Estimation des besoins d'aération des serres en Grèce

N. Krikis, C. Kittas

► To cite this version:

N. Krikis, C. Kittas. Estimation des besoins d'aération des serres en Grèce. *Agronomie*, 1986, 6 (7), pp.629-632. hal-00884918

HAL Id: hal-00884918

<https://hal.science/hal-00884918>

Submitted on 1 Jan 1986

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Estimation des besoins d'aération des serres en Grèce

C. KITTAS

avec la collaboration technique de N. KRIKIS

Centre de Recherches Agronomiques du Péloponnèse et d'Epire, G 26110 Patras

RÉSUMÉ

Un modèle empirique est proposé pour l'estimation du taux horaire de renouvellement d'air à assurer afin de limiter l'échauffement à l'intérieur d'une serre.

L'application de ce modèle à la Grèce conduit à considérer qu'un taux horaire de renouvellement d'environ 50 permet de limiter l'échauffement intérieur à 5 °C au-dessus de la température du plein air au printemps.

Mots clés additionnels : *Climatisation, ventilation.*

SUMMARY

Estimation of ventilation requirements for greenhouses in Greece.

An empirical model is proposed for estimating ventilation requirements for greenhouses from calculated values of maximal incoming solar radiation. In Greece, at least for spring crops, it seems that a ventilation rate of about 50 volumes per hour is enough to control indoor climate and maintain inside temperatures not higher than 5 °C above the open.

Additional key words : *Climate control, ventilation rate.*

I. INTRODUCTION

Une tendance à retarder les calendriers culturaux sous serres se manifeste à l'heure actuelle en Grèce pour limiter le recours au chauffage. Assez tôt en saison, comme dans toutes les régions méditerranéennes, la clémence naturelle des températures et l'intensité du rayonnement solaire provoquent alors, à l'intérieur des serres, des échauffements excessifs en milieu de journée. Les techniques d'aération statique ou de ventilation dynamique sont les premières à mettre en œuvre pour tenter de maintenir les températures dans une gamme supportable par les cultures. Encore convient-il d'avoir une idée du besoin de ventilation pour dimensionner correctement les ouvrants et choisir judicieusement la puissance des extracteurs d'air.

C'est dans cette optique que, nous basant sur des travaux antérieurs (KITAS, 1980) qui nous permettaient d'estimer la température spontanée de l'air à l'intérieur d'une serre, nous avons voulu fournir un modèle d'estimation des besoins de ventilation à partir de données climatiques facilement accessibles.

II. ESTIMATION DES BESOINS D'AÉRATION

A. La température spontanée de l'air en période diurne

Le climat qui s'établit spontanément à l'intérieur d'une serre se différencie de celui du plein air en raison des perturbations apportées par la paroi aux échanges entre le sol ou son couvert et son environnement. La température spontanée de l'air, communément reconnue comme caractéristique du climat de la serre, est la résultante du bilan d'énergie s'établissant sous l'abri.

De récents travaux (KITAS, 1980) nous ont permis d'établir un modèle empirique d'estimation de la température spontanée de l'air en période diurne qui peut être considéré comme une représentation simplifiée du bilan d'énergie, pour le cas particulier d'une serre dont le sol, non cultivé, demeurerait nu et sec :

$$T_{as} = T_{ae} + \frac{aG + bD_G + c}{1 + du^{0.8} + eR} \quad (1)$$

expression dans laquelle

Tas = température spontanée de l'air à l'intérieur de la serre °C
 Tae = température de l'air à l'extérieur °C
 G = rayonnement solaire global à l'extérieur de la serre W.m⁻²
 D_G = variation de G au cours de la dernière demi-heure W.m⁻²
 u = vitesse du vent (environ 1 m au-dessus de la serre) m.s⁻¹
 R = taux horaire de renouvellement de l'air h⁻¹
 a, b, c, d, e : paramètres d'ajustement pour lesquels ont été trouvées les valeurs a = 0,031, b = - 0,017, c = 2,64, d = 0,085, e = 0,055.

Le terme aG + c représente l'apport énergétique au sol, d'origine essentiellement solaire, tandis que le terme bD_G correspond à l'inertie introduite par les accumulations et restitutions de chaleur du sol.

Le terme 1 + du^{0.8} correspond aux déperditions d'énergie dues aux fuites et aux échanges par conduction-convection au niveau de la paroi.

Le terme eR représente la participation du renouvellement volontaire de l'air de la serre au bilan d'énergie du système.

B. Modèle d'estimation des besoins de ventilation

Les performances de ce modèle empirique d'estimation des températures d'air à l'intérieur des serres sont suffisamment bonnes pour autoriser son emploi en sens inverse, c'est-à-dire pour l'estimation du taux horaire de renouvellement volontaire de l'air de la serre susceptible de maintenir en dessous d'une certaine valeur l'écart de température ΔT = Tas - Tae (CHIAPALE *et al.*, 1984). Il vient alors :

$$R = \frac{1}{e} \left[\frac{aG + bD_G + c}{Tas - Tae} - (1 + du^{0.8}) \right] \quad (2)$$

relation qui permet de calculer le taux horaire de renouvellement de l'air à partir de données climatiques facilement accessibles.

