

**Gestion assistée par ordinateur du climat de la serre et son influence sur une culture de melon dans la région du Souss**

El Fadl A., El Kherrak H., Claustrioux J.J., Mounhim H.

*in*

Choukr-Allah R. (ed.).  
Protected cultivation in the Mediterranean region

Paris : CIHEAM / IAV Hassan II  
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 31

1999  
pages 99-108

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI020834>

To cite this article / Pour citer cet article

El Fadl A., El Kherrak H., Claustrioux J.J., Mounhim H. **Gestion assistée par ordinateur du climat de la serre et son influence sur une culture de melon dans la région du Souss**. In : Choukr-Allah R. (ed.). *Protected cultivation in the Mediterranean region* . Paris : CIHEAM / IAV Hassan II, 1999. p. 99-108 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 31)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# GESTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR DU CLIMAT DE LA SERRE ET SON INFLUENCE SUR UNE CLTURE DE MELON DANS LA REGION DU SOUSS

A. EL-FADL<sup>1</sup>, H. EL KHERRAK<sup>1</sup>, J.J. CLAUSTRIAUX<sup>2</sup> et H. MOUNHIM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Complexe d'Agadir, Maroc

<sup>2</sup>Faculté des sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique

**Résumé :** L'étude a été réalisée dans une serre à climat géré par ordinateur. Elle a montré d'une part, que la gestion automatisée du climat sous serre a permis un gain de 4°C sur la température minimale par rapport au tunnel et à la serre Tombarello ; d'autre part, elle a permis la stabilisation de la température maximale à une valeur supérieure de 3°C par rapport à l'extérieur et inférieure de 6 à 8°C par rapport aux types de serres ordinaires (tunnel et Tombarello). L'écran d'ombrage seul ou combiné à la brumisation et/ou au chauffage solaire passif ont pu améliorer le climat de la serre par rapport au témoin (climat). En effet, les gains en température minimale des trois microclimats sont de 2°C par rapport au témoin. Par contre, l'étude n'a pas révélé de différences en température maximale dans les quatre microclimats étudiés. Par ailleurs, le climat engendré par l'écran d'ombrage, la brumisation et le chauffage solaire passif a agi efficacement sur la croissance végétative et la production du melon en assurant une bonne élongation de la tige (2.61m contre 1.97m pour le climat témoin), un grand nombre d'entre-nœuds (28 contre 24 pour le climat témoin) et un rendement précoce estimé à 73% de la production totale avec une précocité de 9 jours par rapport au climat témoin. Les autres climats ont donné des résultats intermédiaires.

## INTRODUCTION

Depuis plus de 20 ans, les productions horticoles ont connu un développement spectaculaire dans la région Souss-Massa. Les abris-serres ont été un atout déterminant dans l'introduction, l'adaptation et la productivité d'espèces végétales d'origine tropicale. En 1994, les superficies protégées se chiffrent à 4961ha, dont 2083 ha de tomate et 810 ha de melon (ORMVA/SM, 1995).

Malgré l'amélioration des rendements, procurée par les abris-serres, ceux-ci présentent Un microclimat fortement dépendant des conditions climatiques externes. De ce fait, les abris-serres jouent leur rôle d'antigel en hiver mais les températures estivales sont excessives à l'intérieur de l'abri. D'un autre côté, l'humidité relative de l'air sous abri affiche souvent une valeur très proche de celle qui règne à l'extérieur.

Actuellement, les abris-serres les plus représentés, aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle du Souss-Massa, sont les abris canariens. Ceux-ci présentent un mode de fixation du film plastique ne garantissant pas l'étanchéité. De plus, la structure de la serre comme chez les autres types de serres ne permet pas l'automatisation des fonctions de gestion du climat à l'intérieur des abris-serres. L'aération est exclusivement manuelle ; dans certains cas de serres bananières, le refroidissement par évaporation est adopté ; le chauffage d'appoint est quasi inconnu.

Cet état de fait rend le climat vulnérable à l'intérieur de l'abri ; il est changeant au gré des changements climatiques observés en plein air. Des conséquences dramatiques ont été enregistrées durant la première décade du mois de juillet 1994. En effet, des vents chauds et secs ont soufflé, de jour comme de nuit, à rythme tel que les cultures sous abris telles que les bananiers ont été gravement endommagées.

