

# High-Tune: gas optical properties file format

January 25, 2018

|Més|Star>  
(<http://www.meso-star.com>)

## Contents

<b>1</b>	<b>Contexte</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Description du modèle et utilisation des données</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Format de fichier</b>	<b>5</b>

# 1 Contexte

Ce document présente le format de fichier fournissant toutes les données permettant de calculer les propriétés optiques (coefficients d'absorption et de diffusion, LW & SW) **du mélange gazeux** uniquement. Le fichier de données utilise le format ASCII, et la convention suivante: chaque donnée est décrite par une ligne de commentaire, suivie par la donnée numérique. Une seule valeur numérique est donnée par ligne. Les valeurs numériques d'un tableau de dimension  $N$  sont donc fournies sur  $N$  lignes.

## 2 Description du modèle et utilisation des données

Les données fournies dans ce fichier concernent une atmosphère plan-parallèle stratifiée: l'atmosphère est divisée en  $N_{lev}$  niveaux (de pression, ou d'altitude) délimitant  $N_{lay} = N_{lev} - 1$  mailles. Un certain nombre de données sont fournies pour les niveaux, d'autres sont fournies pour les mailles (hypothèse de maille homogène, ce qui revient à fournir pour les mailles une donnée moyenne). Enfin, il existe deux grands domaines spectraux: le longwave (LW) et le shortwave (SW). Pour chacun de ces domaines, un certain nombre d'intervalles est défini. Enfin, dans chacun de ces intervalles, un certain nombre de points de quadrature est défini (différent dans chaque intervalle).

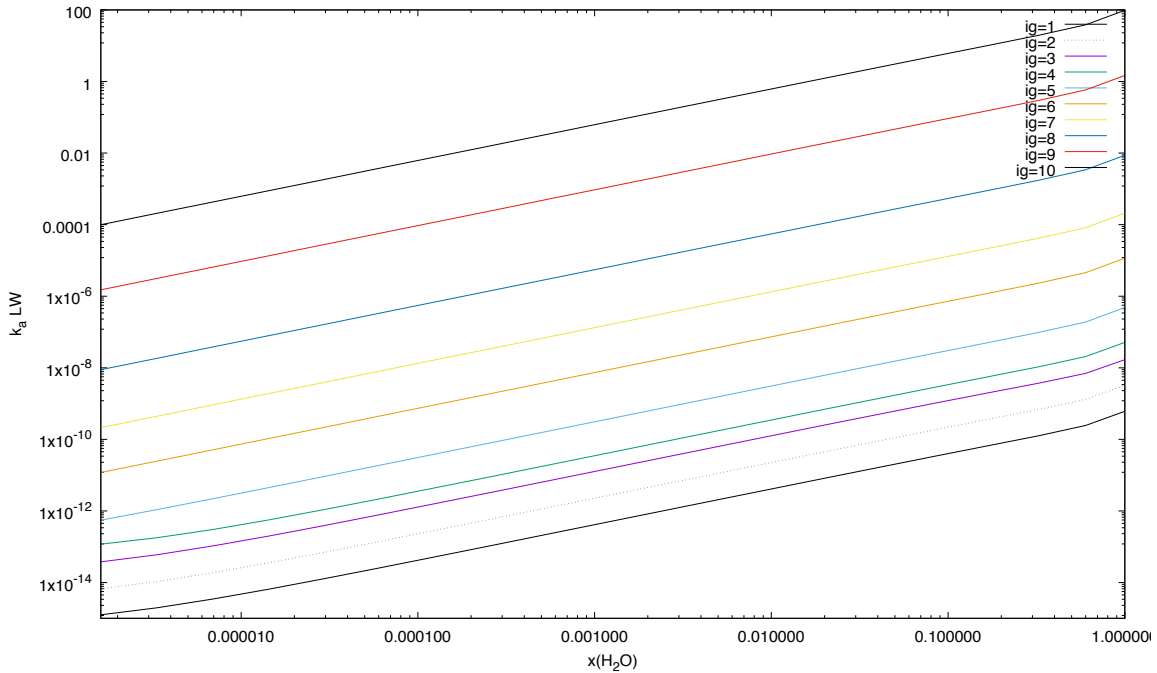


Figure 1: Evolution du coefficient d'absorption pour les dix points de quadrature du premier intervalle spectral LW, pour la première maille atmosphérique (profil MLS) en fonction de la concentration molaire de vapeur d'eau.

