

juin 20 1994

50376
1994
131-2

N° d'ordre : 1333

50376
1994
131-2

THESE



présentée à
L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
spécialité
LASERS, MOLECULES, RAYONNEMENT ATMOSPHERIQUE

par
Artemio PLANA FATTORI

**SIMULATION DE L'IMPACT DE L'AEROSOL DESERTIQUE
SUR LES TEMPERATURES DE SURFACE DU SOL ET SUR
LES LUMINANCES EMERGENTES DE LA PLANETE DANS
LA REGION SPECTRALE 10,5-12,5 MICRONS.
APPLICATION A L'INTERPRETATION DE L'IMAGERIE
METEOSAT-IR
(Volume II - Figures et Références)**

soutenue le 13 Juin 1994 devant la commission d'examen:

Mme.	J. LENOBLE	Professeur, Université de Lille I	Président
M.	J. H. JOSEPH	Professeur, Tel Aviv University	Rapporteur
M.	G. CAUTENET	Professeur, Université de Clermont-Ferrand II	Rapporteur
M.	J.-J. MORCRETTE	Chargé de Recherches, CNRS, ECMWF (Reading, UK)	Membre
M.	D. TANRE	Directeur de Recherches, CNRS, Univ. Lille I	Membre
M.	M. LEGRAND	Professeur, Université de Lille I	Membre

**U.F.R. de Physique Fondamentale
LABORATOIRE D'OPTIQUE ATMOSPHERIQUE**

SOMMAIRE (Volume II – Figures et Références)

- **Chapitre 1 –
Introduction** p.1

- **Chapitre 2 –
Obtention de Cycles Diurnes Reproductibles avec un Modèle Météorologique de
Mésos-Echelle** p.7

- **Chapitre 3 –
Impact de l'Aérosol Désertique sur le Bilan Radiatif au Sol et sur les Profils de
Température** p.27

- **Chapitre 4 –
Impact de l'Aérosol Désertique sur les Luminances Emergentes de la Planète à
10.5 – 12.5 μm : Simulations avec le Code LOWTRAN-7** p.55

- **Chapitre 5 –
Estimation du Contenu en Aérosol Désertique par l'Interprétation Quantitative de
l'Imagerie METEOSAT-IR** p.78

- **Références** p.90

- **Acronymes** p.112

Chapitre 1 – Introduction

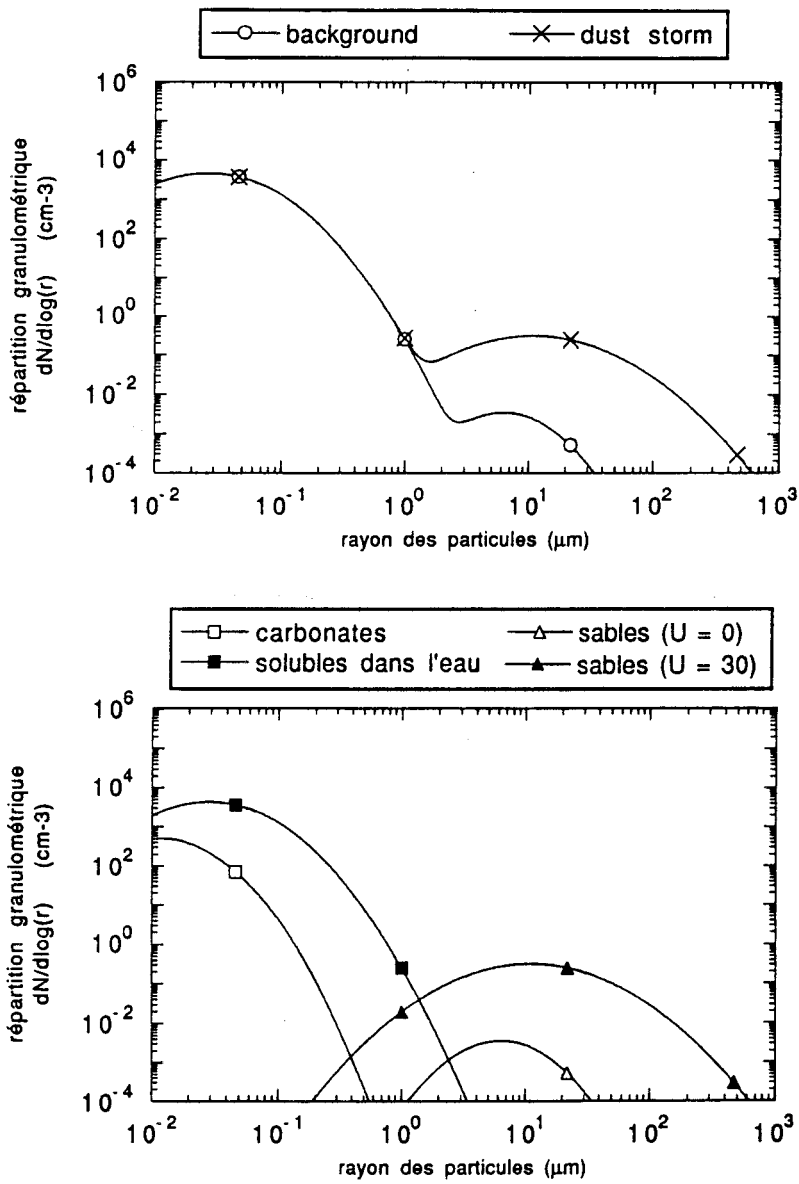


Figure 1.1: répartitions granulométriques associées aux deux modèles extrêmes d'aérosol désertique de Longtin *et al.* (en haut), et les répartitions associées aux composantes (en bas).



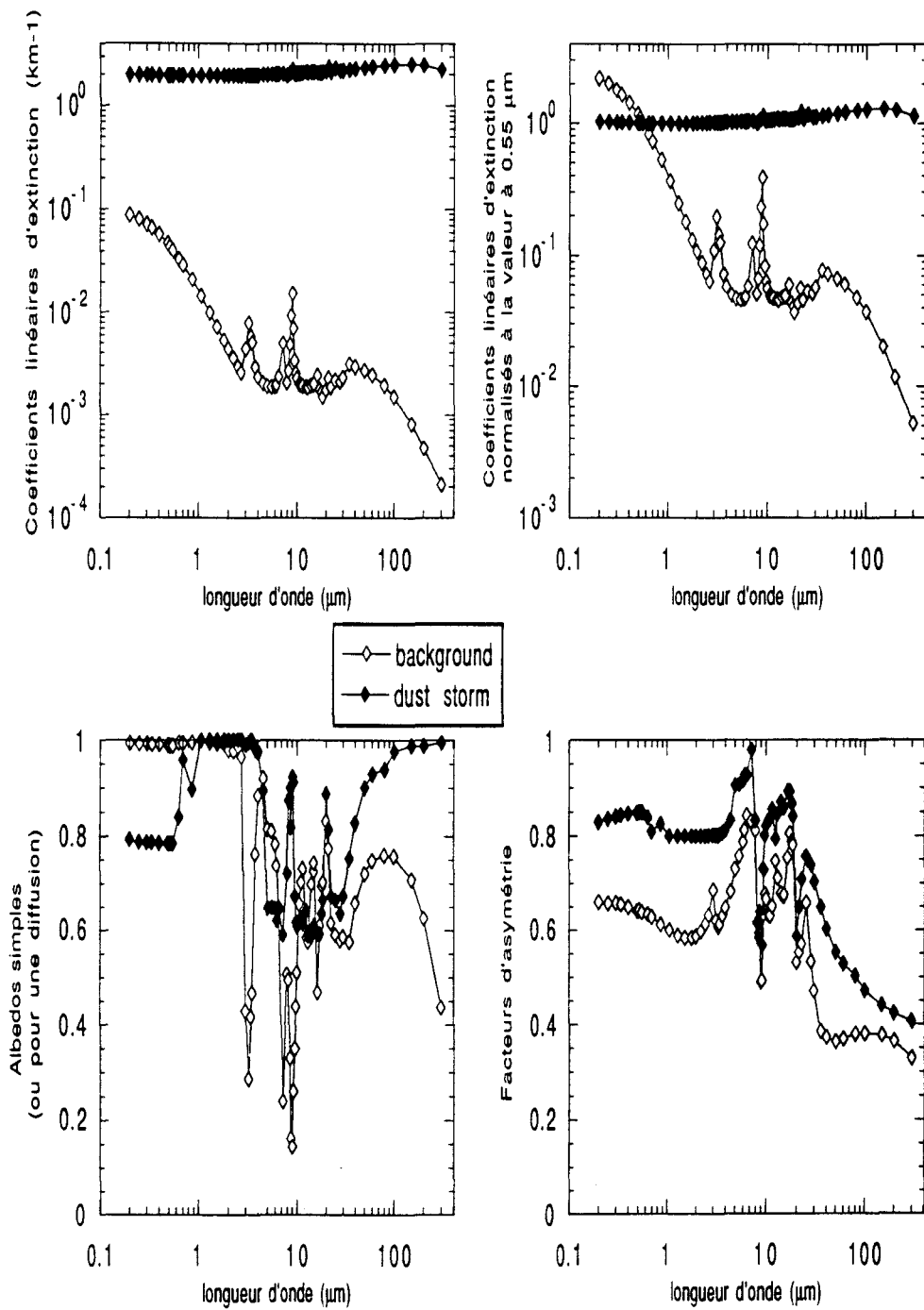


Figure 1.2: principaux paramètres optiques associés aux deux modèles extrêmes d'aérosol désertique proposés par Longtin *et al.*, *background* ($U = 0$) et *dust storm* ($U = 30 \text{ m.s}^{-1}$): coefficient linéaire d'extinction absolu (en haut à gauche) et normalisé à $0.55 \mu\text{m}$ (en haut à droite), albedo simple (en bas à gauche) et facteur d'asymétrie (en bas à droite).



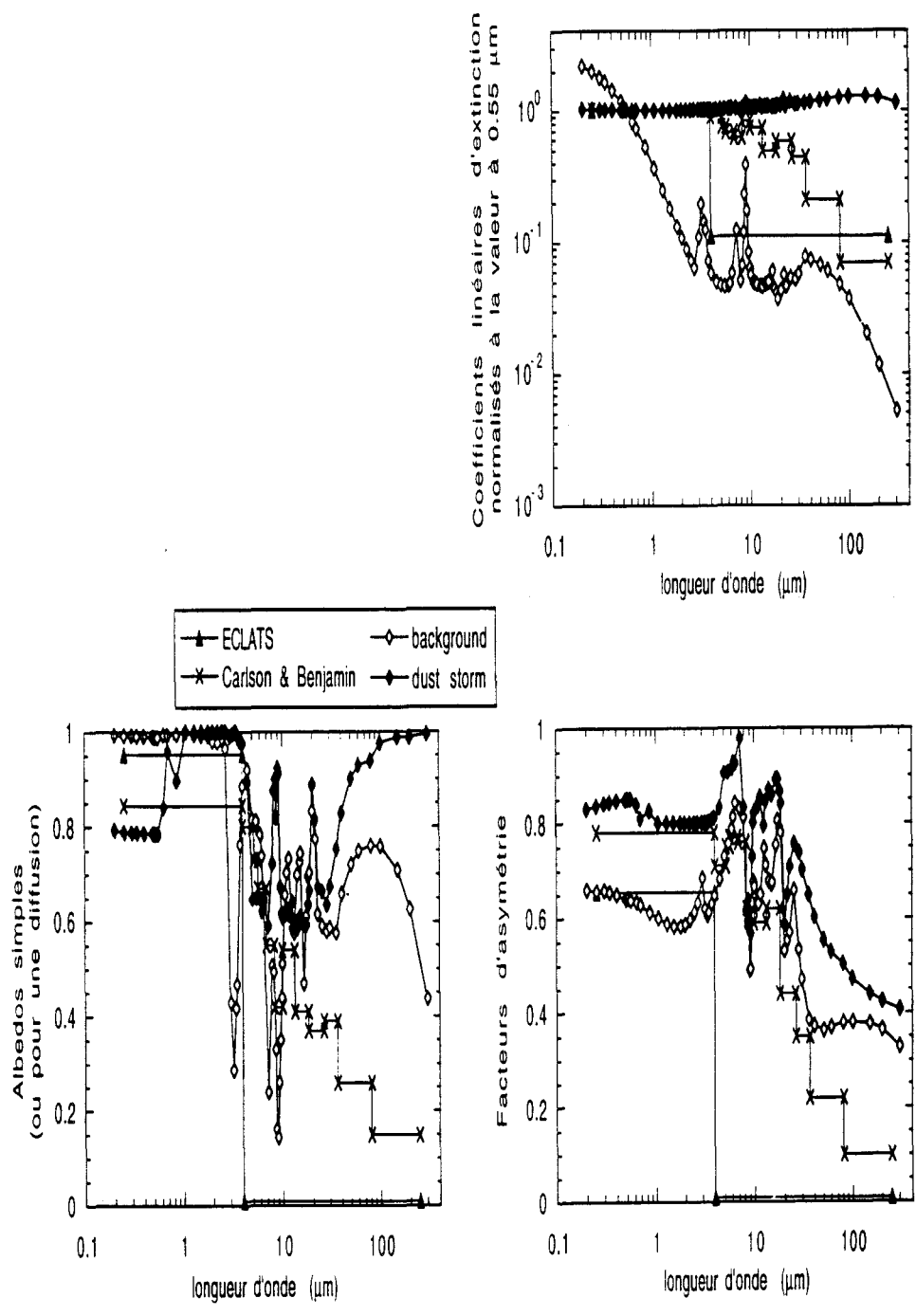


Figure 1.3: comparaison entre les quatre modèles d'aérosol désertique décrits ci-dessus, en termes de la dépendance spectrale de leurs propriétés optiques: coefficient linéaire d'extinction normalisé à 0.55 μm (en haut à droite), albedo simple (en bas à gauche) et facteur d'asymétrie (en bas à droite).



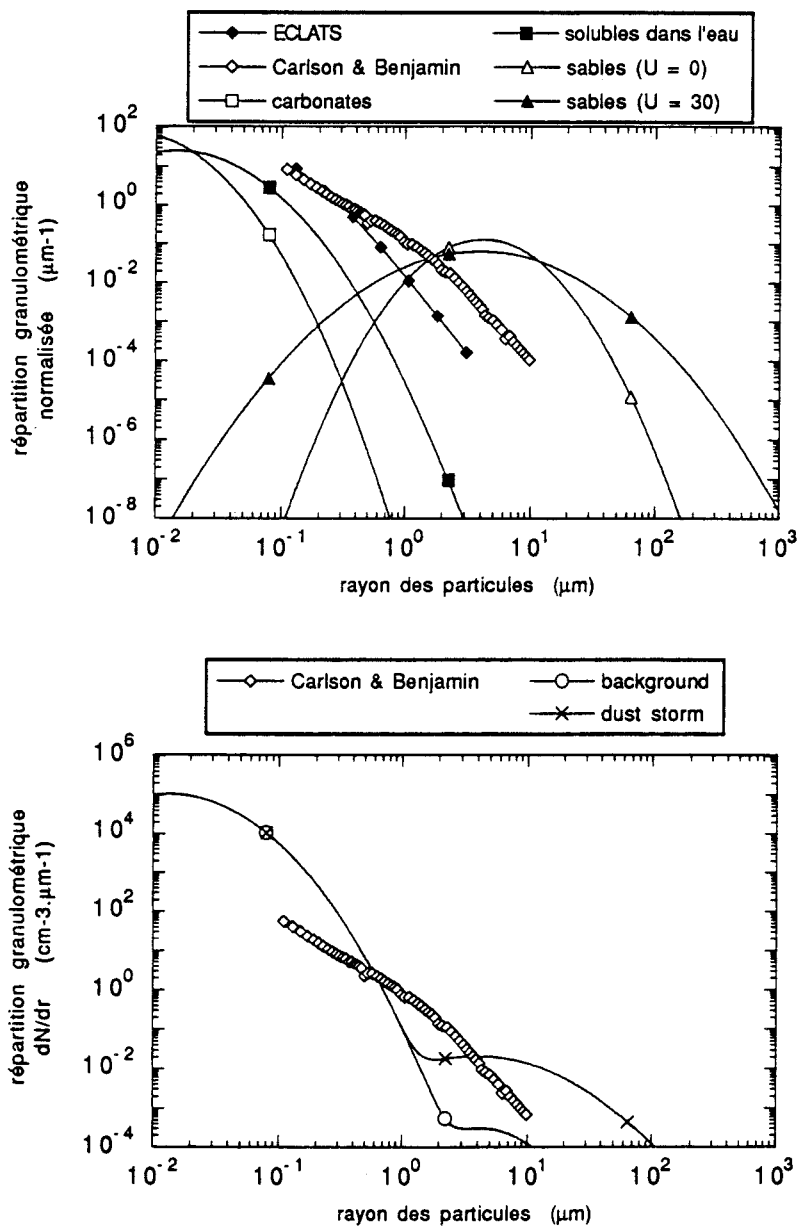


Figure 1.4: granulométries normalisées (en μm^{-1}) associées aux modèles ECLATS et Carlson & Benjamin ainsi qu'aux composantes des modèles de Longtin *et al.* (en haut), et granulométries absolues (en $\text{cm}^{-3} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) associées aux modèles Carlson & Benjamin et de Longtin *et al.* (en bas).



FIGURE 3.1
Rayonnement net et bilan d'énergie à la surface
 (A : Jour, B : Nuit)

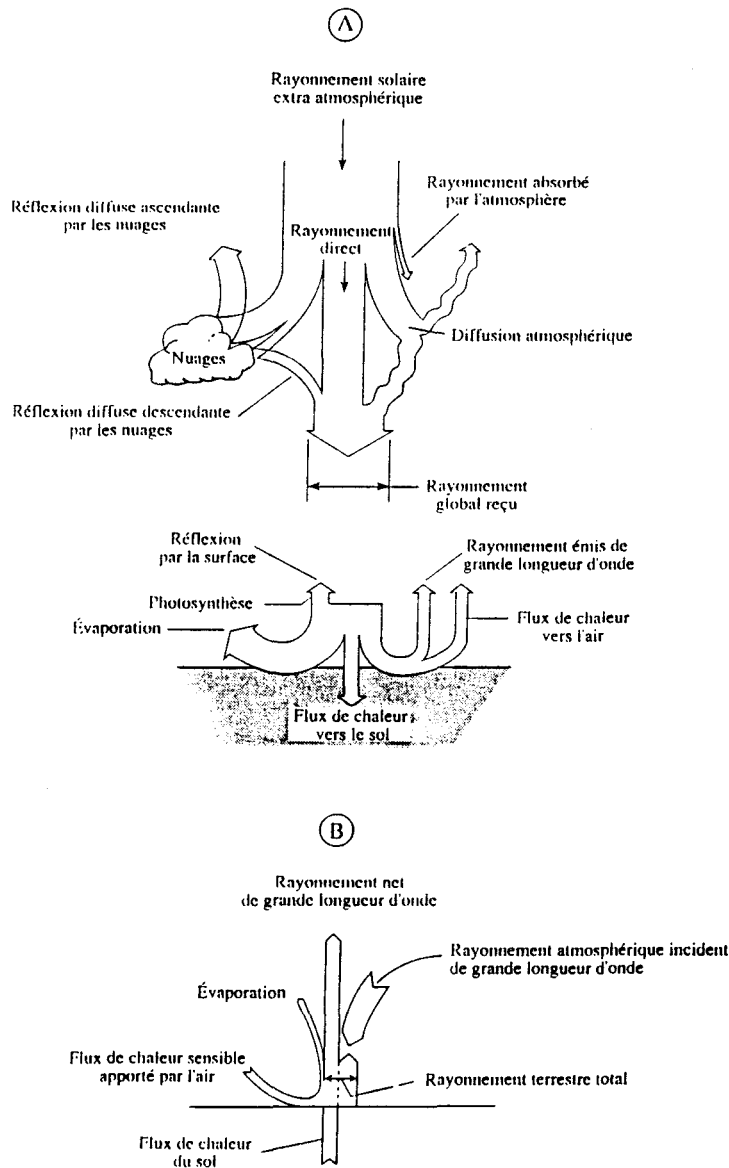


Figure 1.5: bilan énergétique au niveau du sol (extrait de Bonn & Rochon, 1992, p.62).



**Chapitre 2 –
Obtention de Cycles Diurnes
Reproductibles avec un
Modèle Météorologique
de Méso-Echelle**

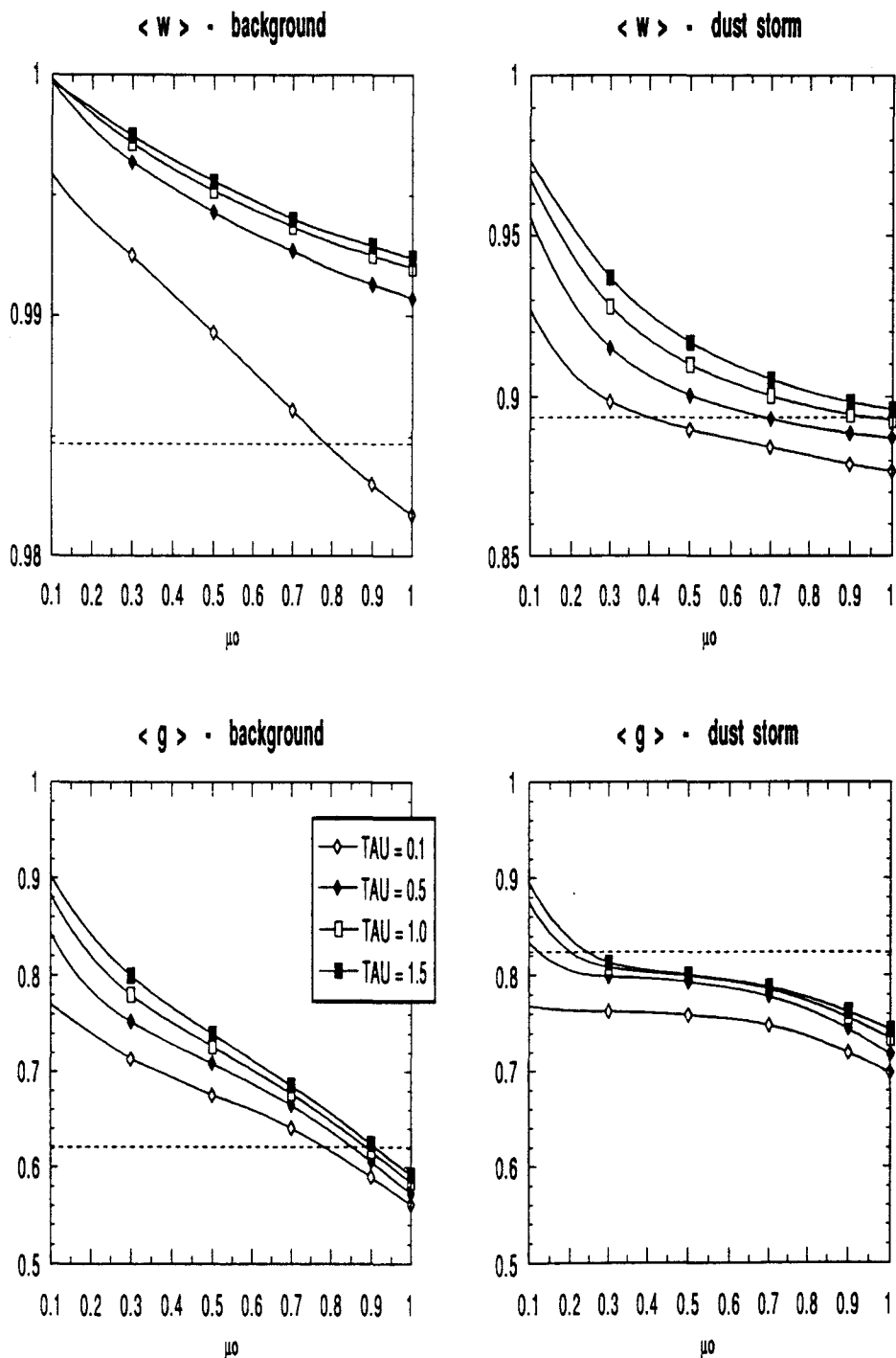


Figure 2.1: dépendances vérifiées pour les paramètres équivalents \hat{w} et \hat{g} associés aux deux modèles d'aérosol désertique vis-à-vis de deux variables du problème, $\tau_{aer}^{0.55\mu m}$ et μ_0 (en traits pleins), et moyennes de Chandrasekhar sur les distributions spectrales respectives (en traits pointillés).

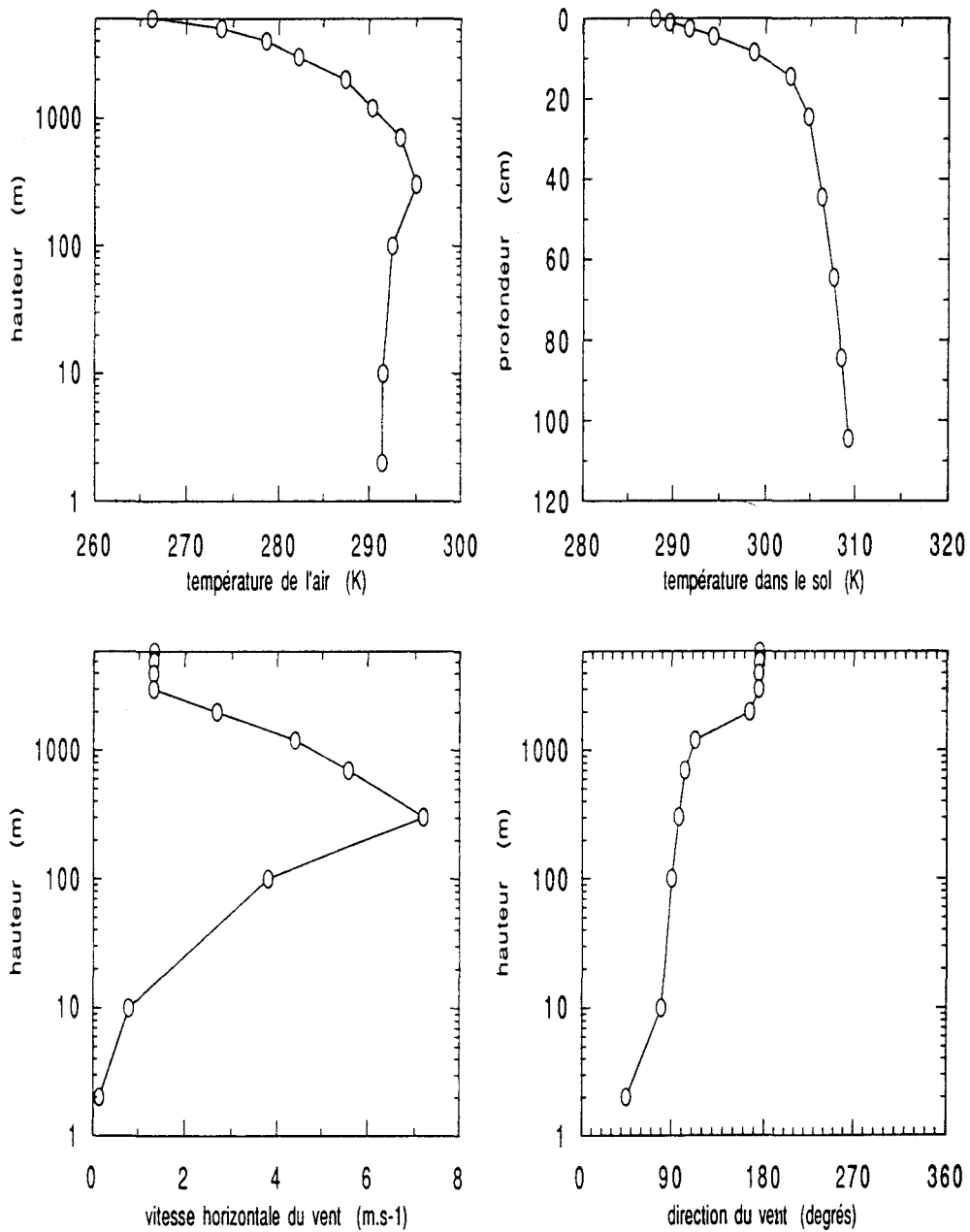


Figure 2.2: profils verticaux correspondants à la condition initiale dite principale dans ce mémoire: température de l'air, température dans le sol et à sa surface, vitesse horizontale et direction du vent. Cette dernière est ici présentée en suivant la convention utilisée en météorologie (direction d'origine, comptée à partir du Nord vers Est). La condition initiale en question correspond à un profil de vent de Nord-Est en surface qui devient peu à peu de Sud aux niveaux supérieurs.

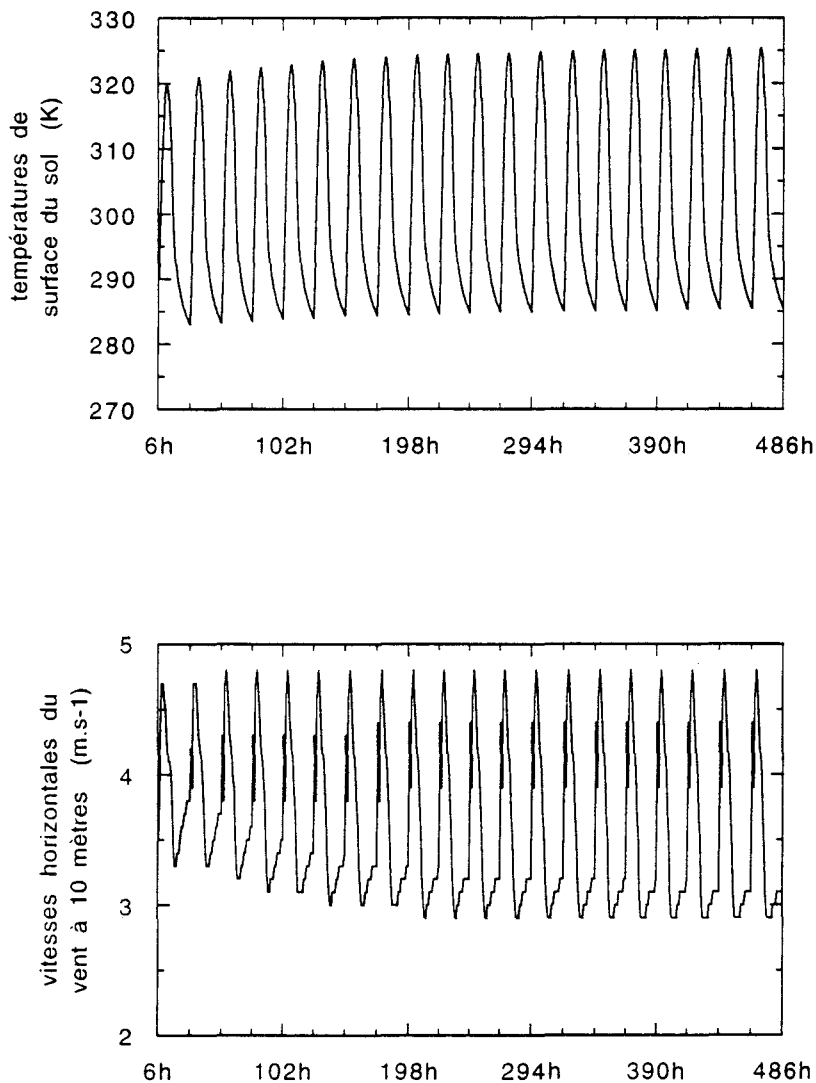


Figure 2.3: exemple d'évolution temporelle sur 20 jours de simulation pour la température de surface du sol (en haut) et pour la vitesse horizontale du vent à 10 m de hauteur (en bas), obtenu par l'application des mesures permettant de rendre "asymptotiquement stationnaire" la séquence de vingt cycles diurnes. Ces résultats correspondent au cas sec du tableau 2.3 . La magnitude de la vitesse horizontale est évaluée à partir des valeurs correspondant aux composantes \tilde{u} et \tilde{v} au niveau vertical d'intérêt.



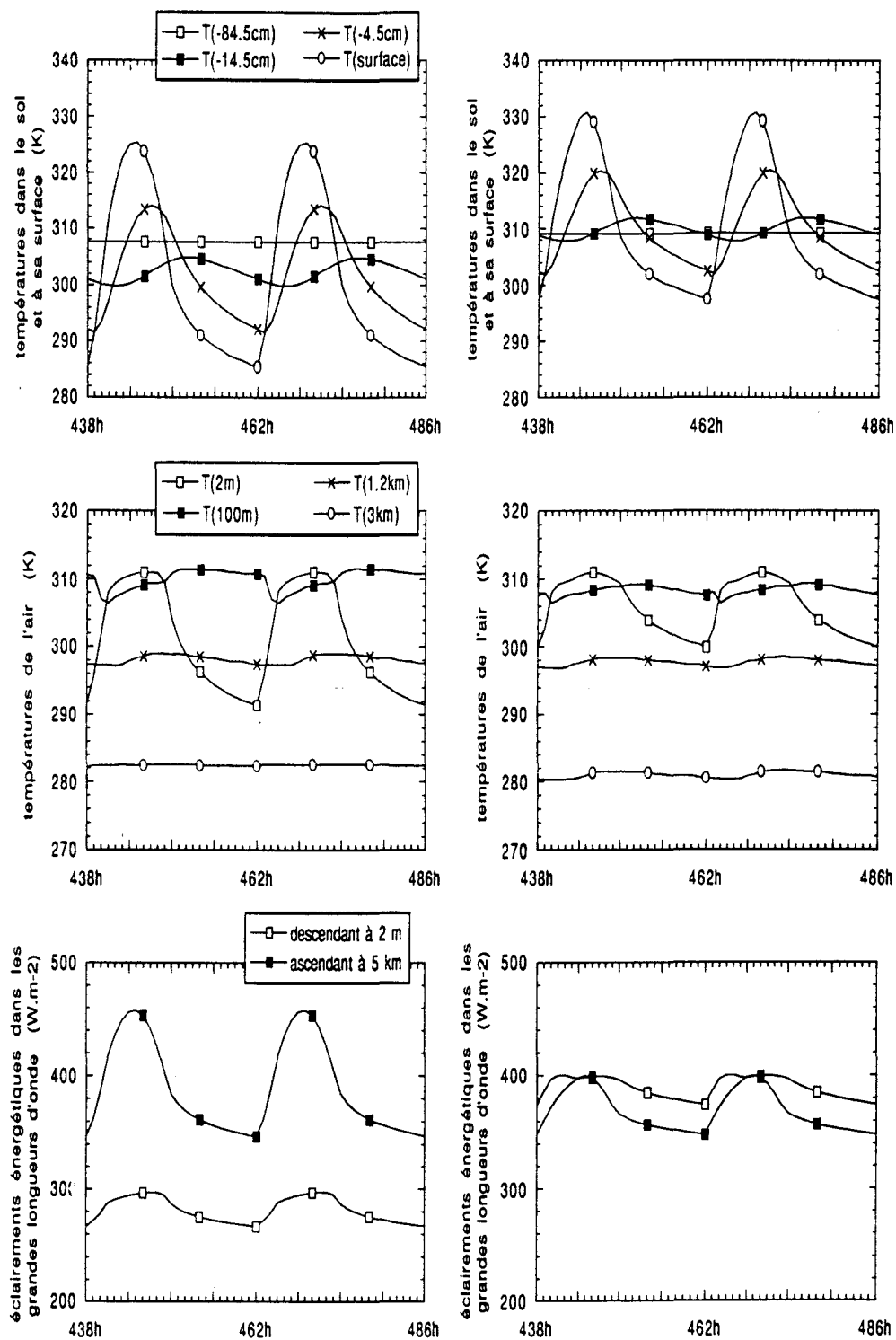


Figure 2.4: dix-neuvième et vingtième cycles diurnes de simulation obtenus pour les cas sec (environ 0.66 g.cm^{-2} , à gauche) et humide (environ 3.57 g.cm^{-2} , à droite), en l'absence d'aérosol et en considérant une même surface au sol, caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90. Les deux séries de diagrammes affichent, à certains niveaux verticaux, des températures et des éclaircissements dans le domaine des grandes longueurs d'onde.

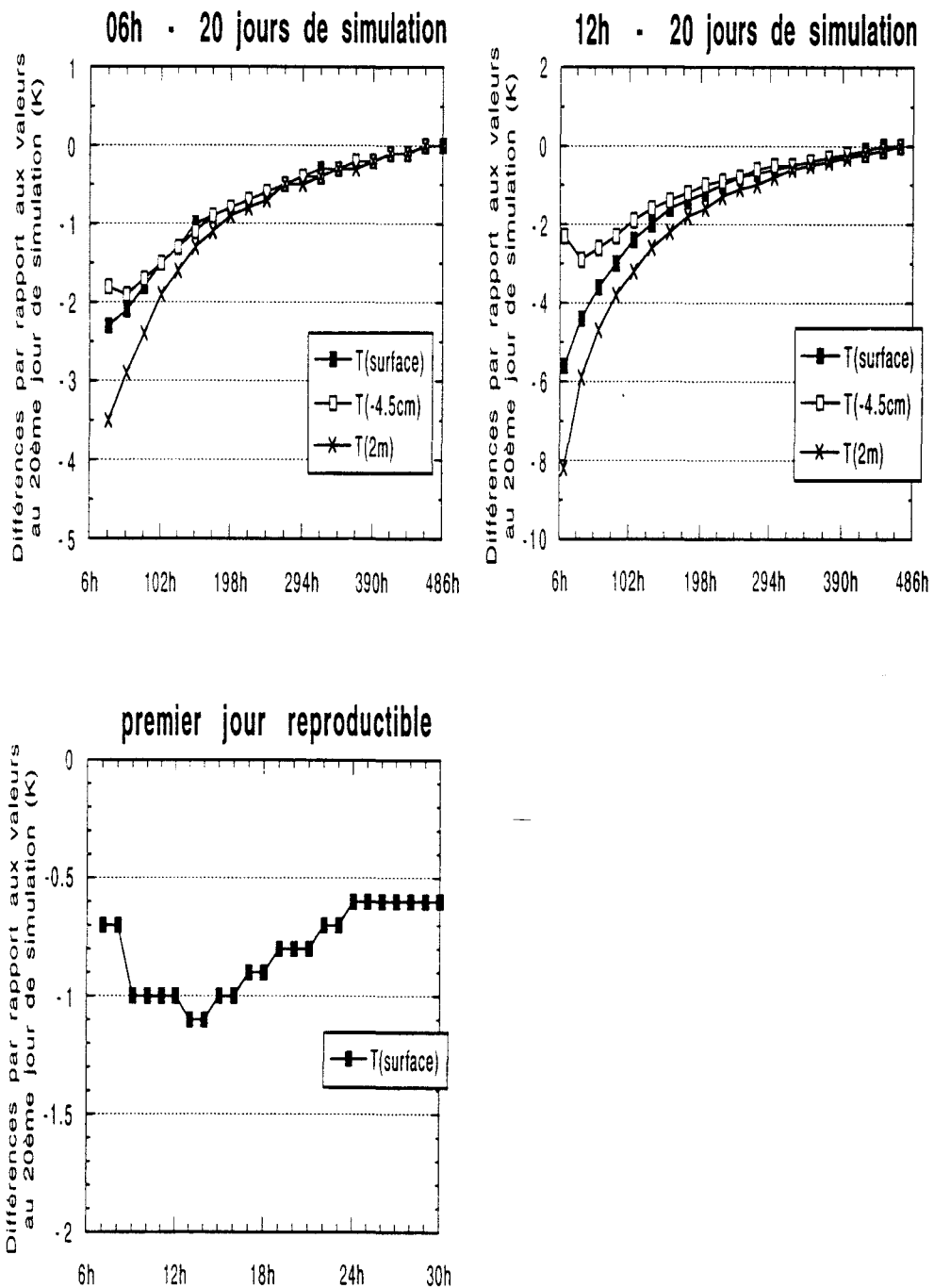


Figure 2.5: analyse des vingt jours de simulation correspondant au cas sec du tableau 2.3 . Les diagrammes du haut présentent les évolutions temporelles de la différence entre la température le jour indiqué et la valeur respective au vingtième jour de simulation, pour trois niveaux verticaux (4.5 cm de profondeur, surface du sol et 2 m de hauteur), à 06^h du matin et à midi. Le diagramme du bas illustre cette même différence, seulement pour la température de surface du sol, tout au long du premier cycle diurne jugé reproductible (dans ce cas, le dixième jour de simulation).

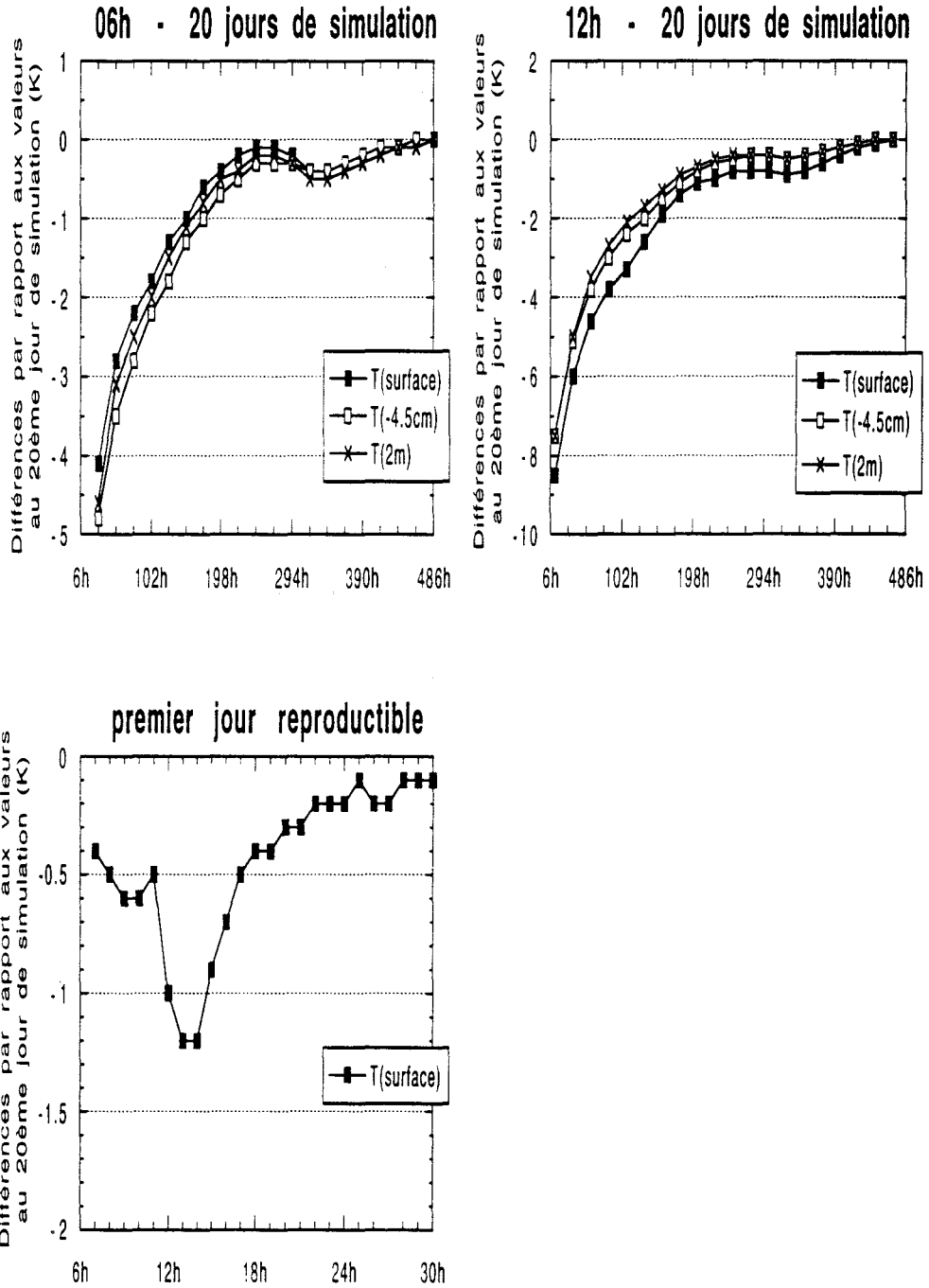


Figure 2.6: comme dans la figure précédente, mais pour le cas humide du tableau 2.3 . Le dixième jour de simulation a représenté, aussi pour ce cas, le premier cycle diurne jugé reproductible.