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de coopération entre l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II ET la Faculté des sciences Agronomiques de Gembloux. Elle tend à

démontrer le rôle de l'assistance informatique dans l'optimisation des facteurs climatiques sous serre, en vue d'améliorer le rendement qualitatif et quantitatif d'une culture de melon.

## MATERIEL ET METHODES

L'essai s'est déroulé de décembre 1994 à avril 1995 dans la ferme expérimentale du Complexe Horticole d'Agadir. Le climat régional est de type semi-aride. Le sol présente une texture équilibrée avec 48% de sable, 39% de limon et 13% d'argile ; il développe une réaction basique. L'eau présente un taux de résidus secs de 910 mg/l.

La serre de culture est de type "Richel". Elle se compose de 4 compartiments de 160 m<sup>2</sup> chacun. Elle offre de bonnes conditions d'étanchéité grâce à sa couverture plastique en polyéthylène tri-couche, disposée en double - paroi gonflable, et attachée sur le pourtour du toit par un système de clips.

La serre de culture est de type "Richel". Elle se compose de 4 compartiments de 160 m<sup>2</sup> chacun. Elle offre de bonnes conditions d'étanchéité grâce à sa couverture plastique en polyéthylène tri-couche, disposée en double paroi gonflable, et attachée sur le pourtour du toit par un système de clips.

Dans les 4 compartiments de la serre, 4 microclimats différents ont été imposés :

- un climat témoin (T<sub>1</sub>) où aucun artifice de conditionnement de l'air n'a été adopté ;
- un climat (T<sub>2</sub>) où seul un écran d'ombrage est déployé automatiquement lorsque l'ensoleillement à l'extérieur tend à dépasser 800 w/m<sup>2</sup> ;
- un climat (T<sub>3</sub>) où, en plus de l'écran d'ombrage, un système de brumisation entre en fonction dès que le taux d'humidité relative sous serre devient inférieur à 50% ;
- un climat (T<sub>4</sub>) où, en plus de l'écran et de la brumisation, un système de chauffage solaire passif est disposé le long des lignes de culture. Il consiste en des boyaux plastiques transparents et remplis d'eau, jouant le rôle d'accumulation de chaleur solaire le jour et le distributeur la nuit.

Les 4 compartiments bénéficient en outre d'un système d'aération automatisé dès que la température de l'air tend à dépasser la valeur de 35°C sous serre. L'aération consiste en l'ouverture de 50% de la toiture selon des pas variant en fonction des consignes. Ce système d'ouverture facilite par ailleurs les déplacements des abeilles, agent de pollinisation indispensable à la culture de melon. D'un autre côté, l'écran d'ombrage joue également le rôle d'écran thermique la nuit. L'irrigation localisée et la fertigation sont également automatisées mais leur gestion est uniforme pour les 4 enceintes de serre.

Le système d'automatisme du climat fait appel aux données météorologiques enregistrées à la fréquence d'une fois toutes les trois minutes, grâce à une station météo compacte installée sur le toit du local abritant l'ordinateur et au moyen de sondes de mesure disposées dans les 4 compartiments. Une centrale d'acquisition reçoit toutes les données mesurées à l'extérieur (rayonnement solaire, température, humidité relative, vitesse et direction du vent) et à l'intérieur de la serre (température et hygrométrie). Une fois centralisées, ces données sont analysées par l'ordinateur et gérées en fonction des consignes imposées dans l'expérimentation. L'ordinateur est équipé du logiciel CIFO conçu par la société Lien (1993).

Le matériel végétal utilisé est une culture de melon, variété "ALMA", d'obtention Sluis and Groot. C'est un hybride F1 dont le fruit est vert, tournant au jaune à maturité ; la chair est verte. Le semis a été réalisé à la mi-novembre 1994, selon une densité de 2.35 plants/m<sup>2</sup>. La culture a été conduite de façon conventionnelle en matière de taille, d'arrosage, de fertigation et d'entretien phytosanitaire. Les plans sont disposés selon un dispositif expérimental appelé pseudo-blocs aléatoires complets. Les facteurs étudiés sont les 4 microclimats résultats dans les 4 enceintes.

