Technical Report

TR/CMGC/04/99

Arpege PC
Note technique relative au portage

Eric MAISONNAVE

Table of Contents

1 Compilation 2
2 Modifications du code 3
2.1 Routines dépassant la limite mémoire autorisée à la compilation 3
2.2 Routines d'horloge 3
2.3 Routines utilisant les segments de mémoire partagée 3
2.4 Routine à ne pas compiler 3
2.5 Mauvaise initialisation de tableaux 3
2.6 Problèmes relevant de l'option -r8 3
2.7 Problèmes relevant de la précision des entiers et des réels 4
3 **Annexe:** Validation 4
3.1 Champs moyens 5
3.2 Evolutions moyennes temporelles et cycle saisonnier 10

Une version papier (http://www.cerfacs.fr/%7Emaisonna/ArpegePC/technique.pdf) de cette page est disponible

Les quelques notes qui suivent s'adressent aux informaticiens désireux de reproduire les différentes étapes qui ont conduit à faire fonctionner le modèle d'atmosphère du CNRM sur une machine de type PC. Pour plus de détails sur les performances du modèle, on se reportera à la note de travail conjointe à ce rapport technique **[1]**.

La première version d'Arpege Climat portée sur PC linux a été compilée sur un des PC du réseau bureautique du Cerfacs, à l'aide du compilateur de Portland Group (PGI).

La version qui a été mise au point n'est en aucun cas une version de référence d'Arpege Climat V4 sur linux. Le modèle n'a fonctionné (et n'a été validé) que dans sa configuration t63. De plus, c'est uniquement en mode monoprocesseur que le modèle est utilisable sur nos PC. Le travail à entreprendre pour que le modèle puisse fonctionner en mode multiprocesseur peut être évalué à quelques semaines de programmation.

Disons donc, pour être tout à fait rigoureux, que nous sommes en possession d'une version d'**Arpege Climat V4 en configuration t63, sur linux 32 bits, compilateur PGI**. Elle a été compilée sur linux Fedora Core 1 et tourne, sans recompilation, sur linux RedHat 8.0. En outre, il existe depuis peu une version identique sur **64 bits**, pour processeur **Opteron**.

1 Compilation

<table>
<tr><td>Version 32 bits</td><td>Version 64 bits</td></tr>
<tr><td><u>Compilateur utilisé</u>: PGI, version 5.1-6
<u>Machine:</u> alaska.cerfacs.fr (Pentium 4)
<u>OS</u>: linux Fedora Core 1, noyau 2.4.22-1.2115 nptl
Compatible Linux RedHat 8.0</td><td><u>Compilateur utilisé</u>: PGI, version 5.2.1
<u>Machine:</u> tantale.cea.fr (HP Opteron AMD)
<u>OS</u>: linux Suse, noyau 2.4.21-15.0.4 ELsmp</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Librairies:</u> MPI mpich version 1.2.5, BLAS, LAPACK
<u>Options de compilation:</u>
-O (optimisation par défaut)
-Mdalign (gestion des commons et structures en 8 octets)
-r8 (tous les réels sont codés sur 8 octets)
-byteswapio (compatibilité des fichiers d’entrée-sortie avec les machines "big endian")
-pc 64 (gestion du stack en 8 octets)</td></tr>
</table>

Les deux scripts nécessaires à la compilation de la version 4.0 et 4.1 se nomment **script_compil_V4** et **bin_V4_1**. Avant utilisation, ils doivent être adaptés à l’arborescence de la machine, au compilateur, etc ...

2 Modifications du code

L'implémentation multiprocesseur n'a pas été faite, notre modèle ne tournant que sur des PC de bureau et leur utilisation avec MPI comme processeurs parallèles n'étant pas performante. La routine **maxgpfv.F90,** qui présentait des problèmes à la compilation, a été neutralisée. Les tracas sont donc reportés à l'implémentation de la version multiprocesseur du modèle sur le cluster de PC qui sera opérationnel dans le courant de l'année 2005 au Cerfacs.

2.1 Routines dépassant la limite mémoire autorisée à la compilation

Les routines définissant des paramètres dans d'énormes tableaux provoquent des dépassements de capacité mémoire (ou de temps de calcul autorisé en interactif) lors de la compilation. Il s'agit des routines:
rrtm_kgb[3,4,5].F90 et **suecae[or,ss,sd,bc,su].F90**. L'astuce consiste à ré-écrire ces routines en les séparant en plusieurs fichiers.

2.2 Routines d'horloge

Les routines d'horloge diffèrent de celles qui étaient disponibles sur les machines où Arpege a été précédemment compilé. Les routines concernées par les changements sont **timef.F** et **cptime.F**

2.3 Routines utilisant les segments de mémoire partagée

Les librairies c appelées ne contiennent pas les même variables que sur VPP. On neutralise **svipc.c**, puisque cette forme de couplage ne sera plus utilisée par PRISM à l'avenir.

2.4 Routine à ne pas compiler

ddh-lfi2lfa.F90 est un programme indépendant d'Arpege. Si on le compile, il devient programme principal et c'est lui qui s'exécute à la place d'Arpege.

2.5 Mauvaise initialisation de tableaux

Dans **sualspa.F90**, le tableau SPO3 n'est pas initialisé dans le cas où LSPO3 = FALSE .On ne s'en sert pas mais le tableau est passé en paramètre dans des routines sans qu'il ait été défini. De même, SPUB et SPVB ne sont pas alloués dans **suinif.F90** alors qu'ils sont passés en argument à la routine SUSPEC. Sous linux, on a alors un débordement de tableau. La définition de ces tableaux dans **suspeca.F90** pose également problème dans le cas où la clef LSPO3 = FALSE.

2.6 Problèmes relevant de l'option -r8

L'option -r8 nous condamne à n'utiliser que des réels double précision dans le code, ce qui n'est pas sans provoquer de sérieux problèmes de mise au point. Les corrections sont fort heureusement plus faciles à apporter sur une machine locale comme un PC de bureau que sur un supercalculateur distant, dont le processeur interactif est parfois surchargé.
L'expression REAL(KIND=16) est remplacée par DOUBLE PRECISION dans les routines **lfa_R4I4.F90** et **lfa_R4I4.F90**. Les routines blas et lapack en simple précision ne doivent plus être appelées (elles ne sont plus disponibles) ce qui transforme les routines **mxmaop.F90, sudyn.2**

(librairie 4.1), **sumode3e.F90 et faxion.F.** La routine **sgemmx.linux.F** est utilisée à la place de sgemmx.vpp.F.