En nous plaçant dans les conditions climatiques les plus difficiles, nous pourrions donc définir un taux maximal de renouvellement d'air permettant le dimensionnement des systèmes d'aération ou de ventilation :

— nous prendrions en compte la valeur maximale du rayonnement solaire : G = G_{max} à 12 h 00 temps solaire vrai et négligerons donc le terme d'inertie bD_G ;

— nous supposons le vent nul et négligerons donc le terme du^{0.8}. Il vient alors l'expression :

$$R_{\max} = \frac{1}{e} \left[\frac{aG_{\max} + c}{\Delta T} - 1 \right] \quad (3)$$

Compte tenu des valeurs des paramètres d'ajustement, l'expression devient :

$$R_{\max} = \frac{0,56 G_{\max} + 48}{\Delta T} - 18. \quad (4)$$

Quand la serre est cultivée, des phénomènes évaporatoires interviennent qui augmentent la part « cha-

leur latente » dans l'accroissement d'enthalpie de l'air de la serre et limitent donc son échauffement. Différents auteurs ont tenté d'estimer le poids du terme d'évapotranspiration dans le bilan d'énergie de la serre :

— GARZOLI & BLACKWELL (1973) estiment que chaleur sensible et chaleur latente participent de manière équivalente à l'accroissement d'enthalpie de l'air de la serre.

— IWAKIRI & UCHIJIMA (1971) considèrent que, pour un même échauffement intérieur, les besoins de ventilation sont réduits de moitié sous une serre cultivée par rapport à ceux d'une serre au sol nu et sec.

Des travaux antérieurs de l'équipe de la Station de Bioclimatologie d'Avignon (DE VILLELE, 1972), confirmés par ailleurs, nous amènent à considérer que la quantité d'énergie mise en jeu dans l'évapotranspiration sous serre peut s'estimer à partir de la relation :

$$L.ETP_s = 0,67.t.G \quad (5)$$

expression dans laquelle

L = chaleur latente de vaporisation
 ETP_s = évapotranspiration potentielle sous serre
 t = coefficient de transmission de la couverture de la serre
 G = rayonnement solaire global à l'extérieur de la serre.

Dans les conditions habituelles de mise en œuvre des matériaux de couverture des serres, on peut retenir que t ≈ 0,65. Ceci revient à admettre que :

$$L.ETP_s \approx 0,44 G \quad (6)$$

Cette énergie, mobilisée par les phénomènes évaporatoires, est à déduire de celle susceptible de contribuer à l'échauffement de l'air de la serre.

Dans le cas d'une serre cultivée où la culture n'est soumise à aucun rationnement dans son alimentation en eau, l'estimation du besoin de ventilation correspondrait donc à :

$$R_{\max} = \frac{0,56(1 - 0,44) G_{\max} + 48}{\Delta T} - 18 \quad (7)$$

soit

$$R_{\max} = \frac{0,31 G_{\max} + 48}{\Delta T} - 18. \quad (8)$$

Il apparaît donc bien — au vu des expressions (4) et (8) — qu'il est plus facile de contrôler l'échauffement à l'intérieur d'une serre cultivée que sous une serre où n'intervient aucun phénomène évaporatoire. C'est ainsi que dans le Péloponnèse où, au début avril, G_{max} ≈ 870 W.m⁻², l'échauffement par rapport à la température extérieure est seulement de 4,5 °C environ si la serre est cultivée, mais atteint 8 °C si le sol reste nu et sec, pour un même taux de renouvellement de 50 h⁻¹. L'utilisation des relations (4) et (8) pour différents niveaux de rayonnement solaire permet donc d'estimer les taux de renouvellement d'air à atteindre pour maîtriser les températures diurnes à l'intérieur des serres (fig. 1 et 2). L'estimation des besoins de ventilation pour la Grèce suppose que l'on puisse aisément accéder à des valeurs de G_{max}.

Figure 1

Variation du taux de renouvellement d'air à assurer pour limiter l'échauffement à l'intérieur d'une serre en fonction du rayonnement solaire dans le cas d'un sol nu et sec.

Variation of the air exchange rate required to control indoor temperature for different values of solar radiation. Uncultivated greenhouse with dry soil conditions.

Figure 2

Variation du taux de renouvellement d'air à assurer pour limiter l'échauffement à l'intérieur d'une serre en fonction du rayonnement solaire dans le cas d'une serre cultivée, bien arrosée.

Variation of the ventilation rate required to control indoor temperature for different values of solar radiation. Cultivated greenhouse, well irrigated.