Dans chaque compartiment, 6 répétitions sont définies sous formes de blocs, pour contrôler une éventuelle hétérogénéité. Une unité expérimentale est composée de 20 plants, sur lesquels

- la consommation en eau et en éléments fertilisants ;
- la croissance en hauteur
- les composants de rendement (floraison, nouaison et calibre des fruits)
- les rendements précoce, non précoce et global

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Températures et humidités

#### Evolution des températures minimales

La figure 1 trace l'évolution de la température minimale mesurée au cours du mois de janvier sous serre Richel, en comparaison avec un abri de type tunnel et par rapport au plein air : C'est le climat du compartiment 4 qui est cité comme référence.

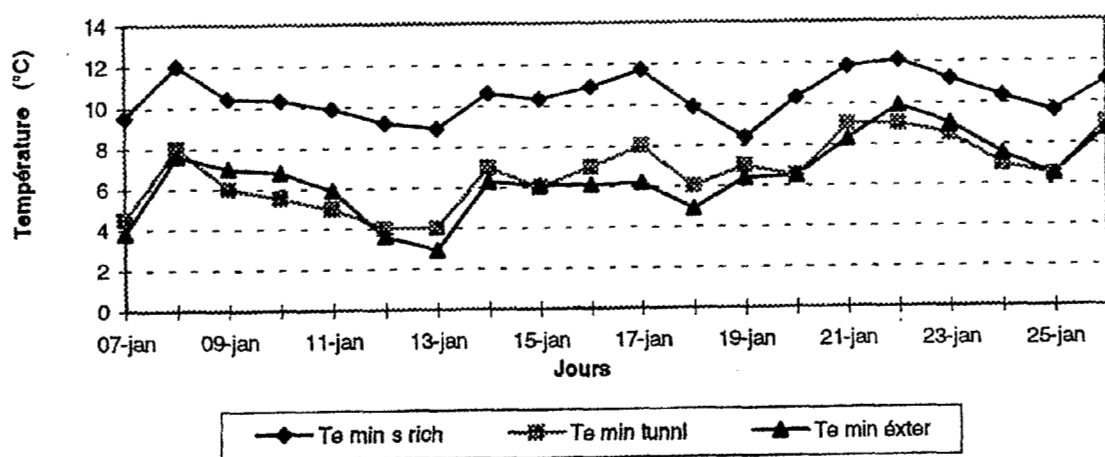


Figure 1. Evolution des températures minimales sous serre Richel, sous tunnel sous serre Tombarello et à l'extérieur pendant le mois de janvier 95.

Ainsi, La moyenne des températures minimales de l'air, enregistrées au cours du mois de janvier 95 est de 10,4°C, 6.7°C et 6.5°C, respectivement sous serre Richel, sous tunnel et à l'extérieur. Quand aux valeurs minimales absolues au cours de la m

#### Evolution des températures maximales

La moyenne des températures maximales de l'air enregistrées dans les 4 compartiments correspondants aux 4 climats étudiés, durant la période allant du 20.12.94 au 13.4.95, était de 32.6°C, 32.7°C, 32.4°C, 32.8°C, respectivement aux traitements 1,2,3 et 4. Et cette évolution identique de la température maximale est le résultat de l'automatisation de l'aération, selon une valeur de consigne identique pour tous les compartiments.

En comparant la serre Richel à l'abris tunnel, à la serre Tombarello, et à l'extérieur (figure 2), la température maximale de l'air affiche les valeurs respectives de 33.9°C, 42.0°C, 40.3°C et 30.2°C. Le tunnel est donc l'abris le plus exposé à l'élévation de la température maximale.

