

TOMATE 2005**Etude d'une serre équipée d'un système de rafraîchissement par hydrocooling**

Code essai : 12E-23

Durée : janvier 2005 à avril 2005

Auteurs : Anne CAPY, Isabelle CABEU, Gilda NOURRY – ARMEFLHOR

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

En période chaude dans les bas, les excès de température sont difficiles à gérer et sont amplifiés par la présence des toiles insectproof, nécessaires pour limiter les risques de TYLCV.

Face à ces problèmes, l'ARMEFLHOR étudie les diverses techniques de maîtrise des températures.

En 2005, l'objectif est d'étudier une serre équipée d'un rafraîchissement par hydrocooling afin d'acquérir des références sur le gain en température par rapport à l'extérieur, l'homogénéité des températures et de l'hygrométrie dans la serre, le respect des consignes de mise en route, le comportement des plantes... Dans un premier temps, il a été procédé au calage de l'installation et à la vérification de son bon fonctionnement.

2. MATERIEL ET METHODE**1 - Installation**

Structure :

Serre fermée de type « pays » à couverture polycarbonate de 900 m² (30m X 30 m, 2 chapelles), 4500 m³.

Hauteur sous chéneau : 4 m, hauteur au faîtage : 6 m, hauteur du fil de culture : 3,50 m

L'installation hydrocooling :

Pads de 69 m² (2,3 m X 30 m), 8 extracteurs

Puissance des extracteurs et renouvellement d'air : 35 000 m³/h. Renouvellement d'air : 62 fois par heure. Ce taux, inférieur à celui de 80 fois par heure respecté pour une installation en extraction dynamique est recommandé par le constructeur pour une installation d'hydrocooling. En effet, un renouvellement d'air supérieur entraînerait une mise en dépression de la serre et la surchauffe des moteurs.

Gestion de la mise en route des extracteurs et du cooling : sonde thermostat au centre de la serre

Consignes de mise en route : une température seuil pour la mise en route de 4 extracteurs

A +1 ou +2 °C, mise en route de 2 extracteurs supplémentaires

A +1 ou +2 °C, mise en route des 2 derniers extracteurs.

Consignes appliquées :

	Jusqu'au 25/1	25/1 au 22/3	22/3 au 11/4
4 extracteurs	28 °C	26 °C	22 °C
6 extracteurs	30 °C	27 °C	23 °C
8 extracteurs	31 °C	28 °C	24 °C

2 - Culture

Tomate allongée sur fibre de coco neuve, densité de 2.5 plants/m²

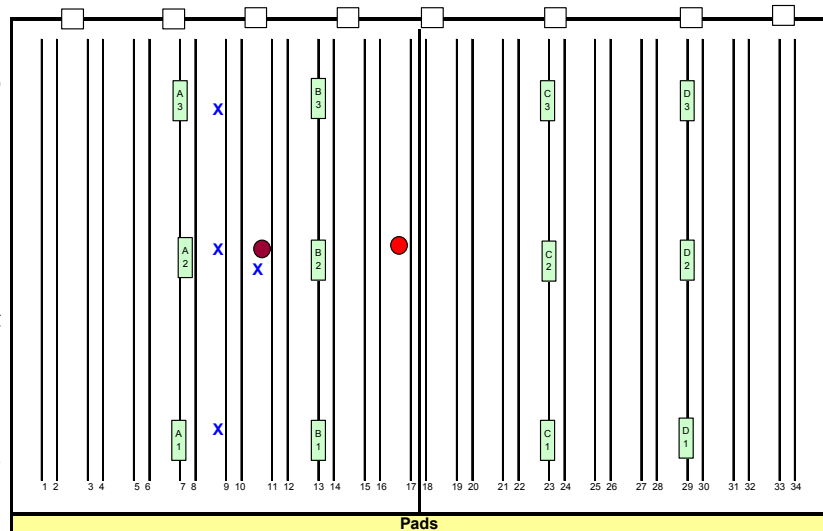
Calendrier :

Plantation : 24/12/04

Récolte à partir du 28/2/05

3 – Plan de la serre et emplacement des sondes (ci-contre)

4 – Protocole d'observation du climat



L'installation étant neuve, il a été procédé en premier lieu au calage de l'installation. Plusieurs difficultés ont été rencontrées et l'étude complète de l'homogénéité n'a pas été possible.