2.7 Problèmes relevant de la précision des entiers et des réels

Sur les PC que nous utilisons, un entier est codé sur 9 octets et un réel (double précision) sur 15. L'équivalence de taille entre un réel et deux entiers n'est donc plus respectée. Les routines qui reposent sur une telle équivalence (en passant par argument des tableaux d'entiers et en récupérant dans la routine appelante un tableau deux fois plus petit de réels, ou vice versa) ne sont donc plus valides. C'est ce qui nous a conduit à modifier les routines **decoga.F, codega.F, unpagb.F** et **packgb.F.** La routine **lficom0.h** est redéfinie pour tenir compte de ces tailles sous linux 32 bits.
On constate que nous avons rencontré la plupart des difficultés dans les routines de lecture/écriture des données. Ces erreurs sont en effet bloquantes pour le déroulement de la simulation. Il est donc possible que d'autres erreurs, moins rédhibitoires car n'affectant pas l'état moyen du système, soient détectées après plusieurs utilisations du modèle, ou lors d'un changement de configuration. La validation détaillée au chapitre suivant atteste néanmoins que le modèle est utilisable en l'état.
Comme évoqué précédemment, un autre portage a été nécessaire pour faire tourner le modèle en architecture 64 bits. Cette étape franchie, le modèle est désormais indifféremment utilisable sur tout cluster, grille de calcul ou simple PC de bureau exploité sous linux.

Références

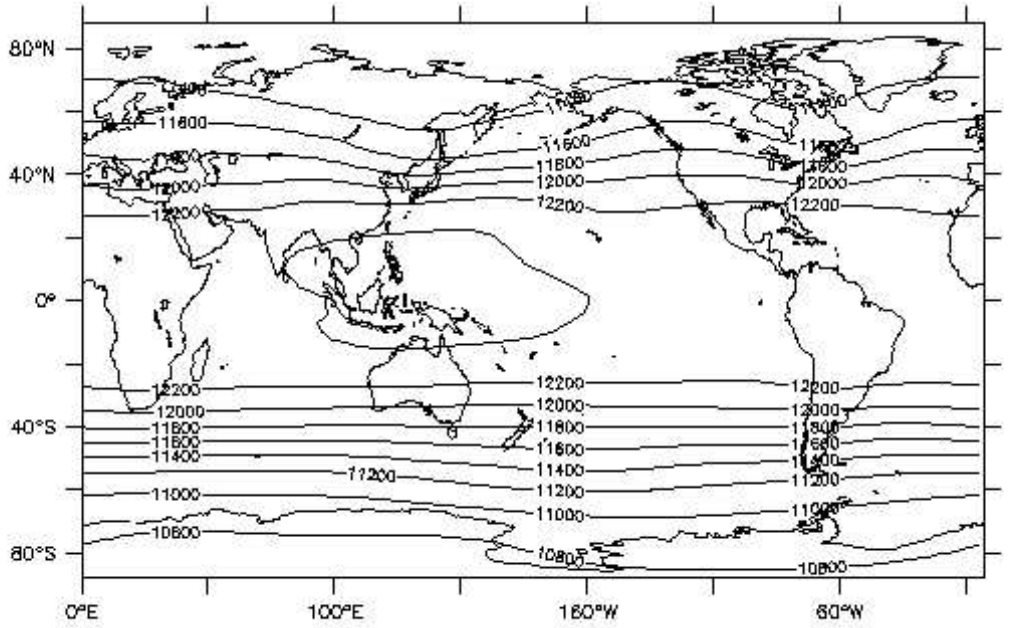
[1] E. Maisonnave, 2004: Arpege PC, puisque la modélisation du climat entre dans une nouvelle ère. WN/CMGC/04/100, CERFACS

3 Annexe: Validation

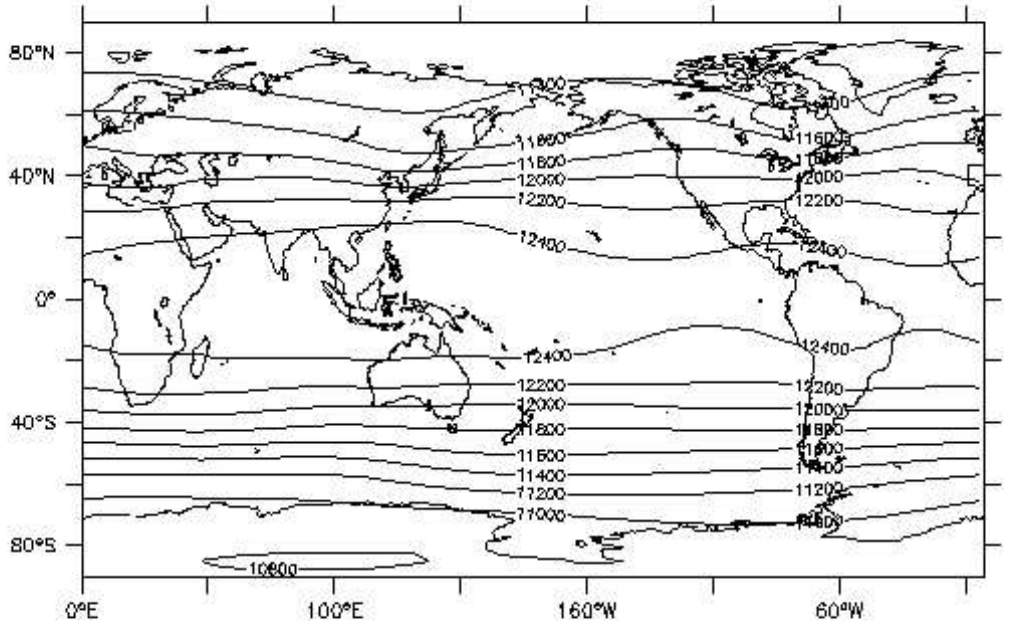
Les tests ont été realisés avec le modèle Arpege Climat version 4.1 (mai 2004), en grille t63, 31 niveaux.
Pas de stratosphère, pas d'ozone, pas de modèle de sol ISBA/MODCOU.
Run climatologique de 10 ans.
Les climatologies utilisées sont:
SST: Reynolds (jeu de données "Extended Reconstructed Sea Surface Temperatures, v2")
Sulfates, aérosols, gaz à effet de serre, constante solaire: valeurs de 1950

3.1 Champs moyens

Geopotentiel 200 hPa (m)