La principale chose à retenir est la possibilité de reconstruire les propriétés optiques du mélange de gaz (coefficients d'absorption et de diffusion) à partir des données fournies dans ce fichier atmosphérique, ainsi que de la composition locale en vapeur d'eau (variable, imposée par les données LES). Le fichier atmosphérique contient en effet les valeurs des coefficients d'absorption et de diffusion tabulés en fonction

de la fraction molaire de vapeur d'eau  $x_{H_2O}$ . On peut en effet constater (figure 1) que le logarithme du coefficient d'absorption évolue de façon linéaire avec le logarithme de  $x_{H_2O}$  sur une large gamme de concentration molaire, et ce pour chaque point de quadrature. Il est donc facile d'interpoler les propriétés optiques du mélange de gaz pour toute valeur de  $x_{H_2O}(\text{local})$  (imposée, dans le cas du projet High-Tune, par les données nuageuses LES) à partir des valeurs tabulés dans le fichier atmosphérique.

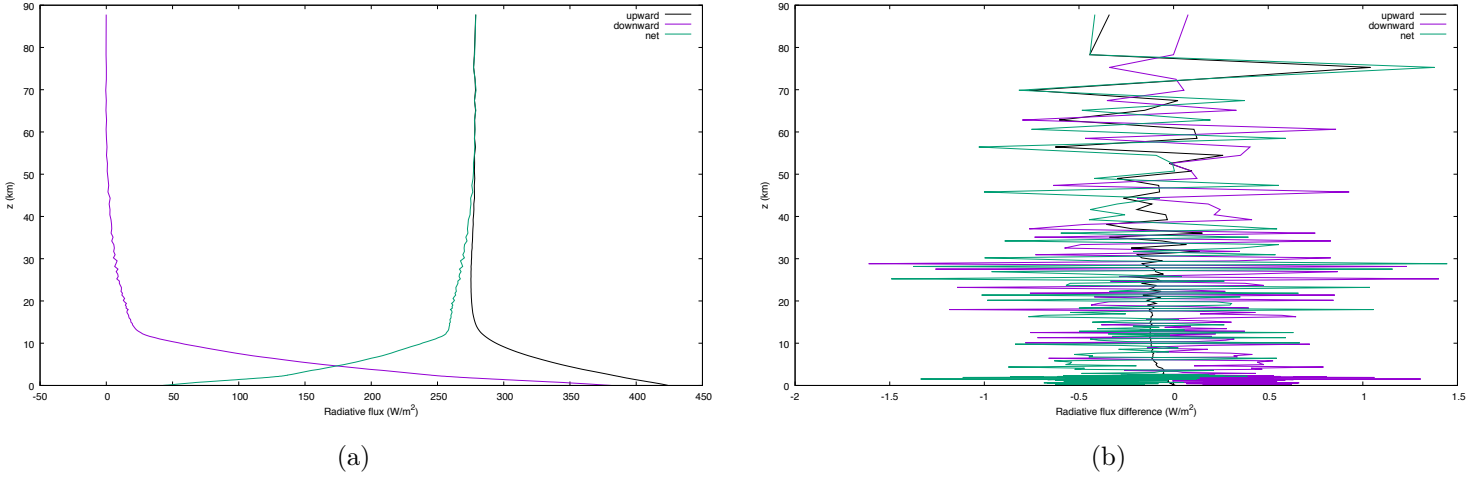


Figure 2: (a) Profil de flux intégrés sur le domaine LW, obtenus à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption nominales de ECRAD sur un profil standard MLS; (b) Ecart sur les flux radiatif (intégrés sur le domaine LW) obtenus d'une part à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption nominales, et d'autre part à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption interpolées à partir de la tabulation et des valeurs nominales de  $x_{H_2O}$