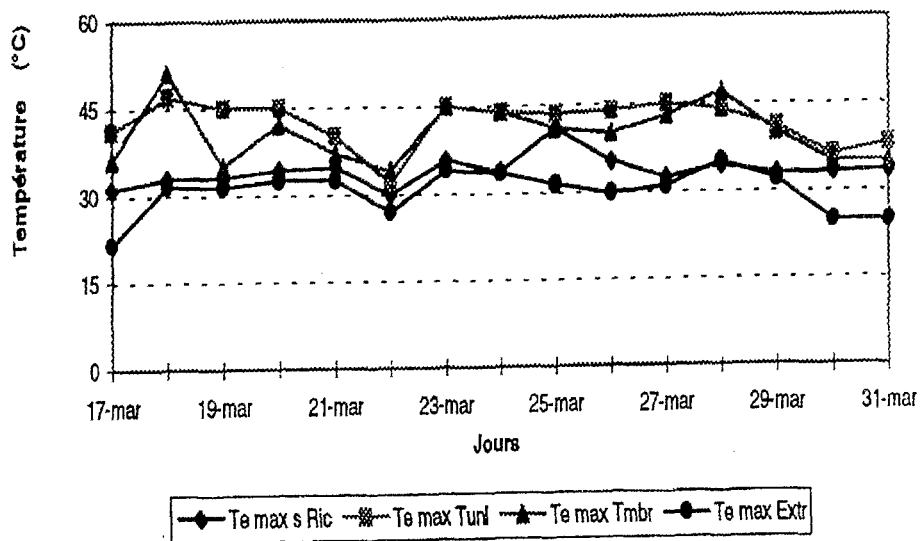


Figure 2. Evolution des températures maximales sous serre Richel, sous tunnel, sous serre Tombarello et à l'extérieur pendant le mois de mars 95.

Evolution de l'hygrométrie minimale

La figure 3 illustre l'évolution de l'humidité relative de l'air sous serre Richel, sous abri-tunnel et en plein air.

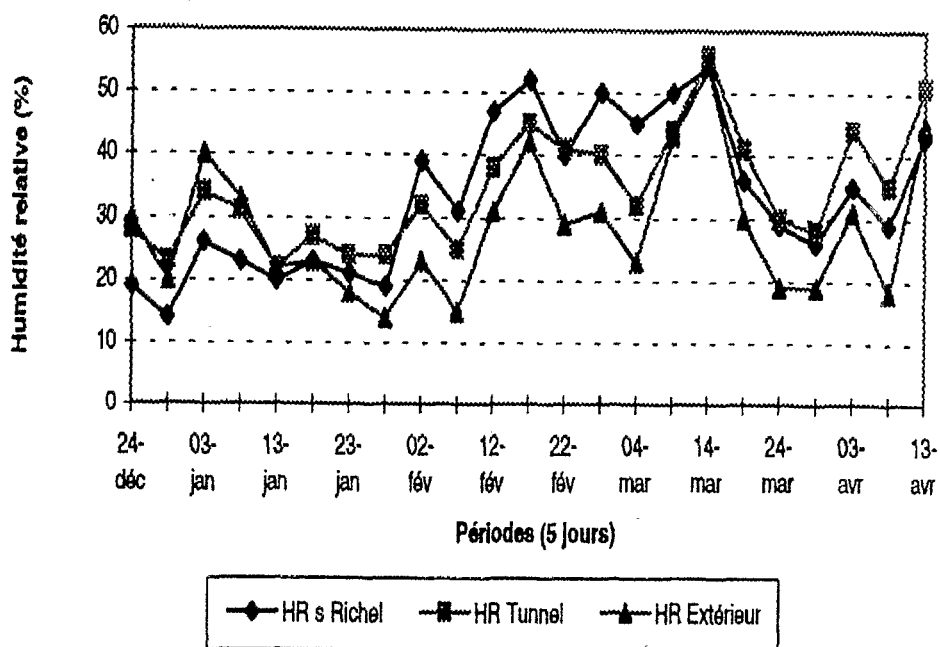
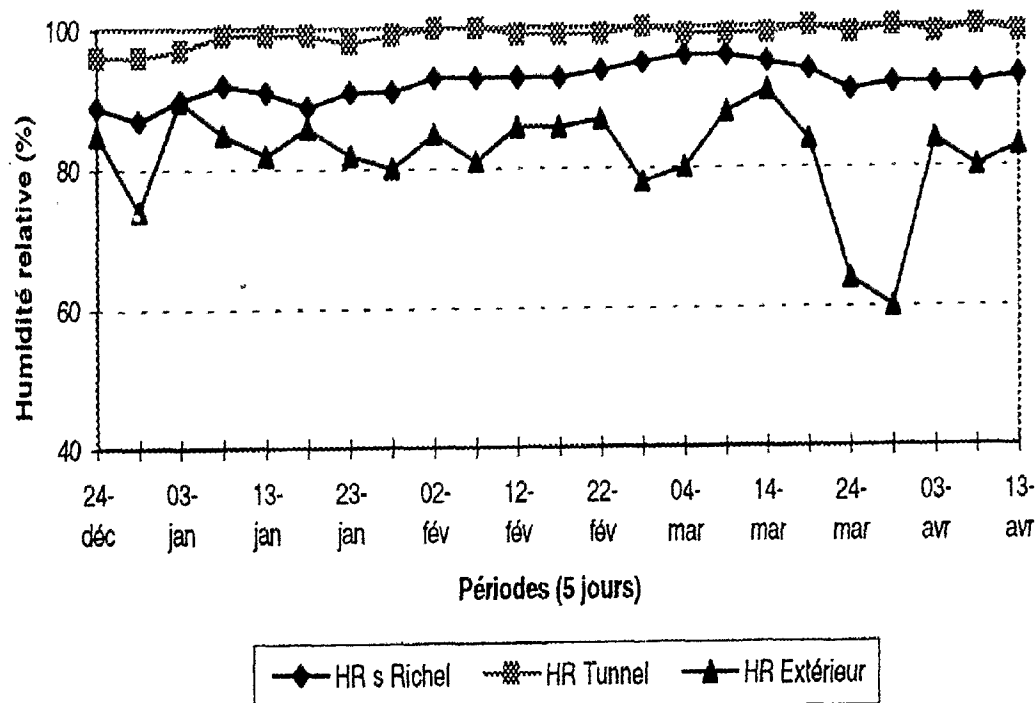