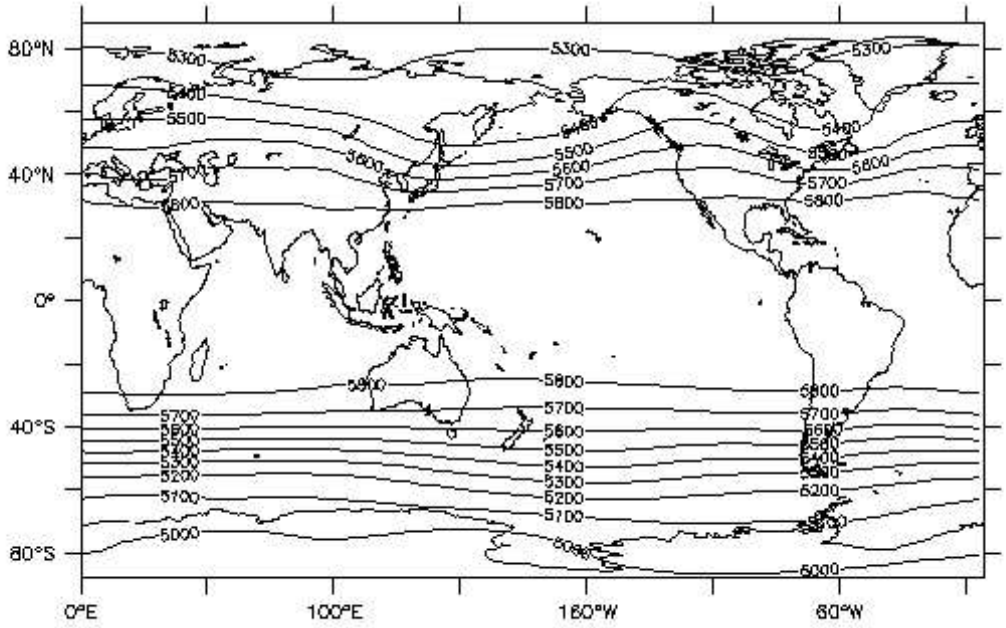


Modele

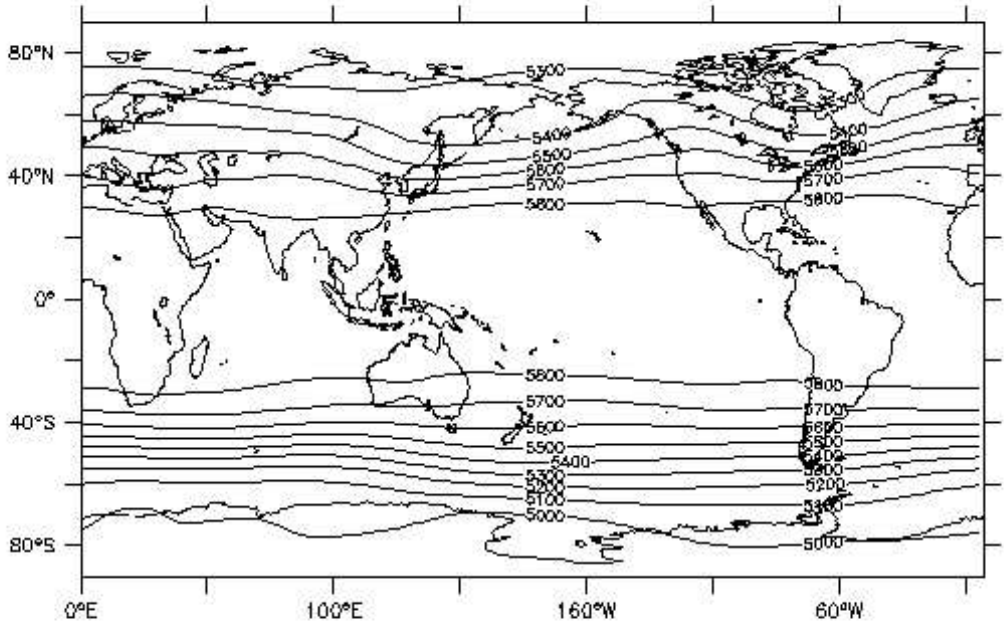


NCEP Reanalyses

Geopotentiel 500 hPa (m)

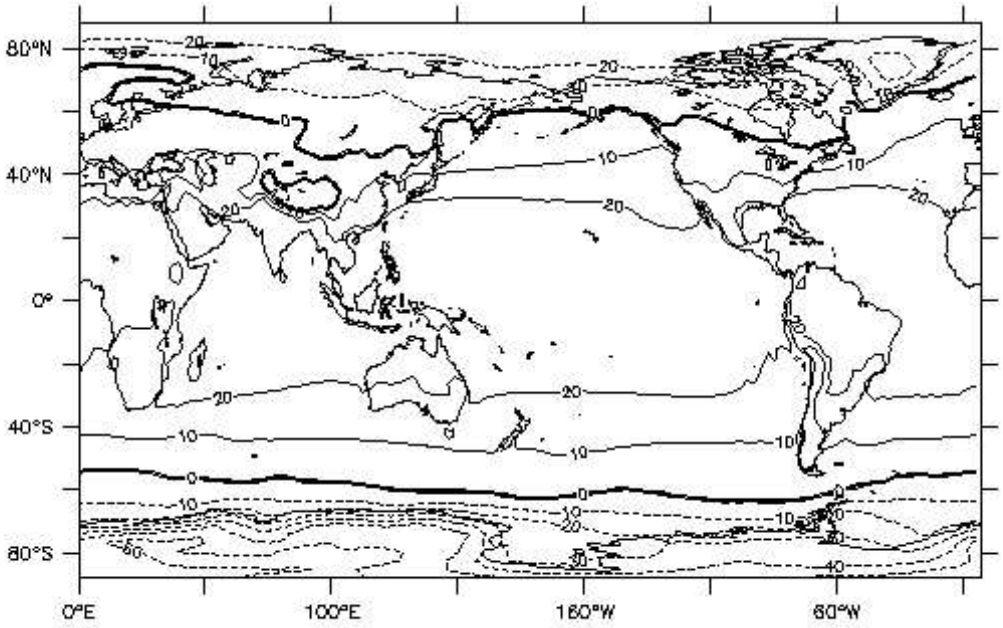


Modele

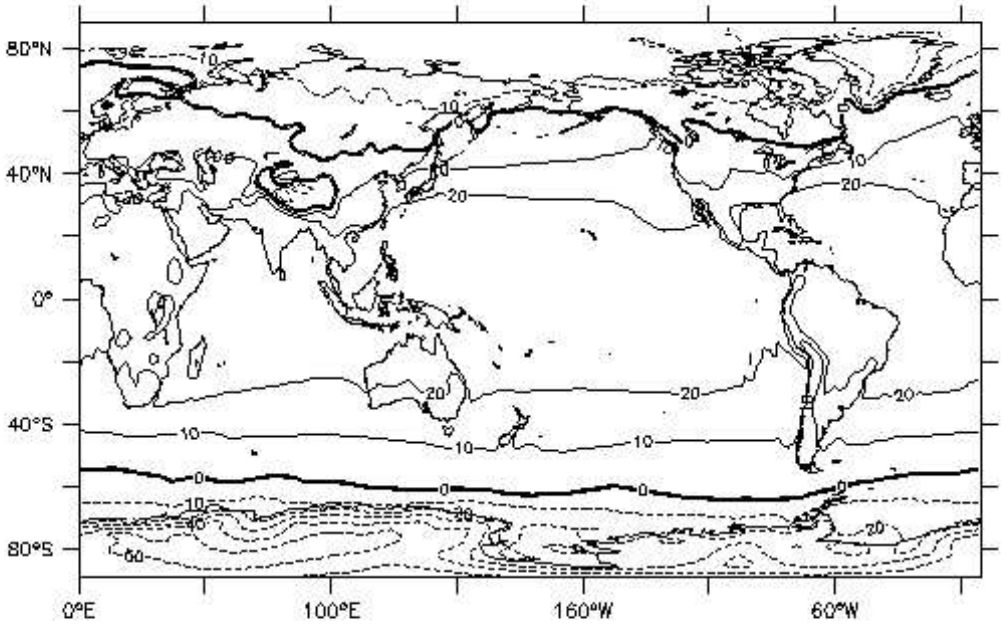


NCEP Reanalyses

Temperature a 2m (C)