□ extracteurs
● sonde température, position initiale
● sonde température, nouvel emplacement
X enregistreurs climatiques

Modalités : éloignement par rapport aux pads
1 = début 2 = milieu 3 = fond

A, B, C, D : 4 répétitions

Vérification du respect des consignes, calage de l'installation et étude du gradient entre pads et extracteurs

Disposition des capteurs : 3 capteurs à hauteur des têtes, début, milieu, fond.
1 capteur à côté de la sonde commandant le démarrage des extracteurs
2 capteurs à l'extérieur, de chaque côté de la serre

Comparaison de l'hygrométrie entre la serre fermée avec extracteurs seuls et une serre à aération latérale

Disposition des capteurs : 3 capteurs à hauteur des têtes, début, milieu, fond.
1 capteur dans la serre à aération latérale

5 - Etude du comportement des plantes

Il s'agit ici d'approcher l'incidence d'éventuelles hétérogénéités du climat dans la serre sur le comportement des plantes et leur production.

Dispositif en blocs à 4 répétitions, 12 plantes par parcelle élémentaire. 2 blocs sur des rangs face aux extracteurs, 2 sur des rangs entre les extracteurs.

Modalité étudiée : éloignement par rapport aux pads : 1 - début : proche des pads
2 - milieu : à mi-chemin entre pads et extracteurs
3 - fond : à l'opposé des pads, près des extracteurs

Observation hebdomadaire du comportement des plantes sur 3 plantes consécutives par parcelle :

Hauteur du 1^{er} bouquet et distance 1^{er}-5^{ème} bouquet, diamètre de la tige, élongation, stade de floraison, stade de nouaison, nombre de fruits sur chacun des deux derniers bouquets noués, charge en fruits, vigueur.

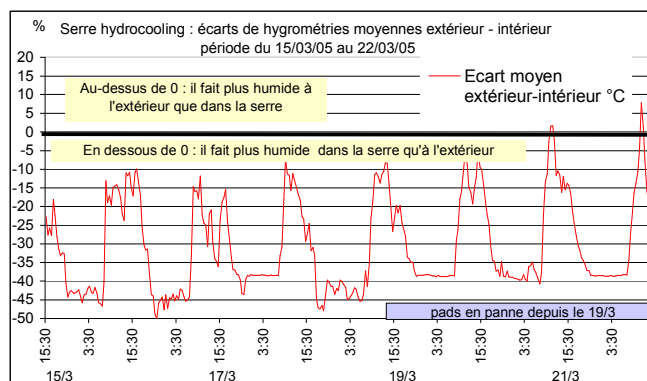
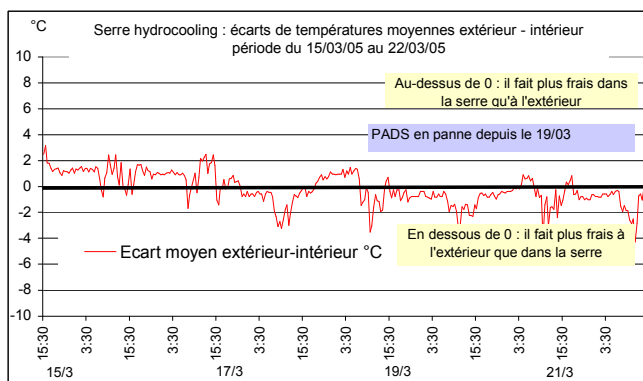
3. RESULTATS