Figure 3. Evolution de l'humidité relative minimale sous serre Richel, sous tunnel et à l'extérieur

Ainsi, l'hygrométrie mesurée sous serre Richel est faible en début de culture, à une période où l'automatisme de la brumisation n'était pas actionné pour éviter l'apparition de maladies cryptomatiques sur les feuilles. Au fur et à mesure du développement de la culture, le degré hygrométrique s'accroît. En conditions de plein air, l'humidité relative minimale très fluctuante par rapport aux conditions de serre.

### Evolution de l'hygrométrie maximale

La figure 4 montre la tendance d'évolution de l'humidité relative maximale mesurée sous serre Richel, sous tunnel et à l'extérieur.



**Figure 4. Evolution de l'humidité relative maximale sous serre Richel, sous tunnel et à l'extérieur**

Cette donnée présente une évolution compatible avec la culture de melon par le jeu de l'automatisme de la fonction séchage, qui permet l'ouverture de la serre pour évacuer la vapeur d'eau accumulée pendant la nuit. Notons que tunnel affiche un taux d'humidité relative maximale proche de la saturation tout au long de l'essai. D'un autre côté les conditions de plein air montrent une certaine fluctuation de ce taux, avec une chute très brutale observée en fin mars et aux vents d'Est. Chauds et secs.

### EXEMPLE DE JOURNEES -TYPES DE REGULATION CLIMATIQUE

Pour illustrer le rôle de la régulation automatisée dans le maintien des paramètres climatiques à des valeurs données à l'intérieur de la serre, deux journées-types ont été choisies successivement en période froide et en période chaude.

### Cas d'une journée fraîche

Les graphiques de la figure 5 montrent l'effet de l'automatisation des ouvrants sur l'évolution de la température et de l'humidité relative à l'air, au cours de la journée du 7.1.95, dans le compartiment 4 de la serre.