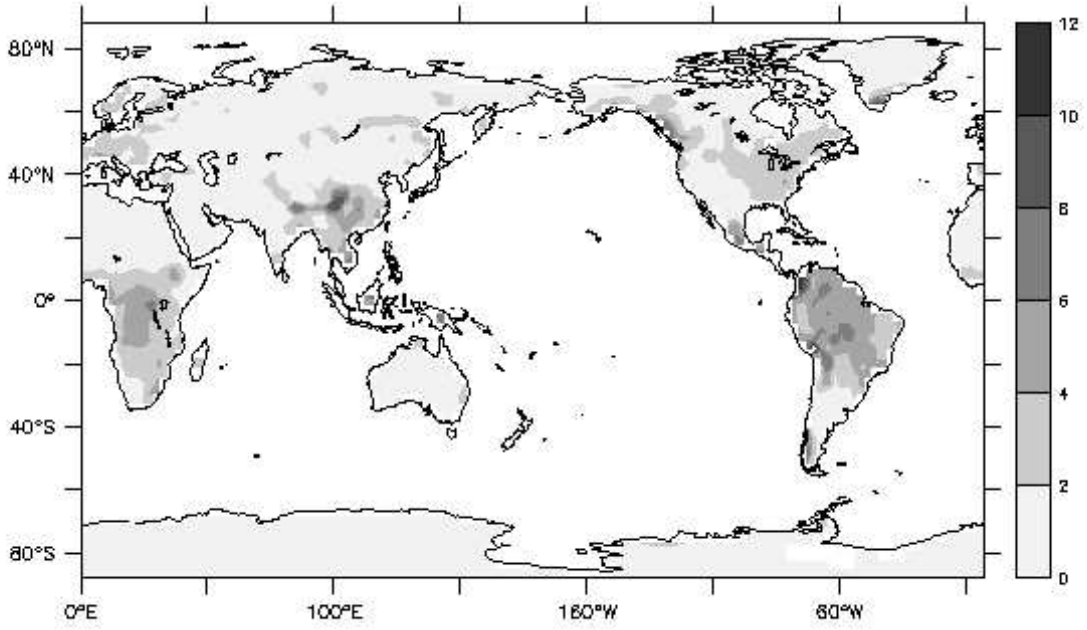


Modele

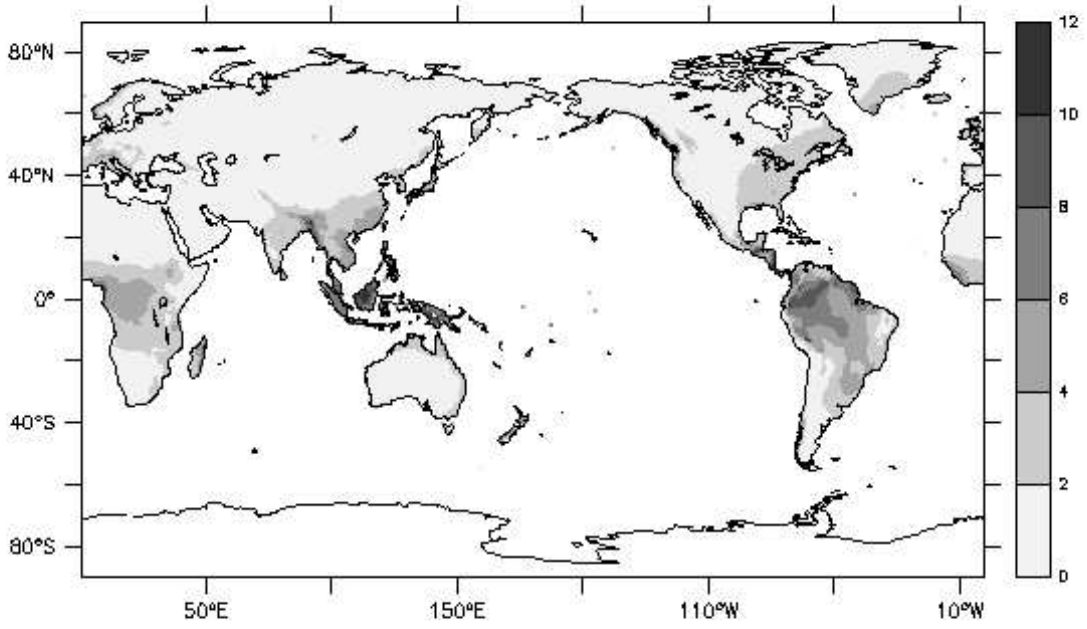


NCEP Reanalyses

Precipitations terrestres (mm/j)