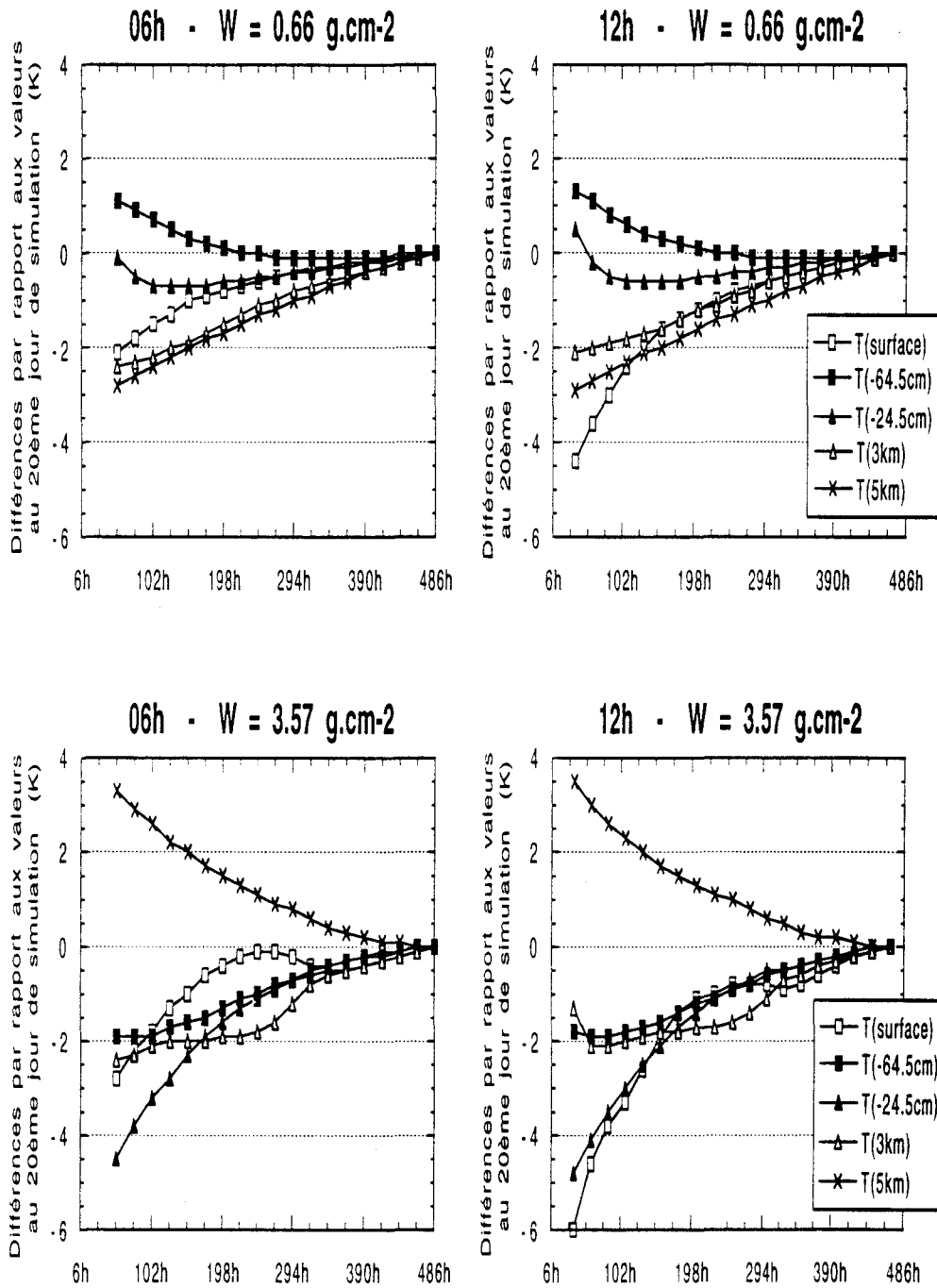


Figure 2.7: évolutions temporelles de la différence entre la température au jour concerné et la valeur respective au vingtième cycle diurne, tout au long de la période de simulation pour les cas sec (en haut) et humide (en bas) du tableau 2.3, à deux moments de la journée (06^h et midi) et à plusieurs niveaux de la grille verticale du modèle.



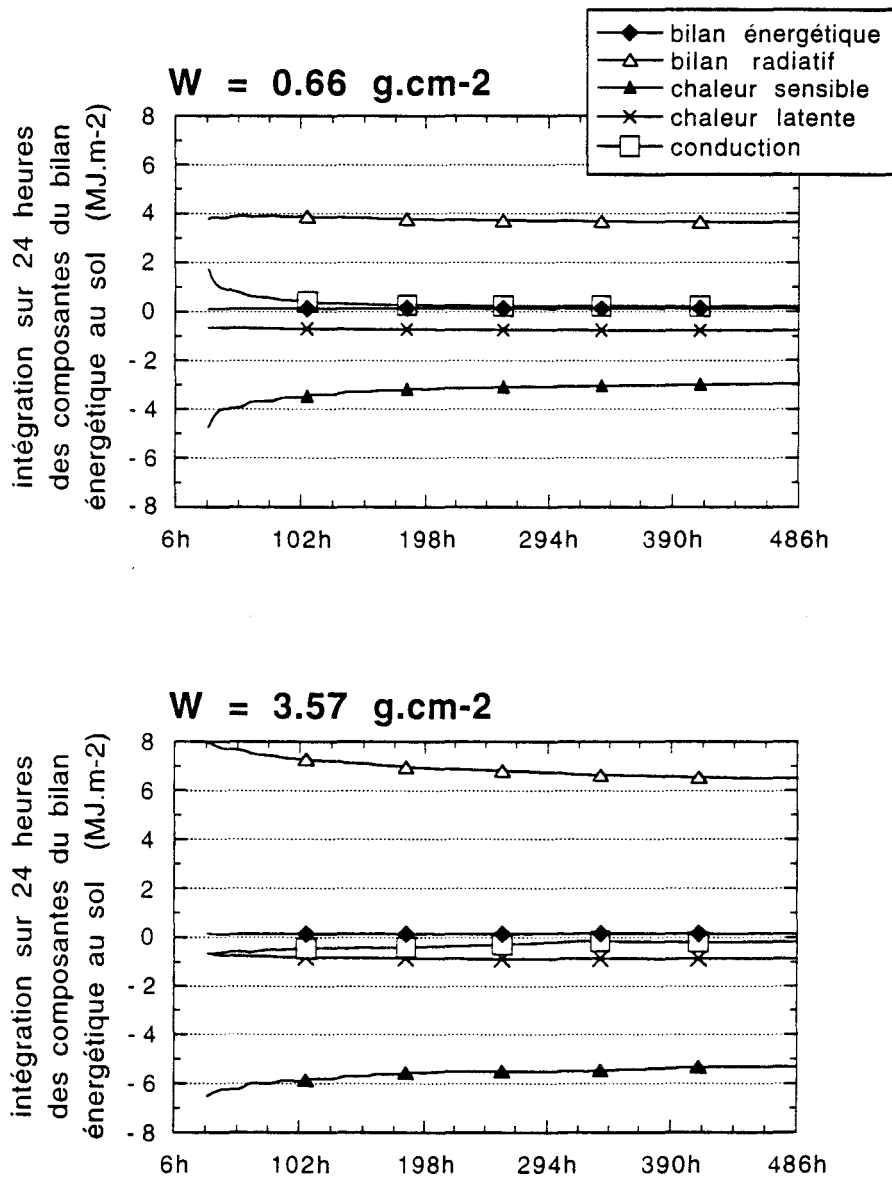


Figure 2.8: évolution temporelle, sur 20 jours de simulation, de l'intégration sur 24 heures du bilan énergétique au niveau du sol et de ses composantes: le bilan radiatif (R), les transferts turbulents de chaleur sensible (H) et de chaleur latente (LE), et la conduction de chaleur vers le sol (G). Ces résultats correspondent aux cas sec (en haut) et humide (en bas) du tableau 2.3 . Les intégrations ont été obtenues toutes les heures en prenant en compte les 24 heures précédentes, à compter du deuxième lever du jour de la séquence.

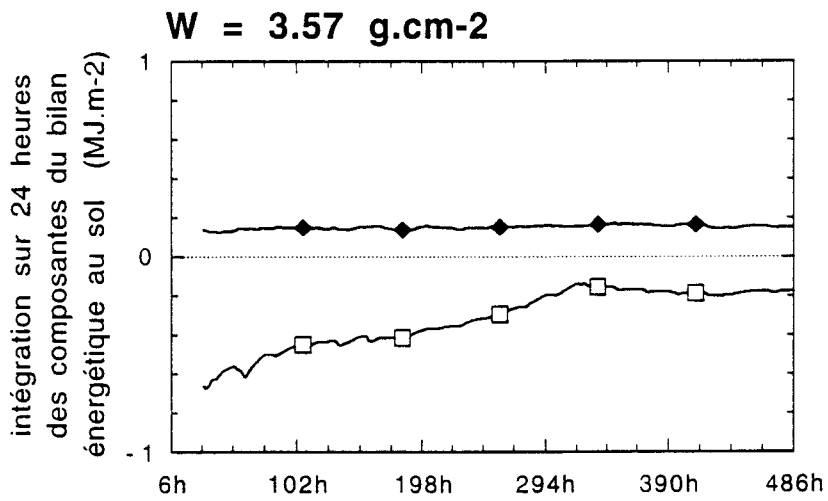
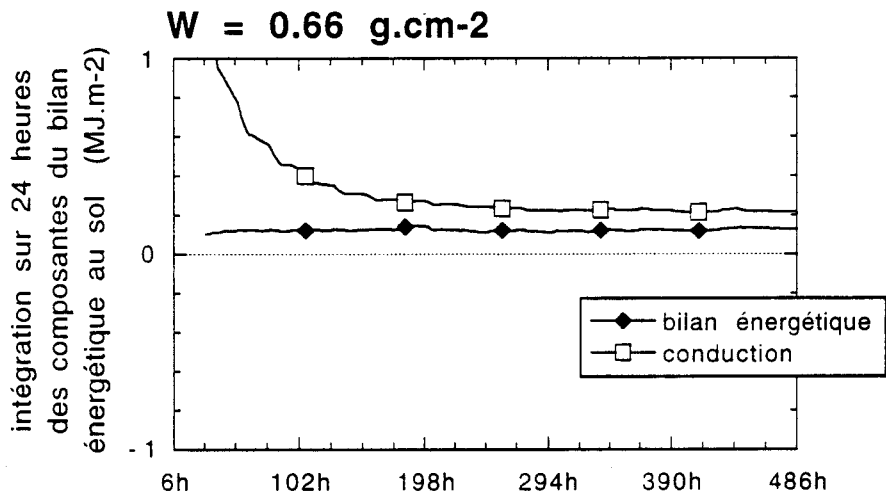


Figure 2.9: comme dans la figure 2.8, mais présentant seulement le bilan énergétique et le flux de conduction, tout en augmentant la résolution de l'échelle verticale.

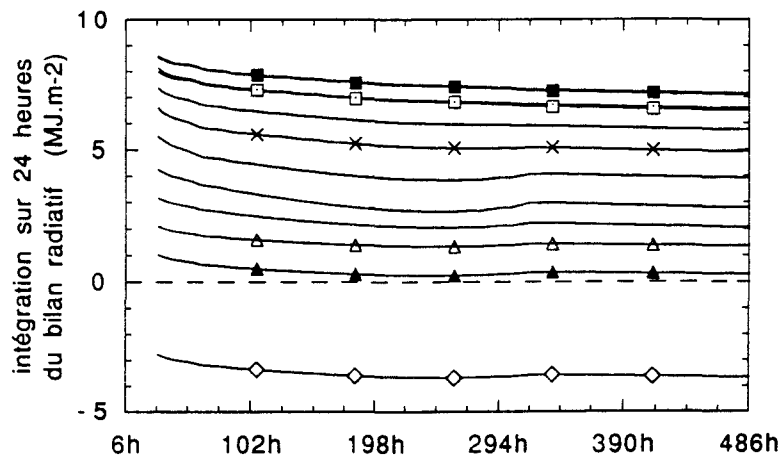
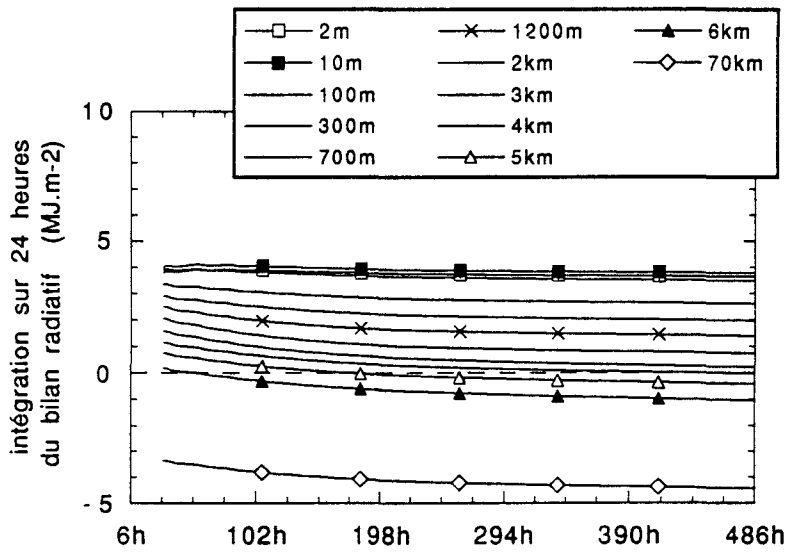


Figure 2.10: évolution temporelle de l'intégration sur 24 heures du bilan radiatif correspondant aux niveaux de la grille verticale du modèle ainsi qu'au sommet de l'atmosphère (70 km), durant les périodes de vingt jours de simulation relatives aux cas sec (en haut) et humide (en bas) du tableau 2.3 .



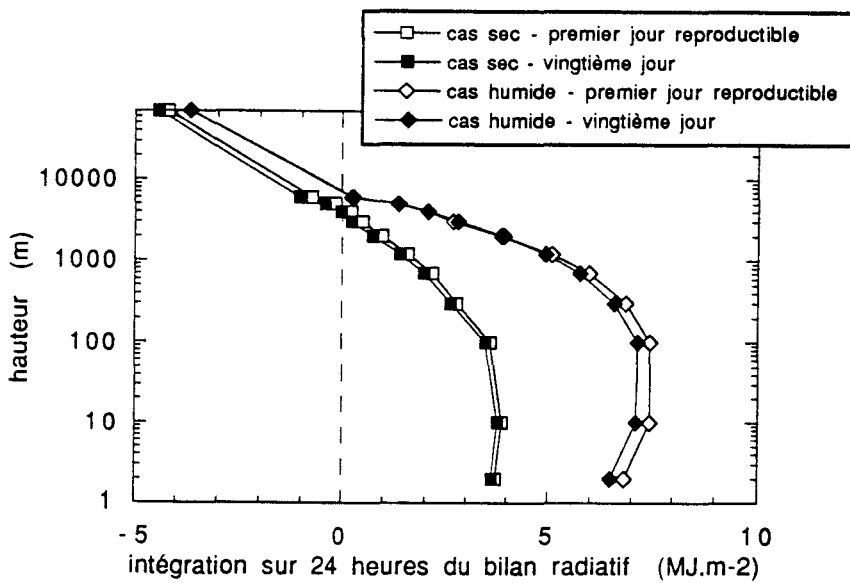


Figure 2.11: profils verticaux de l'intégration sur 24 heures du bilan radiatif entre le niveau du sol et le sommet de l'atmosphère, pour les cas sec et humide du tableau 2.3, à la fin du premier cycle diurne reproductible et à la fin de la période de simulation.

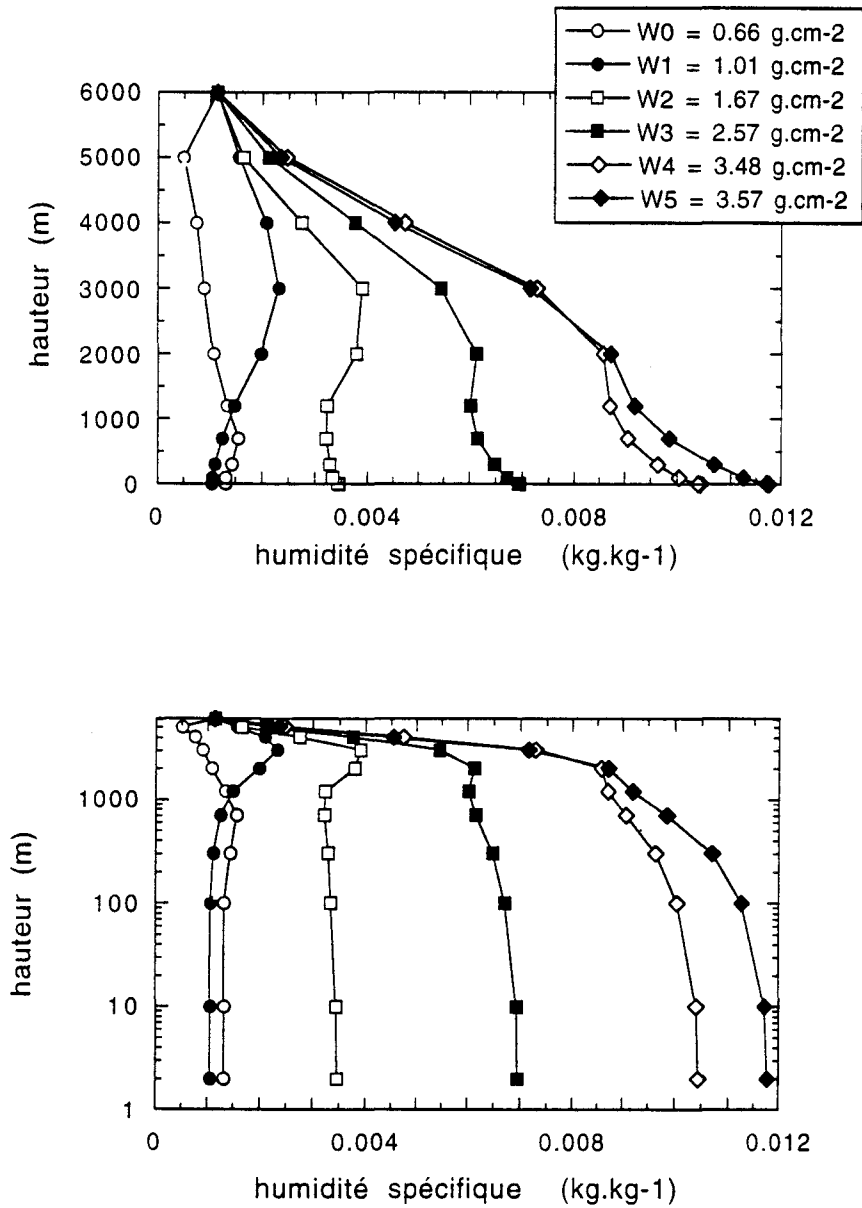


Figure 2.12: profils d'humidité spécifique correspondant aux six cas W_i ; pris en compte pour les résultats présentés dans le tableau 2.5 . Les mêmes profils sont illustrés en haut et en bas.



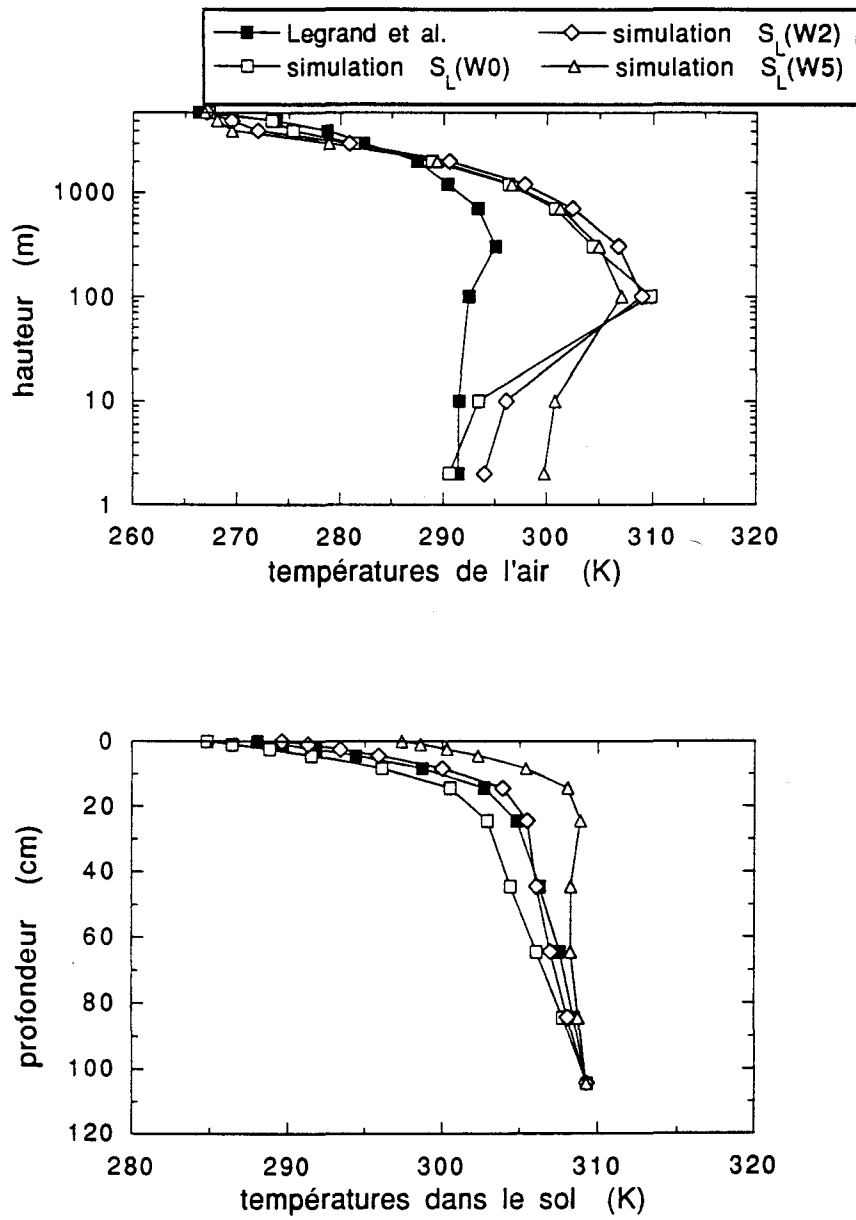


Figure 2.13: les quatre profils verticaux de température employés dans les tests à propos de l'importance du choix de la condition initiale adoptée au début de la période de simulation avec le modèle de méso-échelle. Les codes indiqués sont précisés dans le tableau 2.6 .

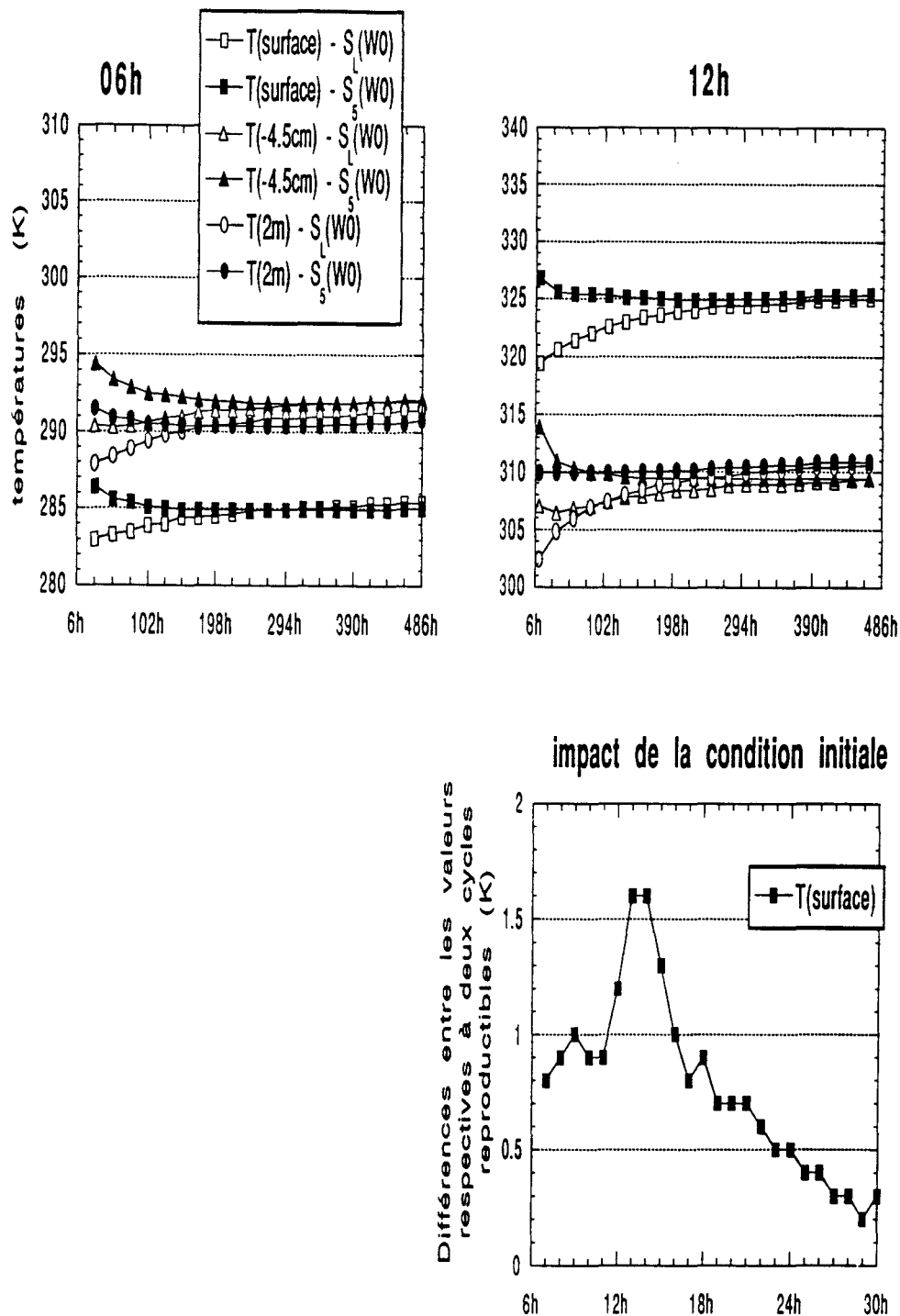


Figure 2.14: comparaison entre les résultats des simulations $S_L(W_0)$ et $S_5(W_0)$ (voir tableau 2.6), toutes les deux pour un même contenu intégré en vapeur d'eau mais à partir de deux conditions initiales distinctes. Les diagrammes du haut affichent les évolutions temporelles respectives sur 20 jours de simulation, à deux moments du cycle diurne, pour les températures à trois niveaux (2 mètres de hauteur, à la surface du sol et à 4.5 cm de profondeur). Le diagramme inférieur affiche la différence entre les deux premiers cycles diurnes reproductibles respectifs à ces deux simulations, en température de surface du sol et évaluée dans le sens $S_5(W_0)$ moins $S_L(W_0)$.

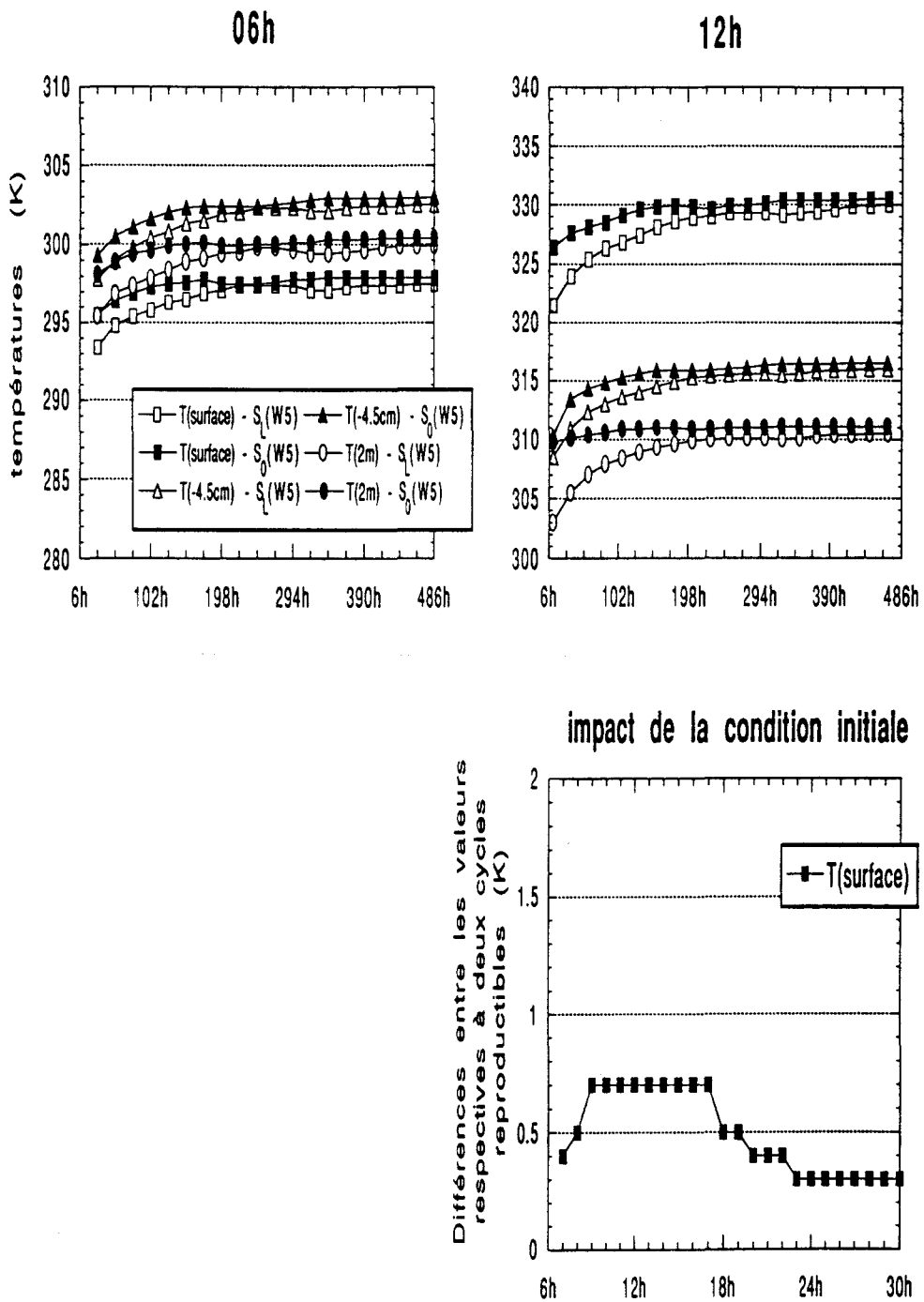
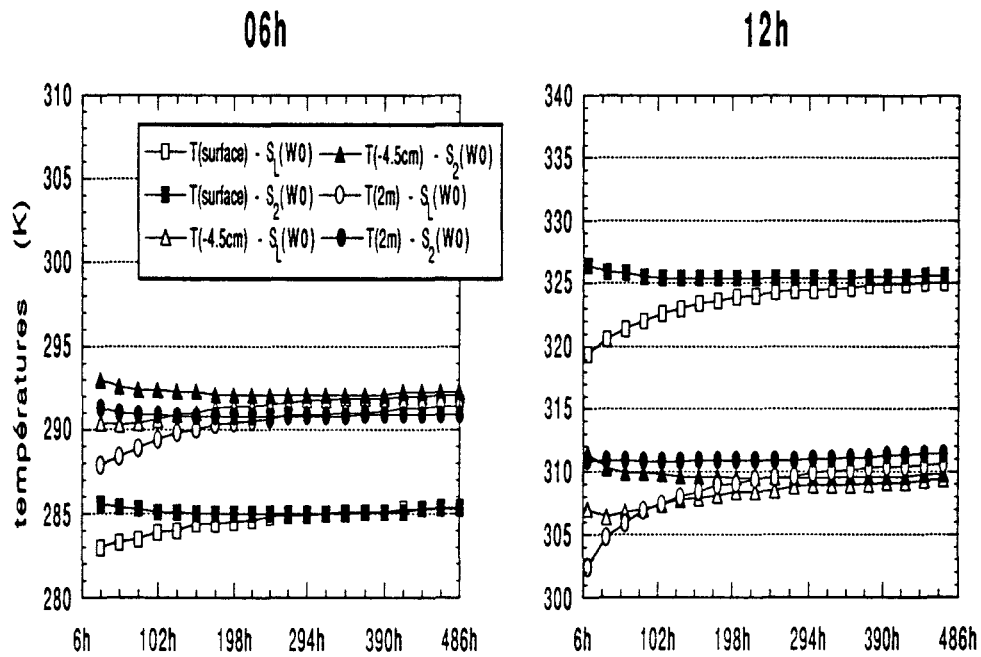


Figure 2.15: comme dans la figure précédente, mais en comparant les résultats des simulations $S_L(W_5)$ et $S_0(W_5)$ (voir tableau 2.6).



impact de la condition initiale

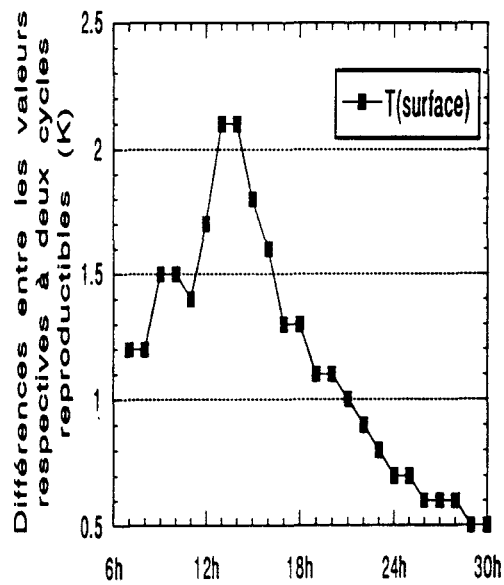
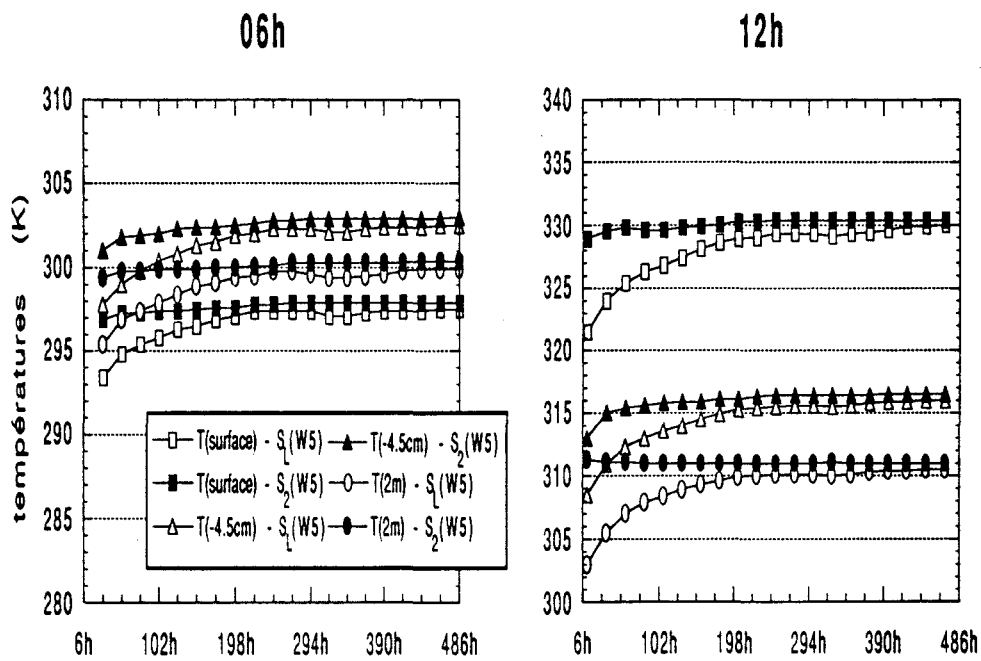


Figure 2.16: comme dans la figure précédente, mais en comparant les résultats des simulations $S_L(W_0)$ et $S_2(W_0)$ (voir tableau 2.6).





impact de la condition initiale

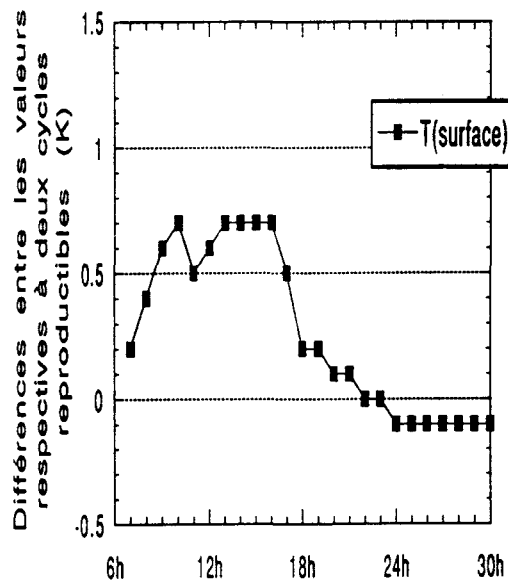
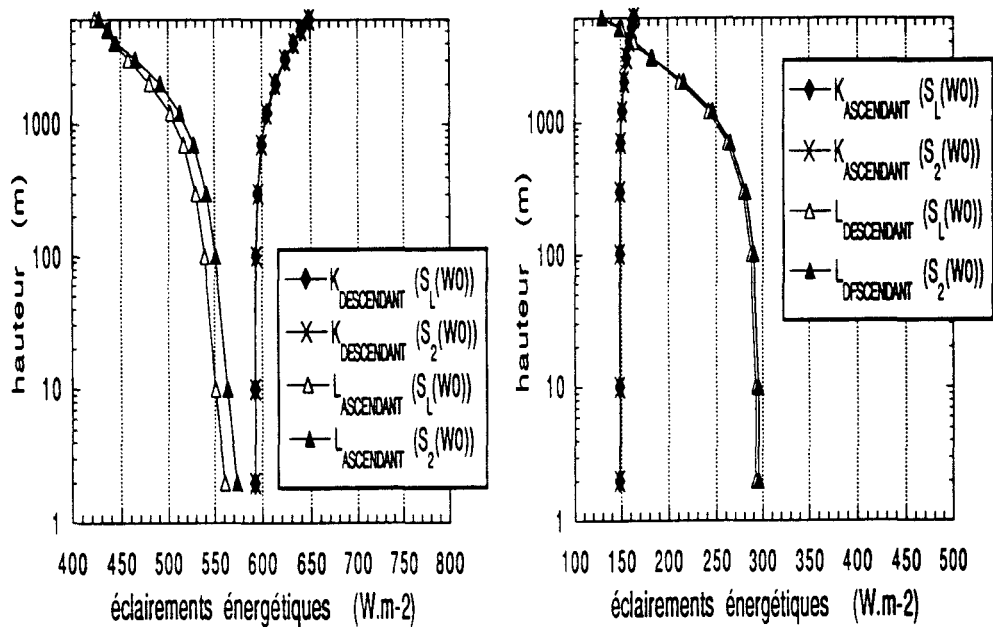


Figure 2.17: comme dans la figure précédente, mais en comparant les résultats des simulations $S_L(W_5)$ et $S_2(W_5)$ (voir tableau 2.6).





impact de la condition initiale

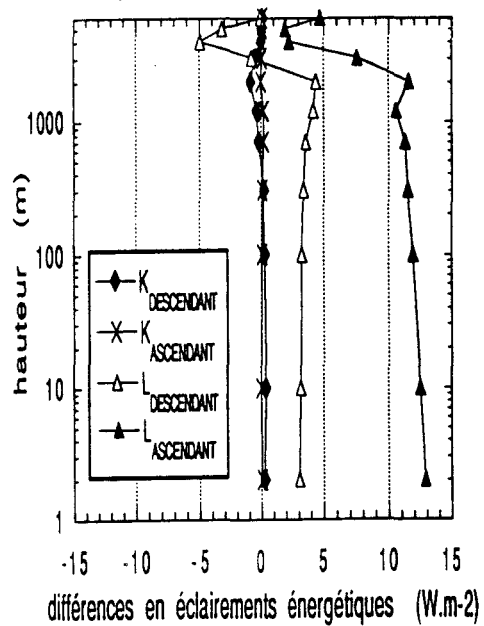


Figure 2.18: comparaison entre les profils verticaux des composantes du bilan radiatif issus des simulations $S_L(W_0)$ et $S_2(W_0)$ (en haut) et présentation des différences (en bas), celles-ci étant évaluées dans le sens $S_2(W_0)$ moins $S_L(W_0)$. K et L dénotent respectivement les éclairagements énergétiques dans les domaines des courtes et des grandes longueurs d'onde. Cette comparaison prend en compte les résultats obtenus aux deux premiers cycles diurnes reproductibles de chaque simulation, à 15^h.