Un travail de validation de l'hypothèse de linéarité des propriétés optiques avec la fraction molaire de vapeur d'eau a été conduit sur la base suivante: nous disposons d'un code de transfert radiatif (LW & SW) basé sur l'utilisation de solutions analytiques, donc sans diffusion (en cours de publication) qui a été adapté à l'utilisation de données spectrales en k-distribution à ordre de quadrature variable, donc permettant d'utiliser les données spectrales issues de ECRAD. Nous avons effectué deux calculs de transfert radiatif (flux intégrés sur le domaine LW) sur un profil atmosphérique MLS modifié: dans un premier temps, nous avons isolé dans les données LES, la colonne contenant la maille présentant la plus forte humidité spécifique. Le profil vertical de  $x_{H_2O}$  du profil MLS standard a donc été remplacé, dans chaque maille atmosphérique, par les données issues de cette colonne LES dans la zone contenant le nuage (pour  $z < 4$  km), et n'a pas été modifié en dehors de cette zone. Les deux calculs de transfert radiatif effectués ont utilisé:

- d'une part, les coefficients d'absorption issus de ECRAD pour le profil MLS modifié. Les résultats sont présentés en figure 2(a) pour le LW et en figure 3(a) pour le SW.
- d'autre part en utilisant les coefficient d'absorption obtenus par interpolation à partir des valeurs locales de  $x_{H_2O}$ , et de la tabulation établie par utilisation de ECRAD, sur 20 points  $x_{H_2O}$  répartis de façon uniforme en log entre  $10^{-6}$  et 1. La figure 2(b) montre les différences entre les flux radiatifs obtenus par cette méthode et les résultats précédents (référence) pour le LW, et la figure ??(b) montre les mêmes écarts pour le domaine SW.

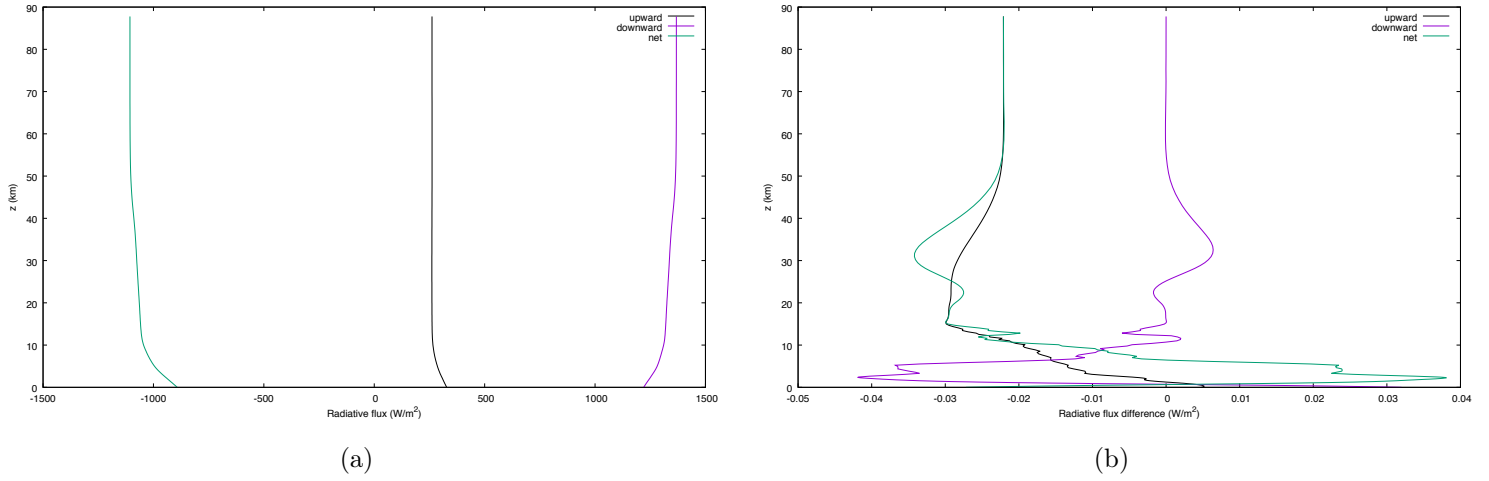


Figure 3: (a) Profil de flux intégrés sur le domaine SW, obtenus à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption nominales de ECRAD sur un profil standard MLS; (b) Ecart sur les flux radiatif (intégrés sur le domaine SW) obtenus d'une part à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption nominales, et d'autre part à l'aide des épaisseurs optiques d'absorption interpolées à partir de la tabulation et des valeurs nominales de  $x_{H_2O}$

Les résultats étant extrêmement proches, on considère à cette étape que la méthodologie consistant à tabuler les propriétés optiques du mélange en fonction de  $x_{H_2O}$  dans le but d'interpoler ces quantités pour n'importe quelle valeur locale de  $x_{H_2O}$ , est bien validée. Au besoin, il est possible de rajouter des données dans la tabulation afin d'améliorer la précision sur le transfert radiatif.