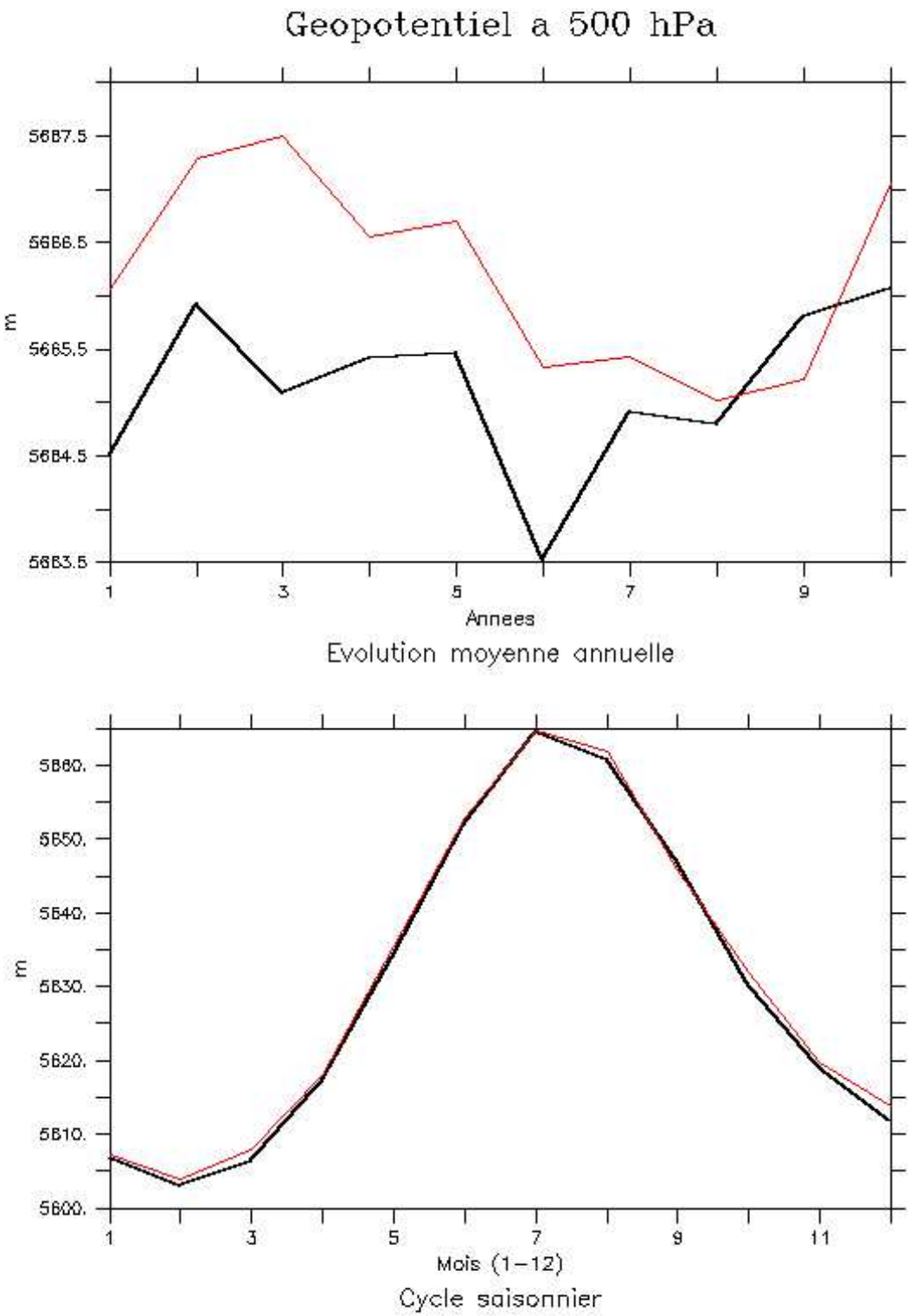
Modele

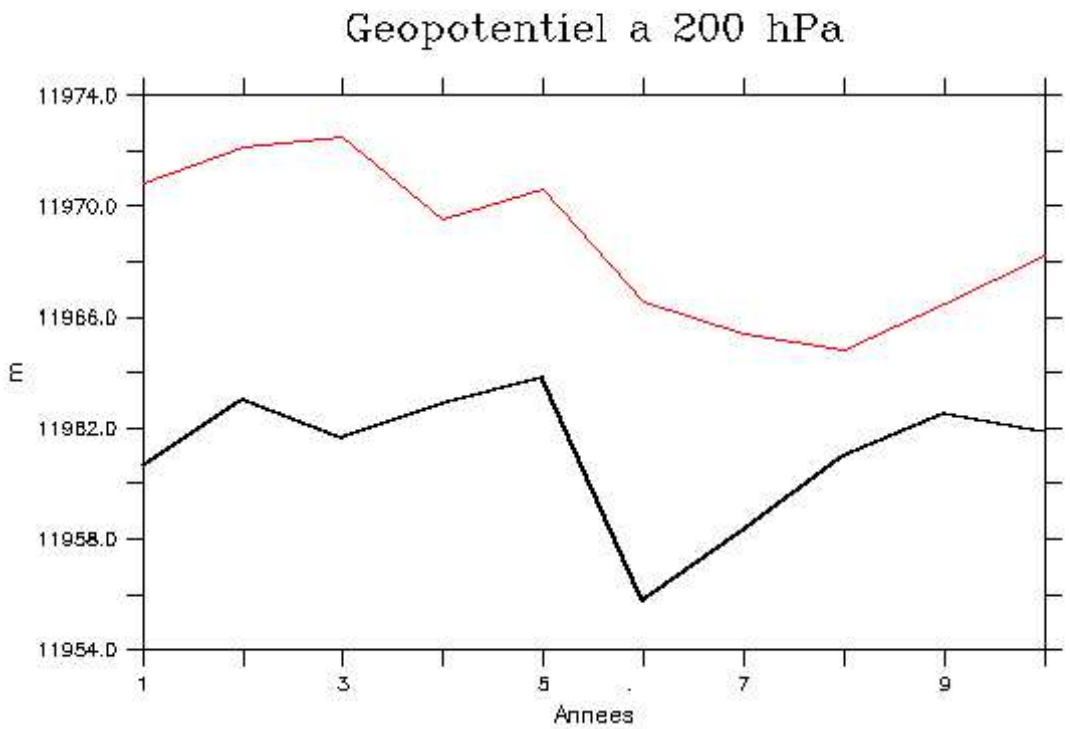


CRU

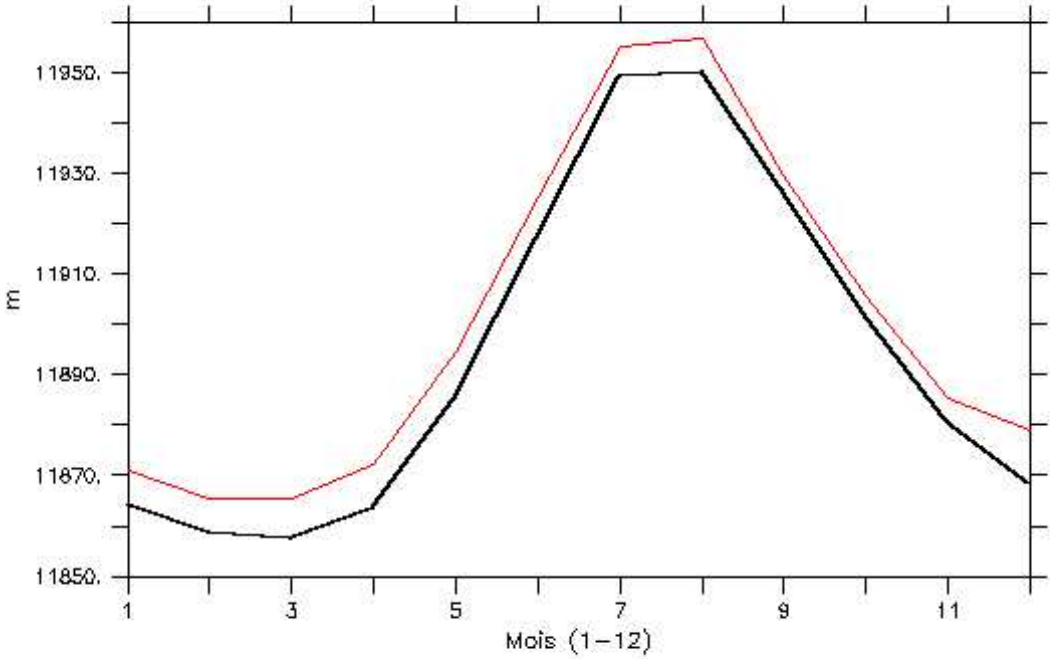
3.2 Evolutions moyennes temporelles et cycle saisonnier

Sont donnés ci-dessous les cycles saisonniers et moyennes annuelles de divers champs significatifs (trait gras). A titre de comparaison, nous produisons (trait fin ou rouge) les mêmes résultats pour une simulation identique menée sur NEC SX5.