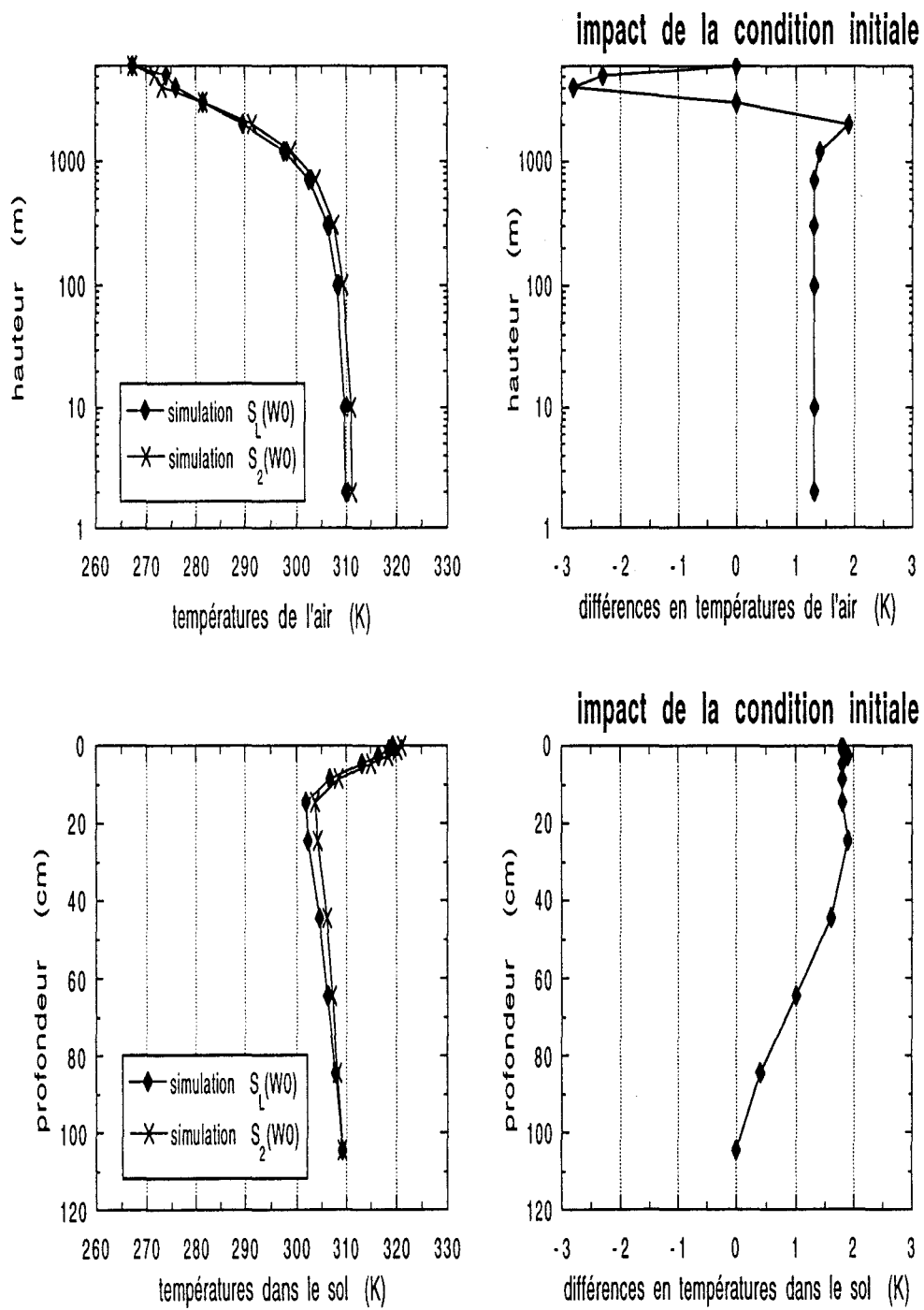
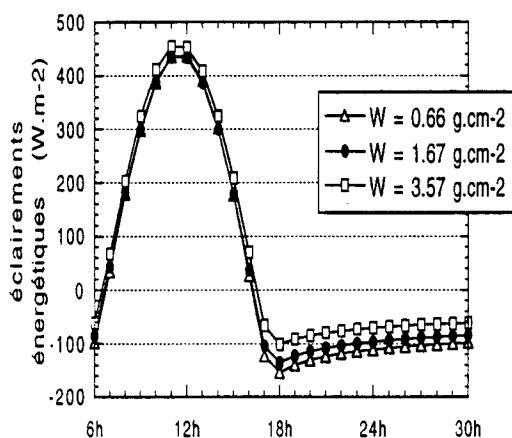


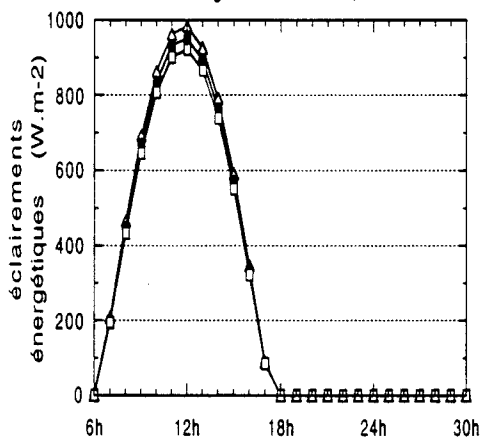
Figure 2.19: comme dans la figure précédente, mais en comparant les températures de l'air (en haut) et dans le sol (en bas).

**Chapitre 3 –
Impact de l'Aérosol Désertique
sur le Bilan Radiatif au Sol et
sur les Profils de Température**

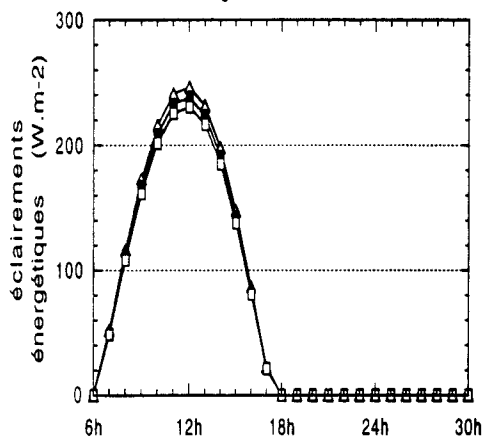
bilan radiatif au sol



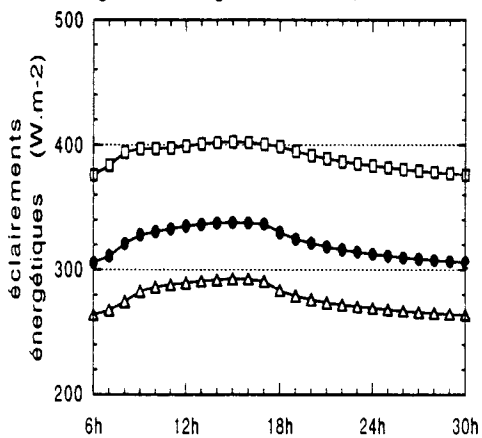
courtes longueurs d'onde, descendant



courtes longueurs d'onde, ascendant



grandes longueurs d'onde, descendant



grandes longueurs d'onde, ascendant

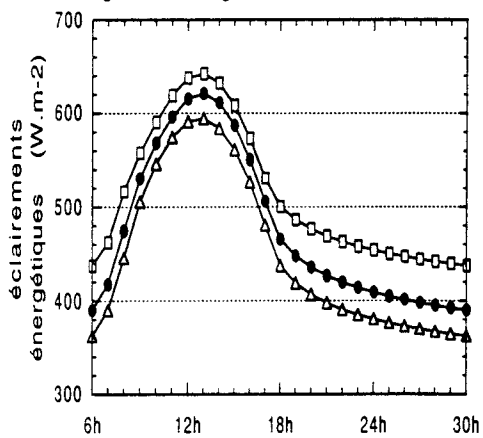


Figure 3.1: cycles diurnes du bilan radiatif au sol et de ses composantes, obtenus pour trois contenus en vapeur d'eau (W), en l'absence d'aérosol.



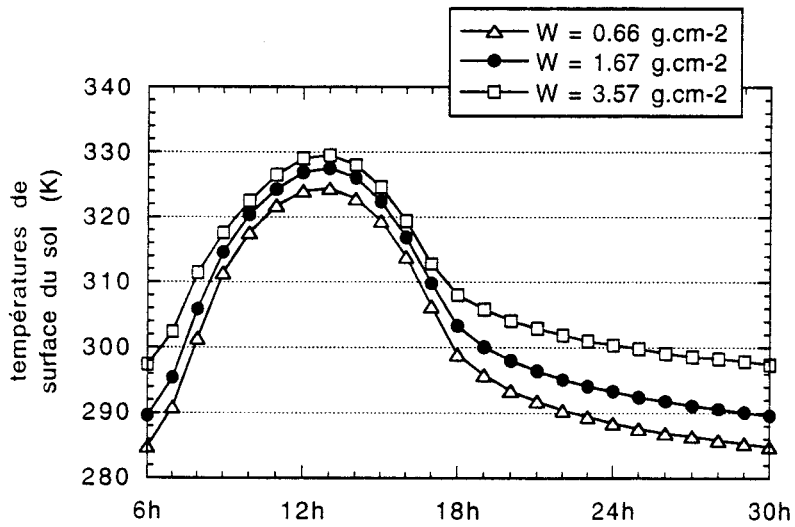


Figure 3.2: cycles diurnes de la température de surface du sol obtenus pour trois contenus en vapeur d'eau (W), en l'absence d'aérosol.

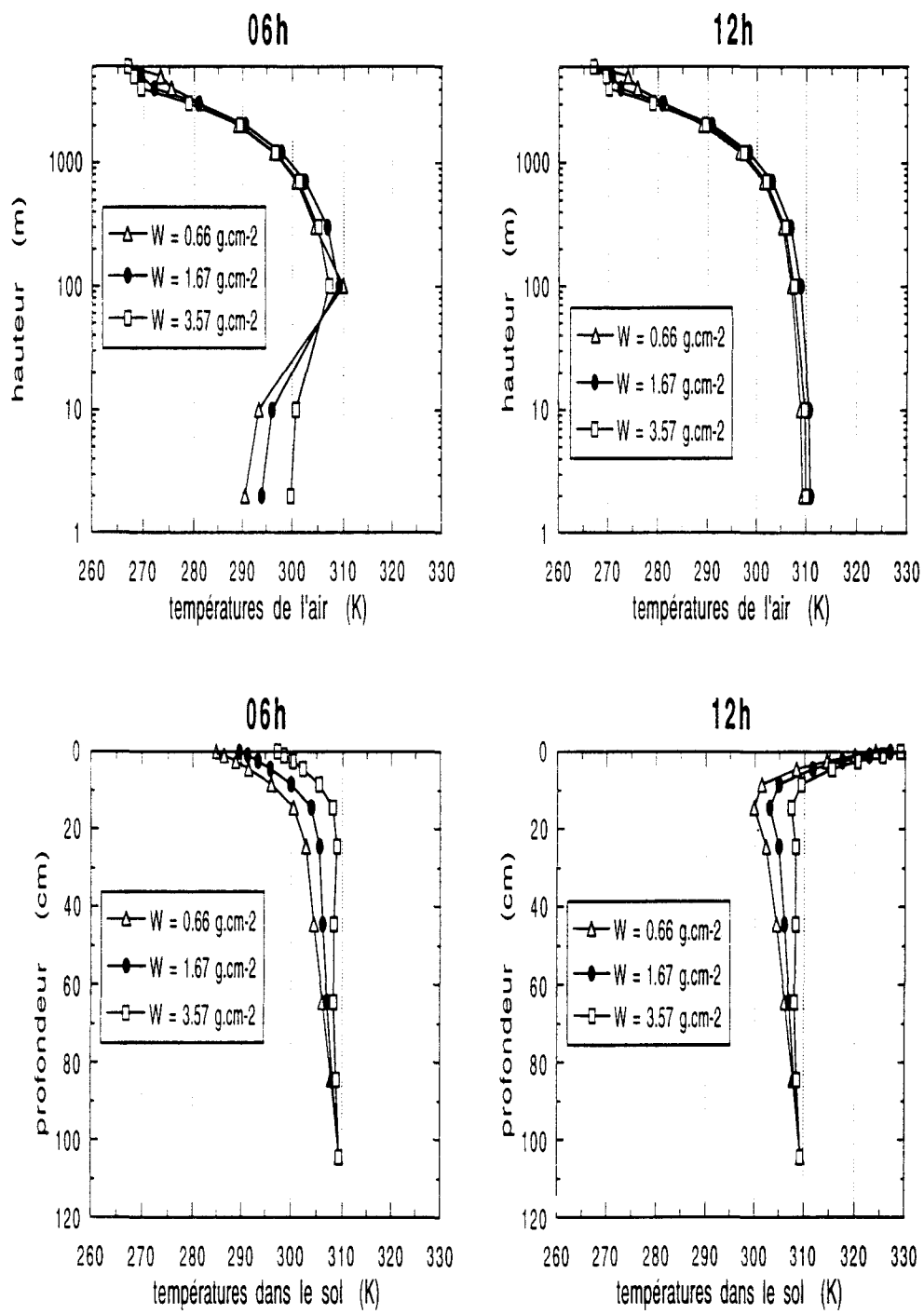


Figure 3.3: profils verticaux de température de l'air (en haut) et dans le sol (en bas) à 06^h du matin (à gauche) et à midi (à droite), obtenus pour trois contenus en vapeur d'eau (W), en l'absence d'aérosol.

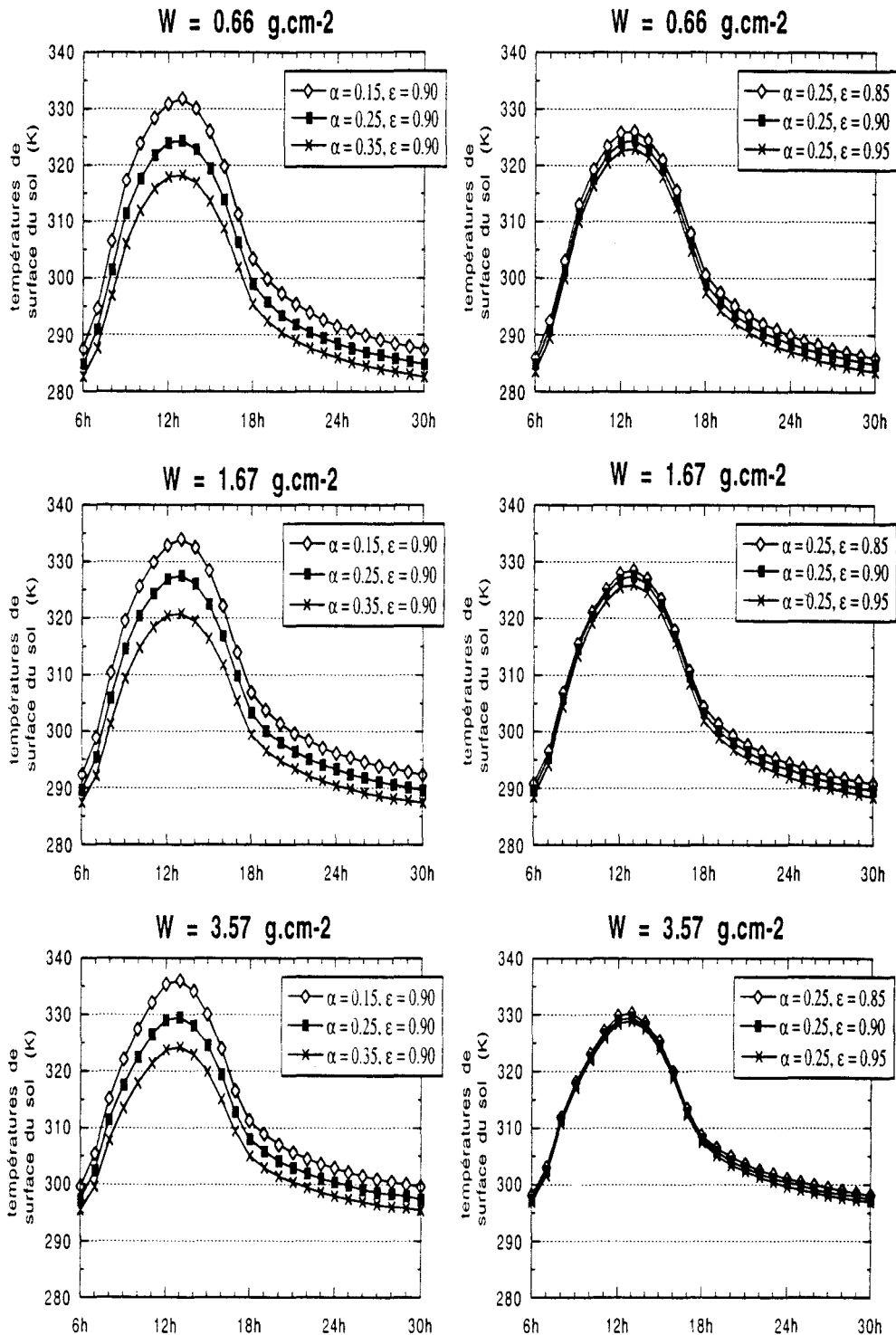


Figure 3.4: cycles diurnes de la température de surface du sol obtenus pour trois contenus en vapeur d'eau (W), en l'absence d'aérosol. La série de diagrammes à gauche (à droite) présente les résultats correspondant à trois choix distincts pour la valeur de la réflectance α (de l'émissivité ϵ) de la surface au sol, en considérant un même choix pour l'émissivité (pour la réflectance) de cette surface.

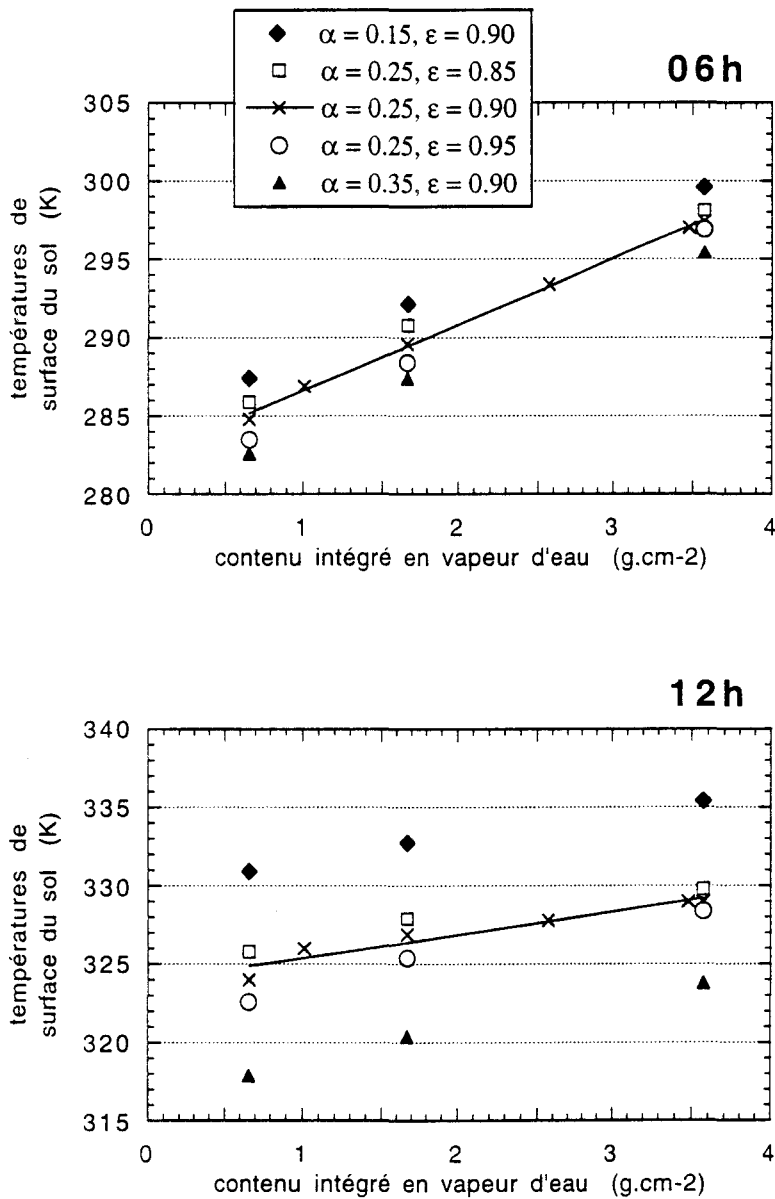


Figure 3.5: températures de surface du sol à 06^h du matin et à midi en fonction du contenu intégré en vapeur d'eau, en considérant cinq différents choix pour les propriétés radiatives de la surface du sol (réflectance α et émissivité ϵ). Les deux droites de régression signalées correspondent aux résultats obtenus pour le choix ($\alpha = 0.25, \epsilon = 0.90$).



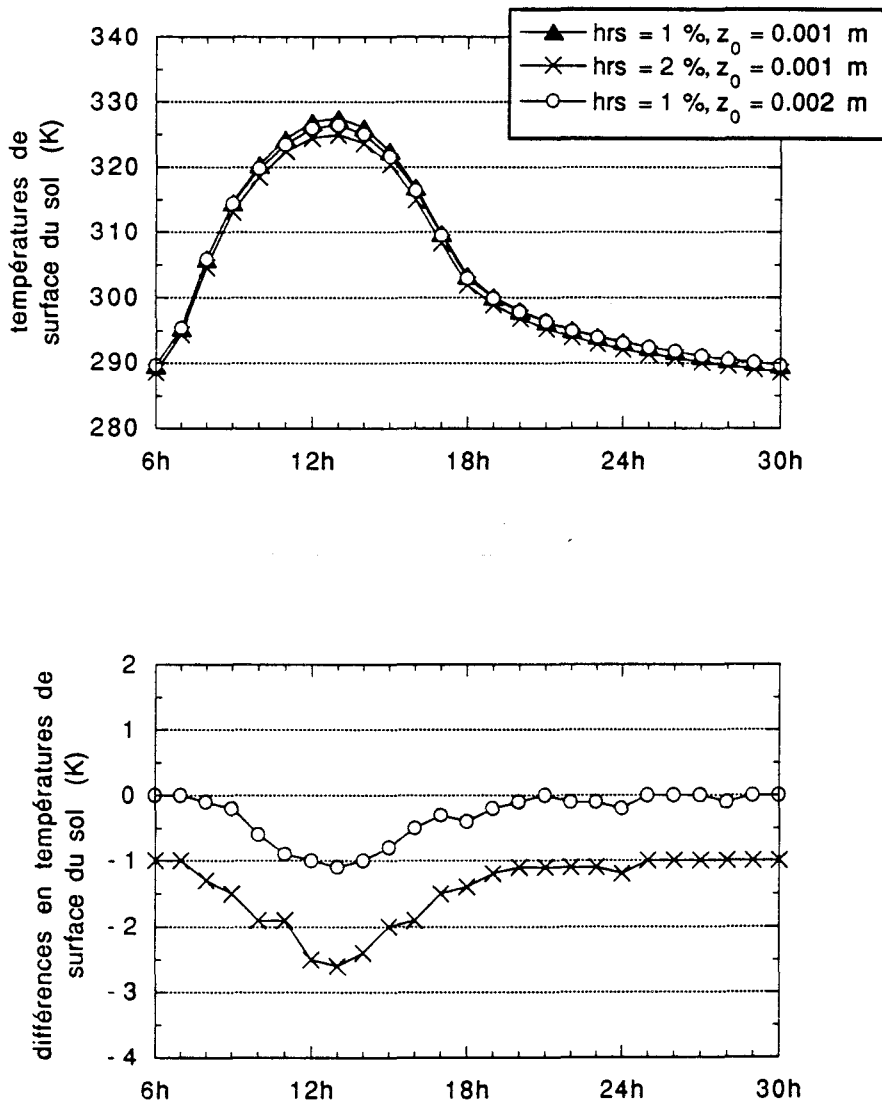


Figure 3.6: cycles diurnes de la température de surface du sol obtenus en considérant trois combinaisons de valeurs pour l'humidité relative dans le sol hrs et pour la longueur de rugosité z_0 (en haut), et les différences mesurées à partir des résultats associés au premier choix (en bas). Ce choix représente les conditions prises en compte tout au long de notre mémoire. Les trois jeux de résultats correspondent à un contenu en vapeur d'eau d'environ 1.67 g.cm^{-2} et à une surface caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90.



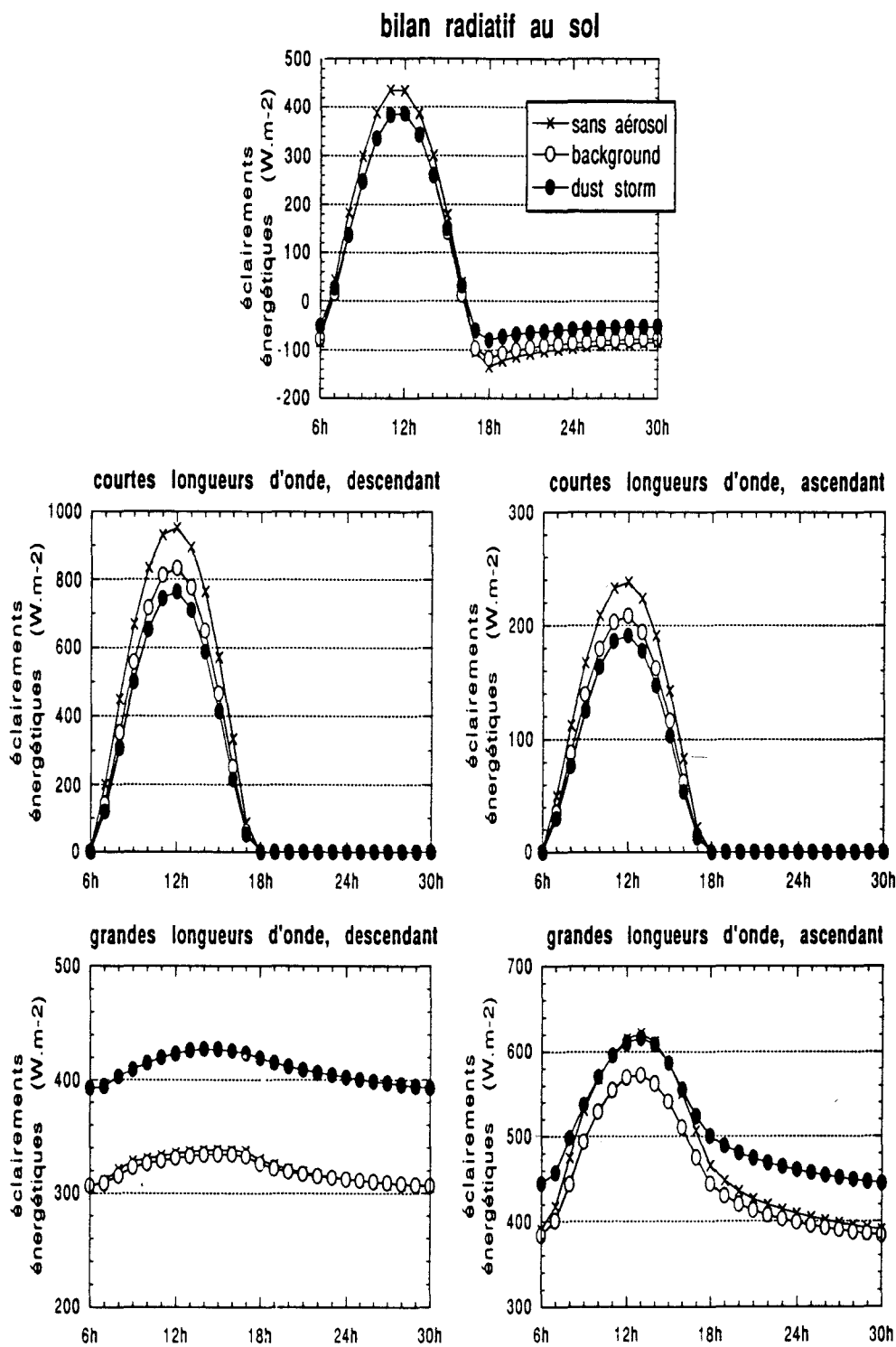


Figure 3.7: cycles diurnes du bilan radiatif au niveau du sol et de ses composantes, obtenus en l'absence et en présence d'aérosol désertique, pour un contenu intégré en vapeur d'eau d'environ $1.67 g.cm^{-2}$.

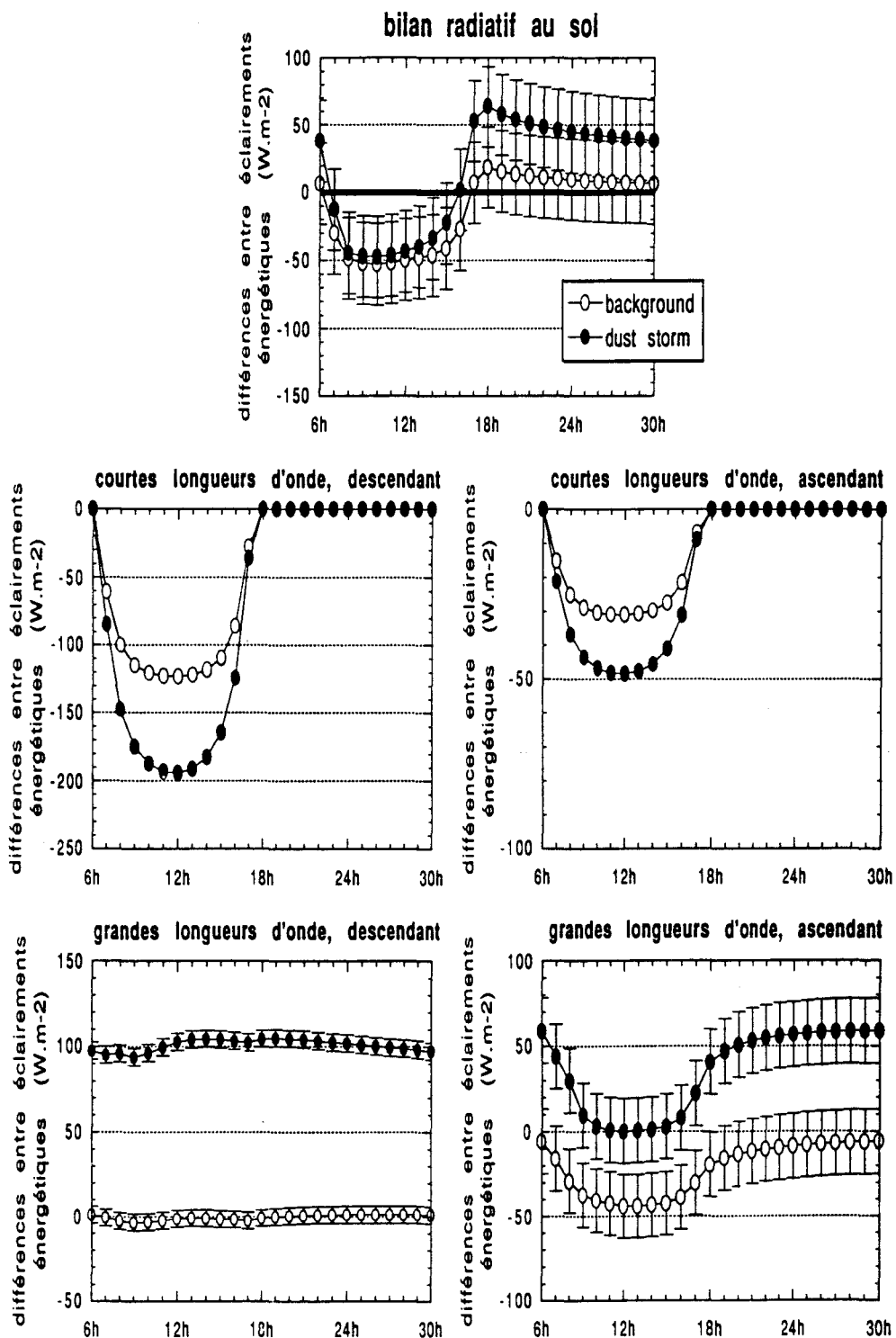


Figure 3.8: comme dans la figure précédente, mais en considérant les différences entre les résultats respectifs obtenus en présence et en l'absence d'aérosol, mais pour un contenu intégré en vapeur d'eau d'environ 0.66 g.cm^{-2} . Les barres d'erreur indiquent l'influence du choix adopté concernant la condition initiale employée lors des simulations effectuées avec le modèle de méso-échelle; pour les composantes associées au domaine des courtes longueurs d'onde, la magnitude de cette influence est inférieure à la dimension des symboles utilisés dans les diagrammes.

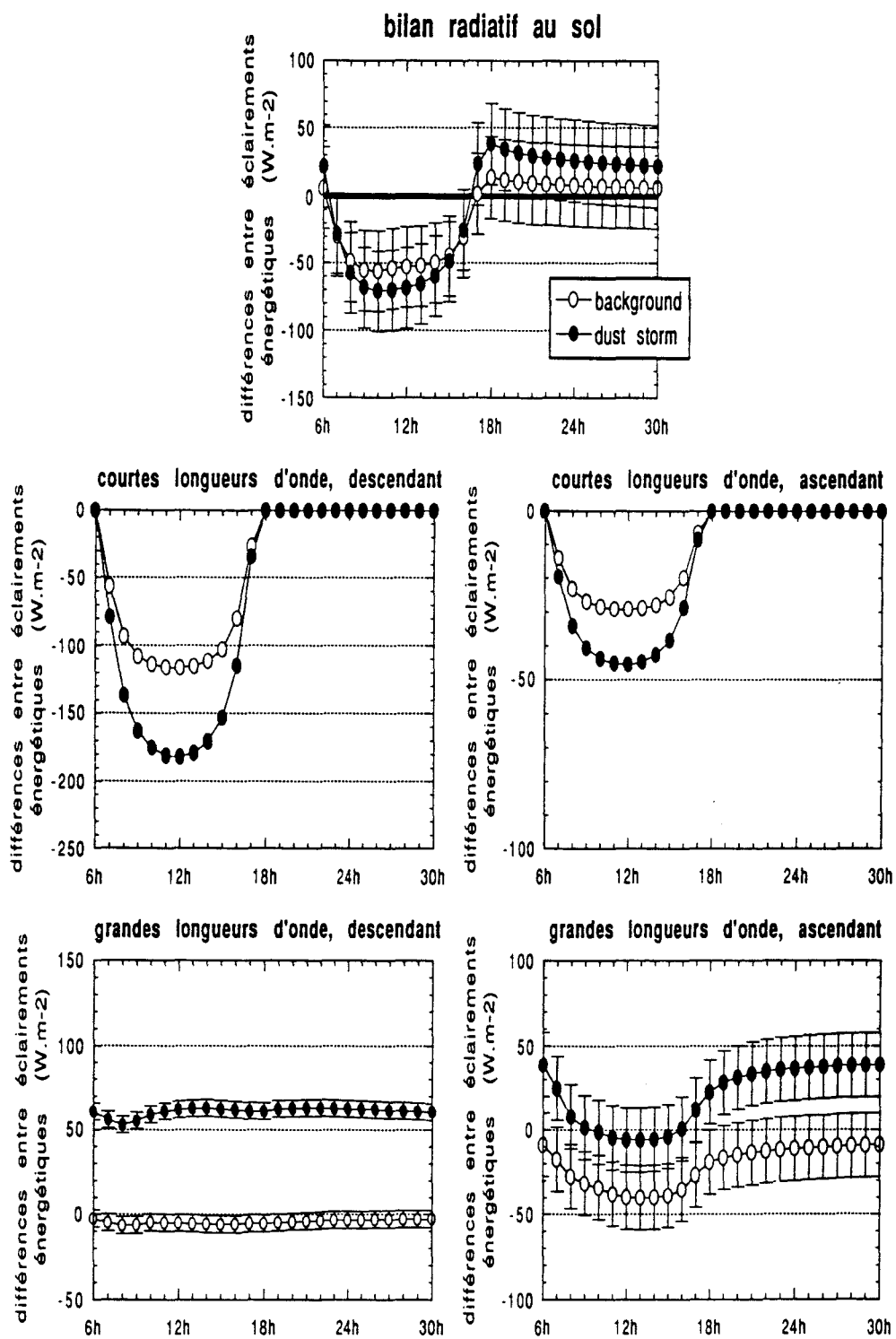


Figure 3.9: comme dans la figure précédente, mais pour un contenu en vapeur d'eau d'environ 3.57 g.cm^{-2} .



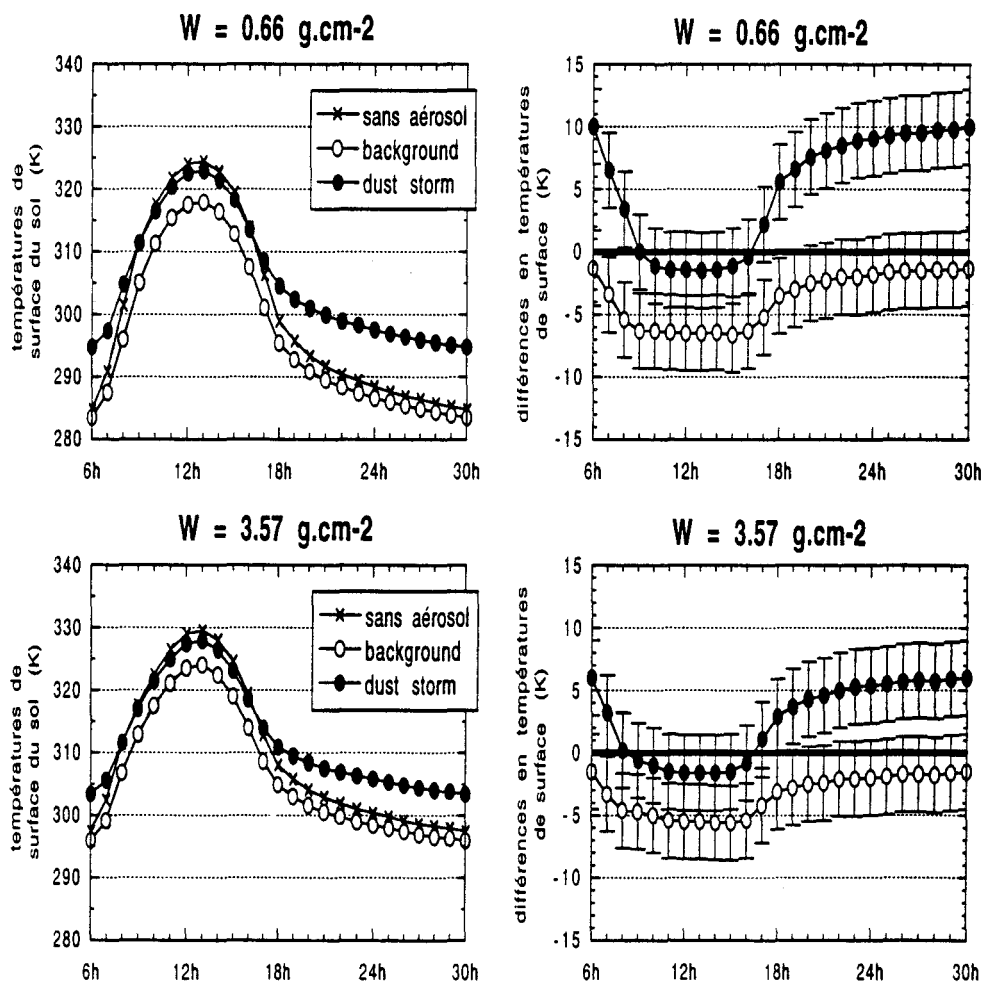


Figure 3.10: cycles diurnes de la température de surface du sol obtenus en présence et en l'absence d'aérosol (à gauche) et les différences entre ces cycles, par rapport à la situation sans aérosol (à droite), pour deux contenus en vapeur d'eau (W).



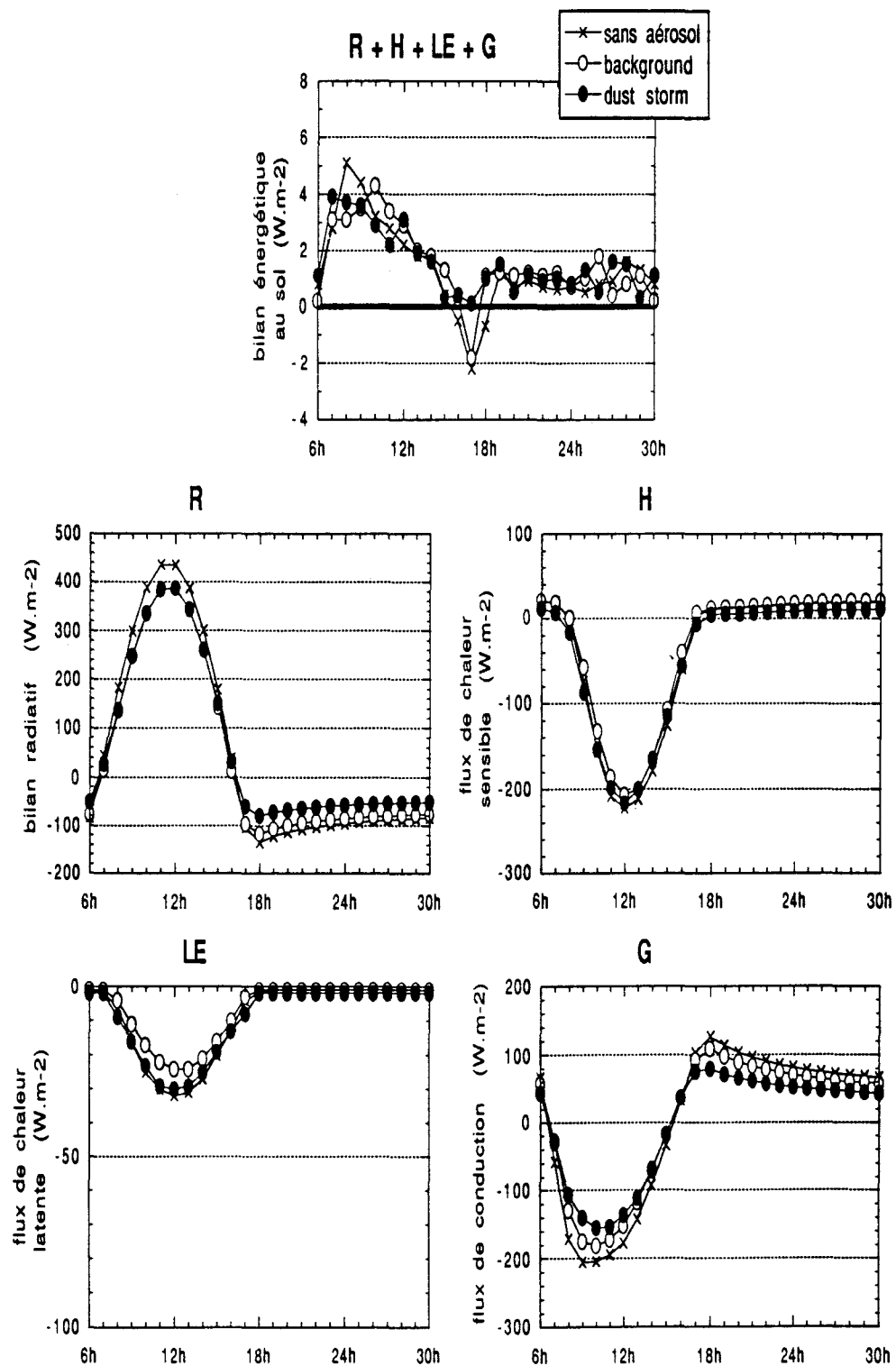


Figure 3.11: comme dans la figure 3.7, mais en illustrant les cycles diurnes du bilan énergétique au niveau du sol et de ses composantes: bilan radiatif (R), flux de chaleur sensible (H), flux de chaleur latente (LE) et flux de conduction vers le sol (G).