### 3 Format de fichier

Les données fournies dans le fichier atmosphérique, séparées par une ligne de commentaire, sont les suivantes:

- Le nombre de niveaux atmosphériques  $N_{lev}$  (1 entier)
- Le nombre de mailles atmosphériques  $N_{lay}$  (1 entier)
- La température du sol (1 réel) [K]
- La pression à chaque niveau ( $N_{lev}$  réels) [Pa]
- La température à chaque niveau ( $N_{lev}$  réels) [K]
- L'altitude à chaque niveau ( $N_{lev}$  réels) [m]
- La fraction molaire nominale de vapeur d'eau dans le mélange  $x_{H_2O}(nominal)$ , pour chaque maille ( $N_{lay}$  réels) [mole de  $H_2O$  par mole de mélange]
- Le nombre de profils verticaux de fraction molaire de vapeur d'eau  $x_{H_2O}$  pour la tabulation ( $N_w$ ).
- Pour chacun des  $N_w$  profils verticaux de  $x_{H_2O}$  de la tabulation: la valeur de  $x_{H_2O}$  pour chacune des  $N_{lay}$  mailles atmosphériques. ( $N_w x N_{lay} rels$ ) [mole de  $H_2O$  par mole de mélange]
- L'émissivité du sol pour le domaine LW (1 réel)
- L'émissivité du sol pour le domaine SW (1 réel)
- Le nombre d'intervalles spectraux pour le domaine LW  $N_{b,LW}$  (1 entier)
- Le nombre d'intervalles spectraux pour le domaine SW  $N_{b,SW}$  (1 entier)
- Pour chacun des  $i_b \in [1, N_{b,LW}]$  intervalles du domaine LW:
  - le nombre d'onde inférieure de l'intervalle (1 réel) [ $\text{cm}^{-1}$ ]
  - le nombre d'onde supérieure de l'intervalle (1 réel) [ $\text{cm}^{-1}$ ]
  - le nombre de points de quadrature  $N_g(i_b)$  (1 entier)
  - les  $N_g(i_b)$  poids de quadrature de l'intervalle ( $N_g(i_b)$  réels)
- Pour chacun des  $i_b \in [1, N_{b,SW}]$  intervalles du domaine SW:
  - le nombre d'onde inférieure de l'intervalle (1 réel) [ $\text{cm}^{-1}$ ]
  - le nombre d'onde supérieure de l'intervalle (1 réel) [ $\text{cm}^{-1}$ ]
  - le nombre de points de quadrature  $N_g(i_b)$  (1 entier)
  - les  $N_g(i_b)$  poids de quadrature de l'intervalle ( $N_g(i_b)$  réels)
- Pour chacun des  $i_b \in [1, N_{b,LW}]$  intervalles du domaine LW, et pour chacun des  $i_g \in [1, N_g(i_b)]$  points de quadrature:

- le coefficient d’absorption **nominal** du mélange de gaz, pour chaque maille ( $N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$
- le coefficient d’absorption du mélange de gaz **pour chaque point de tabulation**  $i_w$ , pour chaque maille ( $N_w x N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$
- Pour chacun des  $i_b \in [1, N_{b,SW}]$  intervalles du domaine SW, et pour chacun des  $i_g \in [1, N_g(i_b)]$  points de quadrature:
  - le coefficient d’absorption **nominal** du mélange de gaz, pour chaque maille ( $N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$
  - le coefficient d’absorption du mélange de gaz **pour chaque point de tabulation**  $i_w$ , pour chaque maille ( $N_w x N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$
- Pour chacun des  $i_b \in [1, N_{b,SW}]$  intervalles du domaine SW, et pour chacun des  $i_g \in [1, N_g(i_b)]$  points de quadrature:
  - le coefficient de diffusion **nominal** du mélange de gaz, pour chaque maille ( $N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$
  - le coefficient de diffusion du mélange de gaz **pour chaque point de tabulation**  $i_w$ , pour chaque maille ( $N_w x N_{lay}$  réels)  $[m^{-1}]$