1 – Résultats climatiques

Contrôle du respect des consignes

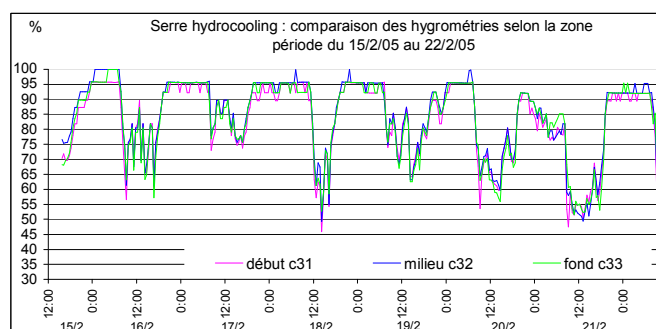
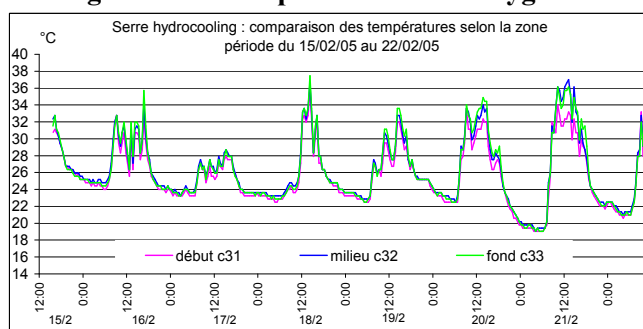
Le suivi des températures et de l'hygrométrie a mis en évidence plusieurs dysfonctionnements :

- le positionnement de la sonde, initialement placée sous le chéneau, à côté d'un poteau à mi-hauteur a été rectifié en la plaçant au centre d'une chapelle, au niveau du bouquet en floraison. Les températures mesurées qui servent au déclenchement des extracteurs sont ainsi représentatives de celles subies par la culture.
- des défauts de démarrage des extracteurs : plusieurs réglages ont été nécessaires pour obtenir un déclenchement des extracteurs aux températures souhaitées.
- un manque d'étanchéité de la serre, une entrée d'air importante a limité le passage de l'air dans les pads.



- enfin, la régulation a été perturbée par des coupures d'eau et des pannes de moteur. Cependant, les différences de température sont faibles : lorsque les pads ne sont pas alimentés, on observe une température moyenne dans la serre légèrement supérieure à la température extérieure, peut-être un peu plus que lorsque les pads sont alimentés. Les différences sont cependant faibles. Les différences d'hygrométrie sont également faibles, de l'ordre de 5 à 10 points d'hygrométrie en moins lorsque les pads ne sont pas alimentés. La forte hygrométrie dans la serre est surtout liée à la présence de la culture et elle est mal évacuée par les extracteurs, même sans apport d'eau sur les pads.

Homogénéité des températures et de l'hygrométrie dans la serre



Globalement, les différences de température à proximité des pads (début), au milieu et à proximité des extracteurs (fond) sont faibles. On observe ponctuellement (jours secs) une température plus faible près des pads, les températures entre milieu et fond n'étant pas différentes. Pour l'hygrométrie, il n'y a pas de différence liée à l'éloignement par rapport aux pads.

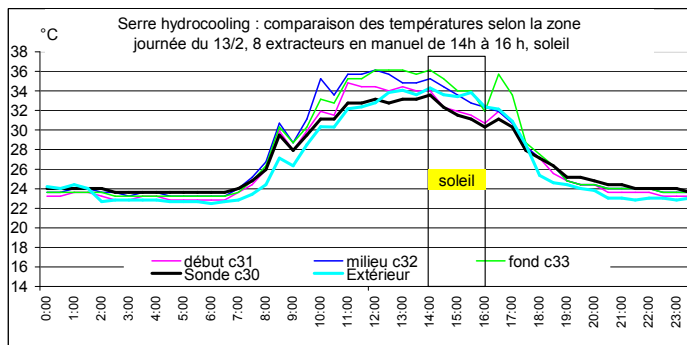
Estimation des différences de température et d'hygrométrie entre intérieur-extérieur de la serre (période du 10/1 au 8/3, avant les problèmes de panne)

	Extérieur, moyenne 2 capteurs	Serre, moyenne 3 capteurs	Ecart extérieur - intérieur	Serre début	Serre milieu	Serre fond
Température diurne (6h-18h), °C	29.4	29.4	0.1 +/- 2.4	28.8	30.0	29.6
HR diurne (6h-18h), %	67.9	72.5	-4.9 +/- 22	71.9	72.9	72.5
HR nocturne (18h30-5h30), %	83.3	91.4	-8 (5.6 à -22.1)	90.6	92.0	91.7