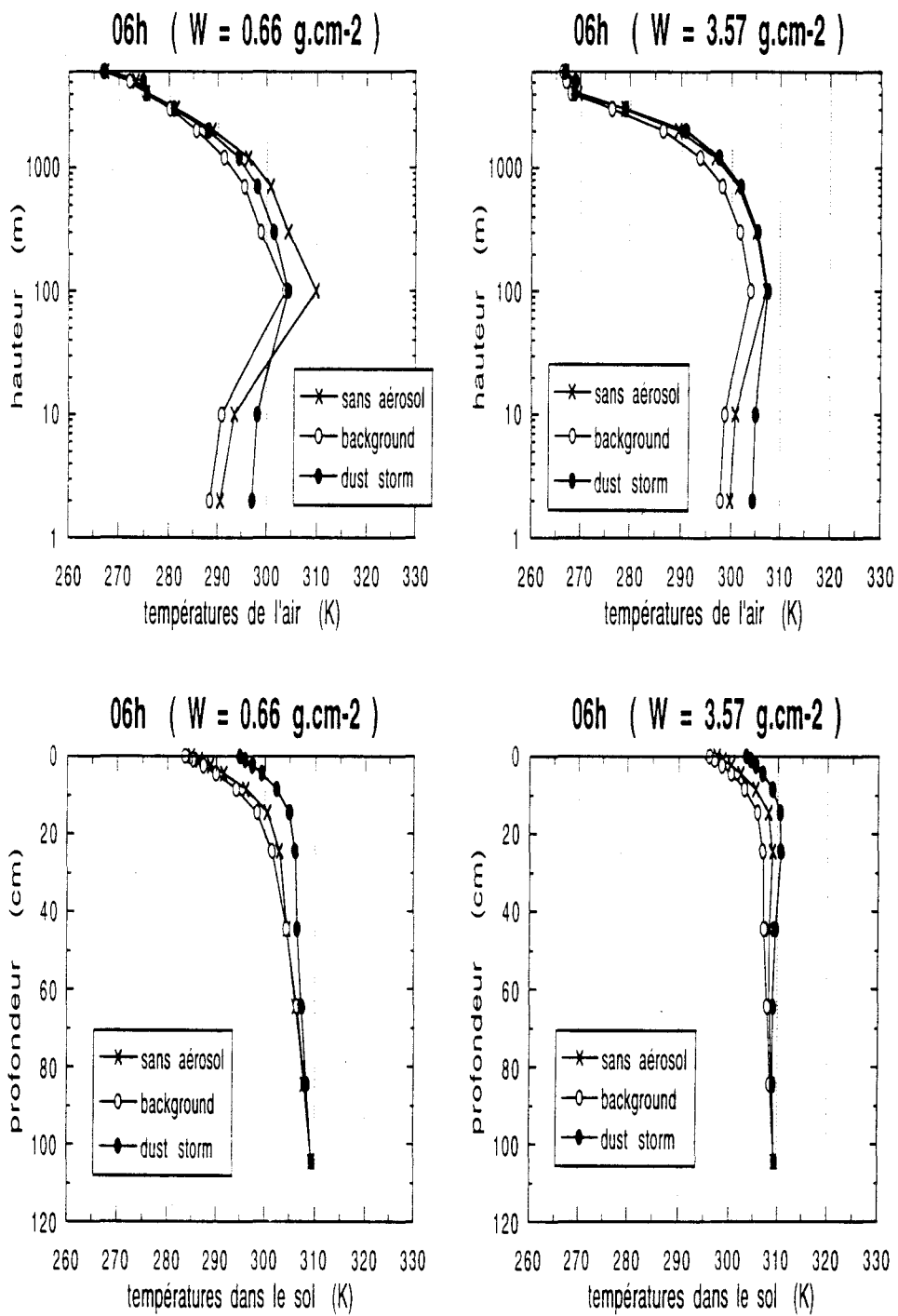


Figure 3.12: profils verticaux de température de l'air (en haut) et dans le sol (en bas) à 06^h du matin, pour deux contenus intégrés en vapeur d'eau (W), obtenus en présence et en l'absence d'aérosol désertique.

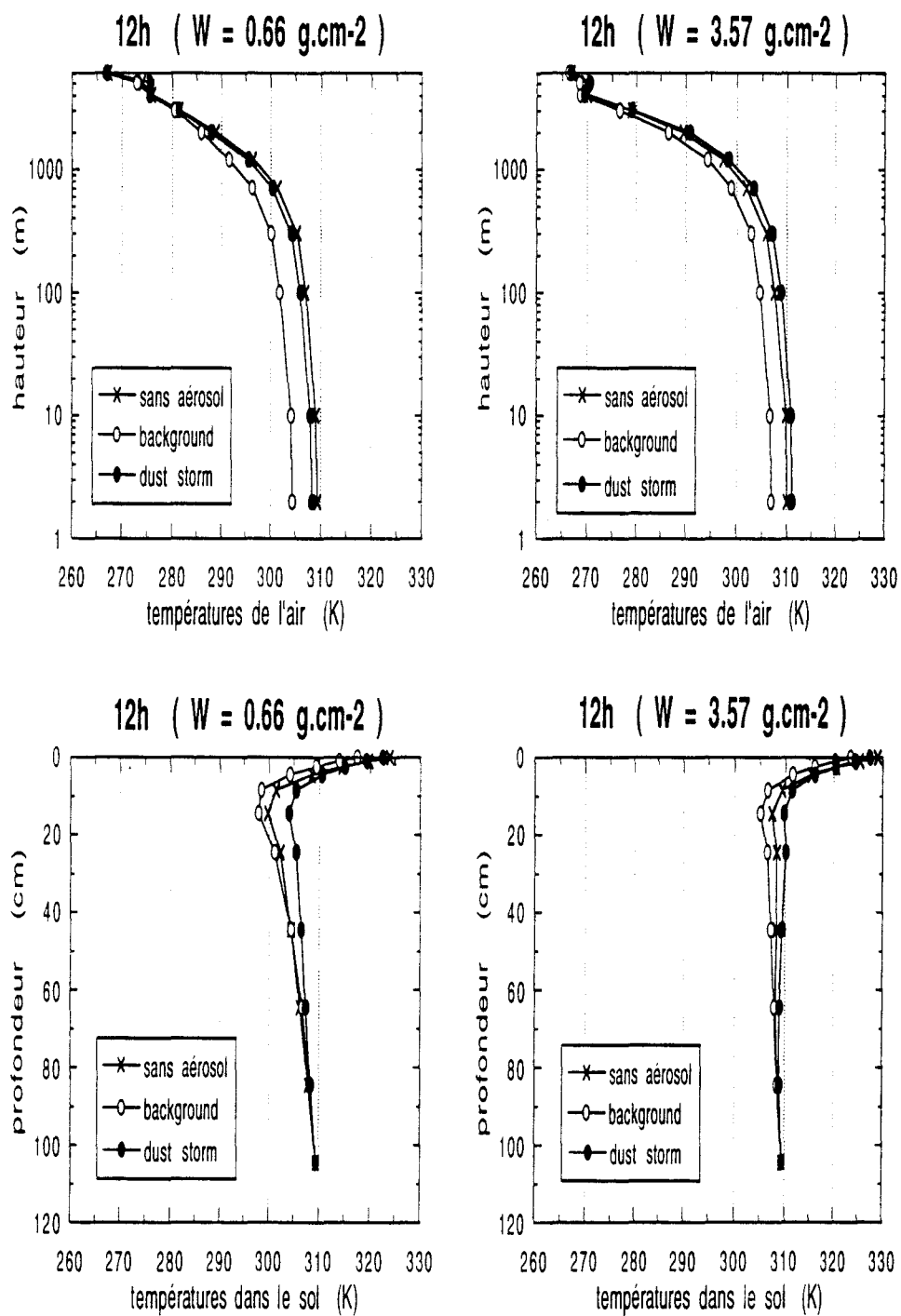


Figure 3.13: comme dans la figure précédente, mais en présentant les résultats obtenus à midi.

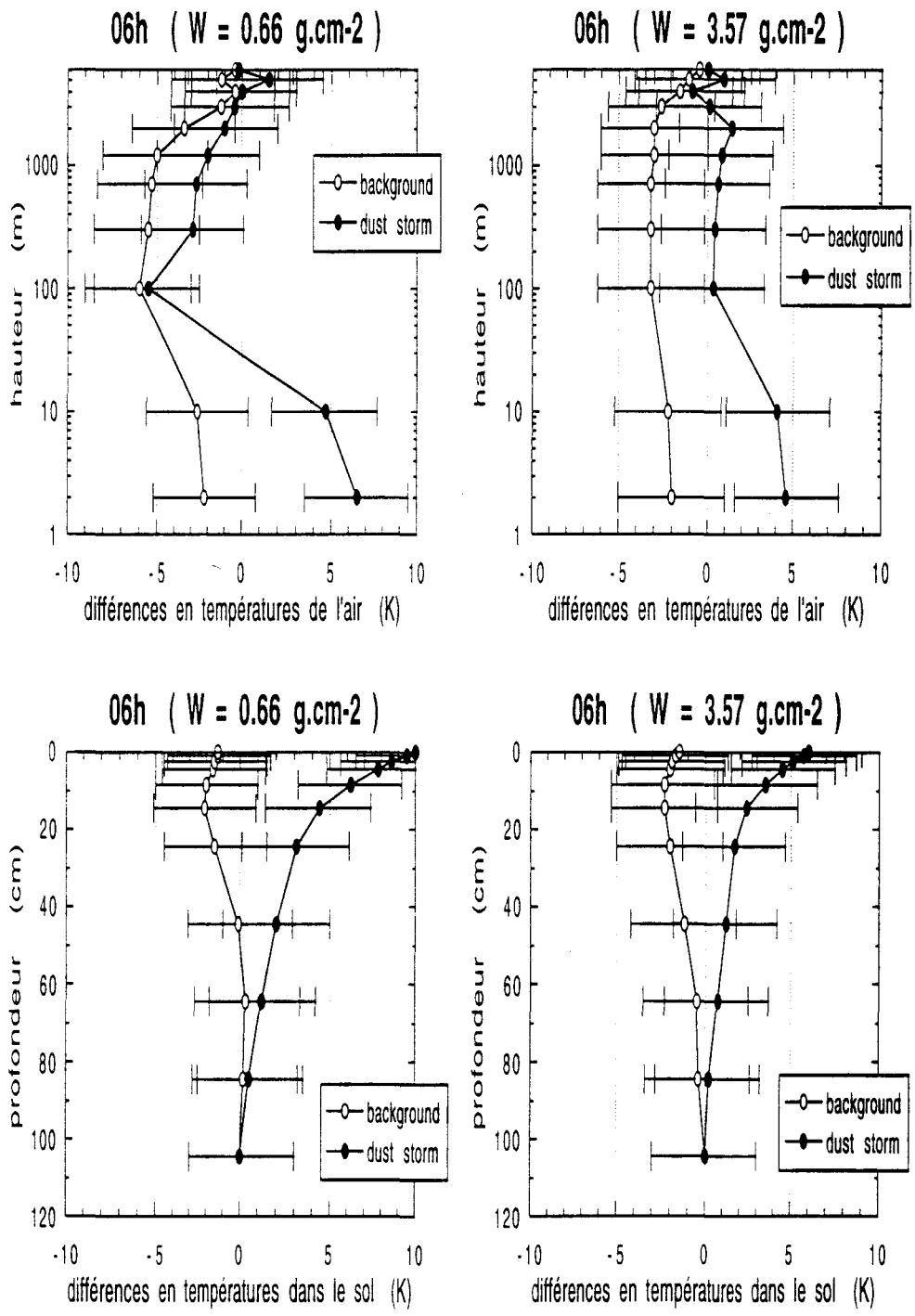


Figure 3.14: comme dans la figure 3.12, mais en présentant les différences entre les résultats respectifs obtenus en présence et en l'absence d'aérosol désertique.

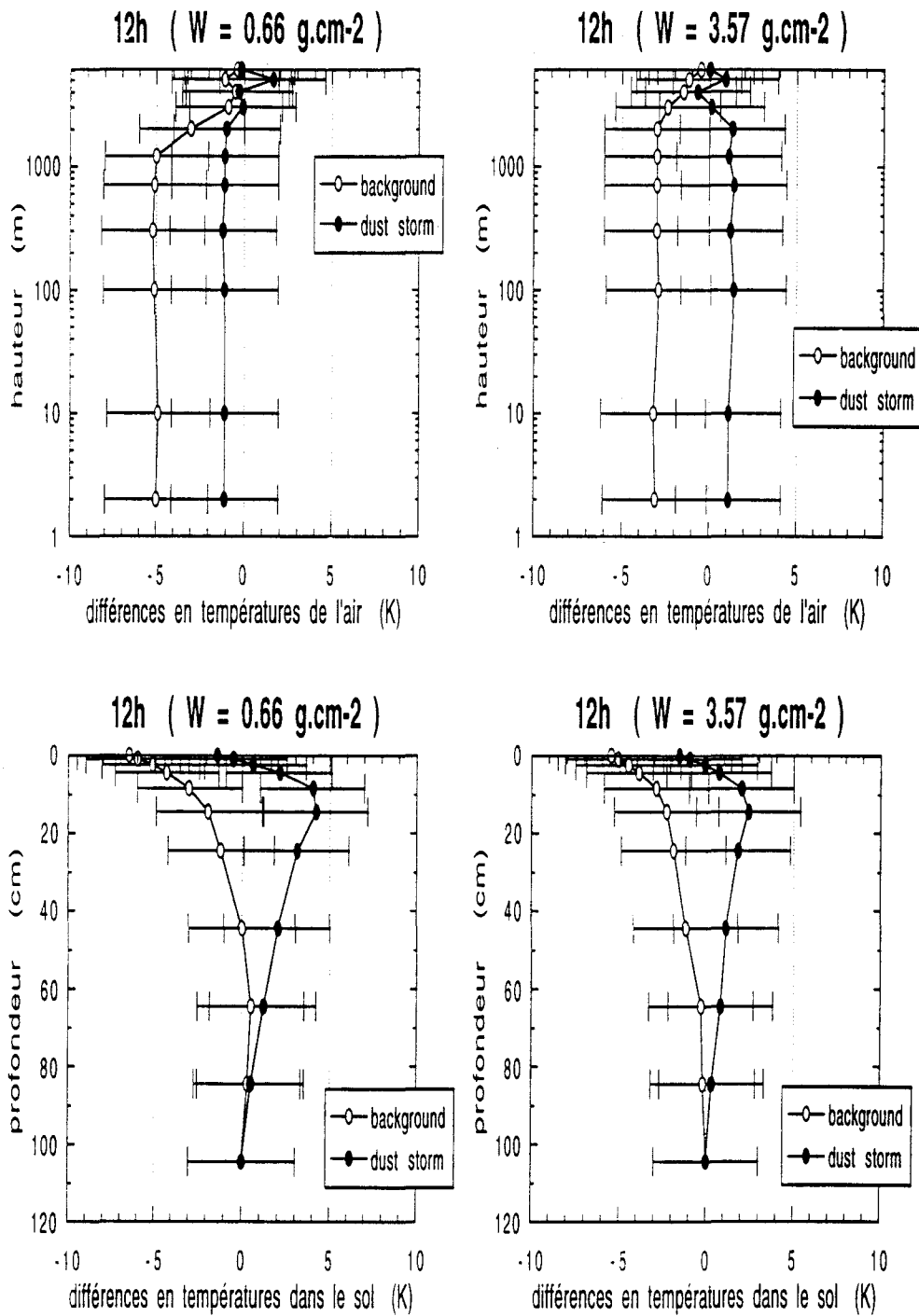


Figure 3.15: comme dans la figure 3.13, mais en présentant les différences entre les résultats respectifs obtenus en présence et en l'absence d'aérosol désertique.



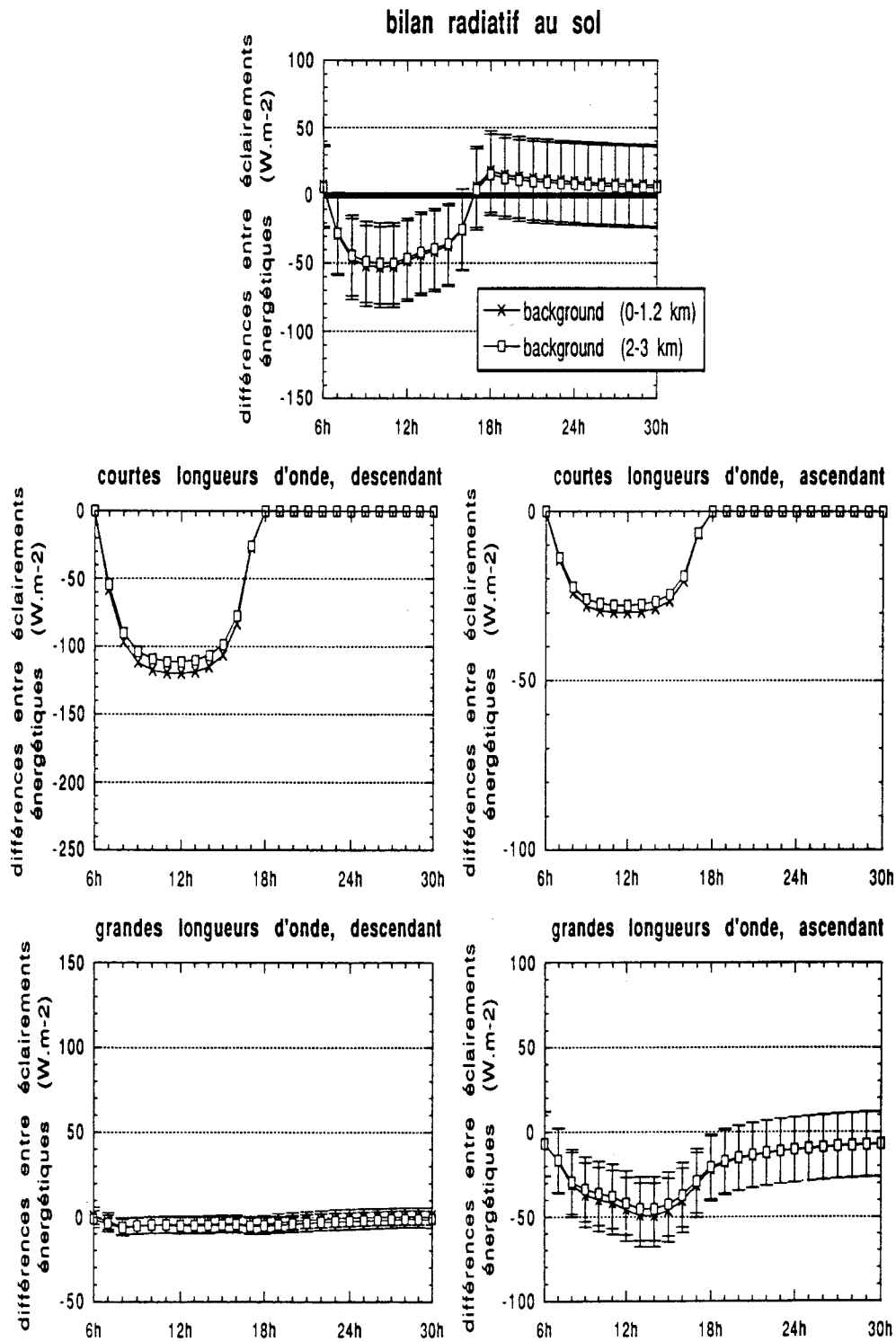


Figure 3.16: cycles diurnes des différences entre les valeurs obtenues, pour le bilan radiatif au sol et ses composantes, en présence et en l'absence d'aérosol désertique, celui-ci étant (a) réparti verticalement de deux façons distinctes et (b) décrit par le modèle *background* de Longtin *et al.*.



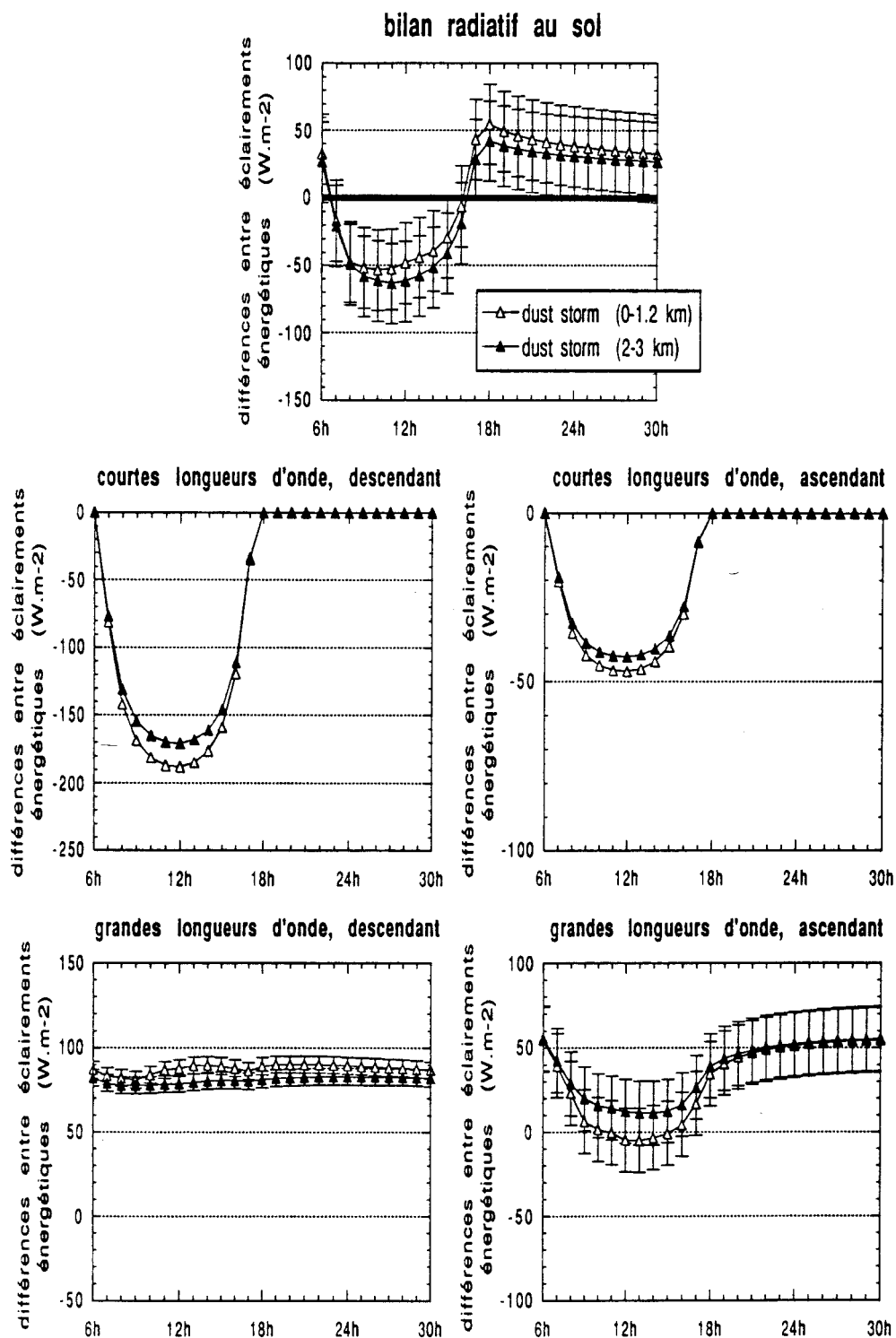


Figure 3.17: comme dans la figure précédente, mais en considérant le modèle *dust storm* de Longtin *et al.*.



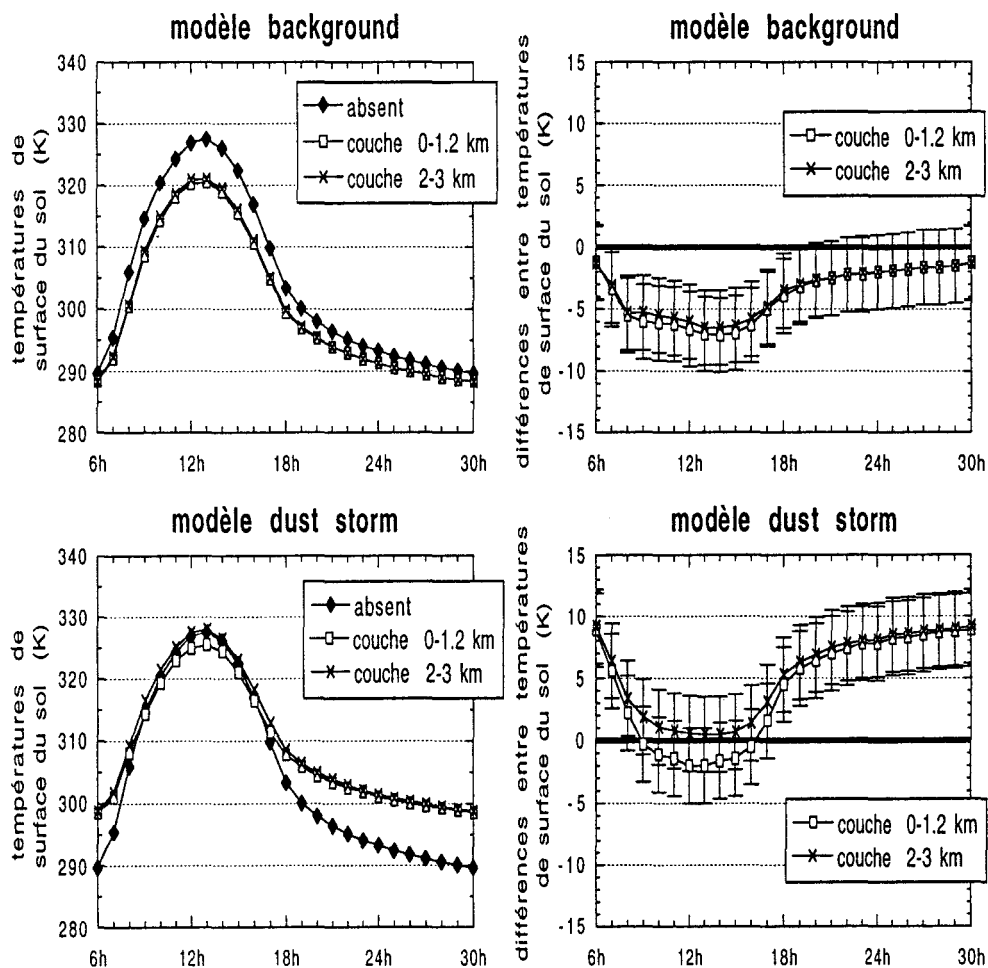


Figure 3.18: cycles diurnes de la température de surface du sol obtenus en présence et en l'absence d'aérosol (à gauche) et les différences entre ces cycles, par rapport à la situation sans aérosol (à droite).

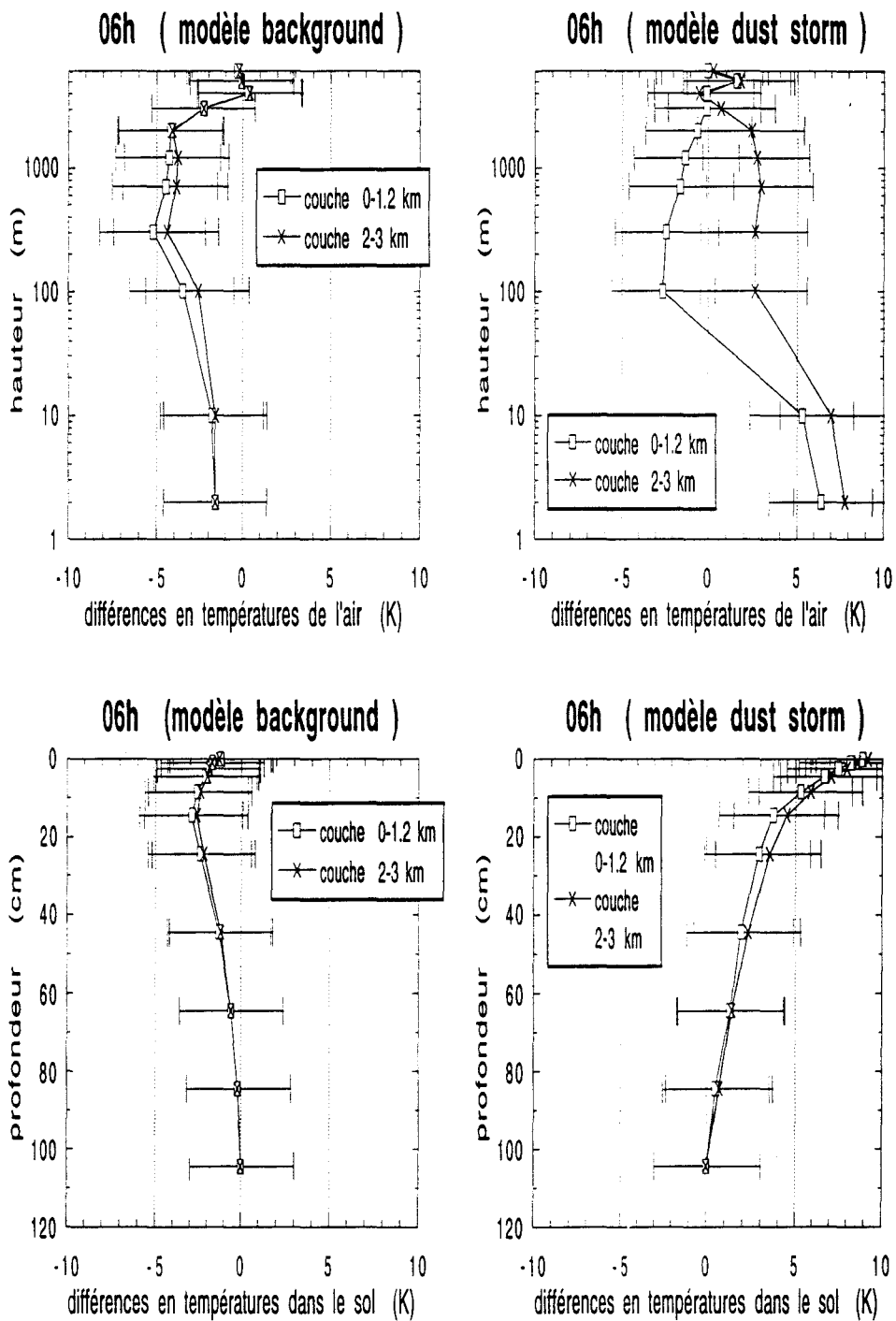


Figure 3.19: profils verticaux des différences entre les valeurs obtenues à 06^h, pour les températures de l'air (en haut) et dans le sol (en bas), en présence et en l'absence d'aérosol désertique, celui-ci étant (a) réparti verticalement de deux façons distinctes et (b) décrit par les modèles *background* (à gauche) et *dust storm* de Longtin *et al.*.

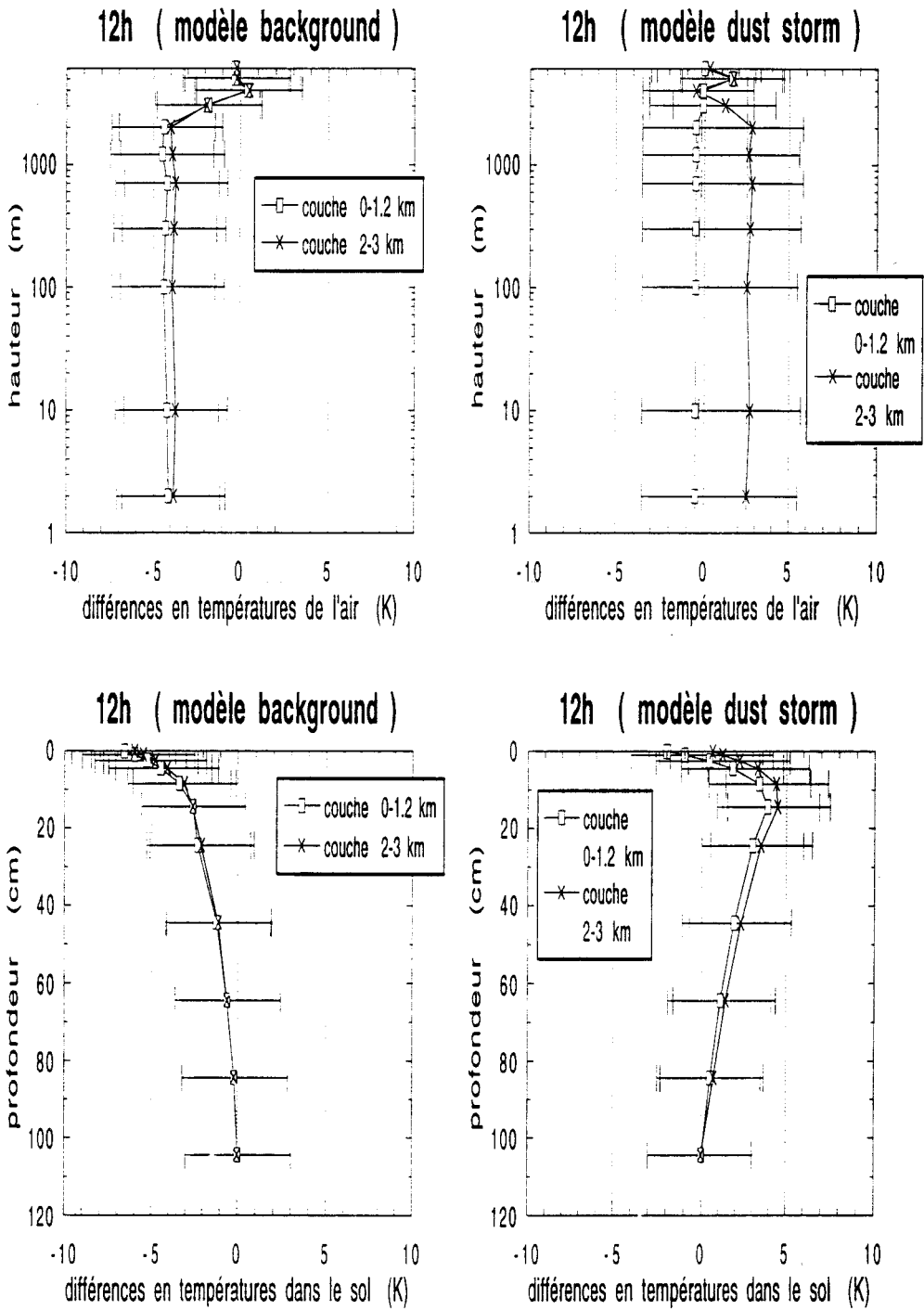


Figure 3.20: comme dans la figure précédente, mais en présentant les résultats obtenus à midi.

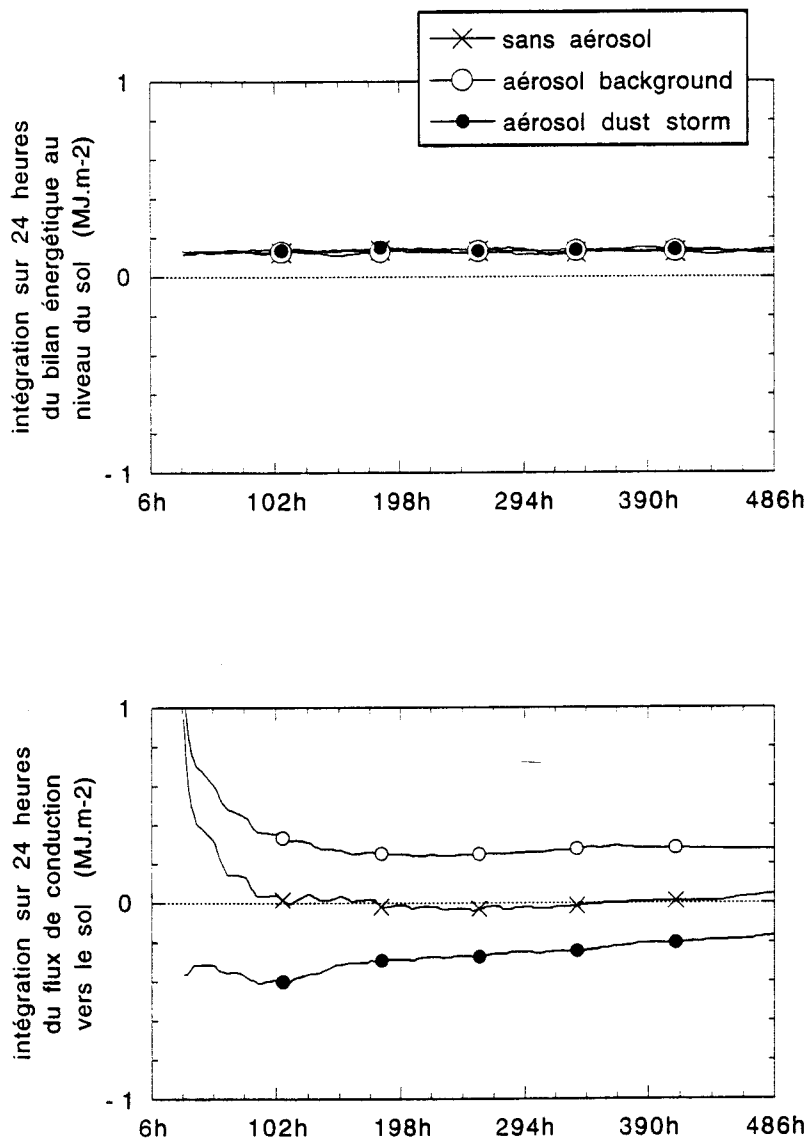


Figure 3.21: évolution temporelle, sur vingt jours de simulation, de l'intégration sur 24 heures du bilan énergétique au niveau du sol (en haut) et du flux de conduction (en bas), en considérant (a) contenu intégré en vapeur d'eau d'environ 1.67 g.cm^{-2} , (b) surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90, et (c) aérosol réparti uniformément dans une couche entre le sol et la hauteur de 1.2 km , correspondant à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$, et décrit par les modèles extrêmes proposés par Longtin *et al.*.



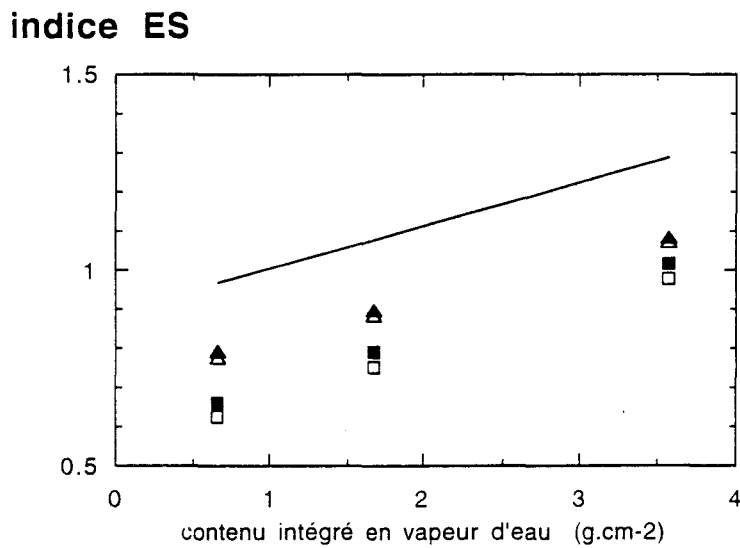
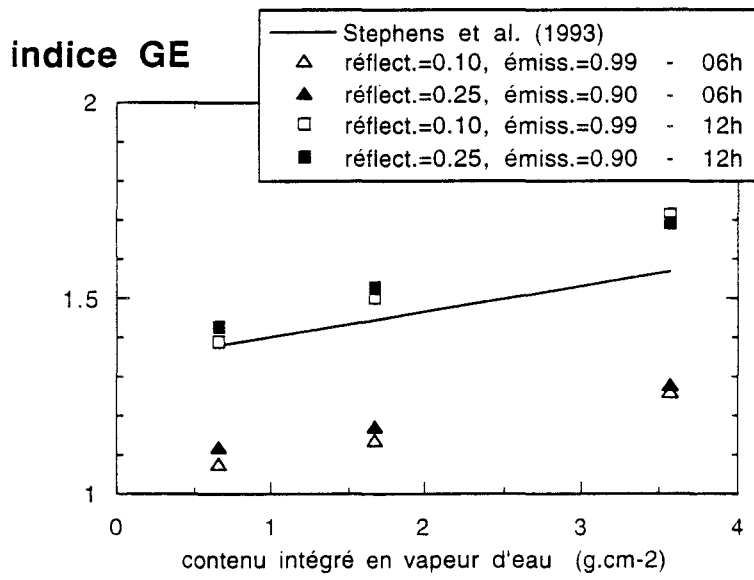


Figure 3.22: comparaison entre les résultats de Stephens *et al.* et ceux obtenus à l'aide de la modélisation météorologique, à deux moments du cycle diurne (triangles et carrés, 06^h et 12^h), prenant en compte deux choix distincts (symboles blancs et noirs) pour les propriétés radiatives de la surface au sol.

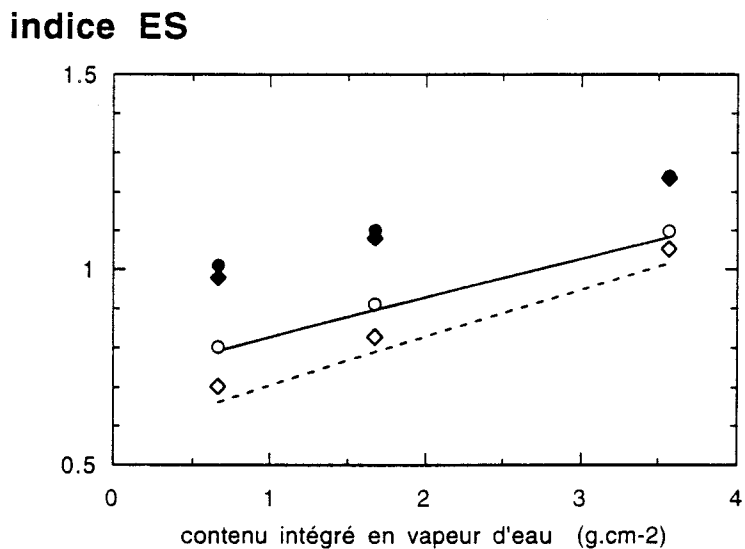
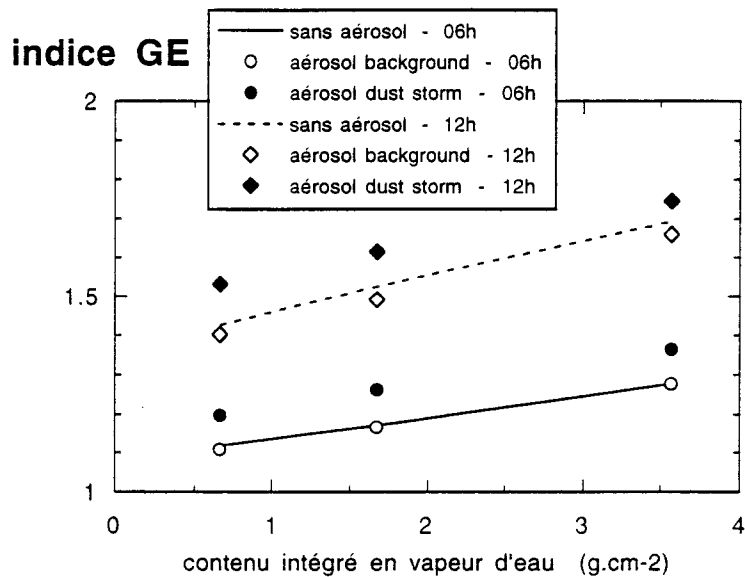


Figure 3.23: impact de l'aérosol désertique sur les indices GE et ES à deux moments du cycle diurne (boules et losanges, 06^h et midi), considérant (a) la présence d'une couche uniforme d'aérosol entre le sol et la hauteur de 1.2 km, associée à une épaisseur optique égale de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$, (b) les deux modèles extrêmes de Longtin *et al.* (symboles blancs et noirs, *background* et *dust storm*), et (c) une surface au sol caractérisée par $\alpha = 0.25$ et $\varepsilon = 0.90$.