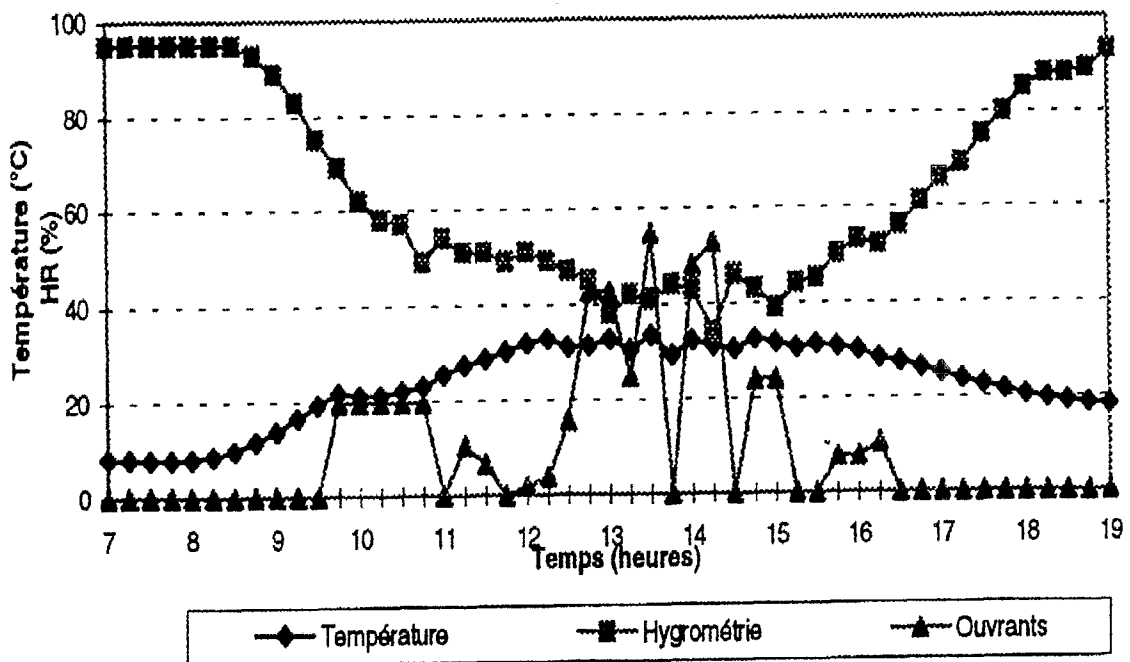


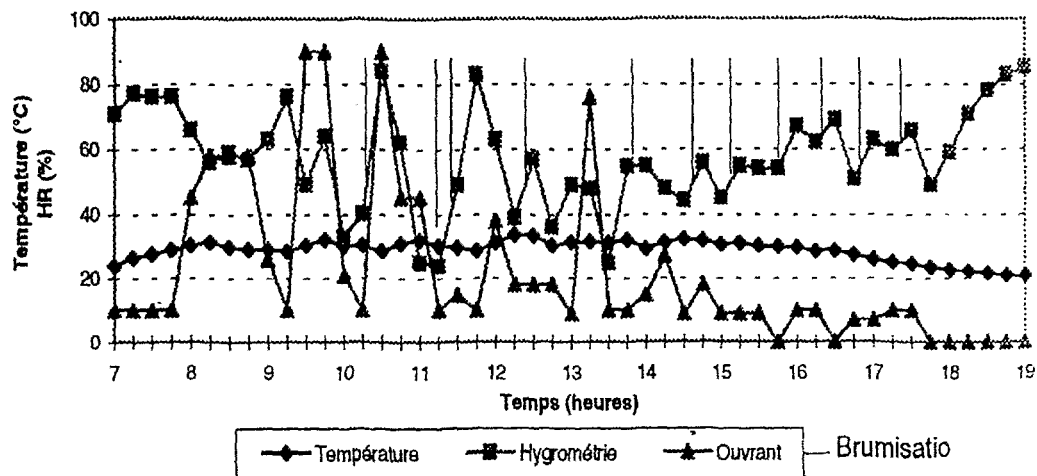
Figure 5. Evolution de la température et de l'humidité suite aux mouvements d'ouverture et de fermeture des ouvrants durant la journée du 7-1-95.

Il apparaît qu'après le lever du soleil, l'augmentation de la température s'accompagne d'une chute de l'hygrométrie. Cette tendance est accentuée par l'ouverture à 10% du toit de la serre pour assurer la fonction de séchage. Au milieu de la journée, les ouvrants s'ouvrent automatiquement de 50% à 80% de l'ouverture maximale pour stabiliser la température sous serre autour de la valeur de consigne et était de 35°C.

### Cas d'une journée chaude

L'exemple de la journée du 26.3.95 a été choisi à cause d'une vague de chaleur exceptionnelle qui servi pendant cette journée du fait d'un vent d'Est chaud et sec (figure 6)

Pour maintenir la température à une valeur proche de la consigne, le mouvement des ouvrants présente une tendance en dents de scie pour illustrer l'effort déployé par l'automatisation dans la régulation de la température. D'un autre côté, la brumisation est déclenchée automatiquement selon une fréquence élevée pour prévenir toute chute de l'hygrométrie en dessous du seuil consigné de 50 %.



