>
2014-06-16	06:45:00	45,20	42,10	<b>43,65</b>	<b>45</b>
2014-06-16	07:00:00	44,70	41,70	<b>43,20</b>	<b>45</b>
2014-06-16	07:15:00	44,40	41,40	<b>42,90</b>	<b>44,2</b>
2014-06-16	07:30:00	43,50	41,10	<b>42,30</b>	<b>42,6</b>
2014-06-16	07:45:00	42,80	40,30	<b>41,55</b>	<b>41,4</b>
2014-06-16	08:00:00	41,20	39,60	<b>40,40</b>	<b>39,7</b>
2014-06-16	08:15:00	39,70	38,50	<b>39,10</b>	<b>38,7</b>
2014-06-16	08:30:00	38,50	37,20	<b>37,85</b>	<b>37,8</b>
2014-06-16	08:45:00	37,40	36,30	<b>36,85</b>	<b>36,1</b>
2014-06-16	09:00:00	36,50	35,30	<b>35,90</b>	<b>34,8</b>
2014-06-16	09:15:00	35,70	34,70	<b>35,20</b>	<b>33,3</b>
2014-06-16	09:30:00	35,10	33,90	<b>34,50</b>	<b>33</b>
2014-06-16	09:45:00	34,70	33,50	<b>34,10</b>	<b>32,6</b>
2014-06-16	10:00:00	34,40	33,20	<b>33,80</b>	<b>31,1</b>
2014-06-16	10:15:00	34,30	33,20	<b>33,75</b>	<b>31,6</b>
2014-06-16	10:30:00	34,00	33,10	<b>33,55</b>	<b>31,8</b>
2014-06-16	10:45:00	34,00	33,10	<b>33,55</b>	<b>31,2</b>
2014-06-16	11:00:00	34,10	33,10	<b>33,60</b>	<b>32,3</b>
2014-06-16	11:15:00	33,80	32,90	<b>33,35</b>	<b>31,5</b>
2014-06-16	11:30:00	33,90	32,80	<b>33,35</b>	<b>30,4</b>
2014-06-16	11:45:00	34,10	33,10	<b>33,60</b>	<b>30</b>
2014-06-16	12:00:00	34,30	33,40	<b>33,85</b>	<b>30</b>



PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

Date	Heure	Tin	Tout	T.moy.	Consigne ARGUS
		°C	°C	°C	°C
2014-06-16	12:15:00	34,30	33,40	33,85	30,3
2014-06-16	12:30:00	34,30	33,30	33,80	30
2014-06-16	12:45:00	34,10	33,20	33,65	30,6
2014-06-16	13:00:00	34,10	33,20	33,65	33,4
2014-06-16	13:15:00	34,00	33,20	33,60	35,5
2014-06-16	13:30:00	34,00	33,10	33,55	31,8
2014-06-16	13:45:00	33,90	33,20	33,55	32,6
2014-06-16	14:00:00	33,80	33,00	33,40	32,9
2014-06-16	14:15:00	33,90	32,90	33,40	31,2
2014-06-16	14:30:00	34,20	33,10	33,65	30,1
2014-06-16	14:45:00	34,50	33,40	33,95	30,2
2014-06-16	15:00:00	34,60	33,60	34,10	30
2014-06-16	15:15:00	34,80	33,80	34,30	30,3
2014-06-16	15:30:00	35,30	34,10	34,70	32,8
2014-06-16	15:45:00	36,00	34,60	35,30	34
2014-06-16	16:00:00	37,00	35,20	36,10	38,6
2014-06-16	16:15:00	41,30	36,70	39,00	43,1
2014-06-16	16:30:00	44,20	40,40	42,30	45
2014-06-16	16:45:00	43,50	41,80	42,65	44,8
2014-06-16	17:00:00	43,10	40,60	41,85	44,5
2014-06-16	17:15:00	44,80	40,80	42,80	45
2014-06-16	17:30:00	44,60	42,40	43,50	45
2014-06-16	17:45:00	46,60	42,00	44,30	45
2014-06-16	18:00:00	46,40	43,80	45,10	45
2014-06-16	18:15:00	44,20	42,90	43,55	45
2014-06-16	18:30:00	43,90	41,50	42,70	45
2014-06-16	18:45:00	44,40	41,40	42,90	45
2014-06-16	19:00:00	44,80	41,90	43,35	45
2014-06-16	19:15:00	45,20	42,30	43,75	45
2014-06-16	19:30:00	45,50	42,60	44,05	45
2014-06-16	19:45:00	45,80	42,80	44,30	45
2014-06-16	20:00:00	45,90	43,00	44,45	45
2014-06-16	20:15:00	46,00	43,00	44,50	45
2014-06-16	20:30:00	46,00	43,00	44,50	45
2014-06-16	20:45:00	45,90	43,00	44,45	45
2014-06-16	21:00:00	45,60	42,80	44,20	45
2014-06-16	21:15:00	45,40	42,50	43,95	45
2014-06-16	21:30:00	45,20	42,30	43,75	45