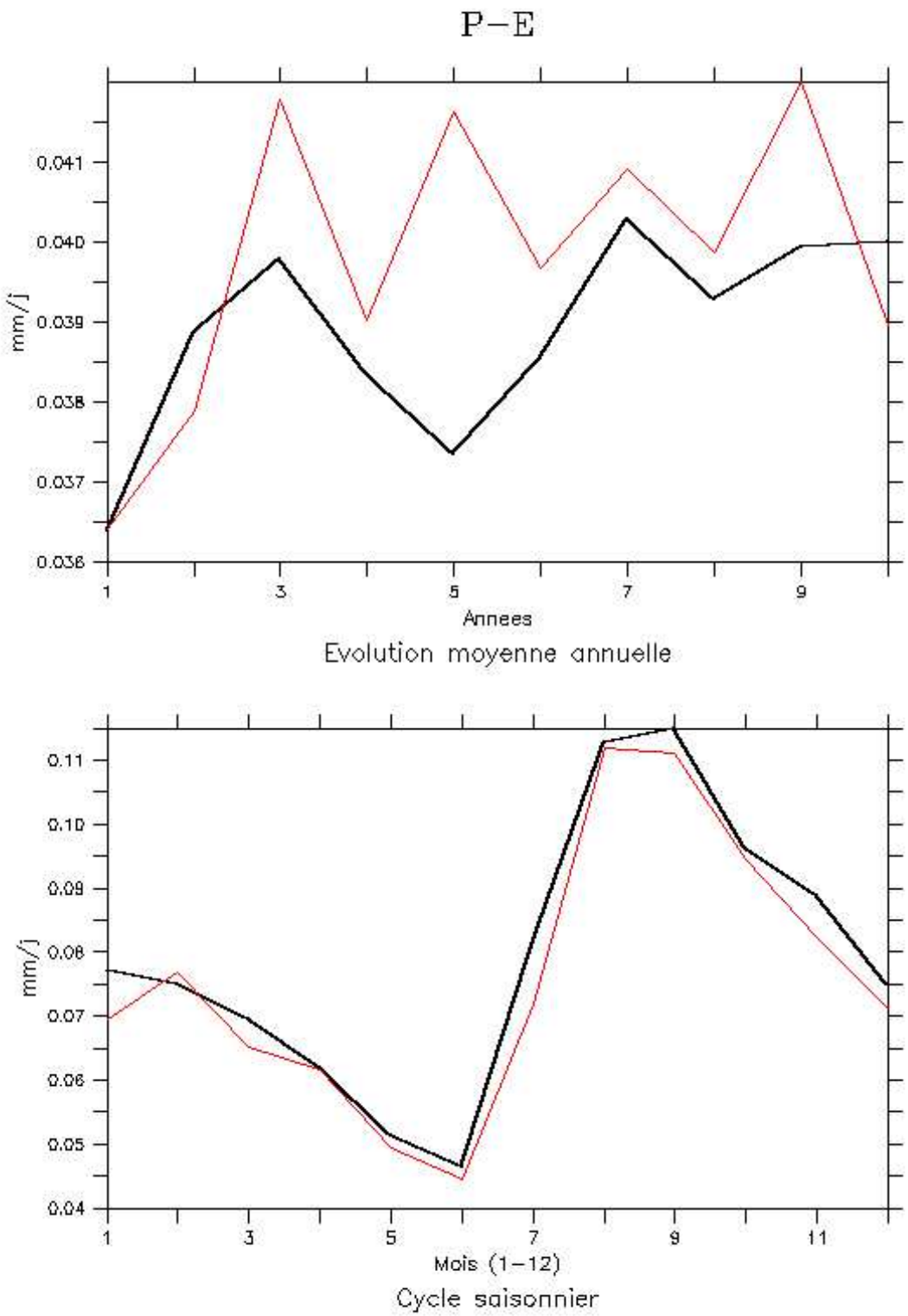

Geopotentiel a 500 hPa
5667.5
5666.5
5665.5
5664.5
5663.5
m
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
5660.
5650.
5640.
5630.
5620.
5610.
5600.
m
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier