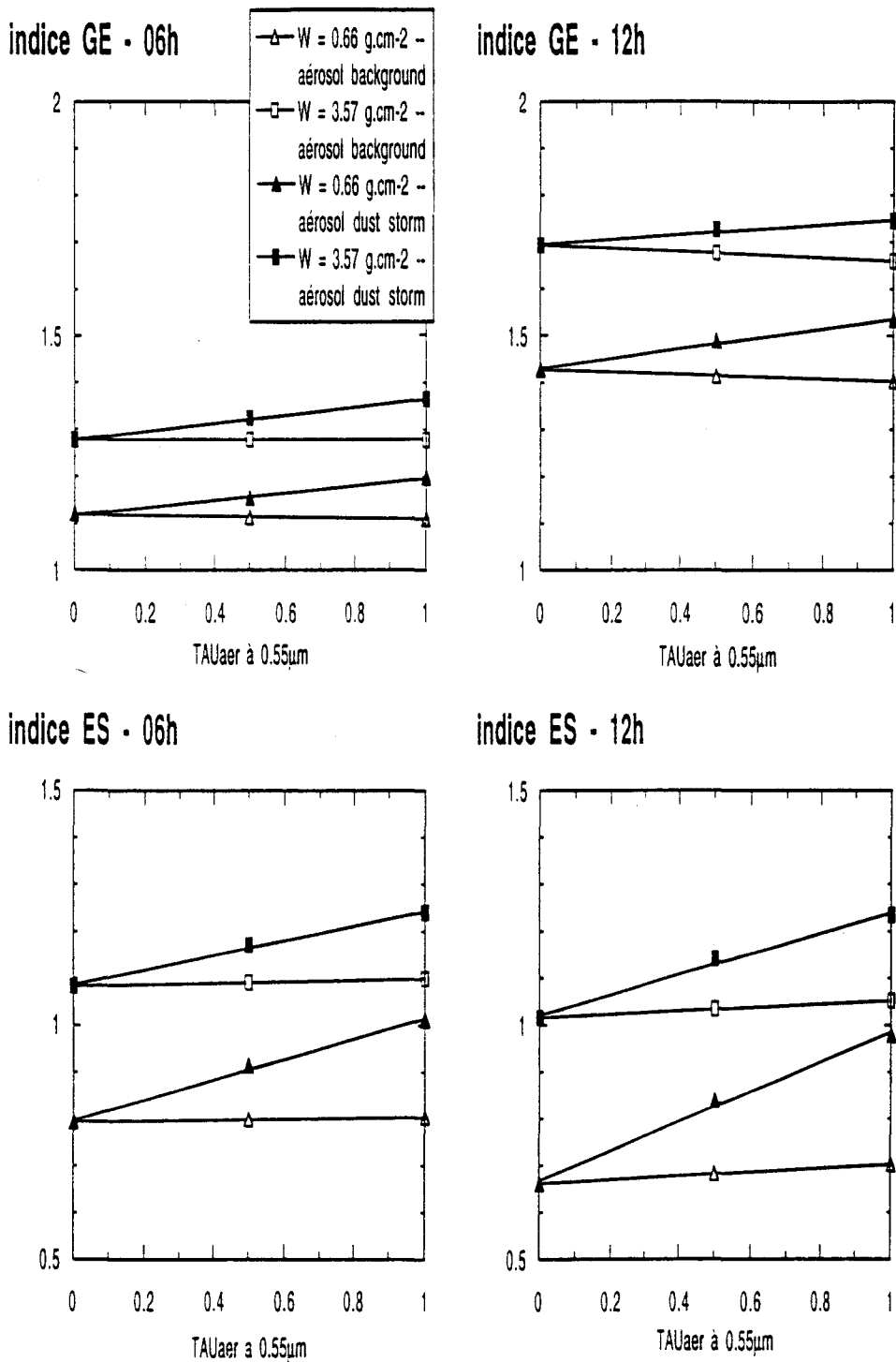


Figure 3.24: variation des indices GE (en haut) et ES (en bas) en fonction de l'épaisseur optique de l'aérosol à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$, à 06^h (à gauche) et à 12^h (à droite), considérant (a) la présence d'une couche uniforme d'aérosol entre le sol et la hauteur de 1.2 km , (b) deux contenus intégrés en vapeur d'eau (triangles et carrés, cas sec W_0 et humide W_5), (c) les deux modèles extrêmes de Longtin *et al.* (symboles blancs et noirs, *background* et *dust storm*), et (d) une surface au sol caractérisée par $\alpha = 0.25$ et $\varepsilon = 0.90$.



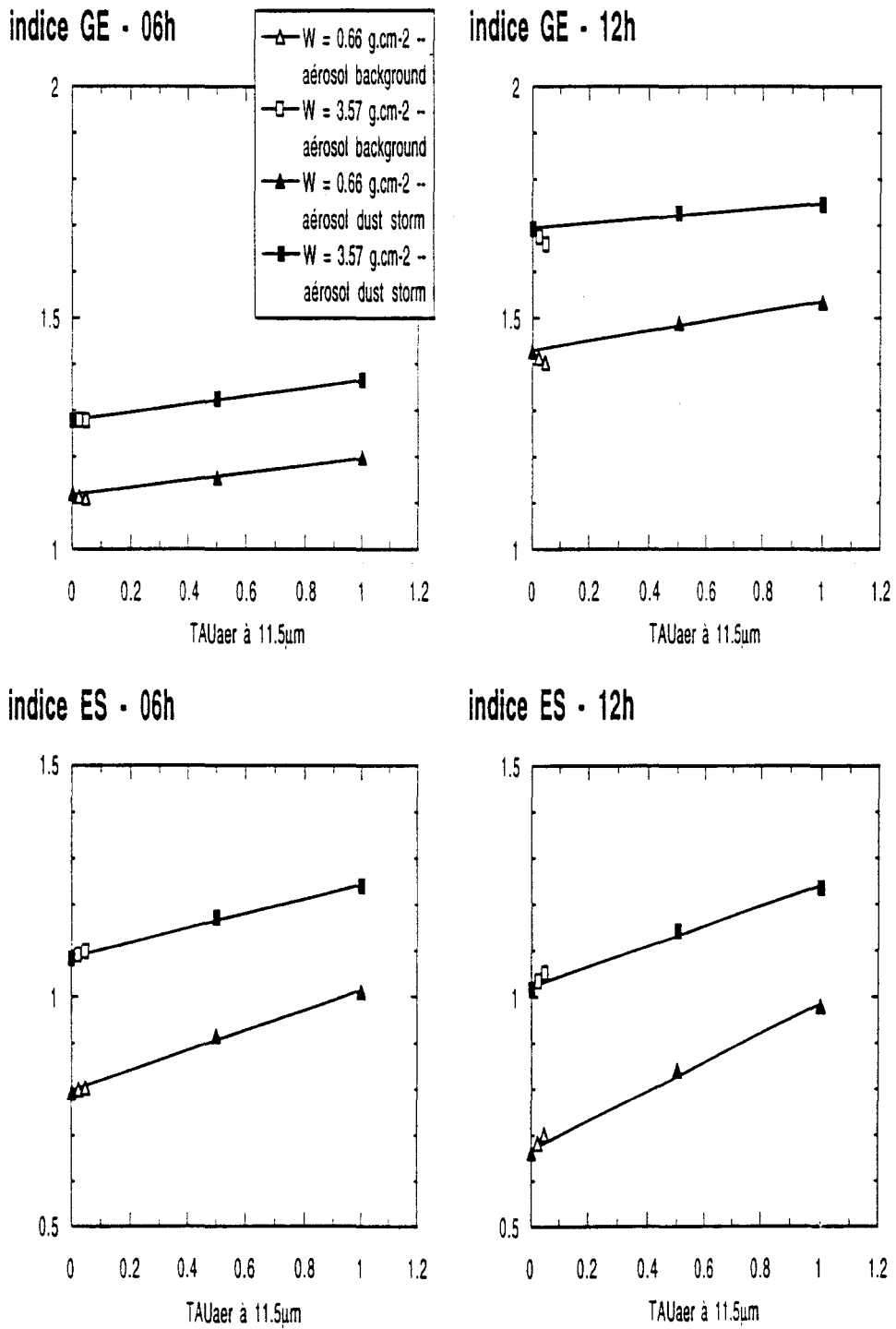


Figure 3.25: comme dans la figure précédente, mais en présentant les indices d'effet de serre *GE* et *ES* en fonction de l'épaisseur optique de l'aérosol à $\lambda = 11.5 \mu\text{m}$.



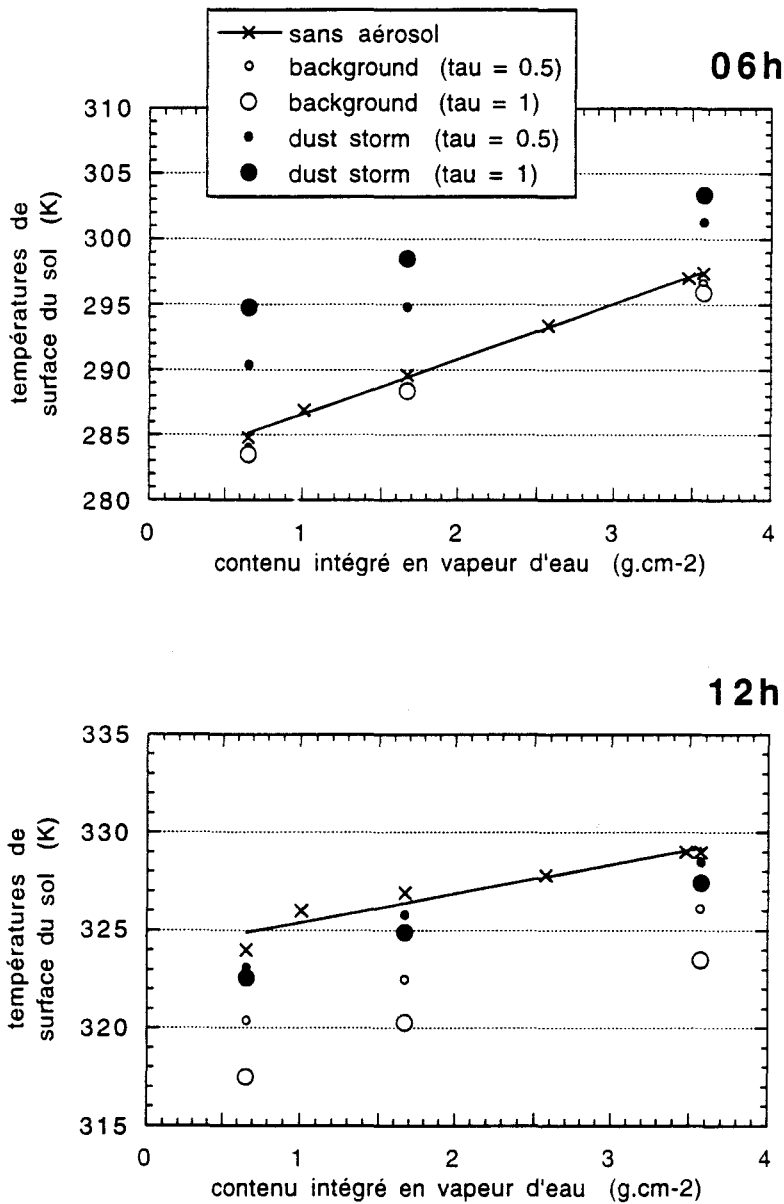


Figure 3.26: températures de surface du sol à 06^h du matin et à midi en fonction du contenu intégré en vapeur d'eau, obtenues en l'absence et en présence d'aérosol désertique, en considérant une surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90. L'aérosol est décrit par les deux modèles extrêmes de Longtin *et al.*, étant réparti uniformément entre le sol et le niveau de 1.2 km de hauteur et associé à deux valeurs distinctes (0.5 et 1) d'épaisseur optique à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$. Les deux droites de régression signalées correspondent aux résultats obtenus en l'absence d'aérosol (revoir figure 3.5).

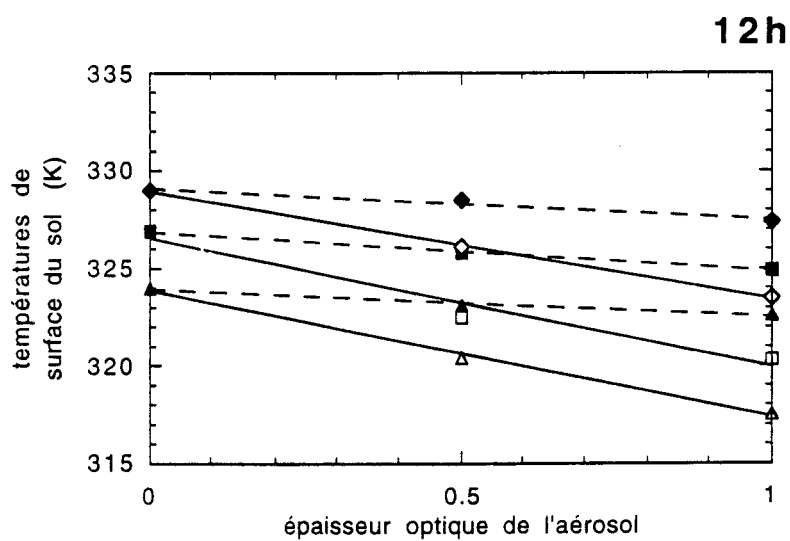
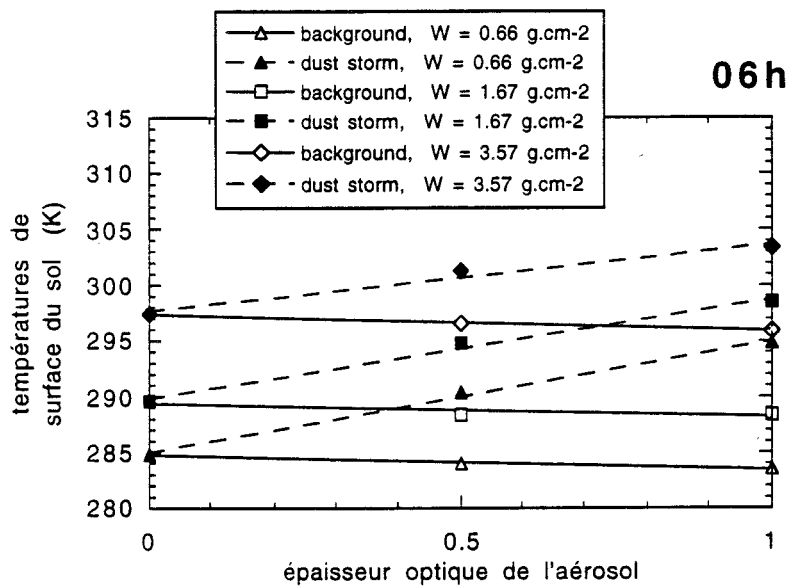


Figure 3.27: comme dans la figure précédente, mais en fonction de l'épaisseur optique de l'aérosol à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ au lieu du contenu en vapeur d'eau. Les lignes indiquent les droites de régression respectives, mettant en évidence leur caractère presque parallèle.

**Chapitre 4 –
Impact de l’Aérosol Désertique
sur les Luminances Emergentes de
la Planète dans la Région Spectrale
10.5 – 12.5 μm : Simulations avec le
Code LOWTRAN-7**

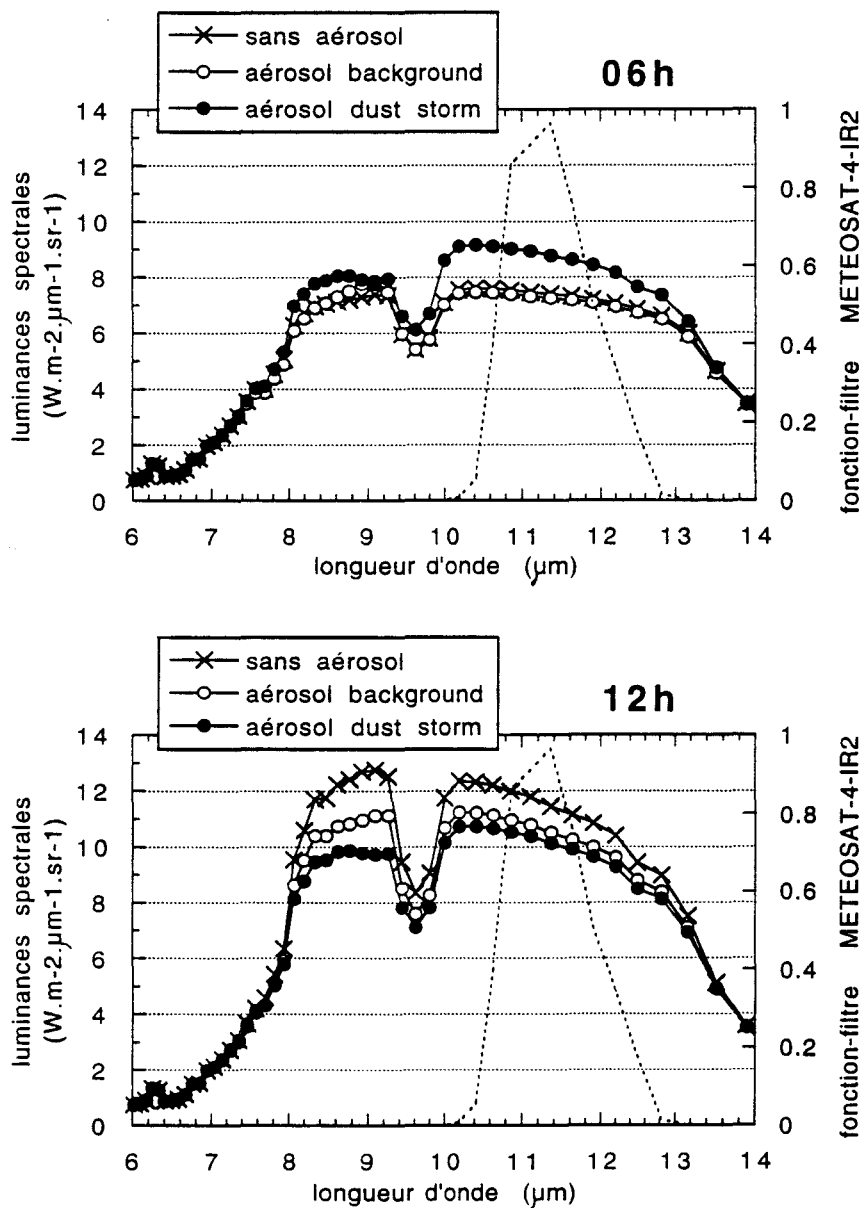


Figure 4.1: distributions des luminances spectrales émergentes de la planète (échelle à gauche) et de la fonction-filtre du capteur IR2 du satellite METEOSAT-4 (échelle à droite) entre 6 et 14 μm , à 06^h du matin (en haut) et à midi (en bas). Les luminances spectrales correspondent à trois conditions atmosphériques distinctes, décrites dans le texte et issues de l'application de la démarche établie lors de notre deuxième chapitre.



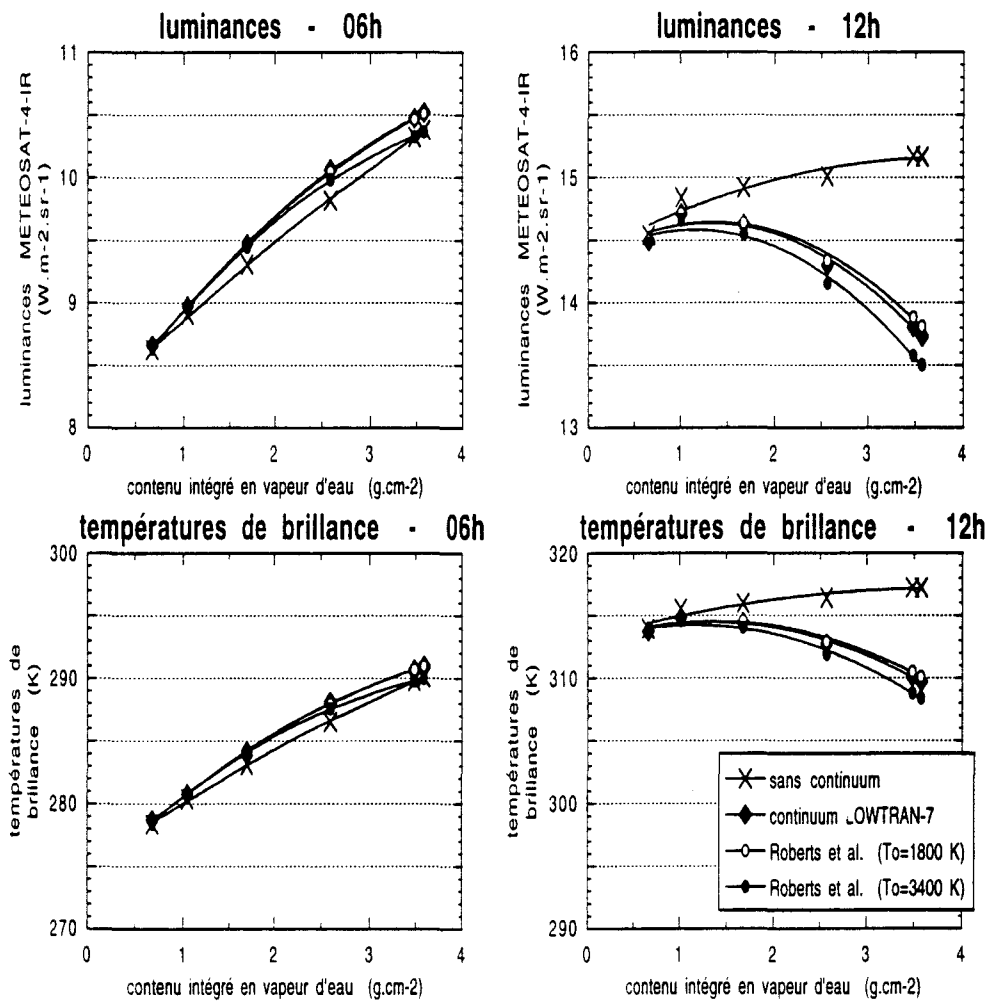


Figure 4.2: dépendance avec le contenu intégré en vapeur d'eau pour les luminances émergentes dans la région spectrale 10.5 – 12.5 μm (en haut) et pour les températures de brillance respectives (en bas), à 06^h (à gauche) et à 12^h (à droite). Les quatre courbes signalées dans ces diagrammes indiquent les résultats issus de l'application de quatre procédés distincts d'évaluation des effets du *continuum* de la vapeur d'eau (voir texte).



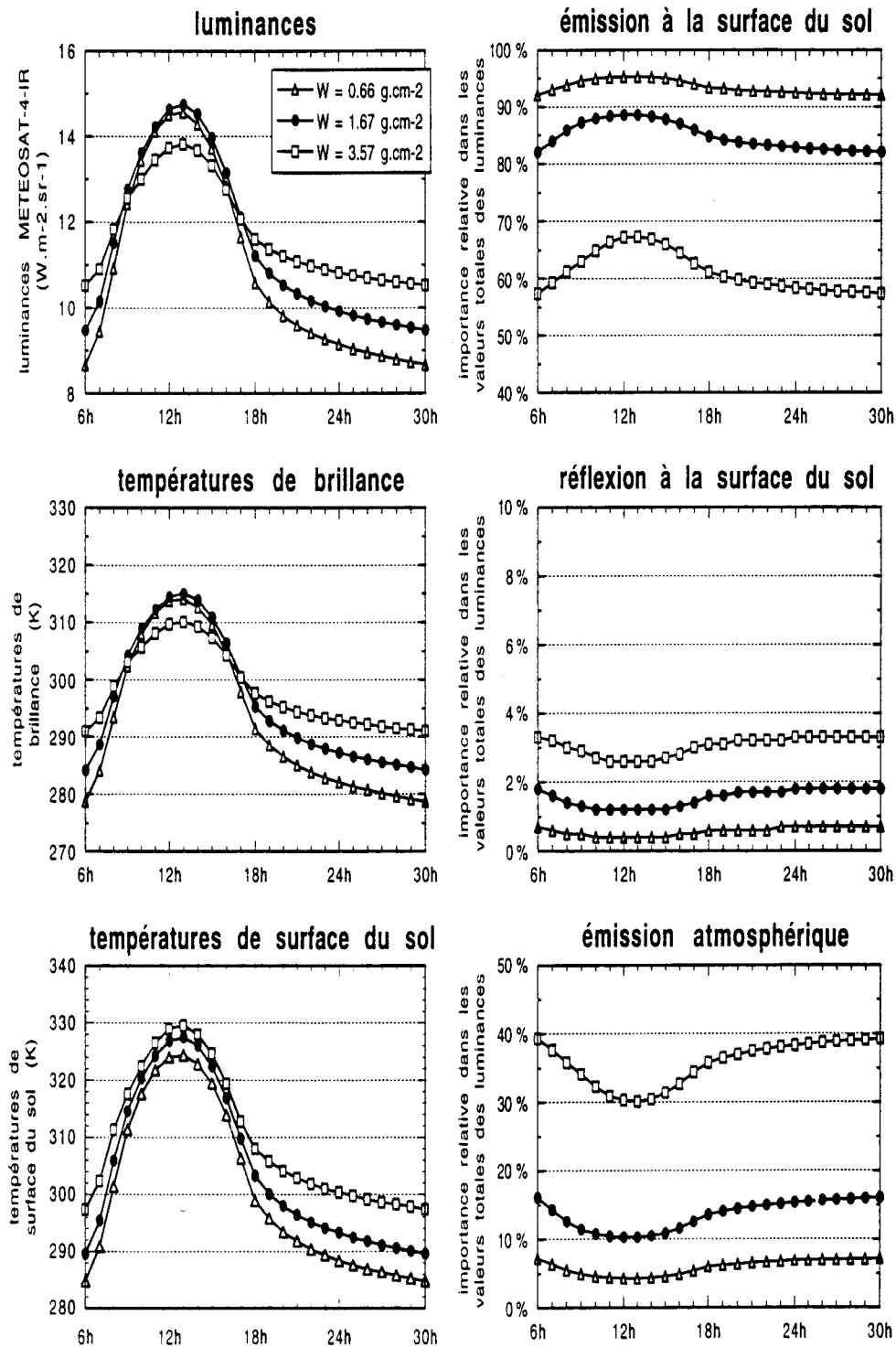


Figure 4.3: cycles diurnes des luminances émergentes (à gauche en haut), des températures de brillance (à gauche au milieu), des températures de surface (à gauche en bas) et de l'importance relative des trois composantes des luminances (à droite), considérant trois contenus en vapeur d'eau. Ces résultats sont associés à une surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90.

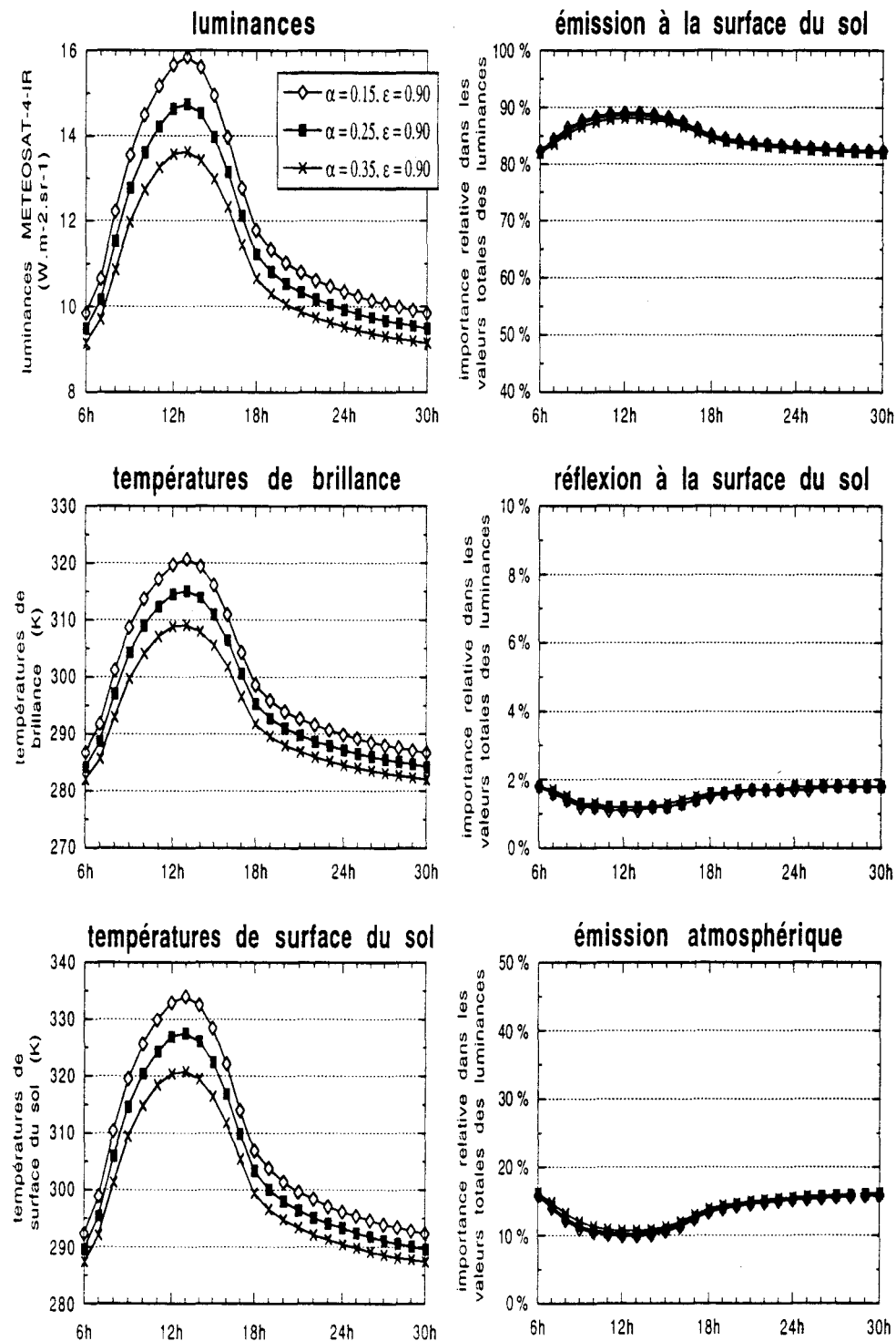


Figure 4.4: cycles diurnes correspondant à trois choix distincts pour les propriétés radiatives du sol (trois réflectances α et une émissivité ϵ) pour les luminances émergentes (à gauche en haut), leur interprétation en températures de brillance (à gauche au milieu), les températures de surface respectives (à gauche en bas) et l'importance relative des trois composantes des luminances (à droite). Ces résultats sont associés à un contenu en vapeur d'eau d'environ 1.67 g.cm^{-2} .

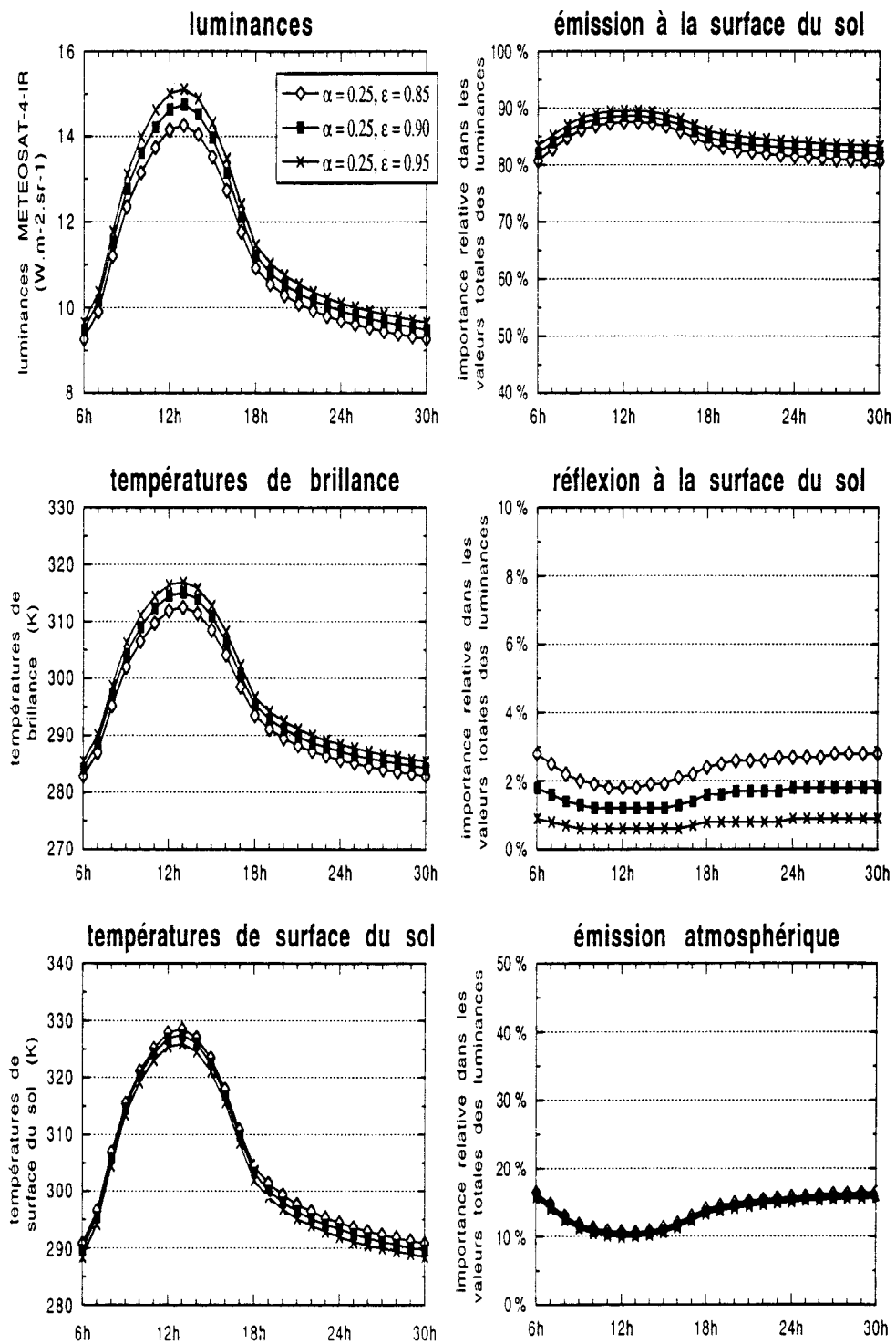


Figure 4.5: comme dans la figure précédente, mais en considérant une même réflectance et trois émissivités distinctes pour la surface au sol.



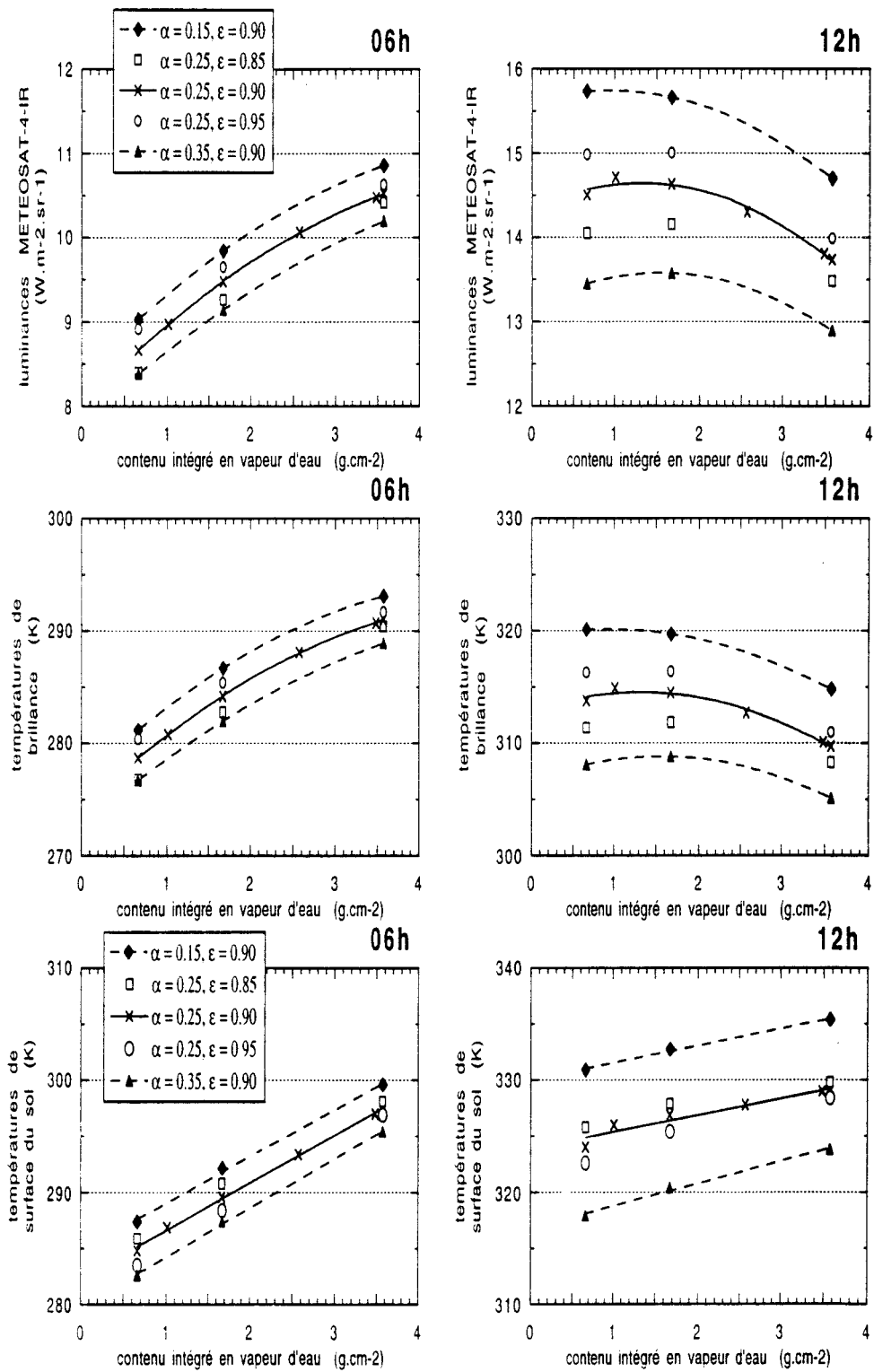


Figure 4.6: dépendance entre les luminances émergentes (en haut), les températures de brillance (au milieu) et les températures de surface (en bas) et le contenu en vapeur d'eau, à deux moments du cycle diurne, 06^h (à gauche) et 12^h (à droite), en considérant cinq différents choix pour les propriétés radiatives de la surface (réflectance α et émissivité ϵ).



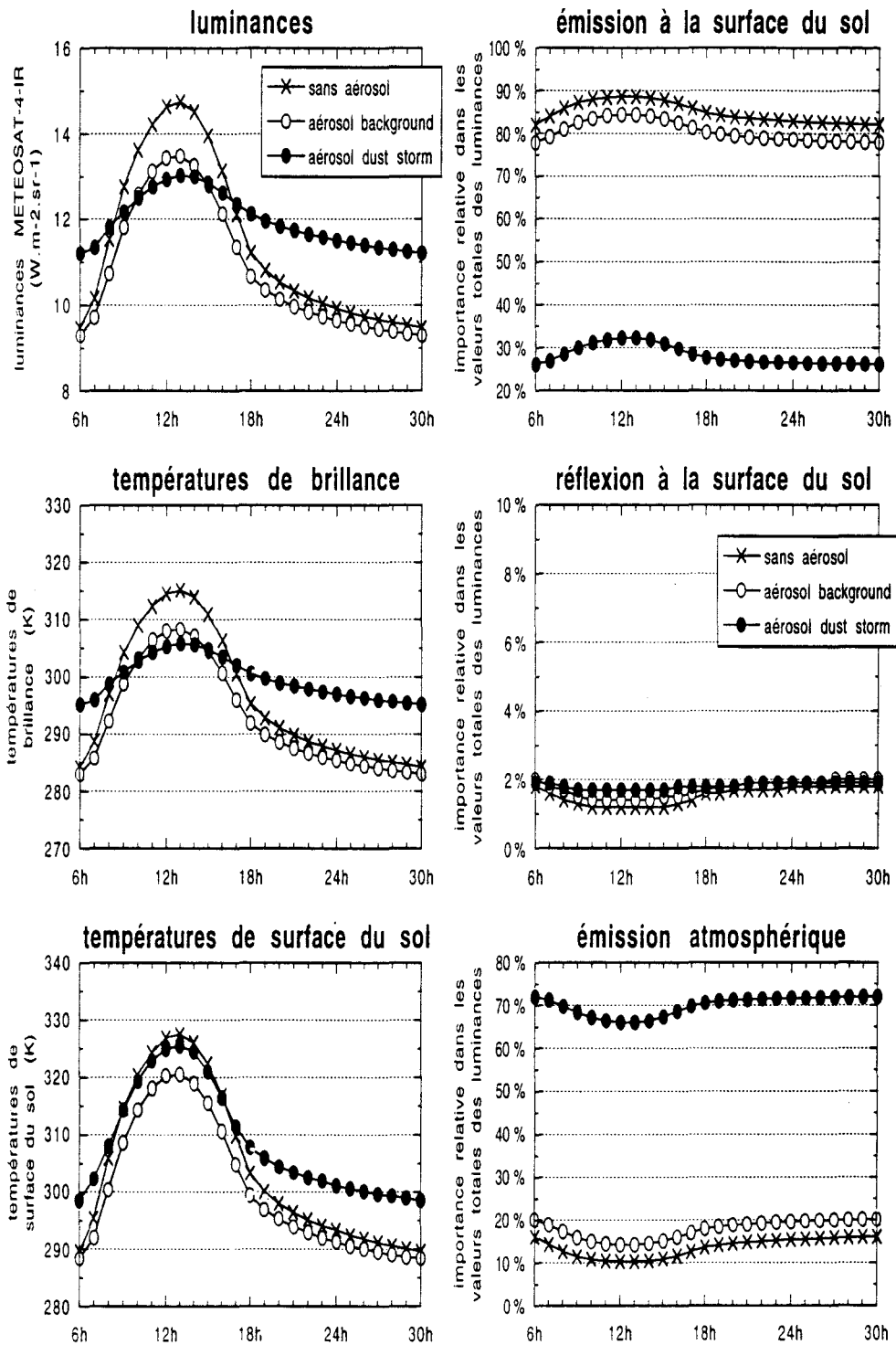


Figure 4.7: cycles diurnes des luminances émergentes (à gauche en haut), des températures de brillance (à gauche au milieu), des températures de surface (à gauche en bas) et de l'importance relative des trois composantes des luminances (à droite), en présence et en l'absence des poussières. Celles-ci, si présentes, sont réparties uniformément entre le sol et la hauteur de 1.2 km et associées à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$.



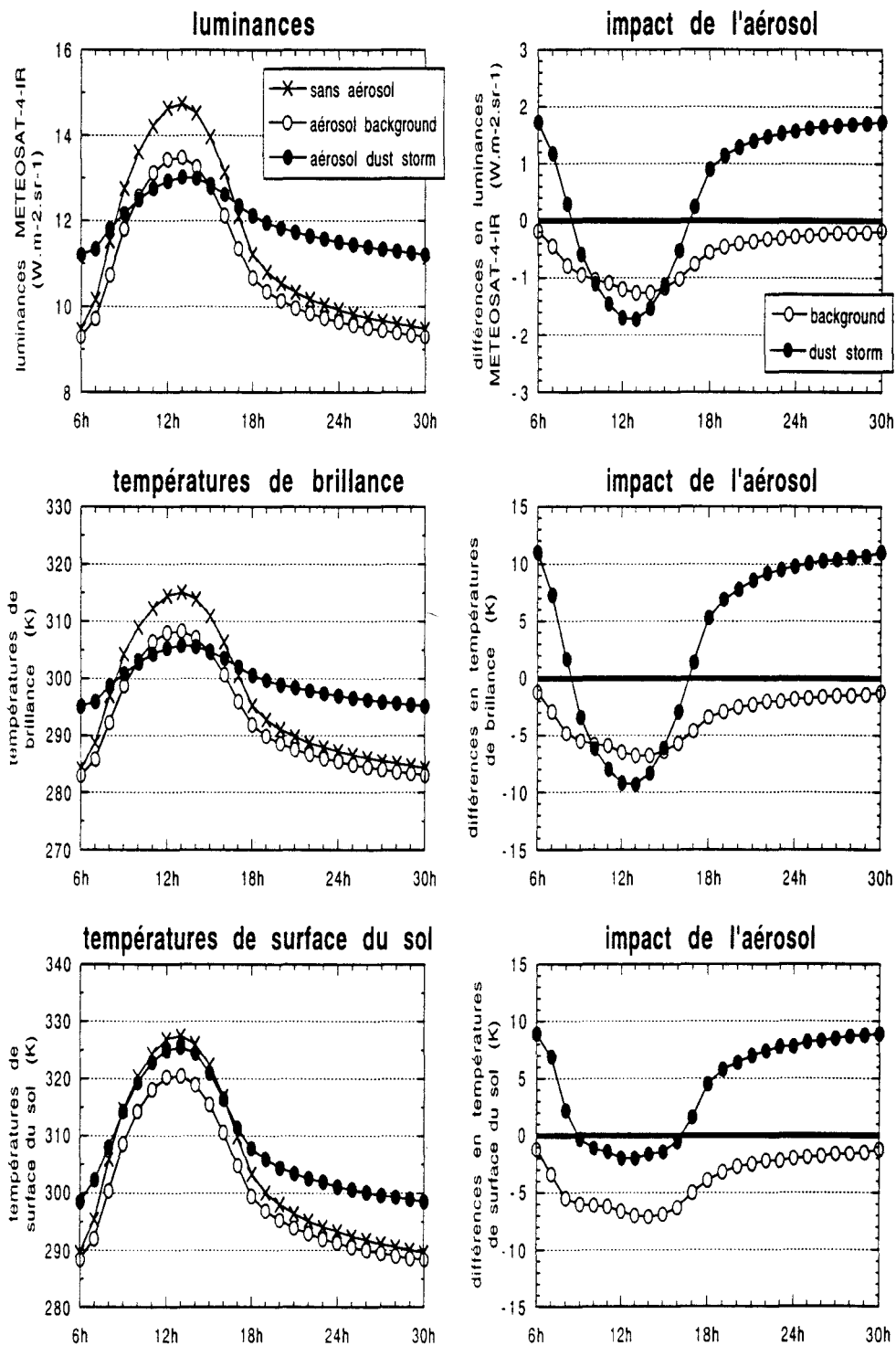


Figure 4.8: cycles diurnes des luminances émergente (à gauche en haut), des températures de brillance (à gauche au milieu) et des températures de surface (à gauche en bas) obtenus en présence et en l'absence d'aérosol, et différences respectives entre ces deux types de résultats (à droite). Les poussières, si présentes, sont réparties uniformément entre le sol et la hauteur de 1.2 km et associées à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$.