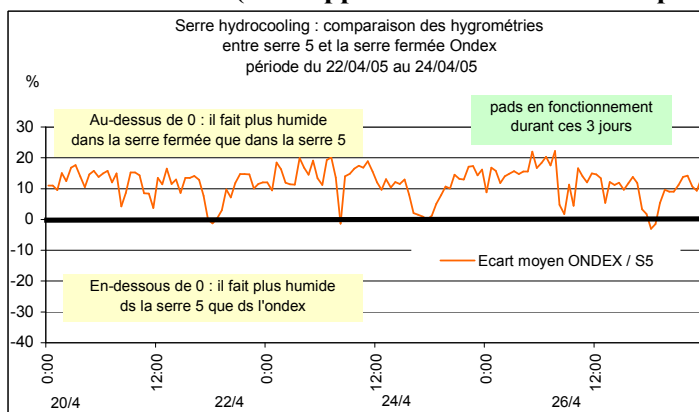
En moyenne, les écarts sont faibles, l'installation permet de maintenir les températures proches de celles de l'extérieur. Les écarts moyens d'hygrométrie diurne sont eux aussi faibles, mais peuvent atteindre 20 points d'écart, en plus comme en moins.

En revanche, les hygrométries nocturnes sont supérieures dans la serre, avec un écart moyen de 8 points mais pouvant atteindre 22 points d'HR.

Afin de tester le fonctionnement de l'installation et sa capacité à rafraîchir la serre, nous avons fait fonctionner les extracteurs en marche forcée, 8 extracteurs en même temps aux heures chaudes (14h-16h par temps ensoleillé). Les températures dans la serre diminuent légèrement et deviennent inférieures ou égales (0 à 2 °C) à celles de l'extérieur qui se maintiennent. L'arrêt des extracteurs entraîne une augmentation des températures : avec des températures extérieures de 34 °C, l'installation permet donc de maintenir les températures au niveau de l'extérieur, voire de légèrement rafraîchir la serre.



Comparaison de l'hygrométrie entre la serre fermée, fonctionnement des extracteurs seuls et une serre à aération latérale (développement de la culture comparable)



L'hygrométrie est toujours supérieure dans la serre fermée, avec 10 à 20 points de plus.

2 – Résultats agronomiques

	Hauteur 1er bouquet (cm)	Distance 1er-Sième bouquet (cm)	Diamètre de tige (mm)		Elongation (cm)		Longueur (cm)		Stade floraison		Stade nouaison		Nombre de fruits	
			1/3	5/4	1/3	5/4	1/3	5/4	1/3	5/4	1/3	5/4	1/3	5/4
Début	76,7	126,1	8,1	8,5	31,2	29,7	274,8	442,1	6,4	11,5	5,1	10,6	15,8	11,8
Milieu	72,5	119,1	7,7	8,4	29,6	27,0	273,2	129,8	6,7	11,8	5,2	10,8	15,1	13,8
Fond	71,6	97,9	8,2	8,5	29,2	28,1	279,0	446,8	6,8	11,6	5,4	10,5	16,5	13,3

non significatif selon le test de Newman et Keuls à 5%

Les analyses statistiques au 1^{er} mars (stade floraison 6^{ième}-7^{ième} bouquet) et au 5 avril (stade floraison 11^{ième}-12^{ième} bouquet) n'ont pas permis de mettre en évidence de différence significative liée à l'éloignement par rapport aux pads. Les très faibles différences de climat observées n'ont donc pas eu d'incidence sur la culture. La nouaison a notamment été insuffisante malgré vibrage et hormonage ce qui est à relier à des maxima de température de 36 °C et des hygrométries élevées, notamment la nuit et le matin. Par ailleurs, en raison de la forte hygrométrie, il y a eu du botrytis sur tiges, sur fleurs et sur fruits.

4. CONCLUSION

Le suivi effectué a permis d'identifier un certain nombre de défauts de l'installation qui pour certains ont pu être corrigés en cours de campagne.

Malgré de nombreuses interruptions de l'alimentation en eau des pads, nous avons observé que l'installation permet de maintenir des températures proches de celles de l'extérieur mais ne permet pas un rafraîchissement sensible par rapport à l'extérieur. Par ailleurs, l'hygrométrie est supérieure de 10 à 20 points dans la serre hydrocooling par rapport à une serre insect-proof à aérations latérales.

A l'intérieur de la serre, il n'y a pas eu de différence nette en fonction de l'éloignement par rapport aux pads, tant au niveau climatique qu'au niveau du comportement des plantes.

Le suivi sera repris en 2006 après amélioration de l'étanchéité de la serre.