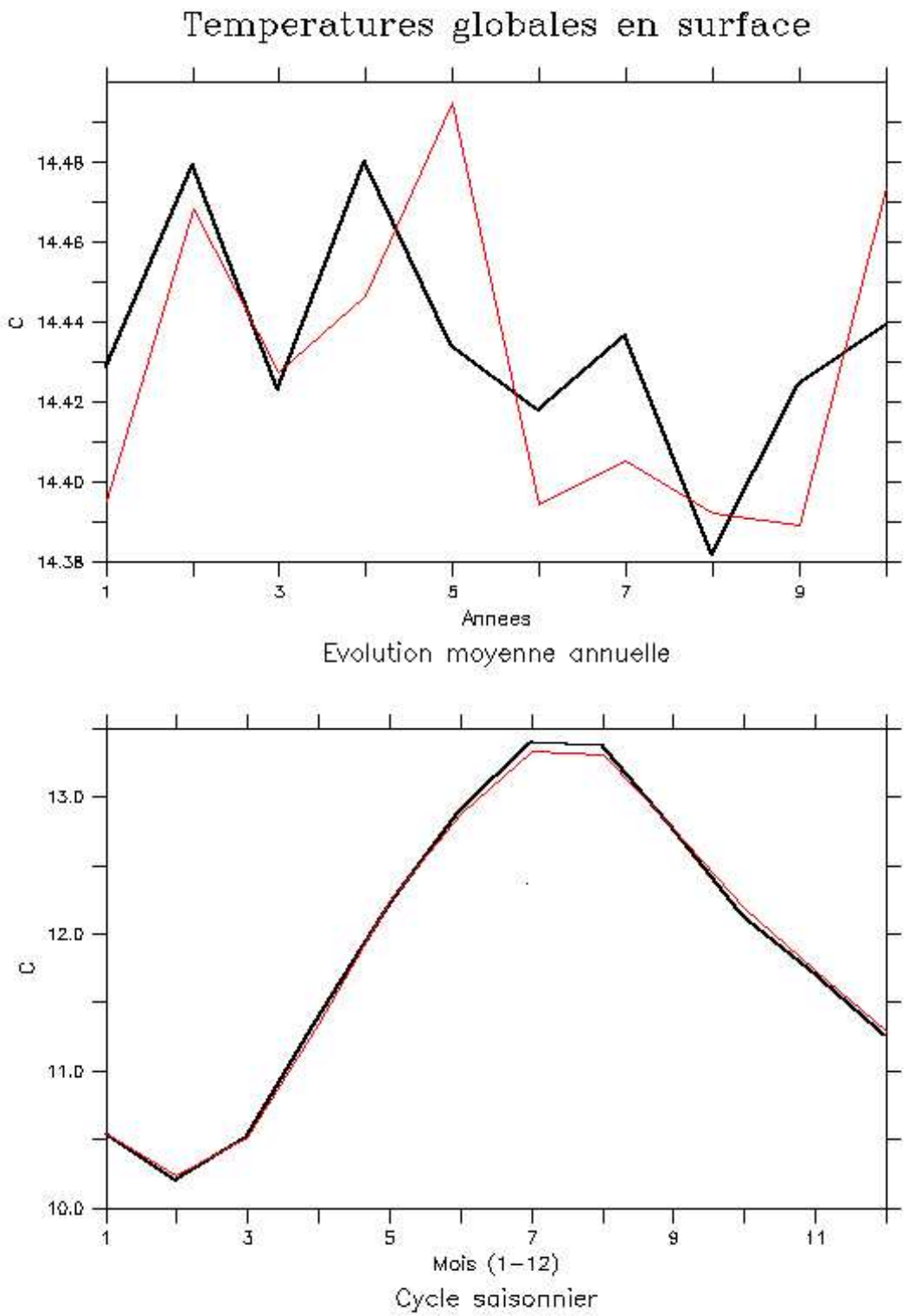


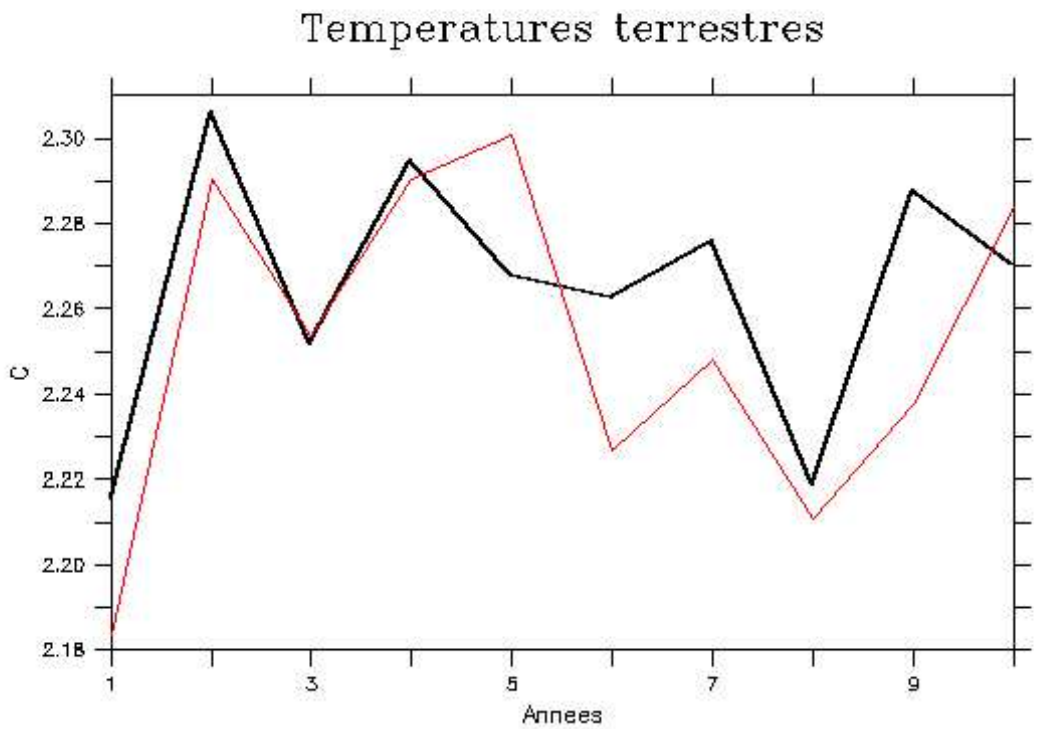
Evolution moyenne annuelle



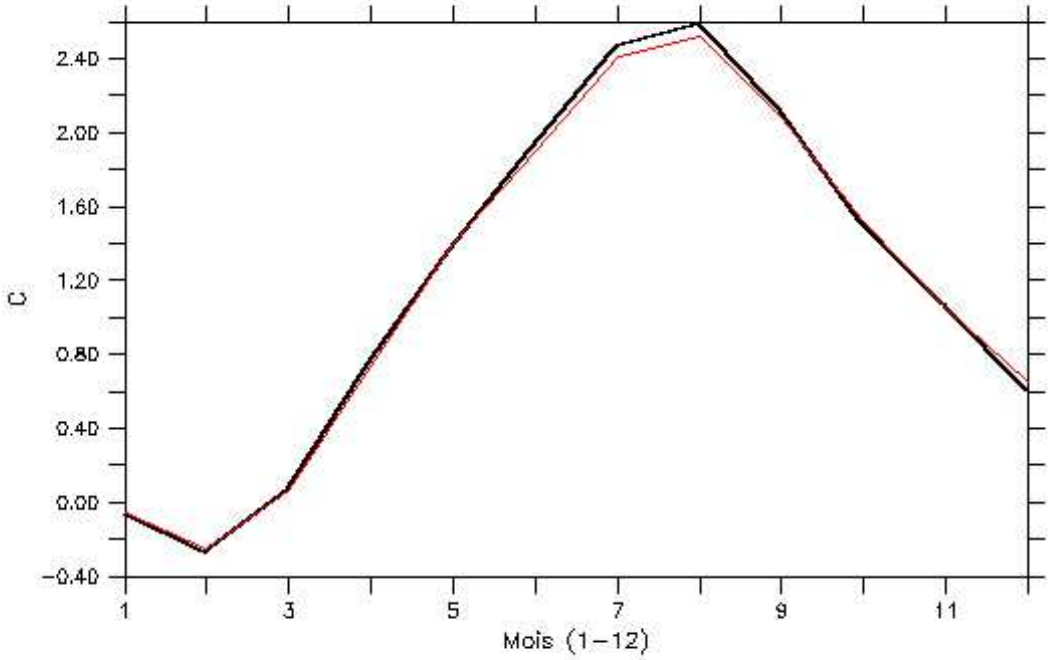
Cycle saisonnier


P−E
mm/j
0.041
0.040
0.039
0.038
0.037
0.036
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
mm/j
0.11
0.10
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
1
3
5
7
9
11
Mois (1−12)
Cycle saisonnier

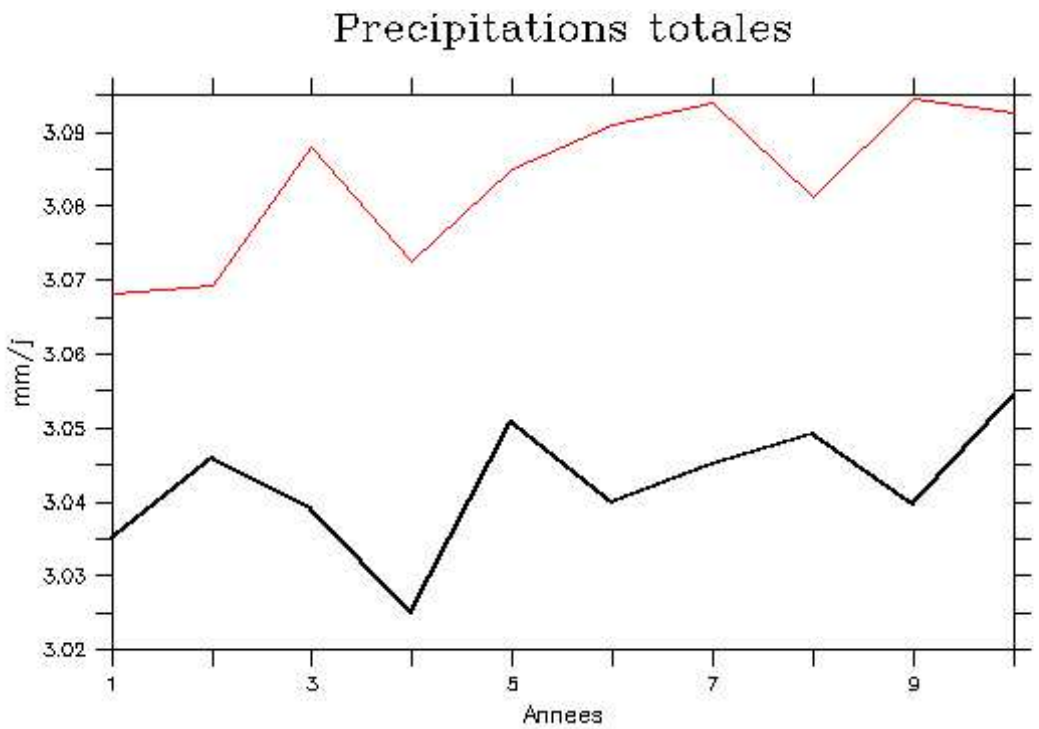

Temperatures globales en surface
14.48
14.46
14.44
14.42
14.40
14.38
C
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
13.0
12.0
11.0
10.0
C
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier