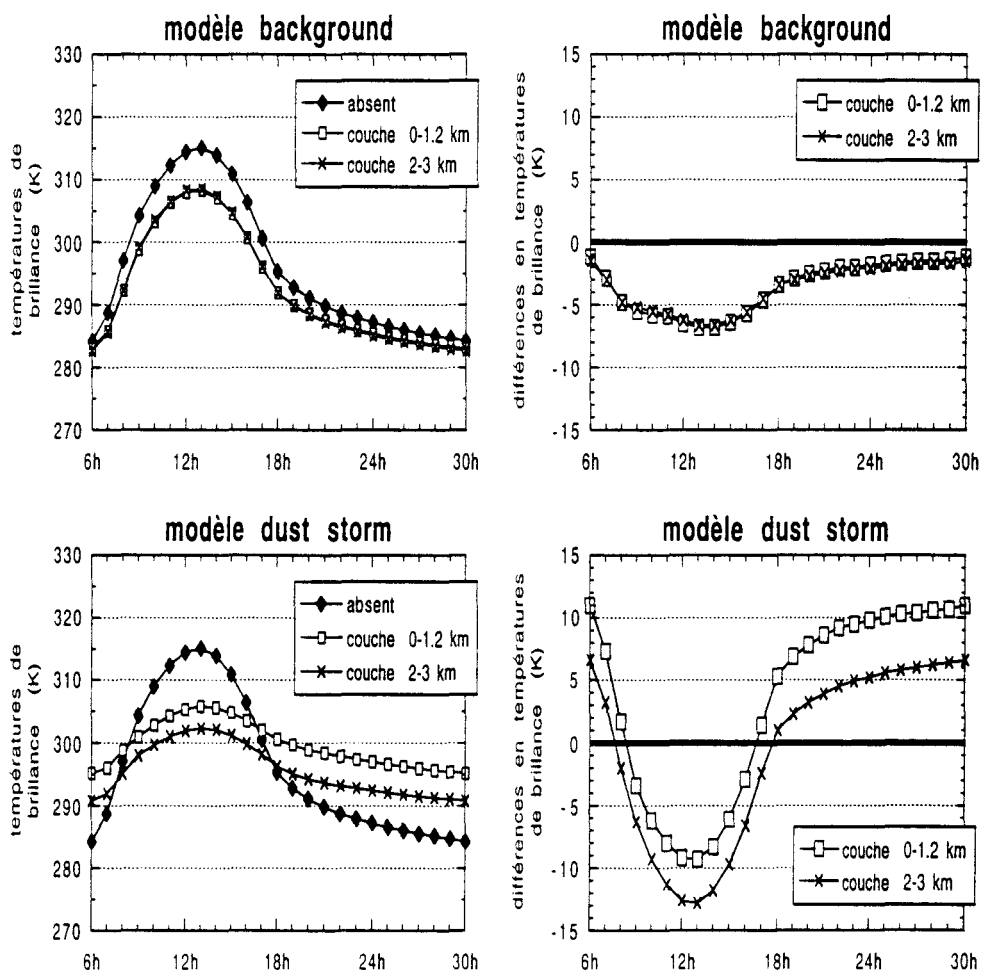


Figure 4.9: cycles diurnes des températures de brillance en présence et en l'absence d'aérosol désertique (à gauche) et des différences entre ces deux types de situation (à droite), considérant deux répartitions verticales distinctes pour l'aérosol, celui-ci étant décrit par les modèles *background* (en haut) et *dust storm* (en bas).

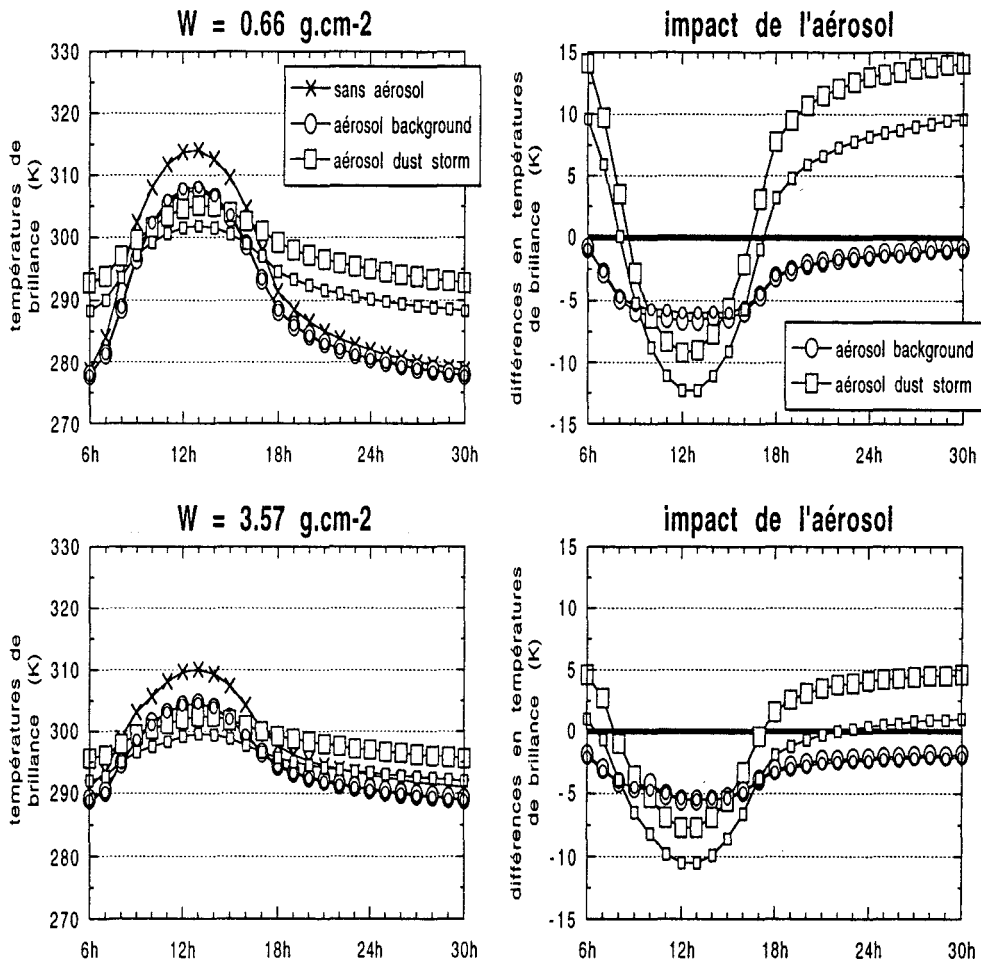


Figure 4.10: cycles diurnes des températures de brillance en présence et en l'absence d'aérosol désertique (à gauche) et des différences entre ces deux types de situation (à droite), en prenant compte de deux contenus distincts en vapeur d'eau, $W \simeq 0.66 \text{ g.cm}^{-2}$ (en haut) et $W \simeq 3.57 \text{ g.cm}^{-2}$ (en bas). L'aérosol, si présent, est réparti soit entre le sol et la hauteur de 1.2 km (les grands cercles et carrés) soit entre les niveaux de 2 et de 3 km (les symboles petites), étant associé toujours à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$. Ces résultats correspondent à une surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90 .

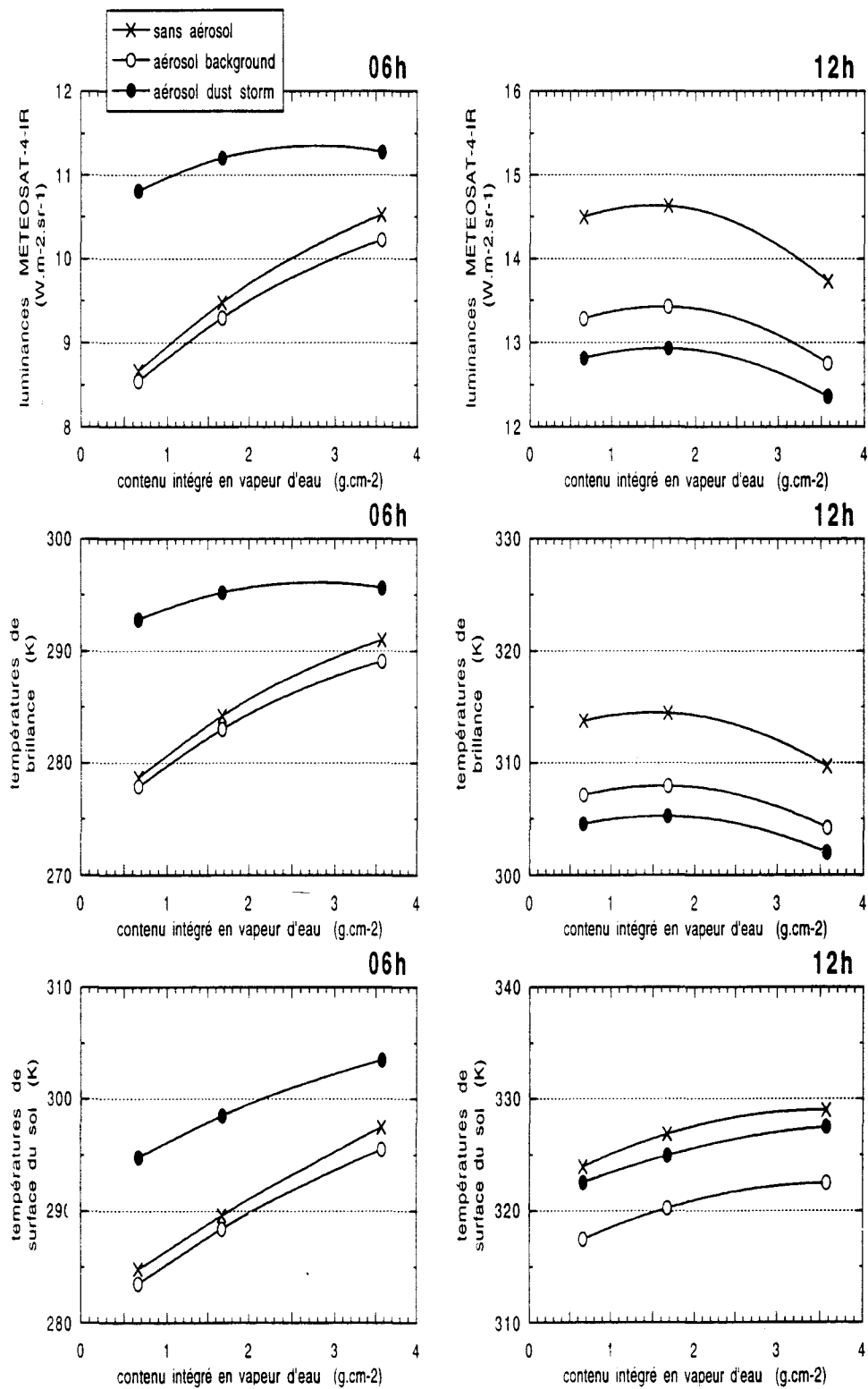


Figure 4.11: dépendance entre les luminances émergentes (en haut), les températures de brillance (au milieu) et les températures de surface (en bas) et le contenu en vapeur d'eau τ , à deux moments du cycle diurne, 06^h (à gauche) et midi (à droite), en présence et en l'absence d'aérosol désertique. Celui-ci, si présent, est réparti uniformément entre le sol et la hauteur de 1.2 km, et associé à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$. Ces résultats correspondent à une surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90 .

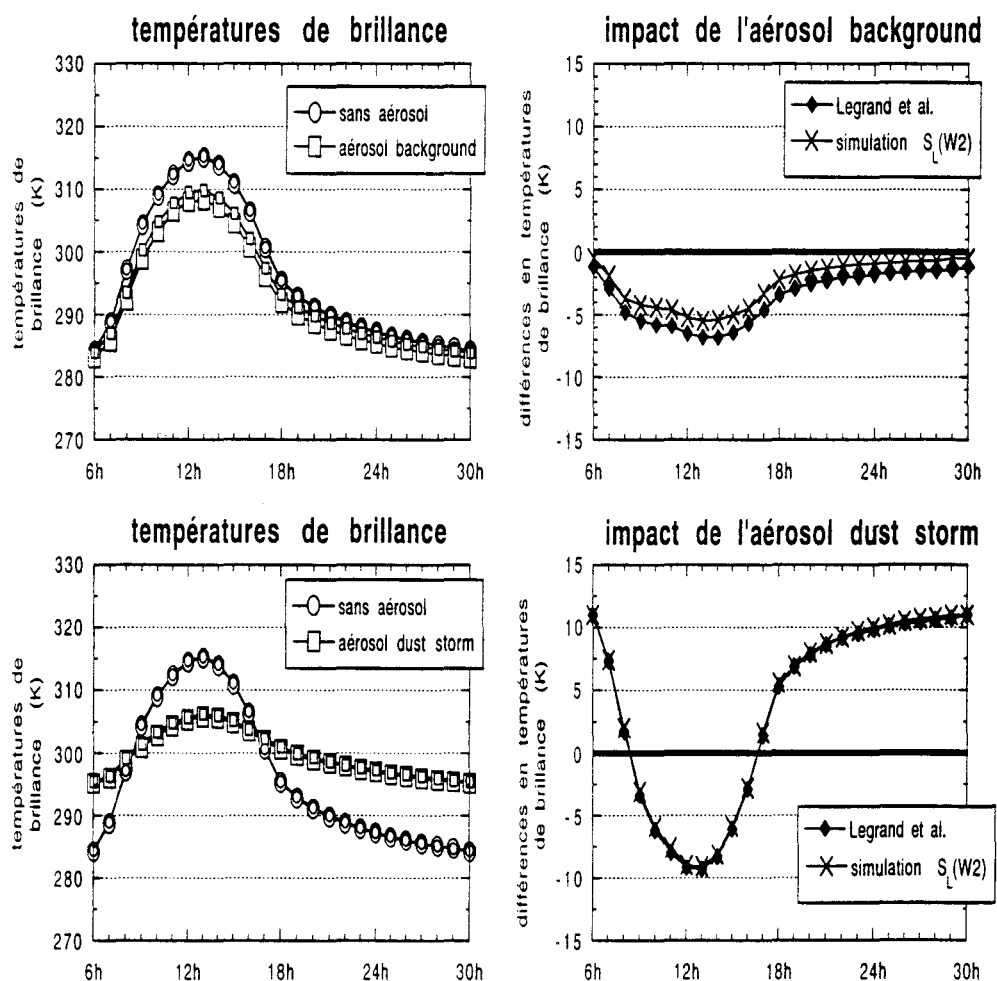


Figure 4.12: cycles diurnes des températures de brillance obtenus en adoptant deux conditions initiales distinctes (à gauche), et influence de ce choix sur l'évaluation de la différence entre les résultats correspondant à la présence et à l'absence d'aérosol désertique (à droite). Ces résultats ont été obtenus en considérant un contenu en vapeur d'eau d'environ 1.67 g.cm^{-2} .

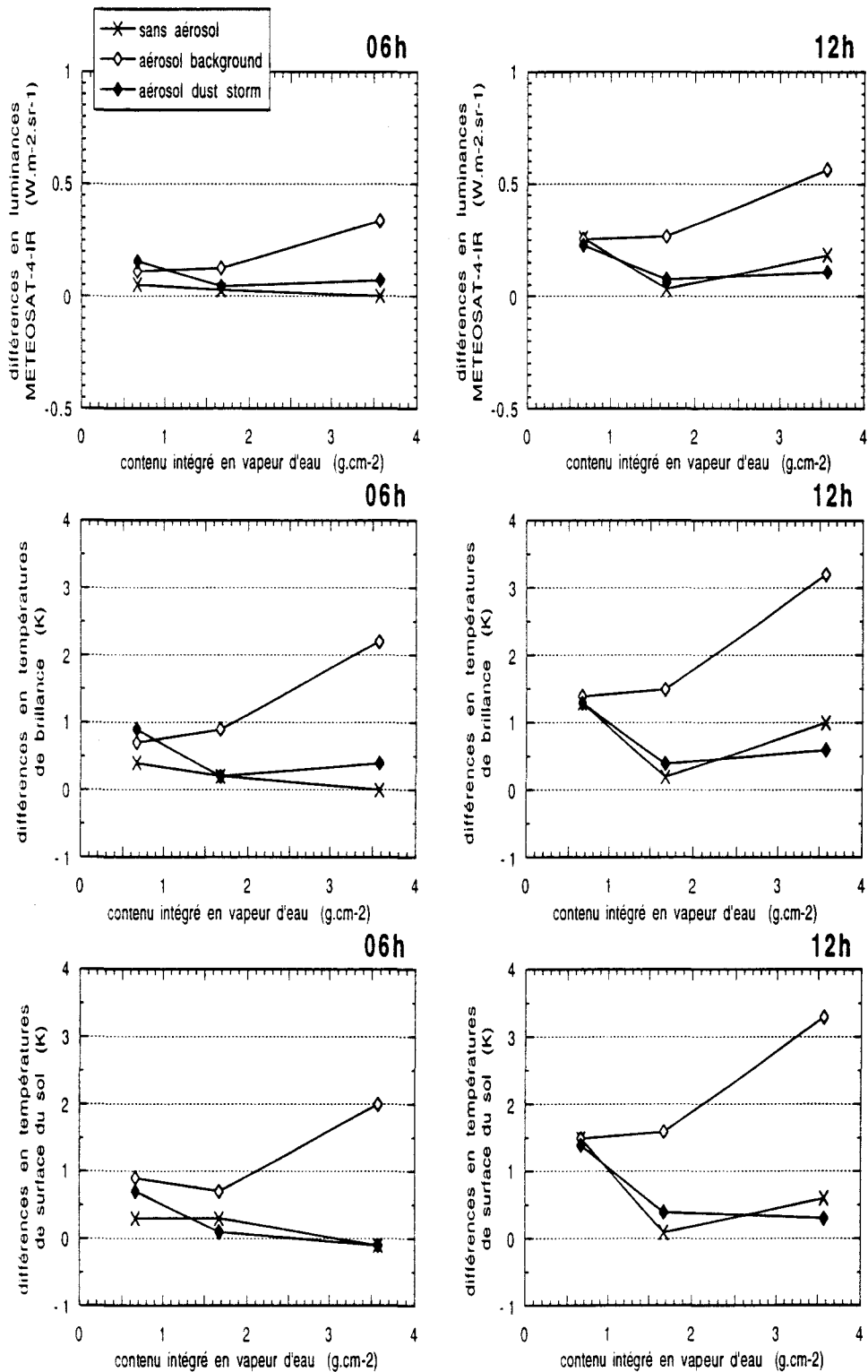


Figure 4.13: influence du choix de la condition initiale sur les variations des luminances, des températures de brillance et des températures de surface du sol, sans et avec aérosol désertique, en fonction du contenu en vapeur d'eau. Cette influence est mesurée par la différence entre les résultats respectifs obtenus en prenant compte des deux conditions initiales commentées dans le texte.

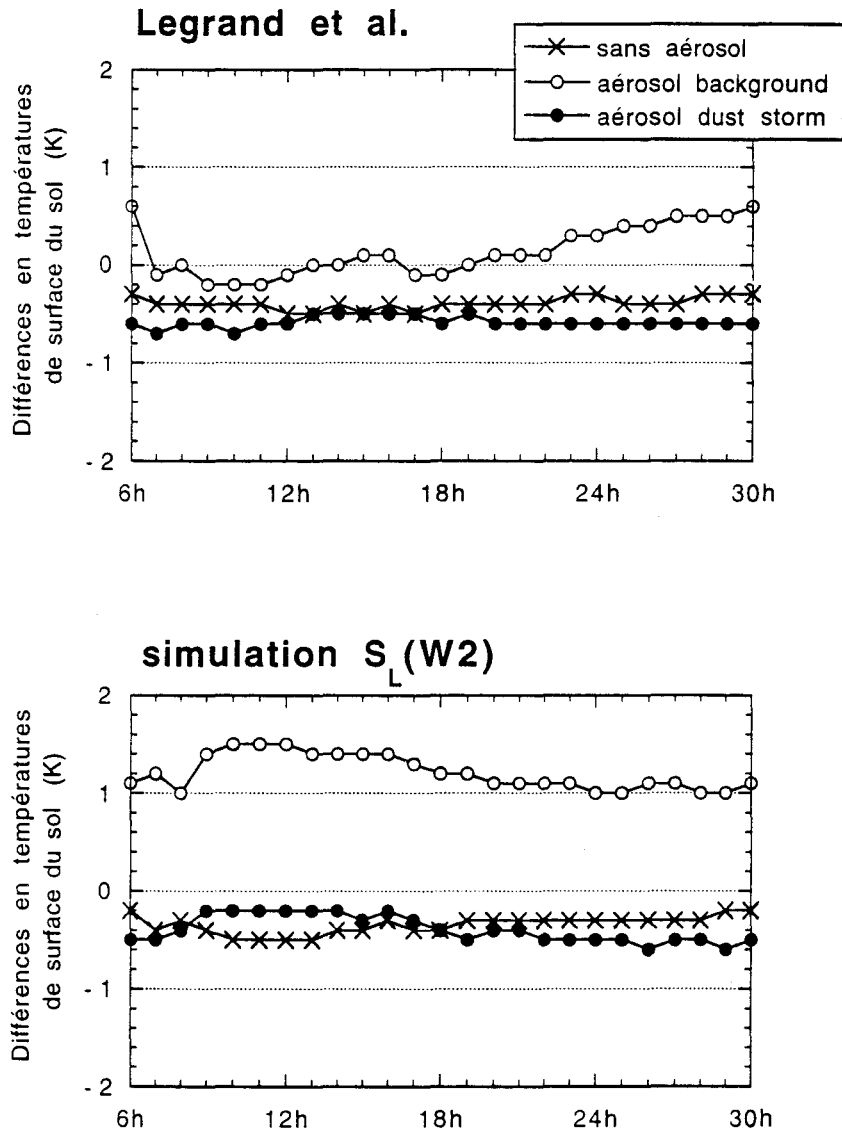


Figure 4.14: différence entre cycles diurnes de la température de surface du sol respectifs à une même période de simulation, celui identifié comme le premier reproductible (à $0.25 K$ près, toutes les heures) et celui obtenu lors du vingtième jour. Chaque courbe correspond à une situation distincte, en présence ou en l'absence d'aérosol désertique, prenant en compte soit la condition initiale employée par Legrand *et al.* (en haut) soit le profil indiqué dans la figure 2.13 comme résultat de la simulation $S_L(W2)$ (en bas).



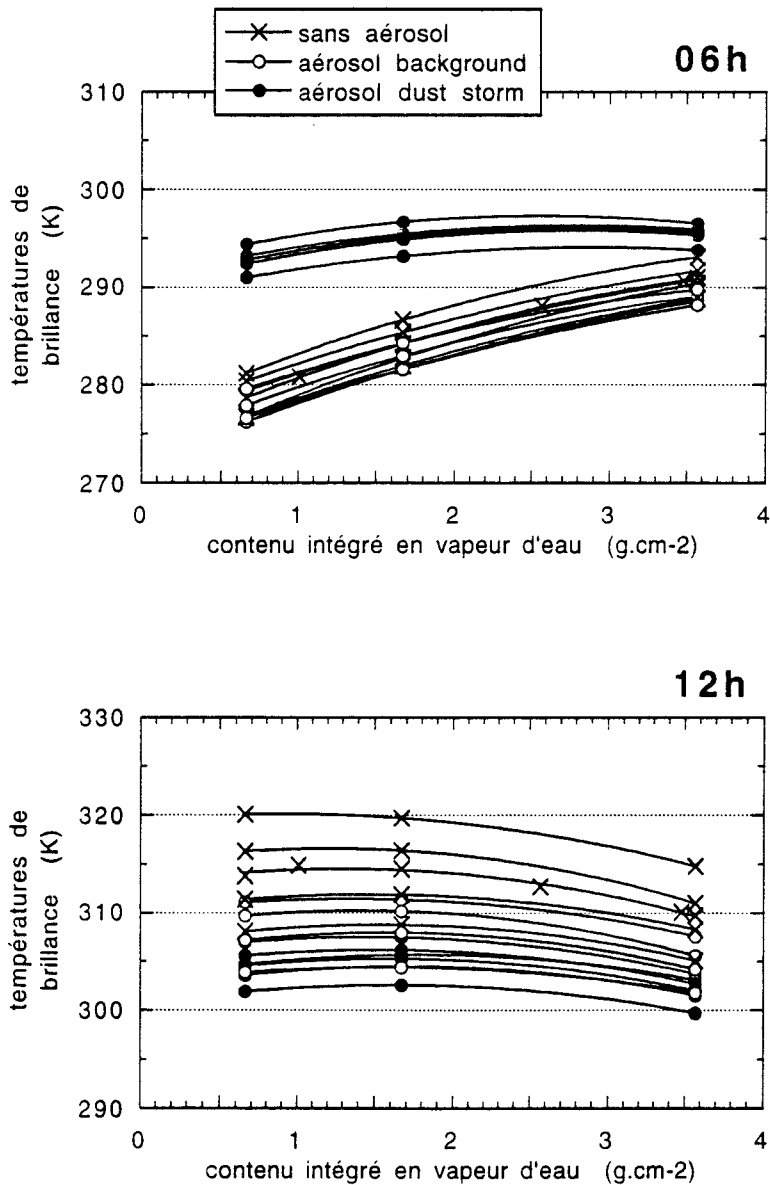


Figure 4.15: dépendance entre les températures de brillance et le contenu en vapeur d'eau à deux moments du cycle diurne, 06^h (en haut) et midi (en bas), en présence et en l'absence d'aérosol désertique, en considérant cinq choix distincts pour les propriétés radiatives de la surface au sol (les mêmes pris en compte dans la figure 4.6). L'aérosol, si présent, est réparti uniformément entre le sol et la hauteur de 1.2 km, étant associé à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$.

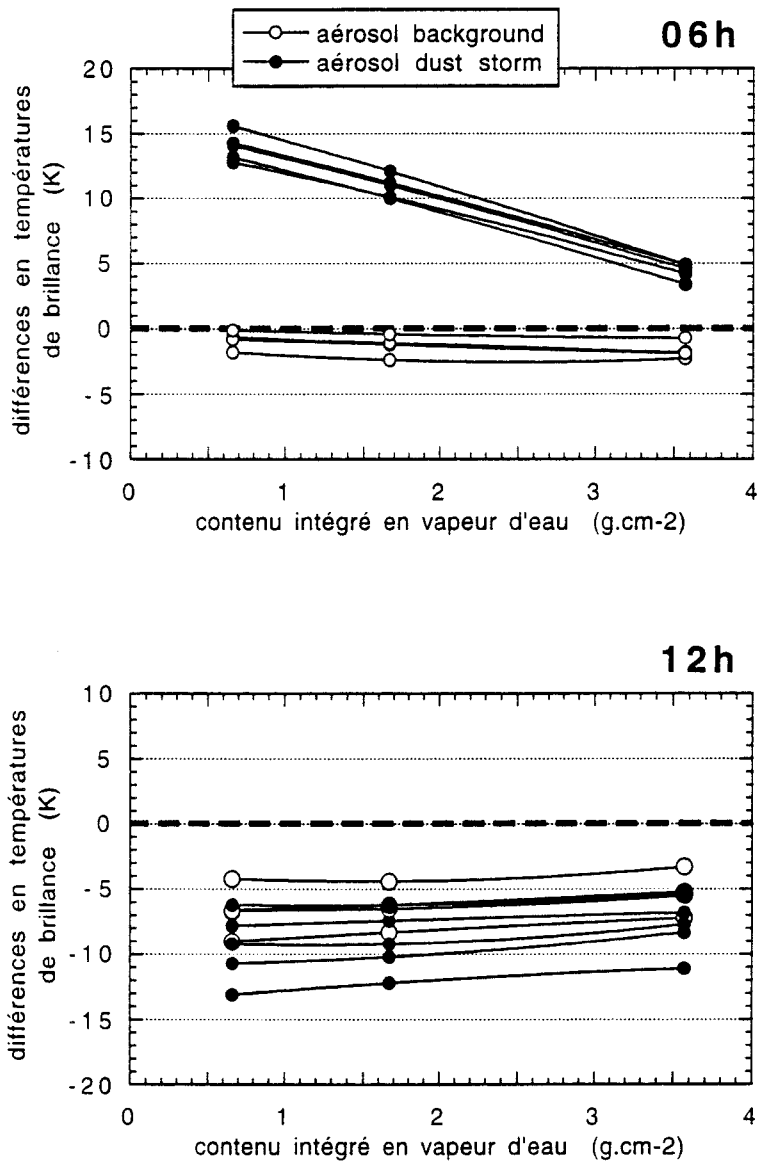


Figure 4.16: comme dans la figure précédente, mais présentant les différences entre les résultats respectifs obtenus en présence et en l'absence d'aérosol.



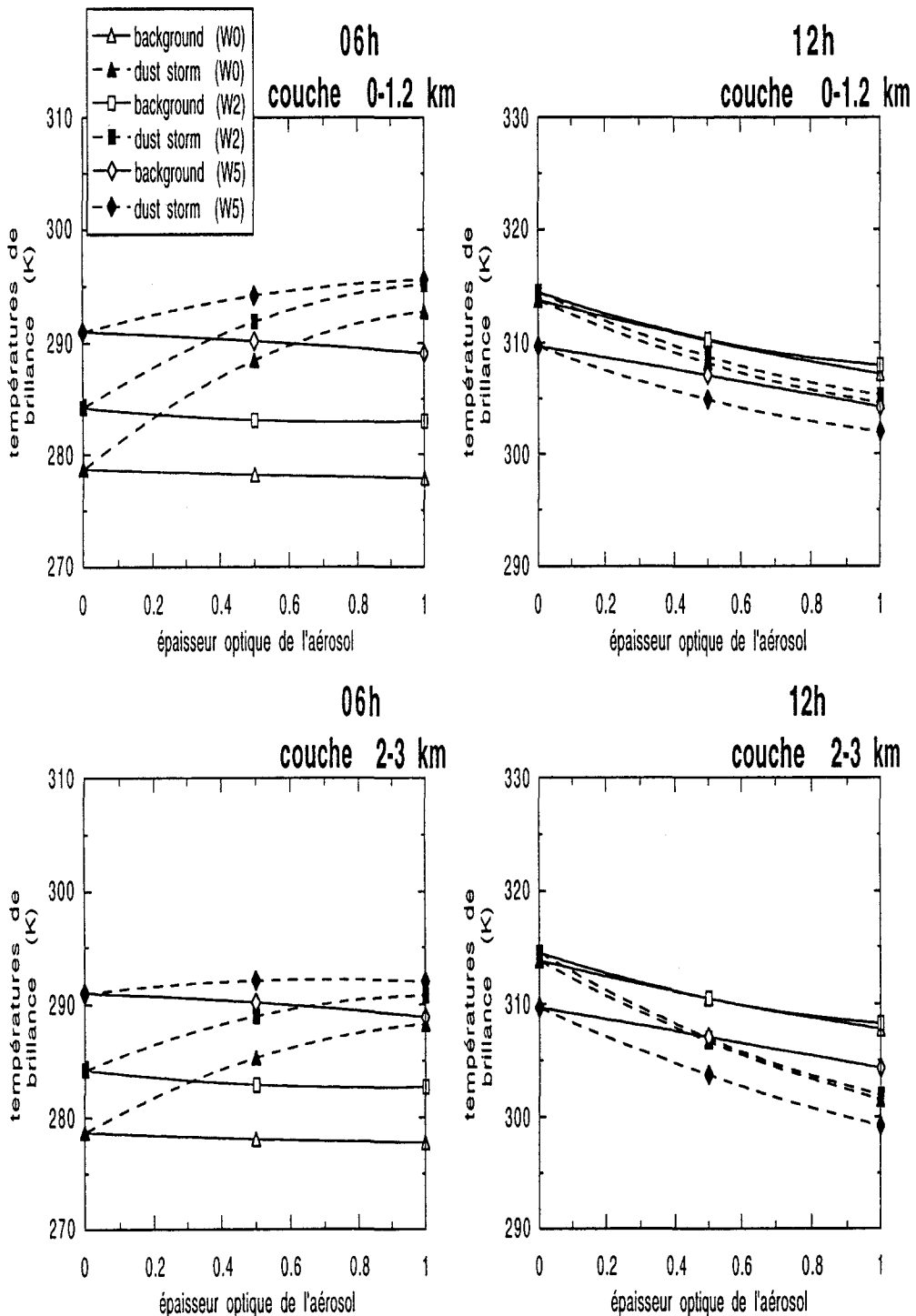


Figure 4.17: dépendance entre les températures de brillance et l'épaisseur optique de l'aérosol à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ pour les modèles *background* et *dust storm* de poussières désertiques, en considérant trois contenus distincts en vapeur d'eau ($W_0 \simeq 0.66$, $W_2 \simeq 1.67$ et $W_5 \simeq 3.57 \text{ g.cm}^{-2}$) et deux moments du cycle diurne, 06^h (à gauche) et 12^h (à droite). Les particules en suspension se trouvent réparties uniformément dans une couche située soit en contact avec le sol (diagrammes en haut) soit en altitude (diagrammes en bas).



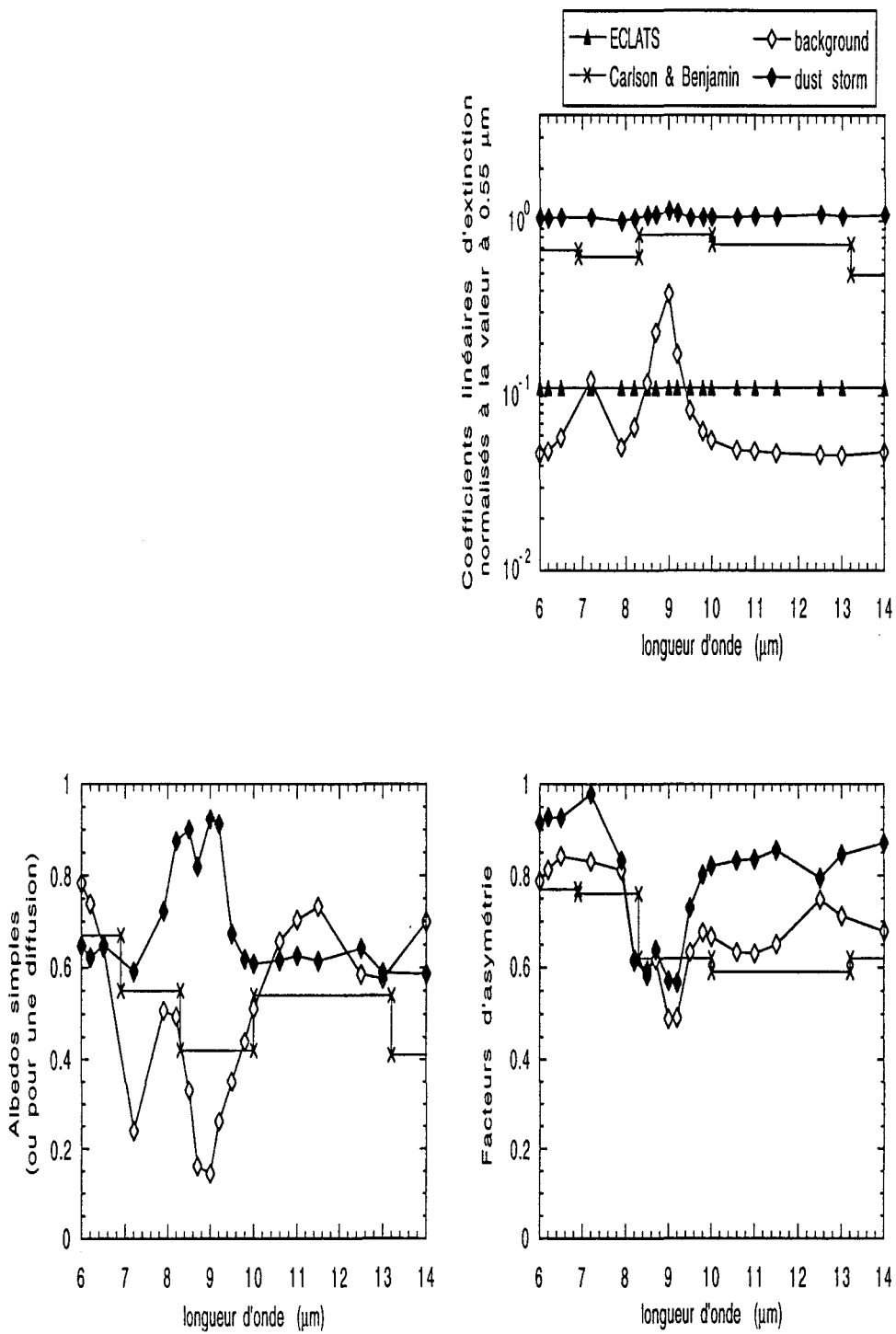


Figure 4.18: comparaison entre les quatre modèles d'aérosol désertique décrits dans notre sous-chapitre 1.3, en termes de dépendance spectrale de leurs propriétés optiques: coefficient linéaire d'extinction normalisé à $0.55 \mu\text{m}$ (en haut à droite), albedo simple (en bas à gauche) et facteur d'asymétrie (en bas à droite). Rappelons que ces deux derniers sont supposés nuls pour le modèle ECLATS.

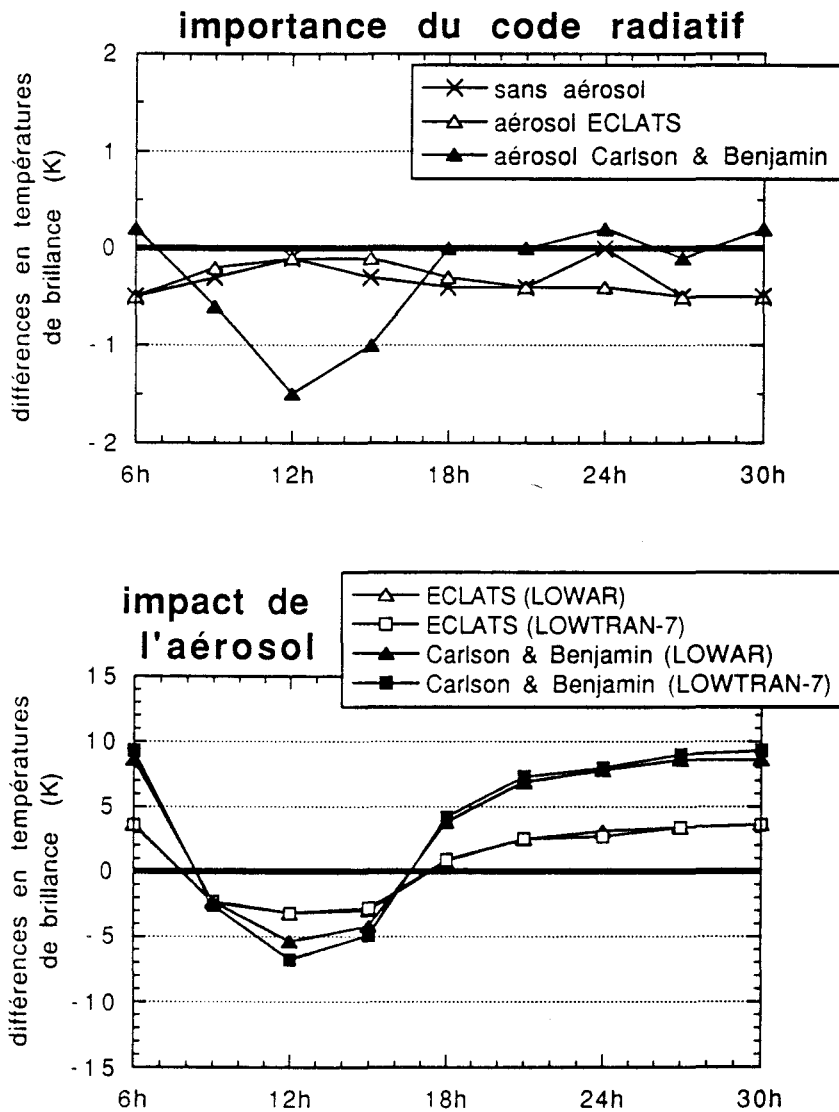


Figure 4.19: différences entre les températures de brillance déduites par l'application des codes LOWTRAN-7 et LOWAR sur les profils verticaux de température obtenus par Legrand *et al.* (1992), en l'absence et en présence d'aérosol (en haut), et les évaluations respectives de l'impact des poussières (en bas), tout au long de la journée.