C. Modèle d'estimation du rayonnement solaire global

Pour les besoins de nos estimations, il est tout à fait justifié de recourir à la formule d'approximation ci-après (PERRIN DE BRICHAMBAUT, 1975) :

$$G_{\max} (W.m^{-2}) = 1\,130 (\sin h_{\max})^{1,15} \quad (9)$$

expression dans laquelle

$h_{\max}$ = hauteur angulaire du soleil à 12 h 00 TSV,
 $\sin h_{\max} = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta$,
 ϕ = latitude du lieu,
 δ = déclinaison du soleil =
 $= 23,45 \sin \left(360 \times \frac{284 + n}{365} \right)$,
 n = numéro d'ordre du jour dans l'année.

L'utilisation de ce modèle d'estimation conduit aux valeurs figurant au tableau 1.

TABLEAU 1

Valeurs estimées du rayonnement solaire global maximal $G_{\max}$ ($W.m^{-2}$) en fonction de la latitude (à 12 h 00 TSV).
 Estimation of the maximum global solar radiation, $G_{\max}$ ($W.m^{-2}$) in relation to latitude (at 12.00).

	15 janvier	15 avril	15 juillet	15 octobre
Lat 40°N	487	951	1 063	686
Thessalonique 40°33				
Lat 38°N	522	973	1 076	718
Athènes 37°58				
Kalamata (Péloponnèse) 37°				
Lat 36°N	557	993	1 088	749
Ierapetra (Crète) 35°				
Lat 34°N	592	1 013	1 099	780

D. Résultats des estimations de besoins de ventilation

Compte tenu de la relativement faible variabilité géographique du rayonnement solaire aux saisons où les échauffements à l'intérieur des serres deviennent excessifs, nous nous sommes borné à donner les résultats des estimations des besoins moyens de ventilation pour la Grèce (tabl. 2).

TABLEAU 2

Estimation des besoins de ventilation en Grèce pour une serre cultivée, bien irriguée.
 $R_{\max}$ = taux horaire de renouvellement d'air à assurer.
 Estimation of the ventilation requirements in Greece for a well watered, cultivated greenhouse.
 $R_{\max}$ = ventilation rate (volume per hour) to be ensured.

Echauffement admissible	15 janvier	15 avril	15 juillet	15 octobre
2,5 °C	$R_{\max} = 65$	123	135	90
5 °C	25	55	60	35
10 °C	5	15	20	10
15 °C	0	5	5	0

Des taux horaires de renouvellement d'air de la serre de l'ordre de 50 à 60 semblent devoir permettre de limiter pratiquement l'échauffement d'une serre à environ 5 °C au-dessus de la température extérieure. Ceci doit autoriser, au moins dans les zones littorales, une maîtrise satisfaisante des températures sous serres jusqu'à mi-mai.

III. CONCLUSION

En Grèce, comme dans l'ensemble des zones méditerranéennes, l'intensité du rayonnement solaire interdit l'obtention de produits de qualité en culture sous serre pendant plusieurs mois de l'année. La maîtrise des températures peut être assurée par ventilation, statique ou dynamique. L'estimation de besoins de ventilation, même approximative, devrait permettre d'éviter les grosses erreurs de conception qui sont encore fréquentes. Compte tenu des résultats obtenus par ailleurs, il semble qu'une aération statique correctement

conçue puisse conduire à des taux horaires de renouvellement d'air suffisants pour des cultures précoces de printemps. Au-delà, il conviendra de faire appel à la ventilation dynamique et aux écrans d'ombrage.

Reçu le 20 novembre 1984.

Accepté le 14 mars 1986.

REMERCIEMENTS

Que R. BRUN et J. LAGIER trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour l'accueil qu'ils m'ont réservé à la Station expérimentale du Mas Blanc à Alenya. C'est là qu'ont été conduites les premières études sur la ventilation des serres dont ce travail est une suite logique que nous espérons utile aux constructeurs de serres.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Chiapale J. P., Kittas C., de Villele O., 1984. Estimation des besoins de ventilation d'une serre plastique. *Acta Horticulturae*, 154, « *Plastics in mediterranean regions* », 257-266.

Garzoli K., Blackwell J., 1973. The response of a glasshouse to high solar radiation and ambient temperature. *J. Agr. Eng. Res.*, 18, 205-216.

Iwakiri S., Uchijima Z., 1971. Temperature regime and heat transfer in a glasshouse at the daytime. *J. Agr. Meteorol. Jap.*, 26, 197-207.

Kittas C., 1980. *Contribution théorique et expérimentale à l'étude du bilan d'énergie des serres*. Thèse Doct. Ing., Univ. Perpignan, 161 p.

Ferrin de Brichambaut C., 1975. *Estimation des ressources énergétiques solaires en France*. Suppl. Cahier AFEDES n° 1, Editions européennes Thermiques et Industrie, Paris.

De Villele O., 1972. Besoins en eau des cultures sous serre. *Acta Horticulturae*, 35, « *Water supply under glass and plastics* », 123-130.