## **Annexe 12 - Puissance rayonnée 2013 et 2014 pour les périodes journalières JOUR, NUIT et 24h (effet de levier seulement)**

Les tableaux de cette annexe présentent la puissance rayonnée (effet de levier seulement) pour les années 2013 et 2014 (9 semaines 9 à 48). Les valeurs ont été évaluées à partir de la loi Stefan-Boltzmann. L'émissivité et la superficie sont inconnues. Toutefois, elles sont considérées comme constante (hypothèse) pour ainsi estimer la valeur de l'effet de levier de la chaleur radiante. La valeur de l'effet de levier est le rapport de la puissance rayonnée sur la plus basse puissance rayonnée obtenue pour une période journalière donnée des années 2013 et 2014 (semaine 39 en 2013 : JOUR = 420, NUIT = 410, 24 h = 415).

P = Puissance rayonnée = Watt

$$P = \epsilon \cdot S \cdot \sigma \cdot T^4$$

$\epsilon$  = Émissivité = 1 (corps noir)

S = Superficie = 1 m<sup>2</sup>

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann (5,6703 . 10<sup>-8</sup> W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-4</sup>)

T = Température en Kelvin

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2013  SEMAINE	Puissance rayonnée								
	JOUR			NUIT			24 h		
	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)
		Levier			Levier			Levier	
9	505	1,20	84	506	1,23	96	506	1,22	91
10	505	1,20	84	506	1,23	96	506	1,22	91
11	505	1,20	85	506	1,23	96	506	1,22	91
12	507	1,21	87	506	1,23	96	506	1,22	92
13	537	1,28	116	518	1,26	107	529	1,27	114
14	566	1,35	145	526	1,28	116	548	1,32	133
15	565	1,34	145	524	1,28	114	548	1,32	133
16	568	1,35	148	522	1,27	112	549	1,32	134
17	580	1,38	159	521	1,27	111	555	1,34	140
18	593	1,41	173	522	1,27	112	566	1,36	151
19	624	1,48	203	538	1,31	128	590	1,42	175
20	628	1,49	208	556	1,36	146	602	1,45	187
21	599	1,43	179	562	1,37	151	588	1,42	173
22	564	1,34	143	568	1,38	158	570	1,37	155
23	547	1,30	126	570	1,39	160	561	1,35	146
24	547	1,30	126	570	1,39	160	561	1,35	146
25	539	1,28	119	570	1,39	160	557	1,34	142
26	543	1,29	123	569	1,39	159	559	1,35	144
27	542	1,29	121	569	1,39	159	558	1,34	143
28	537	1,28	116	569	1,39	158	556	1,34	141
29	537	1,28	116	569	1,39	159	556	1,34	141
30	528	1,26	107	569	1,39	159	552	1,33	138
31	526	1,25	105	570	1,39	159	552	1,33	137
32	519	1,23	98	559	1,36	149	543	1,31	128
33	494	1,17	73	518	1,26	108	509	1,23	94
34	476	1,13	56	483	1,18	73	482	1,16	67
35	453	1,08	33	450	1,10	39	452	1,09	38
36	437	1,04	16	422	1,03	12	429	1,03	14
37	433	1,03	12	420	1,03	10	426	1,03	11
38	427	1,02	7	416	1,01	6	421	1,02	6
39	420	1,00	0	410	1,00	0	415	1,00	0
40	430	1,02	10	423	1,03	13	427	1,03	12
41	464	1,10	43	463	1,13	53	465	1,12	50
42	498	1,19	78	502	1,22	92	502	1,21	87
43	539	1,28	118	547	1,33	137	545	1,31	130
44	568	1,35	147	575	1,40	165	573	1,38	158
45	568	1,35	148	572	1,39	162	571	1,38	156
46	587	1,40	167	592	1,44	182	591	1,42	176
47	618	1,47	197	621	1,51	211	620	1,49	205
48	649	1,54	229	652	1,59	242	651	1,57	236