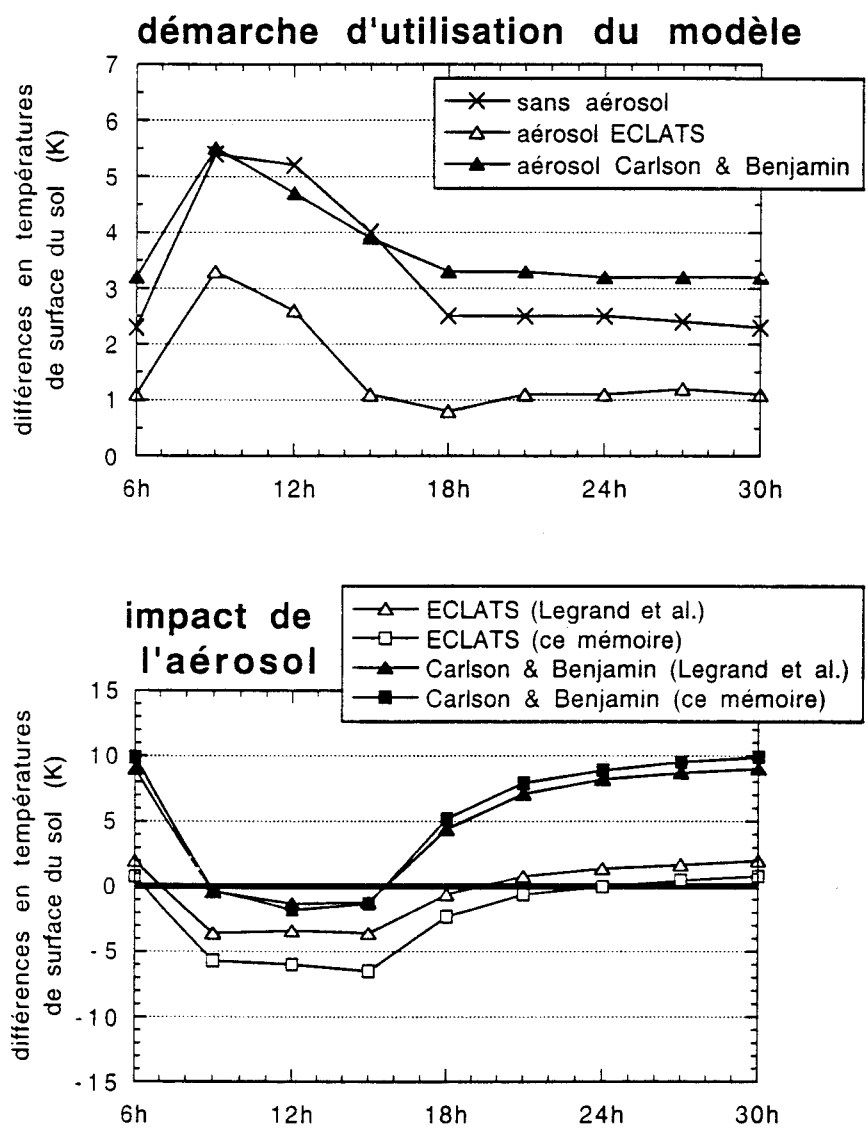


Figure 4.20: différences entre les températures de surface observées lors du premier cycle diurne reproductible (démarche employée dans ce mémoire) et celles obtenues par Legrand *et al.*, en l'absence et en présence d'aérosol (en haut), et les évaluations respectives de l'impact des poussières (en bas), tout au long de la journée.



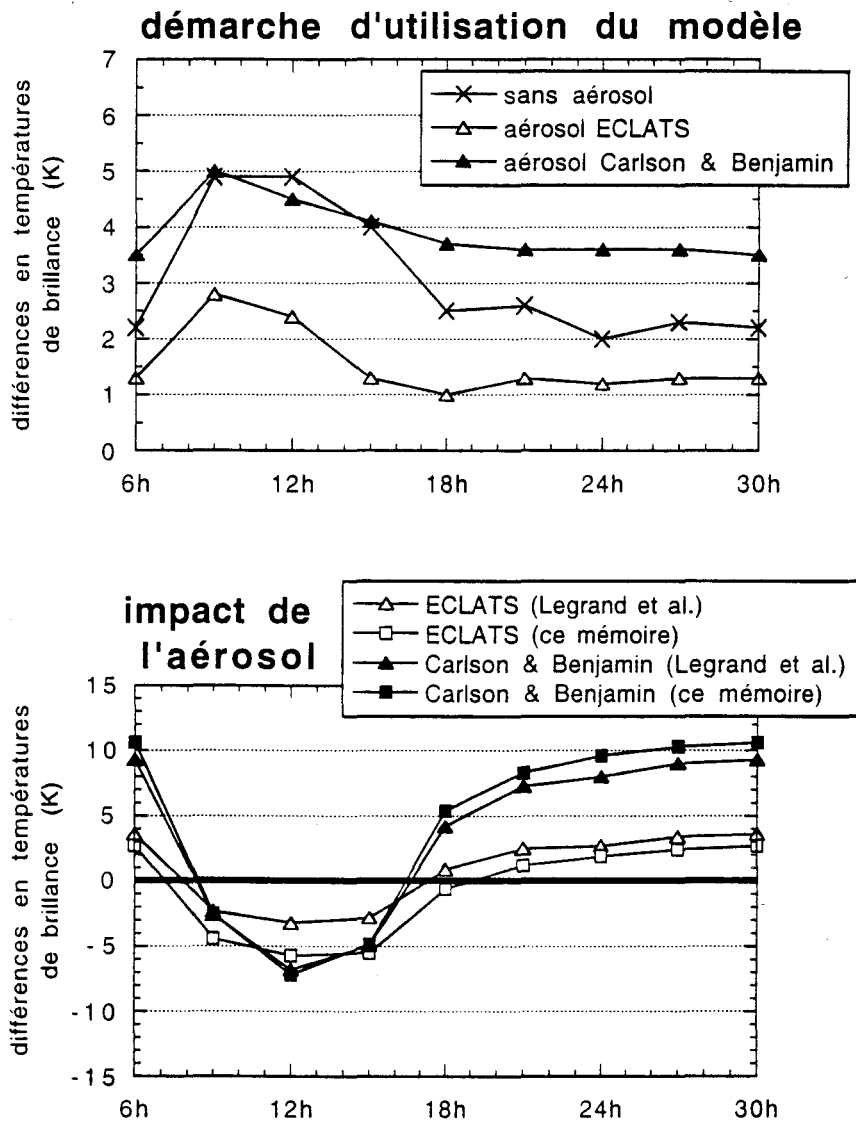


Figure 4.21: différences entre les températures de brillance déduites par l'application du code LOWTRAN-7 sur les profils verticaux de température observés lors du premier cycle diurne reproductible et celles déduites en appliquant le même code sur les profils de température obtenus par Legrand *et al.* (en haut), et les évaluations respectives de l'impact des poussières (en bas), tout au long de la journée.



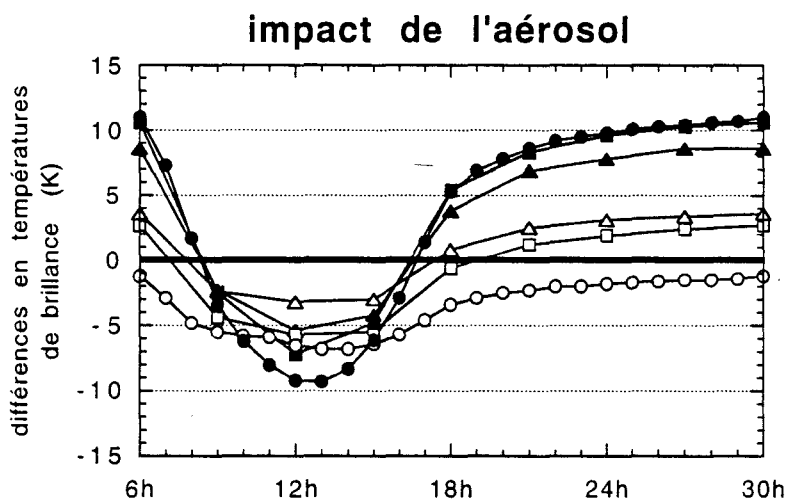
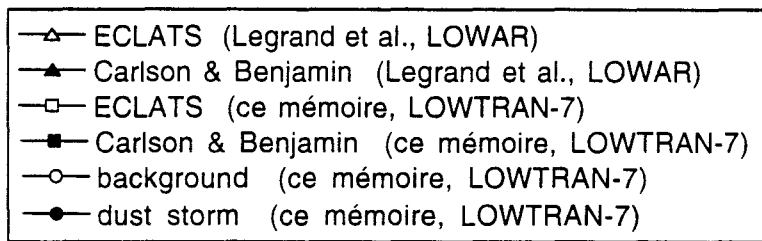


Figure 4.22: cycles diurnes des différences entre les luminances émergentes obtenues en présence et en l'absence d'aérosol désertique, comparant toujours les résultats issus d'une même démarche (Legrand *et al.* ou ce mémoire) et de l'application d'un même code (LOWAR ou LOWTRAN-7).

**Chapitre 5 –
Estimation du Contenu en
Aérosol Désertique par
l’Interprétation Quantitative
de l’Imagerie METEOSAT-IR**

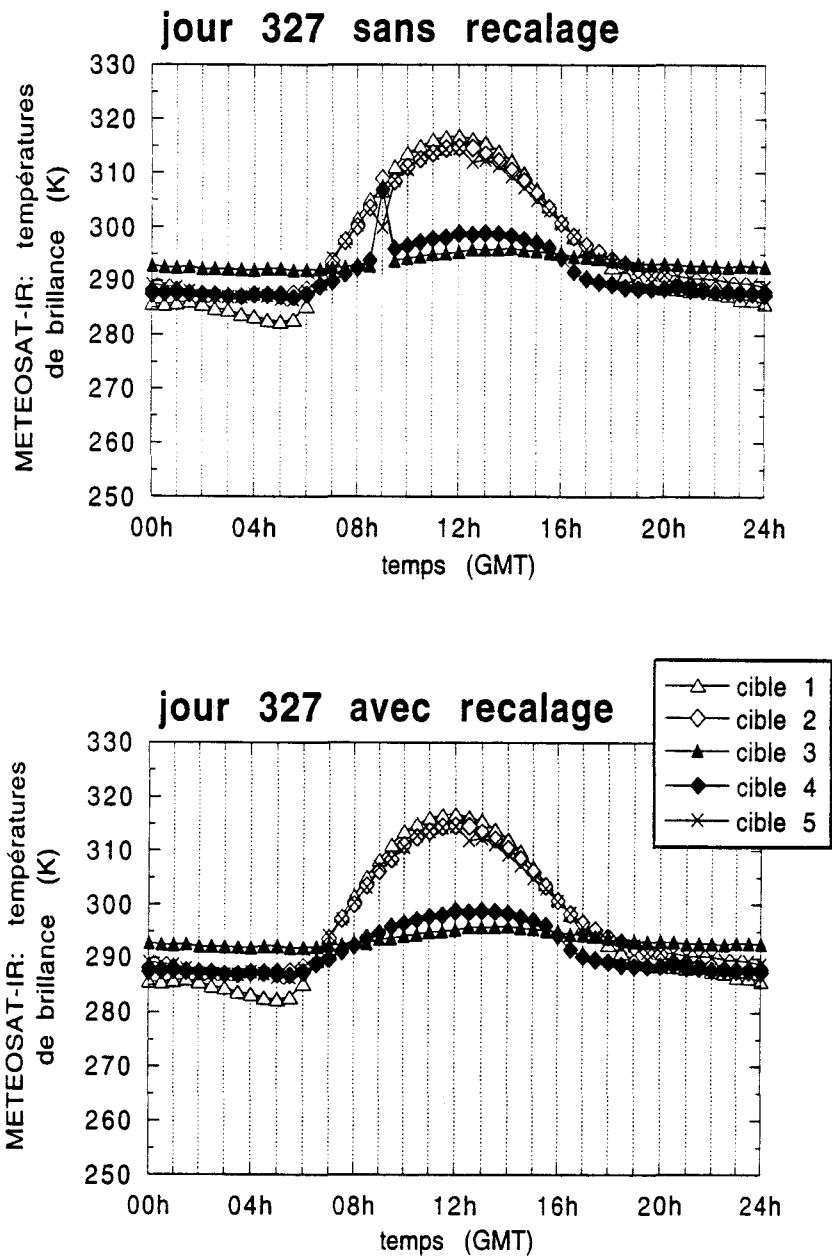


Figure 5.1: cycles diurnes des températures de brillance associées à cinq cibles choisies par son homogénéité spatiale dans la région du Lac Chad, tout au long du jour $n^{\circ}327$ de 1989 (23 Novembre). Les symboles noirs dénotent deux cibles internes aux limites du lac, correspondant à des profondeurs distinctes, tandis que les autres symboles indiquent trois cibles semi-désertiques disposées autour du lac. Les diagrammes du haut et du bas présentent les cycles diurnes avant et après le recalage géographique.

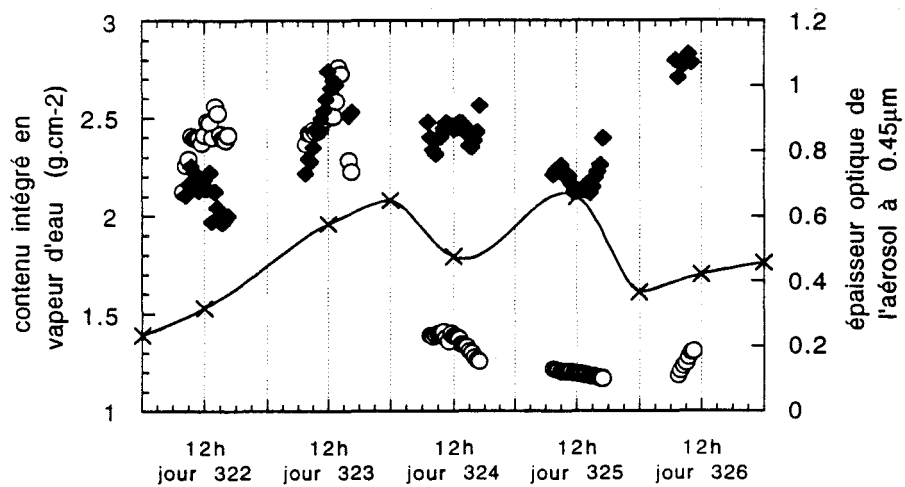


Figure 5.2: évolution temporelle des déterminations photométriques du contenu en vapeur d'eau (losanges noirs) et de l'épaisseur optique de l'aérosol à $\lambda = 0.45 \mu\text{m}$ (cercles blancs) effectuées au cours de l'expérience STARS-1. Les croix indiquent les évaluations du contenu en vapeur d'eau issues des radio-sondages météorologiques effectuées depuis l'aéroport de Niamey.

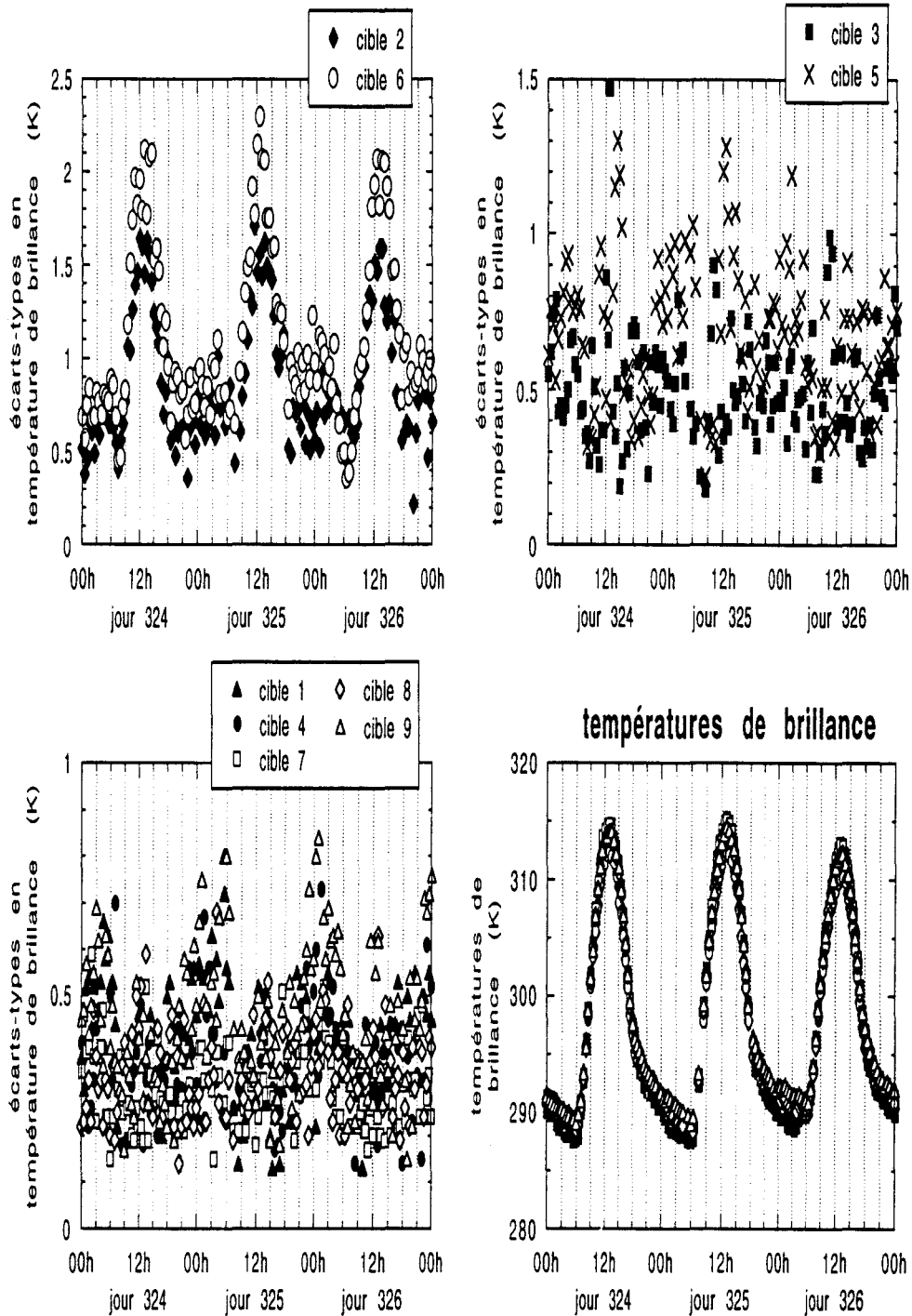


Figure 5.3: évolution temporelle des températures de brillance moyennes sur chacune des 9 cibles retenues (en bas à droite) et des écarts-types respectifs (à gauche et en haut, selon le domaine des valeurs), au cours de trois journées relativement libres de la présence des nuages.

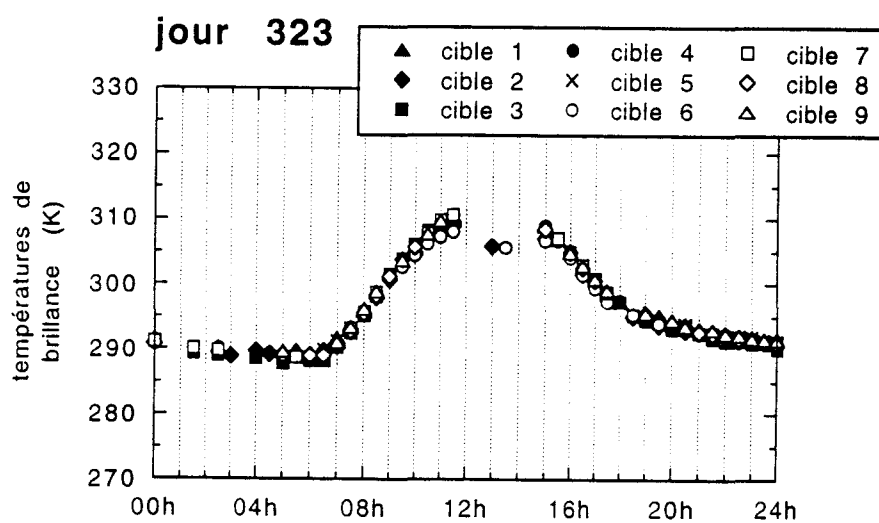
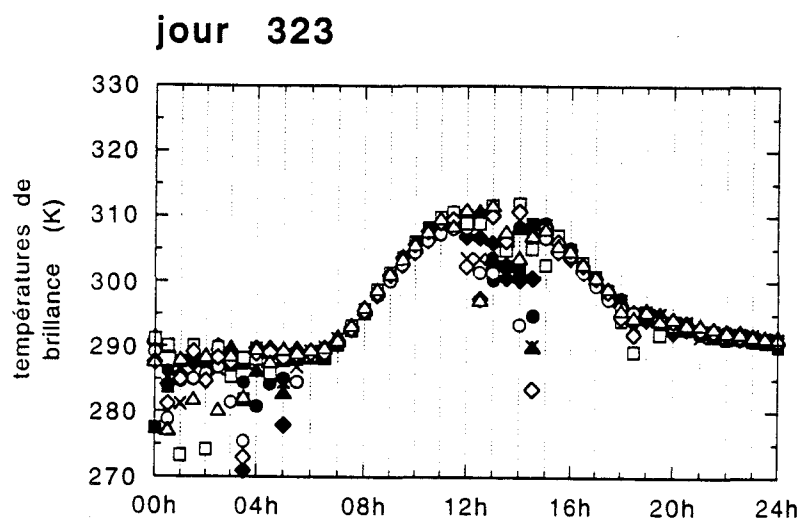


Figure 5.4: exemple d'application du critère d'identification de la présence des nuages basé sur les valeurs minimales de l'écart-type observé à chaque moment du cycle diurne pour chaque cible de neuf éléments d'image. Les diagrammes affichent les températures de brillance moyennes sur chaque cible avant (en haut) et après (en bas) l'application du critère proposé.



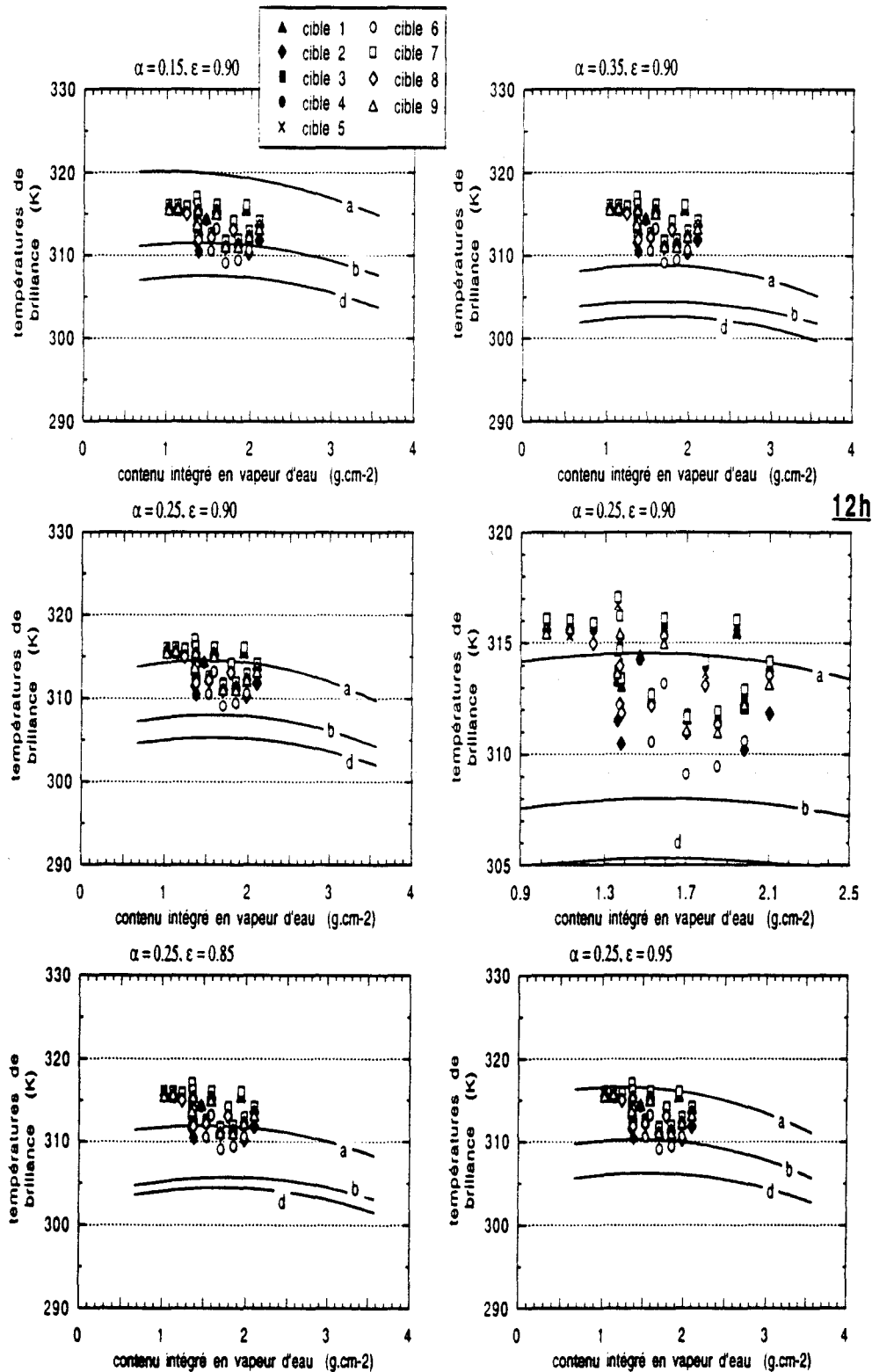


Figure 5.5: comparaison entre simulations (les courbes) et données expérimentales METEOSAT-IR acquises au-dessus de neuf cibles voisines aux alentours de Tillabery (les symboles), à midi. Les diagrammes en haut et en bas correspondent à des choix distincts pour les propriétés radiatives de la surface par rapport au choix représenté au milieu (réflectance de 0.25 et émissivité de 0.90). Chaque courbe indique une condition atmosphérique distincte: en l'absence d'aérosol (a), en présence d'aérosol *background* (b) et en présence d'aérosol *dust storm* (d).



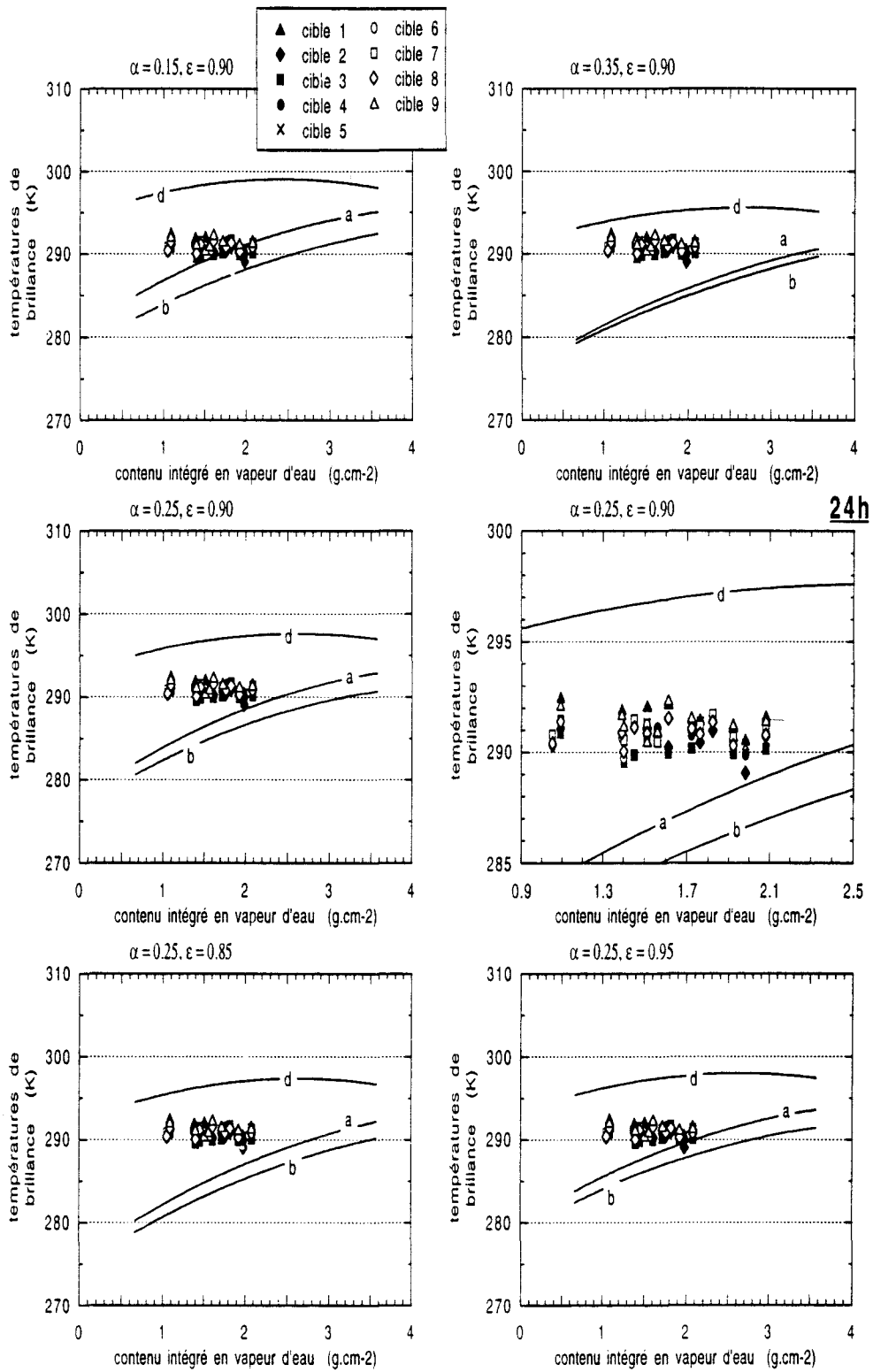


Figure 5.6: comme dans la figure précédente, mais en considérant les valeurs respectives à minuit.



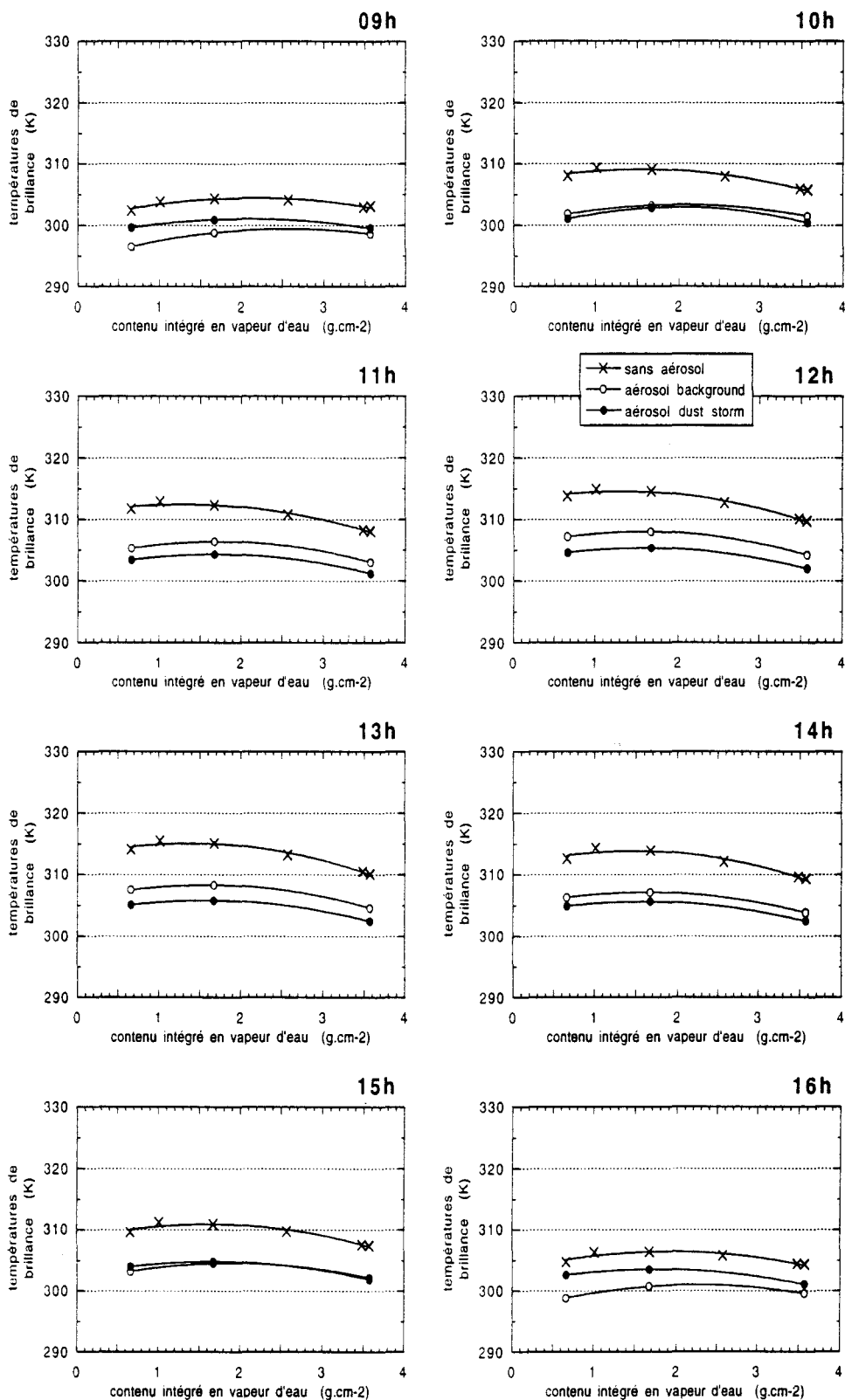


Figure 5.7: dépendance entre les luminances émergentes dans la région spectrale $10.5 - 12.5 \mu\text{m}$ et le contenu en vapeur d'eau, en l'absence et en présence d'aérosol désertique, à plusieurs moments entre le milieu de la matinée et le milieu de l'après-midi. L'aérosol, si présent, est réparti uniformément entre le sol et la hauteur de 1.2 km , étant associé à une épaisseur optique de 1 à $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$. Ces résultats correspondent à une surface au sol caractérisée par une réflectance de 0.25 et par une émissivité de 0.90 .

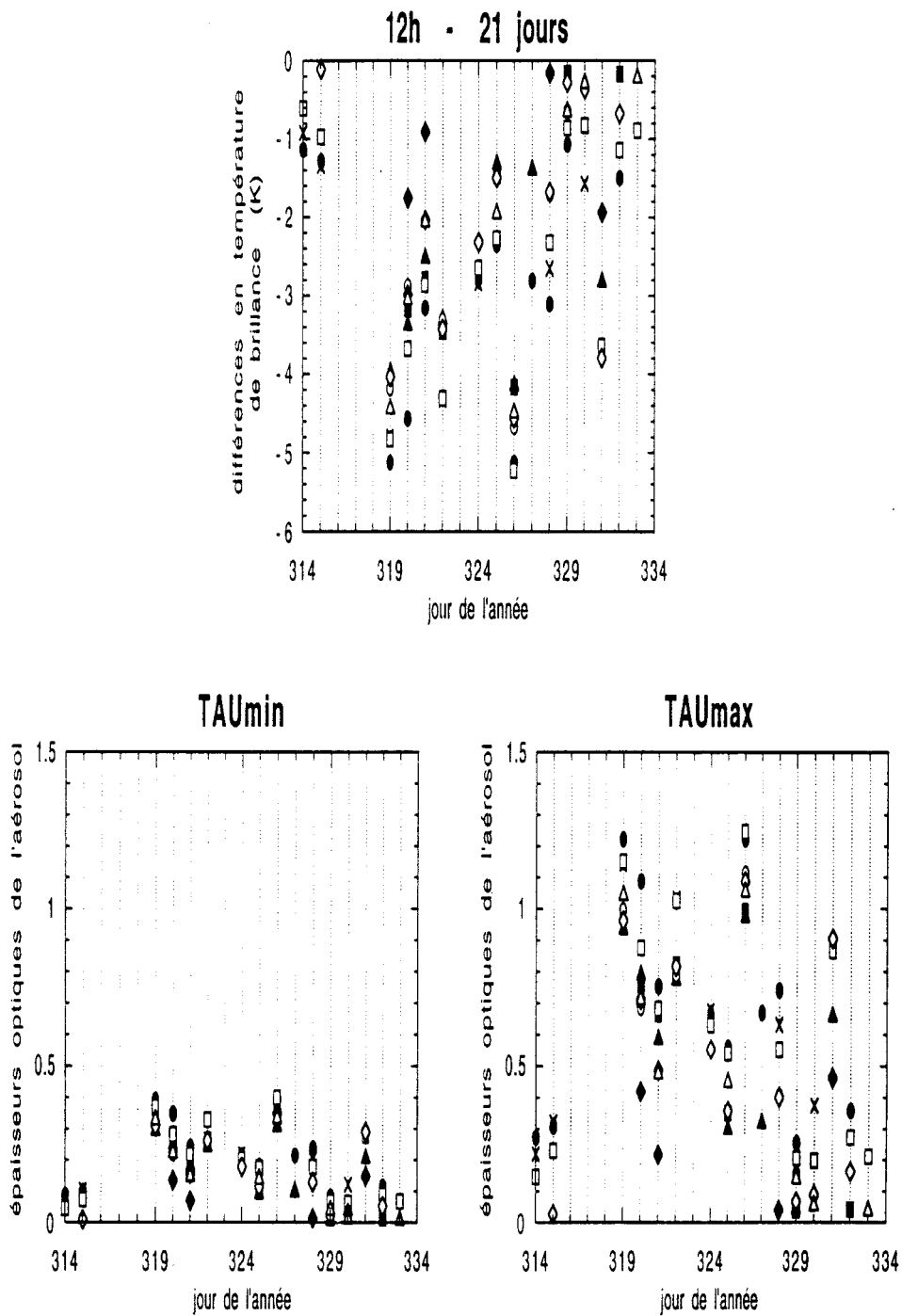


Figure 5.8: évolution temporelle des différences ΔT_B (en haut) et des évaluations extrêmes de l'épaisseur optique de l'aérosol (en bas) sur 21 jours à midi, sur chacune des 9 cibles retenues. Les symboles gardent le même rapport avec les cibles que dans les figures 5.5 et 5.6 . La signification des notations τ_{max} et τ_{min} est précisée dans le texte. Chaque ligne verticale correspond à une journée.

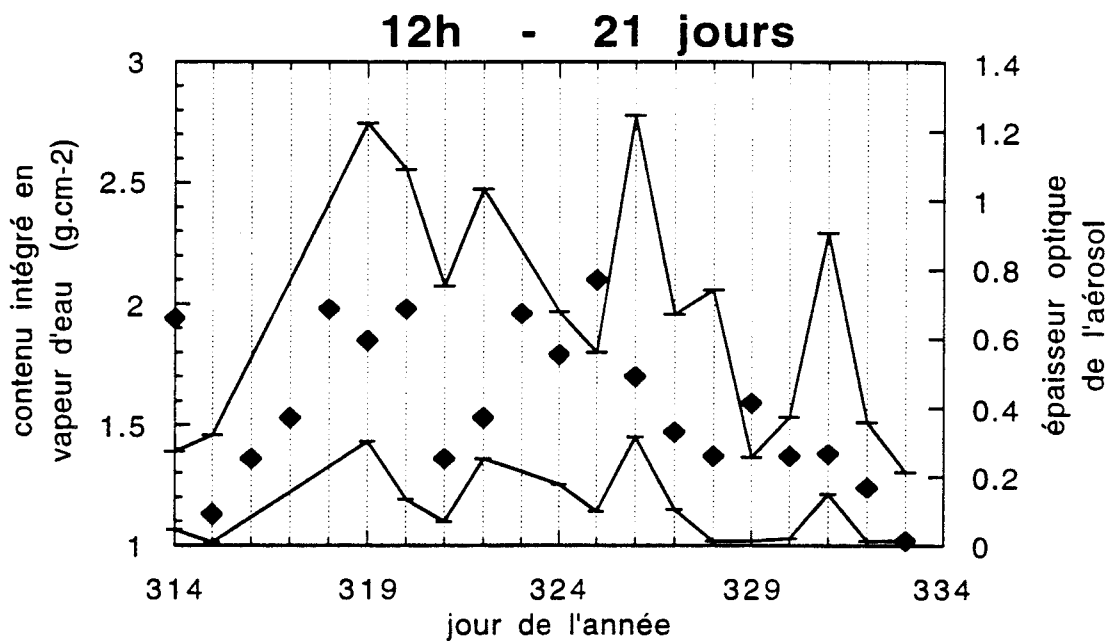


Figure 5.9: évolution temporelle du contenu intégré en vapeur d'eau dans l'atmosphère (les losanges, échelle à gauche) et de l'épaisseur optique de l'aérosol (les paliers reliés par des lignes, échelle à droite). Cette dernière est présentée sous la forme d'intervalle entre deux extrêmes (voir texte). Chaque ligne verticale correspond à une journée.

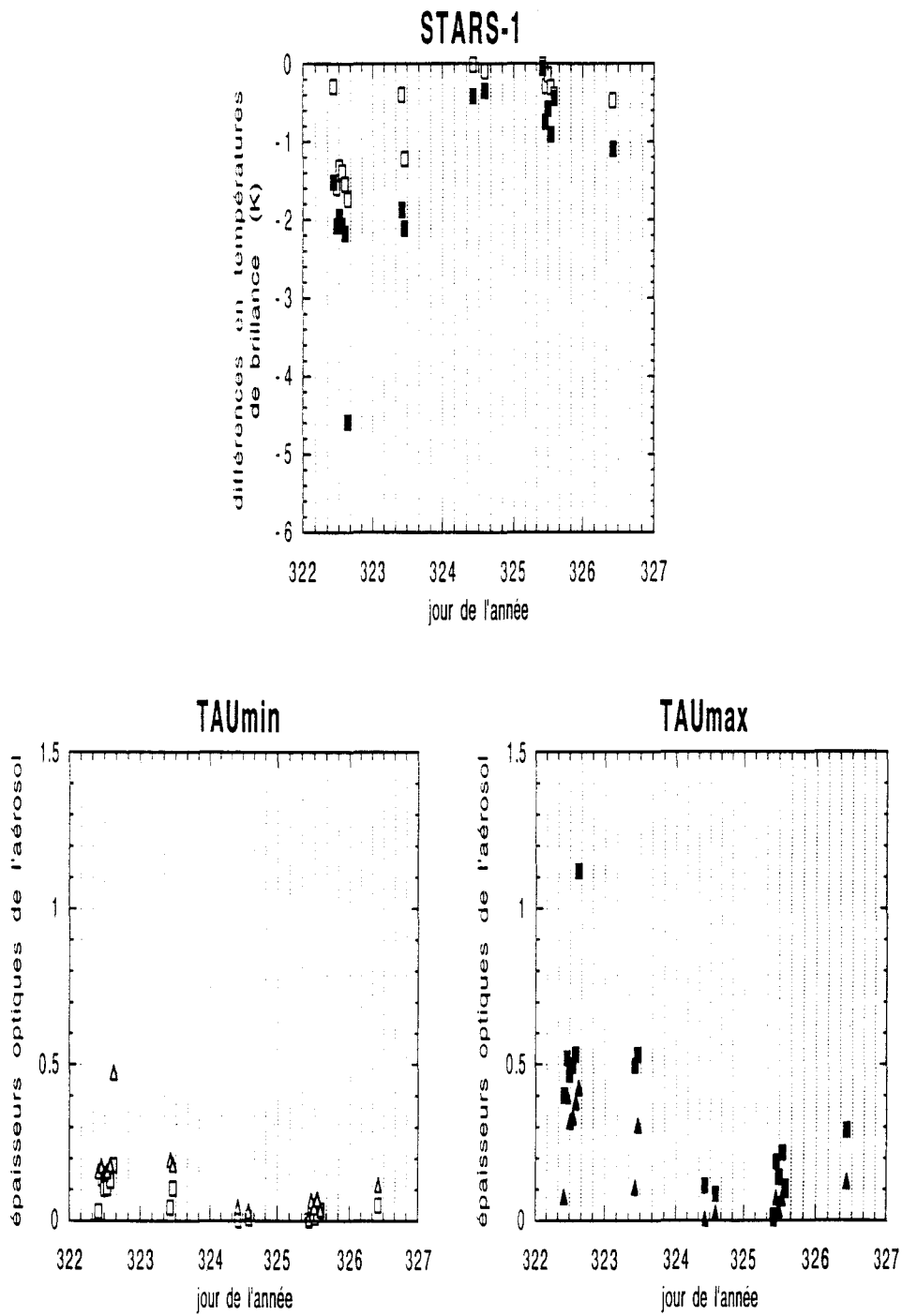


Figure 5.10: évolution temporelle des différences ΔT_B (en haut) et des évaluations extrêmes de l'épaisseur optique de l'aérosol (en bas) au cours du déroulement de l'expérience STARS-1, entre 10^h et 15^h. La signification des notations τ_{max} et τ_{min} est précisée dans le texte. Chaque ligne verticale correspond à une période de quatre heures.