Un exemple de routine (fortran) permettant de lire ce fichier est donné ci-dessous (fichier “input.for”):

```

subroutine read_opt_prop_file( infile ,Nw,Nlev,Nlay ,
&      Tsurf,Tspace,pressure ,
&      temperature,height,x_h2o_nominal,x_h2o_tab ,
&      lw_emissivity,sw_emissivity ,
&      Nb_lw,nu_lo_lw,nu_hi_lw,Ng_lw,w_lw ,
&      Nb_sw,nu_lo_sw,nu_hi_sw,Ng_sw,w_sw ,
&      ka_lw_nominal,ka_lw_tab ,
&      ka_sw_nominal,ka_sw_tab ,
&      ks_sw_nominal,ks_sw_tab)
implicit none
include 'max.inc '
include 'formats.inc '

c
c      Purpose: to read the optical properties file for the atmosphere
c
c      Input:
c      + infile: file to generate
c
c      Output:
c      + Nw: number of tabulation points of water vapor concentration
c      + Nlev: number of atmospheric levels
c      + Nlay: number of atmospheric layers
c      + Tsurf: temperature of the ground [K]
c      + Tspace: temperature of the ground [K]
c      + pressure: pressure at each level [Pa]
c      + temperature: temperature at each level [K]

```

```

c + height: altitude at each level [m]
c + x_h2o_nominal: molar fraction of H2O at each level for the nominal profile
c + x_h2o_tab: molar fraction of H2O at each level for each tabulation point
c + lw_emissivity: LW emissivity
c + sw_emissivity: SW emissivity
c + Nb_lw: number of LW spectral intervals
c + nu_lo_lw: lower wavenumber limit of each LW interval [cm-1]
c + nu_hi_lw: upper wavenumber limit of each LW interval [cm-1]
c + Ng_lw: number of quadrature points in each LW interval
c + w_lw: quadrature weights for each LW interval
c + Nb_sw: number of SW spectral intervals
c + nu_lo_sw: lower wavenumber limit of each SW interval [cm-1]
c + nu_hi_sw: upper wavenumber limit of each SW interval [cm-1]
c + Ng_sw: number of quadrature points in each SW interval
c + w_sw: quadrature weights for each SW interval
c + ka_lw_nominal: LW absorption coefficient [m-1] for the nominal profile
c + ka_lw_tab: LW absorption coefficient [m-1] for each tabulation point
c + ka_sw_nominal: SW absorption coefficient [m-1] for the nominal profile
c + ka_sw_tab: SW absorption coefficient [m-1] for each tabulation point
c + ks_sw_nominal: SW scattering coefficient [m-1] for the nominal profile
c + ks_sw_tab: SW scattering coefficient [m-1] for each tabulation point

```

```

c
c I/O
c character*(Nchar_mx) infile
c integer Nw,Nlev,Nlay
c double precision pressure(1:Nlev_mx)
c double precision Tsurf,Tspace
c double precision temperature(1:Nlev_mx)
c double precision height(1:Nlev_mx)
c double precision x_h2o_nominal(1:Nlay_mx)
c double precision x_h2o_tab(1:Nlay_mx,1:Nw_mx)
c double precision lw_emissivity,sw_emissivity
c double precision ka_lw_nominal(1:Ngpoints_lw_mx,1:Nlev_mx)
c double precision ka_lw_tab(1:Ngpoints_lw_mx,1:Nlev_mx,1:Nw_mx)
c double precision ka_sw_nominal(1:Ngpoints_sw_mx,1:Nlev_mx)
c double precision ka_sw_tab(1:Ngpoints_sw_mx,1:Nlev_mx,1:Nw_mx)
c double precision ks_sw_nominal(1:Ngpoints_sw_mx,1:Nlev_mx)
c double precision ks_sw_tab(1:Ngpoints_sw_mx,1:Nlev_mx,1:Nw_mx)
c integer Nb_lw
c double precision nu_lo_lw(1:16)
c double precision nu_hi_lw(1:16)
c integer Ng_lw(1:16)
c double precision w_lw(1:16,1:20)
c integer Nb_sw
c double precision nu_lo_sw(1:14)