**Figure 6. Evolution de la température et de l'humidité relative suite à l'action automatisée de l'aération et de la brumisation, au cours de la journée du 26-3-95, dans le compartiment 4**

## RENDEMENT DE LA CULTURE

Le tableau 1 présente une synthèse des composantes du rendement, établi en regroupant les récoltes de première et de deuxième vague de melon.

**Tableau 1. Composantes du rendement de melon et rendement global obtenu sous les 4 microclimats étudiés**

Microclimat	Composantes du rendement		
	Poids des fruits (kg/plant)	Nombre de fruit par plant	Poids moyen de 1 fruit (kg)
1	2.54 ± 0.28 AB	2.94 ± 0.13 A	0.863 ± 0.09 AB
2	2.24 ± 0.24 B	2.84 ± 0.16 A	0.789 ± 0.07 B
3	2.48 ± 0.21 AB	2.83 ± 0.22 A	0.879 ± 0.09 AB
4	2.94 ± 0.53 A	2.98 ± 0.31 A	0.982 ± 0.09 A
<b>Moyenne</b>	<b>2.55 ± 0.25</b>	<b>2.90 ± 0.06</b>	<b>0.878 ± 0.07</b>

Les chiffres suivis de la même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil de 0.05

### Nombre moyen de fruits par plant

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre le nombre moyen de fruits par plant selon les différents traitements. Ce nombre se situe à  $2.94 \pm 0.13$  ;  $2.84 \pm 0.16$  ;  $2.83 \pm 0.22$  et  $2.98 \pm 0.31$ , respectivement pour les compartiments 1,2,3 et 4.

Benamar (1992), en étudiant l'effet du chauffage solaire passif combiné à une double paroi dans le cadre d'un sujet sur l'amélioration du climat de la serre a trouvé que le nombre moyen de fruits par plant était de 3.52 à 4.93.

De même, Touimy et Oukhiti (1993), en comparant la culture de melon en plein sol avec le melon en hors-sol dans le cadre d'une étude des substrats dans le Souss, ont trouvé un nombre moyen de fruits par plant de 3.22 sur perlite, contre 1.85 en plein sol.



Ces résultats antérieurs nous permettent de conclure que le nombre moyen de fruits par plant de 3.22 sur perlite, contre 1.85 en plein sol.

Ces résultats antérieurs nous permettent de conclure que le nombre moyen de fruits par plant du melon pour le présent travail se situe dans les normes trouvées dans la région.

**Poids moyen d'un fruit**

Le tableau 1 donne le poids moyen des fruits pour les quatre traitements (Kg/fruit) :

0.863 ± 0.09 ; 0.789 ± 0.07; 0.879 ± 0.09 et 0.982 ± 0.09 respectivement pour les traitements 1,2,3 et 4.

Comme on s'attendait, c'est dans le traitement 4 (chauffage solaire passif combiné à la brumisation et à l'écran d'ombrage) qu'on a obtenu les plus gros fruits. Ce traitement a permis d'élever le poids moyen du fruit de 0.119 Kg par rapport aux fruits produits dans le traitement 1; de 0.193 à 0.103 Kg par rapport aux traitements 2 et 3.

Le résultat précédent peut être expliqué par la température minimale qui était améliorée en partie par le chauffage solaire passif, ainsi que l'orientation du compartiment 4 lui favorisant un maximum d'ensoleillement du côté Ouest de la serre.

**Rendement global**

Le tableau 2 illustre les rendements précoces moyens pour les quatre traitements. Ils étaient de 3.901kg/ m<sup>2</sup>; 3.831 Kg/m<sup>2</sup> ; 4.066Kg/m<sup>2</sup> et 5.053Kg/m<sup>2</sup>, respectivement pour les traitements 1,2,3 et 4. Ces moyennes montrent que le traitement 4 a donné un rendement précoce supérieur de 1.152 Kg/m<sup>2</sup> à celui, du traitement témoin . De même, le traitement 2 a donné le rendement précoce le plus faible par rapport aux autres traitements.