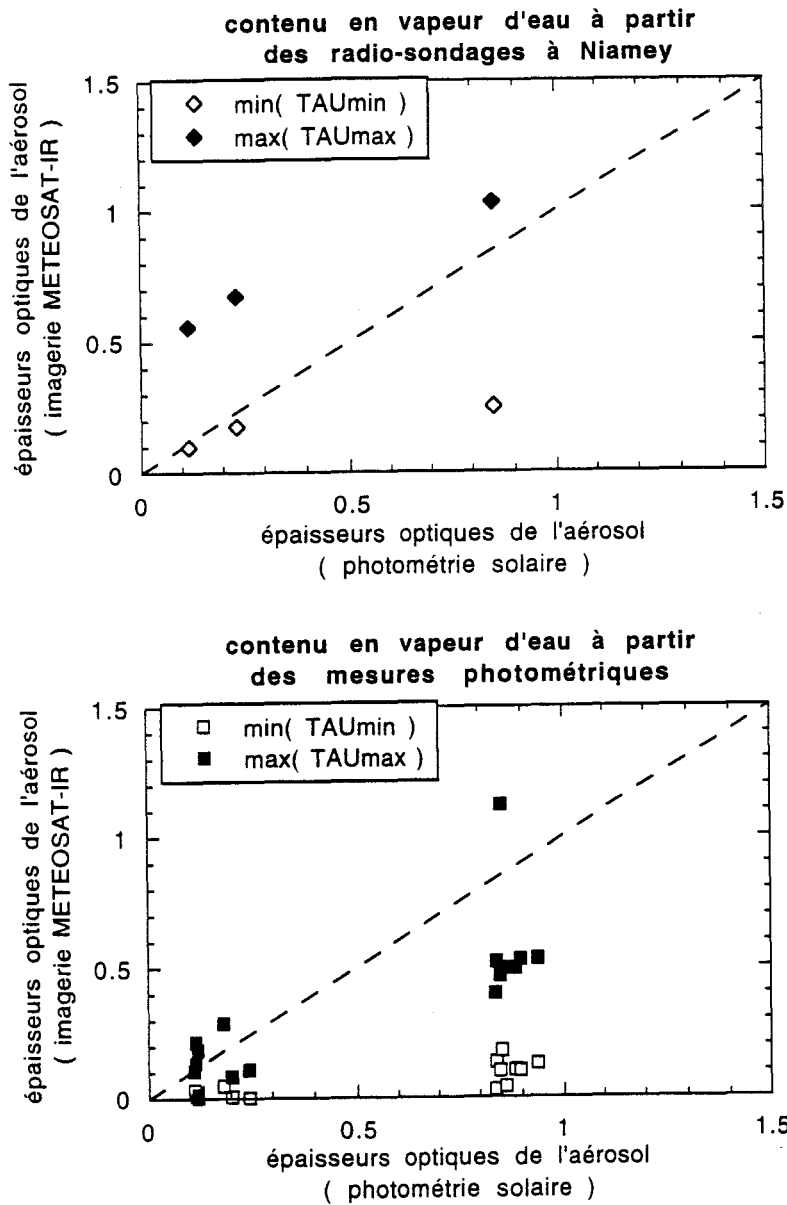


Figure 5.11: comparaison entre deux estimations de l'épaisseur optique de l'aérosol, celle basée sur les mesures photométriques effectuées sur le terrain (en abscisse) et celle déduite de l'analyse de l'imagerie METEOSAT-IR par l'intermédiaire des simulations obtenues dans ce mémoire (en ordonnée). Les diagrammes présentent les résultats de l'étude des données METEOSAT-IR en collaboration avec des évaluations distinctes du contenu en vapeur d'eau, (a) fournies par les radio-sondages effectuées depuis Niamey à midi (en haut) et (b) déduites de l'application de la méthode différentielle aux données photométriques acquises autour de $\lambda = 0.94\mu\text{m}$ entre 10^h et 15^h (en bas). La signification des notations $max(\tau_{max})$ et $min(\tau_{min})$ est précisée dans le texte.

Références

- Ackerman, S.A. – 1989 – Using the radiative temperature difference at 3.7 and 11 μm to track dust outbreaks. *Remote Sensing of the Environment*, **27**: 129-133.
- Ackerman, S.A. & Cox, S.K. – 1982 – The Saudi Arabia heat low: aerosol distributions and thermodynamic structure. *Journal of Geophysical Research*, **87(C11)**: 8991-9002.
- Ackerman, S.A. & Cox, S.K. – 1988 – Shortwave radiative parameterization of large atmospheric aerosols: dust and water clouds. *Journal of Geophysical Research*, **93(D9)**: 11063-11073.
- Ackerman, S.A. & Chung, H. – 1992 – Radiative effects of airborne dust on regional energy budgets at the top of the atmosphere. *Journal of Applied Meteorology*, **31**: 223-233.
- d’Almeida, G.A. – 1986 – A model for Saharan dust transport. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **25(7)**: 903-916.
- d’Almeida, G.A. – 1987 – On the variability of desert aerosol radiative characteristics. *Journal of Geophysical Research*, **92(D3)**: 3017-3026.
- d’Almeida, G.A. & Schütz, L. – 1983 – Number, mass and volume distributions of mineral aerosol and soils of the Sahara. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **22**: 233-243.
- d’Almeida, G.A., Koepke, P. & Shettle, E.P. – 1991 – “Atmospheric Aerosols: Global Climatology and Radiative Characteristics”. A. Deepak Publishing, Hampton, 561pp.
- Angström, A.K. – 1929 – On the atmospheric transmission of Sun radiation and on dust in the air. *Geografiska Annaler*, **11**: 156-166.

- Arino, O., Dedieu, G. & Deschamps, P.Y. – 1992 – Determination of land surface spectral reflectances using METEOSAT and NOAA/AVHRR shortwave channel data. *International Journal of Remote Sensing*, **13(12)**: 2263-2287.
- Atmospheric Research*, Editorial Comment – 1993 – Aerosol and particles. *Atmospheric Research*, **30(4)**: 197-198.
- Barton, I.J. – 1991 – Infrared continuum water vapor absorption coefficients derived from satellite data. *Applied Optics*, **30(21)**: 2929-2934.
- Barton, I.J., Zavody, A.M., O'Brien, D.M., Cutten, D.R., Saunders, R.W. & Llewellyn-Jones, D.T. – 1989 – Theoretical algorithms for satellite-derived sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research*, **94(D3)**: 3365-3375.
- Backer, F. – 1992 – Les mesures satellitaires. *La Recherche*, **23**: 586-590.
- Becker, F., Ramanantsizehena, P. & Stoll, M.-P. – 1985 – Angular variation of the bidirectional reflectance of bare soils in the thermal infrared band. *Applied Optics*, **24(3)**: 365-375.
- Ben-Shalom, A., Barzilai, B., Cabib, D., Devir, A.D., Lipson, S.G. & Oppenheim, U.P. – 1980 – Sky radiance at wavelengths between 7 and 14 μm : measurement, calculation and comparison with LOWTRAN-4 predictions. *Applied Optics*, **19(6)**: 838-839.
- Bergametti, G. – 1992 – Atmospheric cycle of desert dust. in “Encyclopedia of Earth System Science” (Academic Press), vol. 1, pp. 171-182.
- Bergametti, G., Chappuis, A., Devaux, C., Druilhet, A., Fontan, J., Gaudichet, A., Gomes, L., Idé, H., Lamaud, E., Maidoukia, A. & Tinga, A. – 1992 – Atmosphere - soil exchange of mineral particles in a Sahelian area. *Hemispherical Publications*, **2**: 897-907.
- Blanchet, J.P. – 1982 – Application of the Chandrasekhar mean to aerosol optical parameters. *Atmosphere-Ocean*, **20(3)**: 189-206.

- Bonn, F. & Rochon, G. – 1992 – “Précis de Télédétection. Volume 1: Principes et Méthodes”. Presses de l’Université du Québec, 485pp.
- Box, M.A. & Lo, S.Y. – 1976 – Approximate determination of aerosol size distributions. *Journal of Applied Meteorology*, **15**: 1068-1076.
- Brognez, C. & Lenoble, J. – 1991 – Analysis of 5-year aerosol data from the Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II. *Journal of Geophysical Research*, **96(D8)**: 15479-15497.
- Brognez, G. – 1992 – “Contribution à L’Etude des Propriétés Optiques et Radiatives des Cirrus”. Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse d’Etat, 351pp.
- Carlson, T.N. & Caverly, R.S. – 1977 – Radiative characteristics of Saharan dust at solar wavelengths. *Journal of Geophysical Research*, **82(21)**: 3141-3152.
- Carlson, T.N. & Benjamin, S.G. – 1980 – Radiative heating rates for Saharan dust. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **37**: 193-213.
- Cautenet, G., Legrand, M., Cautenet, S., Bonnel, B. & Brogniez, G. – 1992 – Thermal impact of Saharan dust over land. Part I: simulation. *Journal of Applied Meteorology*, **31(2)**: 166-180.
- Cautenet, S. – 1988 – “Interaction d’une Circulation Mésos-Echelle de Brise de Mer avec un Cisaillement de Vent Synoptique – Application au Golfe de Guinée”. Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand II), Thèse d’Etat.
- Cerf, A., Fouquart, Y., Bonnel, B., Brogniez, G., Chaoui Roquai, M. & Smith, L. – 1982 – Propriétés radiatives des aérosols sahéliens. *La Météorologie*, VI^{ème} série, n^{os}29/30: 247-260.

- Chandrasekhar, S. – 1950 – “Radiative Transfer”. Oxford University Press (republié par Dover Publications Inc., New York, 1960), 393pp.
- Chaoui Roquai, – 1984 – “Caractérisation de l’aérosol à partir des mesures de l’épaisseur optique”. Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse de Doctorat de Troisième Cycle, 93pp.
- Clough, S.A., Kneizys, F.X. & Davies, R.W. – 1989 – Line shape and the water vapor continuum. *Atmospheric Research*, **23**: 229-241.
- Coakley, J.A., Jr. & Bretherton, F.P. – 1982 – Cloud cover from high-resolution scanner data: detecting and allowing for partially filled fields of view. *Journal of Geophysical Research*, **87(C7)**: 4917-4932.
- Cornette, W.M. – 1992 – Robust algorithm for correcting the layer problem in LOWTRAN. *Applied Optics*, **31(27)**: 5767-5769.
- Coudé-Gaussen, G. & Rognon, P. – 1983 – Les poussières sahariennes. *La Recherche*, **14**: 1050-1061.
- Courtin, R., McKay, C.P. & Pollack, J. – 1992 – L’effet de serre dans le système solaire. *La Recherche*, **23**: 542-549.
- Deirmendjian, D. – 1980 – A survey of light-scattering techniques used in the remote monitoring of atmospheric aerosols. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, **18(2)**: 341-360.
- Deuzé, J.L. – 1993 – “Apport de la Polarisation à la Caractérisation des Aérosols. Préparation de l’Expérience POLDER”. Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse d’Habilitation (à diriger des recherches en sciences physiques), 202pp.

- Deuzé, J.L., Devaux, C., Herman, M., Santer, R. & Tanré, D. – 1988 – Saharan aerosols over the South of France: characterization derived from satellite data and ground based measurements. *Journal of Applied Meteorology*, **27**: 680-686.
- Deuzé, J.L., Bréon, F.M., Deschamps, P.Y., Devaux, C., Herman, M., Podaire, A. & Roujean, J.L. – 1993 – Analysis of the POLDER (POLarization and Directionality of Earth's Reflectances) airborne instrument observations over land surfaces. *Remote Sensing of the Environment*, **45**: 137-154.
- Devaux, C., Herman, M., Santer, R. & Tanré, D. – 1989 – On the complementarity of solar transmission and aureole measurements to derive the aerosol size distribution: applications to desert aerosol characteristics retrievals. in "IRS'88: Current Problems in Atmospheric Radiation (Proceedings of the International Radiation Symposium held at Lille, France, 18-24 August 1988)" (J. Lenoble and J.-F. Geleyn, eds.; A. Deepak Publishing), pp.557-560.
- Druilhet, A. & Tinga, A. – 1982 – Présentation de l'expérience ECLATS. *La Météorologie*, VI^{ème} série, n^{os}29/30: 203-212.
- Druilhet, A. & Durand, P. – 1984 – Etude de la couche limite convective Sahélienne en présence de brumes sèches (Expérience ECLATS). *Boundary-Layer Meteorology*, **28**: 51-77.
- Durand, P., Frangi, J.-P. & Druilhet, A. – 1988 – Energy budget for the Sahel surface layer during the ECLATS experiment. *Boundary-Layer Meteorology*, **42**: 27-42.
- Eiden, R. – 1971 – Determination of the complex index of refraction of spherical aerosol particles. *Applied Optics*, **10**(4): 749-754.
- Ellingson, R.G. & Serafino, G.N. – 1984 – Observations and calculations of aerosol heating over the Arabian Sea during MONEX. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **41**(4): 575-589.

- Ensor, D.S., Porch, W.M., Pilat, M.J. & Charlson, R.J. – 1971 – Influence of the atmospheric aerosol on albedo. *Journal of Applied Meteorology*, **10**: 1303-1306.
- Fouquart, Y. & Bonnel, B. – 1980 – Computations of solar heating of the Earth's atmosphere: a new parameterization. *Contributions to Atmospheric Physics*, **53**: 35-62.
- Fouquart, Y., Bonnel, B., Brogniez, G., Cerf, A., Chaoui Roquai, M., Smith, L. & Vanhoutte, J.C. – 1984 – Size distribution and optical properties of Saharan aerosols during ECLATS. in "Aerosols and Their Climatic Effects" (H.E. Gerber and A. Deepak, eds.; A. Deepak Publishing), pp.35-62.
- Fouquart, Y., Bonnel, B., Chaoui Roquai, M., Santer, R. & Cerf, A. – 1987a – Observations of Saharan aerosols: results of ECLATS field experiment. Part I: optical thicknesses and aerosol size distributions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **26**: 28-37.
- Fouquart, Y., Bonnel, B., Brogniez, G., Buriez, J.C., Smith, L., Morcrette, J.J. & Cerf, A. – 1987b – Observations of Saharan aerosols: results of ECLATS field experiment. Part II: broadband radiative characteristics of the aerosols and vertical radiative flux divergence. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **26**: 38-52.
- Fouquart, Y., Bonnel, B. & Ramaswamy, V. – 1991 – Intercomparing shortwave radiation codes for climate studies. *Journal of Geophysical Research*, **96(D5)**: 8955-8968.
- Frangi, J.P., Druilhet, A., Durand, P., Ide, H., Pages, J.P. & Tinga, A. – 1992 – Energy budget of the Sahelian surface layer. *Annales Geophysicae*, **10**: 25-33.
- Fraser, R.S. – 1976 – Satellite measurements of mass of Saharan dust in the atmosphere. *Applied Optics*, **15(10)**: 2471-2479.
- Fravalo, C., Fouquart, Y. & Rosset, R. – 1981 – The sensitivity of a model of low stratiform clouds to radiation. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **38**: 1049-1062.

- Friedlander, S.K. – 1977 – “Smoke, Dust and Haze: Fundamentals of Aerosol Behavior”. John Wiley & Sons, New York, 317pp.
- Fröhlich, C. & London, J. (eds.) – 1986 – “Revised Instruction Manual on Radiation Instruments and Measurements”. World Climate Research Programme (WCRP), prepared by the Radiation Commission of the International Association for Meteorology and Atmospheric Physics (IAMAP); publication WMO/TD n°149, 140pp.
- Frouin, R. & Gautier, C. – 1987 – Calibration of NOAA-7 AVHRR, GOES-5, and GOES-6 VISSR/VAS solar channels. *Remote Sensing of Environment*, **22(1)**: 73-101.
- Frouin, R., Deschamps, P.Y. & Lecomte, P. – 1990 – Determination from space of total atmospheric water vapor amounts by differential absorption near 940 nm. Theory and airborne verification. *Journal of Applied Meteorology*, **29**: 448-460.
- Garratt, J.R., Pittock, A.B. & Walsh, K. – 1990 – Response of the atmospheric boundary layer and soil layer to a high altitude, dense aerosol cover. *Journal of Applied Meteorology*, **29**: 35-52.
- Giorgi, F. & Visconti, G. – 1989 – Two-dimensional simulations of possible mesoscale effects of nuclear war fires. 2: Model results. *Journal of Geophysical Research*, **94(D1)**: 1145-1163.
- Gomes, L., Bergametti, G., Coudé-Gaussen, G. & Rognon, P. – 1990 – Submicron desert dusts: a sandblasting process. *Journal of Geophysical Research*, **95(D9)**: 13927-13935.
- Grant, W.B. – 1990 – Water vapor absorption coefficients in the 8 – 13 μm spectral region: a critical review. *Applied Optics*, **29(4)**: 451-462.
- Grassl, H. – 1971 – Determination of aerosol size distributions from spectral attenuation measurements. *Applied Optics*, **10(11)**: 2534-2538.

- Grassl, H. – 1988 – Radiative effects of atmospheric aerosol particles. *in* “Aerosols and Climate” (P.V. Hobbs and M.P. McCormick, eds.; A. Deepak Publishing), pp.241-252.
- Griggs, M. – 1979 – Satellite observations of atmospheric aerosols during the EOMET cruise. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **36**: 695-698.
- Griggs, M. – 1985 – A method to correct satellite measurements of sea surface temperature for the effects of atmospheric aerosols. *Journal of Geophysical Research*, **90(D7)**: 12951-12959.
- Guedalia, D., Estournel, C. & Vehil, R. – 1984 – Effects of Sahel dust layers upon nocturnal cooling of the atmosphere (ECLATS experiment). *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **23**: 644-650.
- Hansen, J.E. – 1971 – Multiple scattering of polarized light in planetary atmospheres. Part II: Sunlight reflected by terrestrial water clouds. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **28(8)**: 1400-1426.
- Hansen, J.E. & Travis, L.D. – 1974 – Light scattering in planetary atmospheres. *Space Science Reviews*, **16**: 527-610.
- Holton, J.R. – 1979 – “An Introduction to Dynamic Meteorology (Second Edition)”. Academic Press, New York, 391pp.
- van de Hulst, H.C. – 1957 – “Light Scattering by Small Particles”. John Wiley & Sons, New York, 470pp.
- Isaacs, R.G., Wang, W.-C., Worsham, R.D. & Goldenberg, S. – 1987 – Multiple scattering LOWTRAN and FASCODE models. *Applied Optics*, **26(7)**: 1272-1281.
- Jaenicke, R. – 1988 – Aerosol Physics and Chemistry. *in* “Landolt-Börnstein Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology: New Series” (K.-H.

Hellwege and O. Madelung, eds.; Springer-Verlag), Group V (Geophysics and Space Research), Volume 4 (Meteorology), Subvolume B (Physical and Chemical Properties of the Air; G. Fischer, ed.), pp.391-457.

Jankowiak, I. – 1992 – “Surveillance des Aérosols Désertiques à partir de l’Imagerie METEOSAT et Estimation de leur Impact Radiatif”. Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse de Doctorat, 150pp.

Jankowiak, I. & Tanré, D. – 1992 – Satellite climatology of Saharan dust outbreaks: method and preliminary results. *Journal of Climate*, **5(6)**: 646-656.

Johnson, D.B., Flament, P. & Bernstein, R.L. – 1994 – High-resolution satellite imagery for mesoscale meteorological studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **75(1)**: 5-33.

Joseph, J.H. – 1984 – The sensitivity of a numerical model of the global atmosphere to the presence of desert aerosol. in “Aerosols and Their Climatic Effects” (H.E. Gerber and A. Deepak, eds.; A. Deepak Publishing), pp.215-226.

Joseph, J.H. & Wolfson, N. – 1975 – The ratio of absorption to backscatter of solar radiation by aerosols during Khamsin conditions and effects on the radiation balance. *Journal of Applied Meteorology*, **14**: 1389-1396.

Kandel, R. & Fouquart, Y. – 1992 – Le bilan radiatif de la Terre. *La Recherche*, **23**: 316-324.

Kessler, A. – 1985 – “Heat Balance Climatology”. in “World Survey of Climatology” (H.E.Landsberg, ed.; Elsevier Science Publishing Co.), volume **1A**, 224pp.

Kilsby, C.G., Edwards, D.P., Saunders, R.W. & Foot, J.S. – 1992 – Water-vapour continuum absorption in the tropics: aircraft measurements and model comparisons. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **118**: 715-748.

- King, M.D. – 1982 – Sensitivity of constrained linear inversions to the selection of the Lagrange multiplier. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **39**: 1356-1369.
- King, M.D., Byrne, D.M., Herman, B.M. & Reagan, J.A. – 1978 – Aerosol size distributions obtained by inversion of spectral optical depth measurements. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **35**: 2153-2167.
- King, M.D., Kaufman, Y.J., Menzel, W.P. & Tanré, D. – 1992 – Remote sensing of cloud, aerosol, and water vapor properties from the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **30(1)**: 2-27.
- Kleespies, T.J. & McMillin, L.M. – 1990 – Retrieval of precipitable water from observations in the split window over varying surface temperatures. *Journal of Applied Meteorology*, **29**: 851-862.
- Kneizys, F.X., Shettle, E.P., Gallery, W.O., Chetwynd, J.H., Abreu, L.W., Selby, J.E.A., Fenn, R.W. & McClatchey, R.A. – 1980 – “Atmospheric Transmittance/Radiance: Computer Code LOWTRAN-5”. Air Force Geophysics Laboratory, publication **AFGL-TR-80-0067**.
- Kneizys, F.X., Shettle, E.P., Gallery, W.O., Chetwynd, J.H., Abreu, L.W., Selby, J.E.A., Clough, S.A. & Fenn, R.W. – 1983 – “Atmospheric Transmittance/Radiance: Computer Code LOWTRAN-6”. Air Force Geophysics Laboratory, publication **AFGL-TR-83-0187**.
- Kneizys, F.X., Shettle, E.P., Abreu, L.W., Chetwynd, J.H., Anderson, G.P., Gallery, W.O., Selby, J.E.A. & Clough, S.A. – 1988 – “Users Guide to LOWTRAN-7”. Air Force Geophysics Laboratory, publication **AFGL-TR-88-0177**.
- Kunde, V.G., Conrath, B.J., Hanel, R.A., Maguire, W.C., Prabakhara, C. & Salomonson, V.V. – 1974a – The Nimbus 4 Infrared Spectroscopy Experiment. Part 2: Comparison of observed and theoretical radiances from 425 – 1450 cm^{-1} . *Journal of Geophysical Research*, **79(6)**: 777-784.

- Kunde, V.G., Conrath, B.J., Hanel, R.A. & Prabakhara, C. – 1974b – Nimbus 4 IRIS spectra in the 750-1250 cm^{-1} atmospheric window region. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **31**: 600-603.
- Kunde, V.G. & Maguire, W.C. – 1974 – Direct integration transmittance model. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **14**: 803-817.
- Lee, T.F. – 1989 – Dust tracking using composite visible / IR images: a case study. *Weather and Forecasting*, **4**: 258-263.
- Legrand, M. – 1990 – “Etude des Aérosols Sahariens au-dessus de l’Afrique à l’aide du Canal à 10 microns de METEOSAT: Visualisation, Interprétation et Modélisation”. Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres Artois, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse d’Etat.
- Legrand, M., Bertrand, J.J. & Desbois, M. – 1985 – Dust clouds over West Africa: a characterization by satellite data. *Annales Geophysicae*, **3(6)**: 777-784.
- Legrand, M., Desbois, M. & Vovor, K. – 1988 – Satellite detection of Saharan dust: optimized imaging during nighttime. *Journal of Climate*, **1**: 256-264.
- Legrand, M., Bertrand, J.J., Desbois, M., Menenger, L. & Fouquart, Y. – 1989 – The potential of infrared satellite data for the retrieval of Saharan-dust optical depth over Africa. *Journal of Applied Meteorology*, **28(4)**: 309-318.
- Legrand, M. & Desbois, M. – 1989 – On the retrieval of Saharan aerosol optical depth over Africa from IR satellite imagery. in “IRS’88: Current Problems in Atmospheric Radiation (Proceedings of the International Radiation Symposium held at Lille, France, 18-24 August 1988)” (J. Lenoble and J.-F. Geleyn, eds.; A. Deepak Publishing), pp. 549-550.
- Legrand, M., Cautenet, G. & Buriez, J.C. – 1992 – Thermal impact of Saharan dust over land. Part II: application to satellite IR remote sensing. *Journal of Applied Meteorology*, **31(2)**: 181-193.

- Lenoble, J. – 1985 – “Radiative Transfer in Scattering and Absorbing Atmospheres: Standard Computational Procedures”. A. Deepak Publishing, Hampton, 300pp.
- Lenoble, J. – 1993 – “Atmospheric Radiative Transfer”. A. Deepak Publishing, Hampton, 532pp.
- Lenoble, J. & Brogniez, C. – 1984 – A comparative review of radiation aerosol models. *Contributions to Atmospheric Physics*, **57(1)**: 1-20.
- Liou, K.-N. – 1980 – “An Introduction to Atmospheric Radiation”. Academic Press, New York, 392pp.
- Longtin, D.R., Shettle, E.P., Hummel, J.R. & Pryce, J.D. – 1988a – A desert aerosol model for radiative transfer studies. *in* “Aerosols and Climate” (P.V. Hobbs and M.P. McCormick, eds.; A. Deepak Publishing), pp.261-269.
- Longtin, D.R., Shettle, E.P., Hummel, J.R. & Pryce, J.D. – 1988b – “A Wind Dependent Desert Aerosol Model: Radiative Properties”. Air Force Geophysics Laboratory, publication **AFGL-TR-88-0112**, 74pp.+ Ap.
- Lorenz, E.N. – 1963 – Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **20**: 130-141.
- Lovejoy, S., Schertzer, D., Silas, P., Tessier, Y. & Lavallée, D. – 1993 – The unified scaling model of atmospheric dynamics and systematic analysis of scale invariance in cloud radiances. *Annales Geophysicae*, **11**: 119-127.
- Mahrer, Y. & Pielke, R.A. – 1975 – A numerical study of the air flow over mountains using the two-dimensional version of the University of Virginia Mesoscale Model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **32**: 2144-2155.
- Mahrer, Y. & Pielke, R.A. – 1977a – The effects of topography on sea and land breezes in a two-dimensional numerical model. *Monthly Weather Review*, **105**: 1151-1162.

- Mahrer, Y. & Pielke, R.A. – 1977b – A numerical study of the airflow over irregular terrain. *Contributions to Atmospheric Physics*, **50**: 98-113.
- Mahrer, Y. & Pielke, R.A. – 1978 – A test of an upstream spline interpolation technique for the advective terms in a numerical mesoscale model. *Monthly Weather Review*, **106**: 818-830. *corrigendum*, **106**: 1758.
- Mason, B. & Schmetz, J.– 1992 – Meteorological satellites. *International Journal of Remote Sensing*, **13(6/7)**: 1153-1172.
- May, D.A., Stowe, L.L., Hawkins, J.D. & McClain, E.P. – 1992 – A correction for Saharan dust effects on satellite sea surface temperature measurements. *Journal of Geophysical Research*, **97(C3)**: 3611-3619.
- McClain, E.P., Pichel, W.G. & Walton, C.C. – 1985 – Comparative performance of AVHRR based multichannel sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research*, **90(C6)**: 11587-11601.
- McClatchey, R.A., Fenn, R.W., Selby, J.E.A., Volz, F.E. & Garing, J.S. – 1971 – “Optical Properties of the Atmosphere (Revised)”. Air Force Cambridge Research Laboratories, publication **AFCRL-71-0279**.
- Mészáros, E. – 1981 – “Atmospheric Chemistry: Fundamental Aspects”. *Studies in Environmental Science n° 11*, Elsevier Scientific Publishing Company, 201pp.
- Mishchenko, M.I., Lacis, A.A. & Travis, L.D. – 1994 – Errors induced by the neglect of polarization in radiance calculations for Rayleigh-scattering atmospheres. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **51(3)**: 491-510.
- Molenkamp, C.R. – 1989 – Numerical simulation of coastal flows when solar radiation is blocked by smoke. *Journal of Applied Meteorology*, **28(5)**: 361-381.

- Monteith, J.L. & Unsworth, M.H. – 1990 – “Principles of Environmental Physics (Second Edition)”. Edward Arnold, London, 291pp.
- Morcrette, J.J. & Fouquart, Y. – 1985 – On systematic errors in parametrized calculations of longwave radiation transfer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **111**: 691-708.
- Nagaraja Rao, C.R. – 1992 – Aerosol radiative corrections to the retrieval of sea surface temperatures from infrared radiances measured by the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR). *International Journal of Remote Sensing*, **13(9)**: 1757-1769.
- Nagaraja Rao, C.R. & Takashima, T. – 1986 – Solar radiation anomalies caused by the El Chichon volcanic cloud: measurements and model comparisons. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **112**: 1111-1126.
- Nagaraja Rao, C.R., Stowe, L.L. & McClain, E.P. – 1989 – Remote sensing of aerosols over the oceans using AVHRR data: theory, practice and applications. *International Journal of Remote Sensing*, **10(4/5)**: 743-749.
- N'Doumé, C.T. – 1993 – “Traitement de l’Imagerie METEOSAT-IR pour l’Observation des Aérosols Désertiques au-dessus de l’Afrique: Optimisation, Validation et Application à l’Etablissement des Distributions Spatio-Temporelles”. Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse de Doctorat, 137pp.
- Oke, T.R. – 1987 – “Boundary Layer Climates (Second Edition)”. Methuen, London, 435pp.
- Paltridge, G.W. & Platt, C.M.R. – 1976 – “Radiative Processes in Meteorology and Climatology”. *Developments in Atmospheric Science*, n°5, Elsevier Scientific Publishing Company, 318pp.

- Parol, F., Buriez, J.C., Brogniez, G. & Fouquart, Y. – 1991 – Information content of AVHRR channels 4 and 5 with respect to the effective radius of cirrus cloud particles. *Journal of Applied Meteorology*, **30(7)**: 973-984.
- Phillips, N.A. – 1973 – Principles of large scale numerical weather prediction. in “Dynamic Meteorology (Lectures delivered at the Summer School of Space Physics of the Centre National d’Etudes Spatiales, held at Lannion, France, 7 August – 12 September 1970)” (P.Morel, ed.; D. Reidel Publishing Company), pp.1-96.
- Pielke, R.A. – 1974 – A three-dimensional numerical model of the sea breezes over south Florida. *Monthly Weather Review*, **102**: 115-139.
- Pielke, R.A. & Mahrer, Y. – 1975 – Representation of the heated planetary boundary layer in mesoscale models with coarse vertical resolution. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **32**: 2288-2308.
- Pietras, C. – 1992 – “Détermination de la Quantité de Vapeur d’Eau Précipitable contenue dans l’Atmosphère”. Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Rapport de Diplôme d’Etudes Approfondies, 26pp.
- Pinker, R.T. & Laszlo, I. – 1992 – Modeling surface solar irradiance for satellite applications on a global scale. *Journal of Applied Meteorology*, **31(2)**: 194-211.
- Prabhakara, C. & Dalu, G. – 1976 – Remote sensing of the surface emissivity at $9\ \mu\text{m}$ over the globe. *Journal of Geophysical Research*, **81(21)**: 3719-3724.
- Prasad, C.R., Inamdar, A.K. & Venkatesh, P. – 1987 – Computation of diffuse solar radiation. *Solar Energy*, **39(6)**: 521-532.
- Prata, A.J. – 1989 – Observations of volcanic ash clouds in the $10 - 12\ \mu\text{m}$ window using AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, **10(4/5)**: 751-761.

- Price, J.C. – 1987 – Radiometric calibration of satellite sensors in the visible and near infrared: history and outlook. *Remote Sensing of Environment*, **22(1)**: 3-9.
- Prince, S.D. & Justice, C.O., eds. – 1991 – “Coarse Resolution Remote Sensing of the Sahelian Environment”. *International Journal of Remote Sensing, special issue*, **12(6)**: 1133-1421.
- Quenzel, H. – 1970 – Determination of size distribution of atmospheric aerosol particles from spectral solar radiation measurements. *Journal of Geophysical Research*, **75(15)**: 2915-2921.
- Reutter, H., Olesen, F.-S. & Fischer, H. – 1994 – Distribution of the brightness temperature of land surfaces determined from AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, **15(1)**: 95-104.
- Ridgway, W.L., Harshvardhan & Arking, A. – 1991 – Computation of atmospheric cooling rates by exact and approximate methods. *Journal of Geophysical Research*, **96(D5)**: 8969-8984.
- Roach, W.T. & Slingo, A. – 1979 – A high resolution infrared radiative scheme to study the interaction of radiation with cloud. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **105**: 603-614.
- Roberts, R.E., Selby, J.E.A. & Biberman, L.M. – 1976 – Infrared continuum absorption by atmospheric water vapor in the 8 – 12 μm window. *Applied Optics*, **15(9)**: 2085-2090.
- Schmetz, J. & van de Berg, L. – 1991 – Estimation of precipitable water from METEOSAT infrared window radiances over sea. *Contributions to Atmospheric Physics*, **64(2)**: 93-102.
- Segal, M. – 1990 – On the impact of thermal stability on some rough flow effects over mobile surfaces. *Boundary-Layer Meteorology*, **52**: 193-198.

- Sekera, Z. & Stowe, L.L. – 1973 – Effects of particulate matter on the radiance of terrestrial infrared radiation: theory. *Contributions to Atmospheric Physics*, **46**: 101-111.
- Sellers, W.D. – 1965 – “Physical Climatology”. The University of Chicago Press, 272pp.
- Shaw, G.E. – 1979 – Inversion of optical scattering and spectral extinction measurements to recover aerosol size spectra. *Applied Optics*, **18(7)**: 988-993.
- Shaw, G.E. – 1983 – Sun photometry. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **64(1)**: 4-10.
- Shenk, W.E. & Curran, R.J. – 1974 – The detection of dust storms over land and water with satellite visible and infrared measurements. *Monthly Weather Review*, **102**: 830-837.
- Shettle, E.P. – 1984 – Optical and radiative properties of a desert aerosol model. *in* “IRS’84: Current Problems in Atmospheric Radiation (Proceedings of the International Radiation Symposium held at Perugia, Italy, 21-28 August 1984)” (G.Fiocco, ed.; A. Deepak Publishing), pp.74-77.
- Smith, E.A. – 1986a – The structure of the Arabian heat low. Part I: surface energy budget. *Monthly Weather Review*, **114(6)**: 1067-1083.
- Smith, E.A. – 1986b – The structure of the Arabian heat low. Part II: bulk tropospheric heat budget and implications. *Monthly Weather Review*, **114(6)**: 1084-1102.
- Smith, L. – 1981 – “Détermination de l’Emissivité des Aérosols Sahéliens dans la Fênêtre (600-1300) cm^{-1} ”. Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Rapport de Diplôme d’Etudes Approfondies.
- Smith, L. – 1983 – “Réalisation d’un Modèle Climatique Radiatif Convectif, Premiers Tests de Sensibilité”. Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse de Troisième Cycle, 158pp.

- Sobrino, J.A., Li, Z.-L. & Stoll, M.P. – 1993 – Impact of the atmospheric transmittance and total water vapor content in the algorithms for estimating satellite sea surface temperatures. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **31(5)**: 946-952.
- Soufflet, V. – 1988 – “Evaluation de la Quantité d’Eau Précipitable. Mesure de l’Epaisseur Optique des Aérosols”. Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Rapport de Diplôme d’Etudes Approfondies.
- Soufflet, V. – 1992 – “Etude des Aérosols Troposphériques à partir du Sol et de l’Espace. Application aux Corrections Atmosphériques”. Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire d’Optique Atmosphérique, Thèse de Doctorat, 143pp.
- Soufflet, V., Devaux, C. & Tanré, D. – 1992 – Modified Langley plot method for measuring the spectral aerosol optical thickness and its daily variations. *Applied Optics*, **31(12)**: 2154-2162.
- Stamnes, P. – 1989 – “Light Scattering Properties of Aerosols and the Radiation inside a Planetary Atmosphere”. Free University Press, Amsterdam, 161pp.
- Stephens, G.L. & Greenwald, T.J. – 1991 – Observations of the Earth’s Radiation Budget in relation to atmospheric hydrology. Part I: clear sky greenhouse effect and water vapour feedback. *Journal of Geophysical Research*, **96(D8)**: 15311-15324.
- Stephens, G.L., Slingo, A. & Webb, M. – 1993 – On measuring the greenhouse effect of Earth. in “High Spectral Resolution Infrared Remote Sensing for Earth’s Weather and Climate Studies (NATO ASI Series, vol. I-9)” (A.Chedin, M.T.Chahine and N.A.Scott, eds.; Springer-Verlag, Berlin, 492pp.), pp.395-417.
- Stowe, L.L. – 1974 – Effects of particulate matter on the radiance of terrestrial infrared radiation: results. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **31**: 755-767.

- Stowe, L.L., Hitzenger, R. & Deepak, A. (eds.) – 1990 – “Report of the Experts Meeting on Space Observations of Tropospheric Aerosols and Complementary Measurements (Hampton, 15-18 November 1989)”. World Climate Research Programme, publication WCRP-48 (WMO/TD n°389), 49pp.
- Sutherland, R.A. – 1986 – Broadband and spectral emissivities (2 – 18 μm) of some natural soils and vegetation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **3**: 199-202.
- Szejwach, G. – 1982 – Determination of semi-transparent cirrus cloud temperature from infrared radiances: application to METEOSAT. *Journal of Applied Meteorology*, **21**: 384-393.
- Takashima, T. & Masuda, K. – 1987 – Emissivities of quartz and Sahara dust powders in the infrared region (7 – 17 μm). *Remote Sensing of Environment*, **23**: 51-63.
- Takashima, T. & Masuda, K. – 1988 – Averaged emissivities of quartz and Sahara dust powders in the infrared region. *Remote Sensing of Environment*, **26**: 301-302.
- Tanré, D., Herman, M., Deschamps, P.Y. & de Lefte, A. – 1979 – Atmospheric modelling for space measurements of ground reflectances, including bidirectional properties. *Applied Optics*, **18**(21): 3587-3594.
- Tanré, D., Herman, M. & Deschamps, P.Y. – 1981 – Influence of the background contribution upon space measurements of ground reflectance. *Applied Optics*, **20**(20): 3676-3684.
- Tanré, D., Devaux, C., Herman, M., Santer, R. & Gac, J.Y. – 1988a – Radiative properties of desert aerosols by optical ground-based measurements at solar wavelengths. *Journal of Geophysical Research*, **93**(D11): 14223-14231.
- Tanré, D., Deschamps, P.Y., Devaux, C. & Herman, M. – 1988b – Estimation of Saharan aerosol optical thickness from blurring effects in Thematic Mapper data. *Journal of Geophysical Research*, **93**(D12): 15955-15964.

- Tanré, D. & Legrand, M. – 1991 – On the satellite retrieval of Saharan dust optical thickness over land: two different approaches. *Journal of Geophysical Research*, **96(D3)**: 5221-5227.
- Tomasi, C., Vitale, V. & Bencivenni, S. – 1993 – Influence of temperature structure, water vapour, aerosol particles and minor gases on the satellite-borne SST measurements. in “IRS’92: Current Problems in Atmospheric Radiation (Proceedings of the International Radiation Symposium held at Tallinn, Estonia, 3-8 August 1992)” (S.Keevallik and O.Kärner, eds.; A. Deepak Publishing), pp.409-412.
- Triplet, J.P. & Roche, G. – 1986 – “Météorologie Générale (Troisième Edition)”. Ecole Nationale de la Météorologie, 317pp.
- Twomey, S. – 1977 – “Atmospheric Aerosols”. *Developments in Atmospheric Science*, n°7, Elsevier Scientific Publishing Company, 302pp.
- Vanbauce, C., Buriez, J.C., Dubuisson, P. & Fouquart, Y. – 1993 – Determination of fog optical thickness over northern France using AVHRR imagery. *Annales Geophysicae*, **11**: 160-172.
- Volz, F.E. – 1974 – Economical multispectral Sun photometer for measurements of aerosol extinction from 0.44 μm to 1.6 μm and precipitable water. *Applied Optics*, **13(8)**: 1732-1733.
- Walton, C.C. – 1985 – Satellite measurement of sea surface temperature in the presence of volcanic aerosols. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **24**: 501-507.
- Wan, Z. & Dozier, J. – 1989 – Land-surface temperature measurement from space: physical principles and inverse modeling. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **27(3)**: 268-278.
- Wang, W.-C. & Ryan, P.B. – 1983 – Overlapping effect of atmospheric H₂O, CO₂ and O₃ on the CO₂ radiative budget. *Tellus*, **35B**: 81-91.

WCP-112 – 1986 – “A Preliminary Cloudless Standard Atmosphere for Radiation Computation”. World Climate Research Programme (WCRP); prepared by the Radiation Commission of the International Association for Meteorology and Atmospheric Physics (IAMAP); publication WMO/TD n°24, 53pp.

WCP-55 – 1983 – “Report of the Experts Meeting on Aerosols and their Climatic Effects (held at Williamsburg, 28-30 March 1983)”. World Climate Research Programme (WCRP); prepared by the World Meteorological Organization Commission for Atmospheric Sciences (WMO-CAS) and the IAMAP Radiation Commission, edited by A. Deepak and H.E. Gerber; 107pp.

Westphal, D.L., Toon, O.B. & Carlson, T.N. – 1987 – A two-dimensional numerical investigation of the dynamics and microphysics of Saharan dust storms. *Journal of Geophysical Research*, **92(D3)**: 3027-3049.

Wiscombe, W.J. – 1983 – Atmospheric radiation: 1975-1983. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, **21(5)**: 997-1021.

WMO – 1971 – “Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices”. Geneva, World Meteorological Organization, publication WMO n°8, fourth edition.

Wollenweber, F.G. – 1990 – Impact of atmospheric layering on LOWTRAN-6 radiance calculations. *Applied Optics*, **29(34)**: 5177-5181.

Zeng, X., Pielke, R.A. & Eykholt, R. – 1993 – Chaos theory and its applications to the atmosphere. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **74(4)**: 631-644.

LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES UTILISES

ATSR: *Along-Track Scanning Radiometer*, expérience consacrée à l'estimation des températures de surface par l'intermédiaire de l'analyse des luminances émergentes mesurés selon deux géométries distinctes et dans les mêmes régions spectrales que celles correspondant aux trois canaux infra-rouge du radiomètre AVHRR — c'est-à-dire autour de 3.7, de 11 et de 12 μm (voir par exemple Prata *et al.*, 1990, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **28(1)**: 3-13)

AVHRR: *Advanced Very High Resolution Radiometer* (voir par exemple Sparkman, 1989, *International Journal of Remote Sensing*, **10(4/5)**: 609-612)

ECLATS: Etude de la Couche Limite Atmosphérique Tropicale Sèche expérience réalisée dans la région de Niamey, République du Niger, entre Novembre et Décembre 1980 (voir Druilhet & Tinga, 1982)

MODIS: *Moderate Resolution Imaging Spectrometer* (voir par exemple King *et al.*, 1992)

NOAA: *National Oceanic and Atmospheric Administration* (des Etats-Unis d'Amérique)

POLDER: *Polarization and Directionality of the Earth's Reflectances*, radiomètre conçu au Laboratoire d'Optique Atmosphérique (voir par exemple Deuzé, 1993)

SAGE: *Stratospheric Aerosol and Gas Experiment* (voir par exemple Lenoble, 1993, pp.454-460)

STARS-1: Sources et Transport d'Aérosols en Régions Sahéliennes, expérience réalisée dans la région de Tillabery, République du Niger, en Novembre 1989 (voir Bergametti *et al.*, 1992)