```

```

double precision nu_hi_sw(1:14)
integer Ng_sw(1:14)
double precision w_sw(1:14,1:20)
c temp
logical file_ex
integer ilay,ilev,ib,ig,i,iw
c label
character*(Nchar_mx) label
label='subroutine_read_opt_prop_file'

inquire(file=trim(infile), exist=file_ex)
if (file_ex) then
    write(*,*) 'Reading_file:_',trim(infile)
else
    call error(label)
    write(*,*) 'File_not_found:'
    write(*,*) trim(infile)
    stop
endif

open(11,file=trim(infile))
read(11,*)
read(11,*) Nlev
read(11,*)
read(11,*) Nlay
read(11,*)
read(11,*) Tsurf
Tspace=3.0D+0 ! K
read(11,*)
do ilev=1,Nlev
    read(11,*) pressure(ilev)
enddo ! ilev
read(11,*)
do ilev=1,Nlev
    read(11,*) temperature(ilev)
enddo ! ilev
read(11,*)
do ilev=1,Nlev
    read(11,*) height(ilev)
enddo ! ilev
read(11,*)
do ilay=1,Nlay
    read(11,*) x_h2o_nominal(ilay)
enddo ! ilay
read(11,*)

```



```

read(11,*) Nw
do iw=1,Nw
  read(11,*)
  do ilay=1,Nlay
    read(11,*) x_h2o_tab(ilay,iw)
  enddo
enddo
read(11,*)
read(11,*) lw_emissivity
read(11,*)
read(11,*) sw_emissivity
read(11,*)
read(11,*) Nb_lw
read(11,*)
read(11,*) Nb_sw
do ib=1,Nb_lw
  read(11,*)
  read(11,*)
  read(11,*) nu_lo_lw(ib)
  read(11,*)
  read(11,*) nu_hi_lw(ib)
  read(11,*)
  read(11,*) Ng_lw(ib)
  read(11,*)
  do ig=1,Ng_lw(ib)
    read(11,*) w_lw(ib,ig)
  enddo
enddo
c SW: per interval
do ib=1,Nb_sw
  read(11,*)
  read(11,*)
  read(11,*) nu_lo_sw(ib)
  read(11,*)
  read(11,*) nu_hi_sw(ib)
  read(11,*)
  read(11,*) Ng_sw(ib)
  read(11,*)
  do ig=1,Ng_sw(ib)
    read(11,*) w_sw(ib,ig)
  enddo
enddo
c LW: per interval, per g-point
c i=0

```

```

do ib=1,Nb_lw
  do ig=1,Ng_lw(ib)
    i=i+1
    read(11,*)
    do ilay=1,Nlay
      read(11,*) ka_lw_nominal(i, ilay)
    enddo ! ilay
    do iw=1,Nw
      read(11,*)
      do ilay=1,Nlay
        read(11,*) ka_lw_tab(i, ilay, iw)
      enddo ! ilay
    enddo ! iw
  enddo ! ig
enddo ! ib

```

c

c SW: per interval, per g-point

c absorption coefficient

i=0

```

do ib=1,Nb_sw
  do ig=1,Ng_sw(ib)
    i=i+1
    read(11,*)
    do ilay=1,Nlay
      read(11,*) ka_sw_nominal(i, ilay)
    enddo ! ilay
    do iw=1,Nw
      read(11,*)
      do ilay=1,Nlay
        read(11,*) ka_sw_tab(i, ilay, iw)
      enddo ! ilay
    enddo ! iw
  enddo ! ig
enddo ! ib

```

c

c scattering coefficient

i=0

```

do ib=1,Nb_sw
  do ig=1,Ng_sw(ib)
    i=i+1
    read(11,*)
    do ilay=1,Nlay
      read(11,*) ks_sw_nominal(i, ilay)
    enddo ! ilay
  do iw=1,Nw

```

```

        read(11,*)
        do ilay=1,Nlay
            read(11,*) ks_sw_tab(i,ilay,iw)
        enddo
    enddo ! iw
enddo ! ig
enddo ! ib
close(11)

return
end

```