PAIE-12-13-054 Bilan technico-économique de l'utilisation de tuyaux de chauffe (growing pipe) à l'intérieur de la canopée des plants de tomate de serre (v.20150208)

2014  SEMAINE	Puissance rayonnée								
	JOUR			NUIT			24 h		
	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)	Valeur	PR/PR (MIN.)	PR-PR(MIN.)
		Levier			Levier			Levier	
9									
10	578	1,38	75	586	1,43	87	583	1,41	80
11	579	1,38	75	585	1,43	86	583	1,40	79
12	578	1,38	75	586	1,43	87	583	1,40	79
13	578	1,37	74	585	1,43	86	582	1,40	79
14	577	1,37	74	584	1,42	85	582	1,40	78
15	577	1,37	73	584	1,42	85	581	1,40	78
16	576	1,37	72	582	1,42	83	580	1,40	77
17	575	1,37	71	581	1,42	82	578	1,39	75
18	574	1,37	71	580	1,41	81	578	1,39	74
19	574	1,36	70	579	1,41	80	577	1,39	73
20	565	1,34	61	578	1,41	79	573	1,38	69
21	554	1,32	51	576	1,41	77	568	1,37	65
22	547	1,30	43	575	1,40	76	564	1,36	61
23	537	1,28	34	574	1,40	75	560	1,35	57
24	538	1,28	35	573	1,40	74	560	1,35	57
25	537	1,28	33	574	1,40	75	559	1,35	56
26	532	1,26	28	568	1,38	68	553	1,33	50
27	522	1,24	18	548	1,34	49	537	1,30	34
28	514	1,22	10	529	1,29	30	524	1,26	21
29	508	1,21	5	510	1,24	11	511	1,23	8
30	504	1,20	0	499	1,22	0	503	1,21	0
31	506	1,20	3	502	1,22	3	506	1,22	3
32	508	1,21	4	512	1,25	13	512	1,23	8
33	515	1,22	11	522	1,27	23	520	1,25	17
34	519	1,23	15	531	1,30	32	527	1,27	24
35	523	1,24	19	537	1,31	38	532	1,28	29
36	526	1,25	23	536	1,31	37	533	1,29	30
37	526	1,25	22	537	1,31	38	533	1,29	30
38	527	1,25	23	537	1,31	38	534	1,29	31
39	529	1,26	25	538	1,31	39	535	1,29	32
40	528	1,26	25	539	1,31	40	535	1,29	32
41	535	1,27	32	548	1,34	49	544	1,31	41
42	543	1,29	39	558	1,36	59	553	1,33	50
43	552	1,31	49	567	1,38	68	563	1,36	59
44	563	1,34	59	578	1,41	79	573	1,38	70
45	565	1,34	61	579	1,41	80	575	1,39	72
46	568	1,35	65	580	1,41	81	577	1,39	74
47									
48									