**Tableau 2. Rendement précoce, non précoce et rendement global, pour les quatre traitement étudiés**

Traitements	Rendement précoce (kg/m <sup>2</sup> )	Rendement non précoce(kg/m <sup>2</sup> )	Rendement total (kg/m <sup>2</sup> )
1	3.901	2.068	5.969 AB
2	3.831	1.434	5.264 B
3	4.066	1.763	5.828 AB
4	5.053	1.857	6.909 A
Rendement moyen (kg/m <sup>2</sup> )	<b>4.213</b>	<b>1.781</b>	<b>5.993</b>

Les chiffres suivis de la même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil 0.05.

L'automatisation informatisée du climat de la serre a contribué à la mise en évidence de l'efficacité des moyens d'amélioration du microclimat sous serre.

Aourchane (1990) en travaillant sur le chauffage d'appoint sur melon dans le Souss a trouvé des rendements précoces de 2.17Kg/m<sup>2</sup> sous serre non chauffée.

Bennamar (1996), a trouvé dans le cadre d'une étude sur les moyens d'amélioration du climat de la serre chauffé et son influence sur la culture du melon que les rendements précoces étaient de 4.08Kg/m<sup>2</sup> et 1.97Kg/m<sup>2</sup>, respectivement pour la serre à climat amélioré par le chauffage solaire passif associé à la paroi double et la serre témoin.

A la lumière de ces résultats, on constate que le rendement précoce obtenu dans le cadre du présent travail est supérieur dans le traitement 4 bénéficiant du chauffage solaire passif combiné à la brumisation, que ceux obtenus par Benamar (1992) et Aourchane (1990).

Cette différence du rendement précoce en faveur du présent travail s'explique par le fait que, la culture du melon sous serre Richel était dans de bonnes conditions de croissance et de développement. L'étanchéité de la serre et la régulation des températures et des humidités relatives semblent favoriser les conditions climatiques sous serre Richel.

D'après le tableau 2, on constate également que le rendement total est de moyen 5.969Kg/m<sup>2</sup>; 5.264Kg/m<sup>2</sup> ; 5.829Kg/m<sup>2</sup>, respectivement par les traitements 1,2,3 et 4.

Ces résultats montrent que le traitement 4 a donné le meilleur rendement global avec une différence de 0.94Kg/m<sup>2</sup> par rapport au traitement 1.

Le rendement moyen du traitement 1 est supérieur aux traitements 2 et 3.

En somme, le microclimat du compartiment 4 explique ce gain sur le rendement total moyen obtenu dans le compartiment bénéficiant de la brumisation, de l'écran d'ombrage et du chauffage solaire passif.

Le rendement total moyen produit dans les quatre compartiments est de 5.993 Kg/m<sup>2</sup>. Ce qui revient à un rendement moyen de 60T/ha. Le rendement moyen régional est autour de 45T/ha (ORMVA/SM, 1995).

## CONCLUSION

En plus des qualités intrinsèques de la serre Richel, la gestion assistée par ordinateur du climat de la serre a permis une meilleure adéquation entre les données climatiques et les exigences de la culture.

L'utilisation combinée de l'écran d'ombrage, de la brumisation et du chauffage solaire passif a engendré un accroissement de près de 13% du rendement global et une meilleure précocité des récoltes. La consommation en eau a atteint à peine 186mm en 115 jours de culture, soit une économie de 30 à 40% par rapport à une serre ordinaire. Les minéraux sont également utilisés avec une efficacité supérieure à 90%.

Il reste aux serristes de considérer le coût économique de l'installation, en adoptant le matériel informatique à une grande superficie et par mise en culture d'espèces végétales de haute valeur ajoutée. Il s'ensuit un amortissement relativement rapide des investissements lourds de départ.

## REFERENCES

**ORMVA/SM, (1995)**. Rapport d'activité sur les cultures sous serre dans la région du Souss-Massa, Publication interne, AGADIR

**Lien, (1993)**. Le logiciel de gestion du climat de la serre. Electronique et Informatique Nouvelle. ZA LAVAGNON DO 123.

**Benamar M.(1992)**. Nouvelles méthodes d'amélioration du climat de la serre d'une culture de melon dans le souss. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle. IAV Hassan II, 100pp.

**Touimy A. et Oukhiti N., (1993).** Etude comparative d'une culture de melon conduite sur perlite et en plein sol. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle. IAV Hassan II, 100pp.

**Aourchane S., (1990).** Effet du chauffage d'appoint sur deux variétés de melon sous serre dans le souss. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle. IAV Hassan II, 95pp.