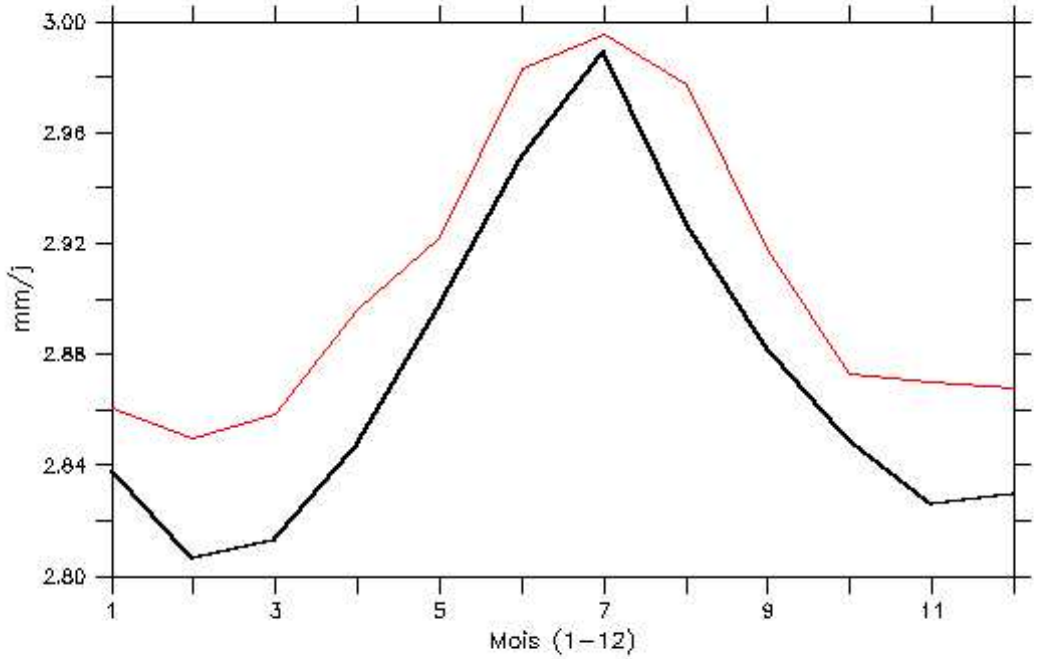
Evolution moyenne annuelle



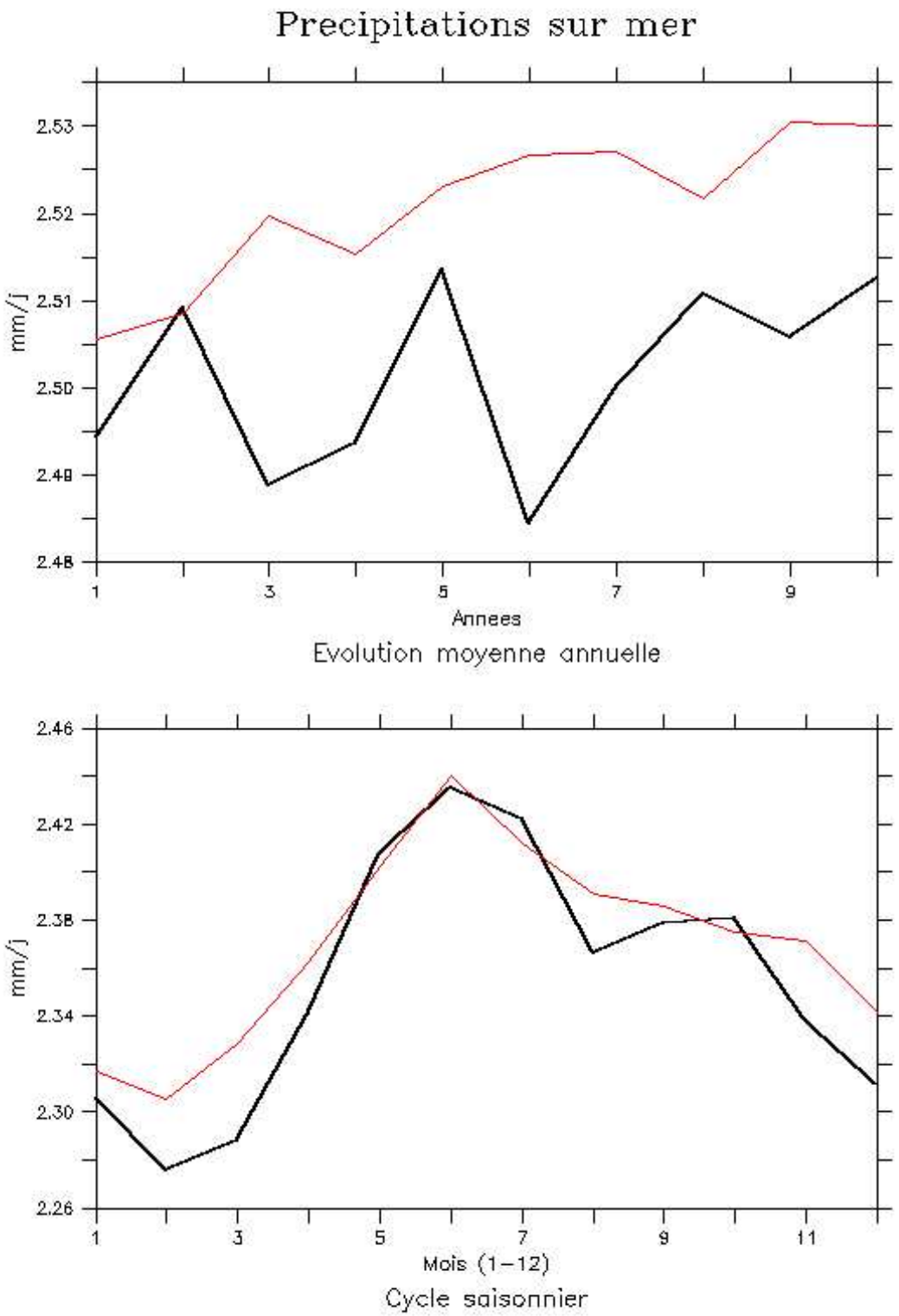
Cycle saisonnier

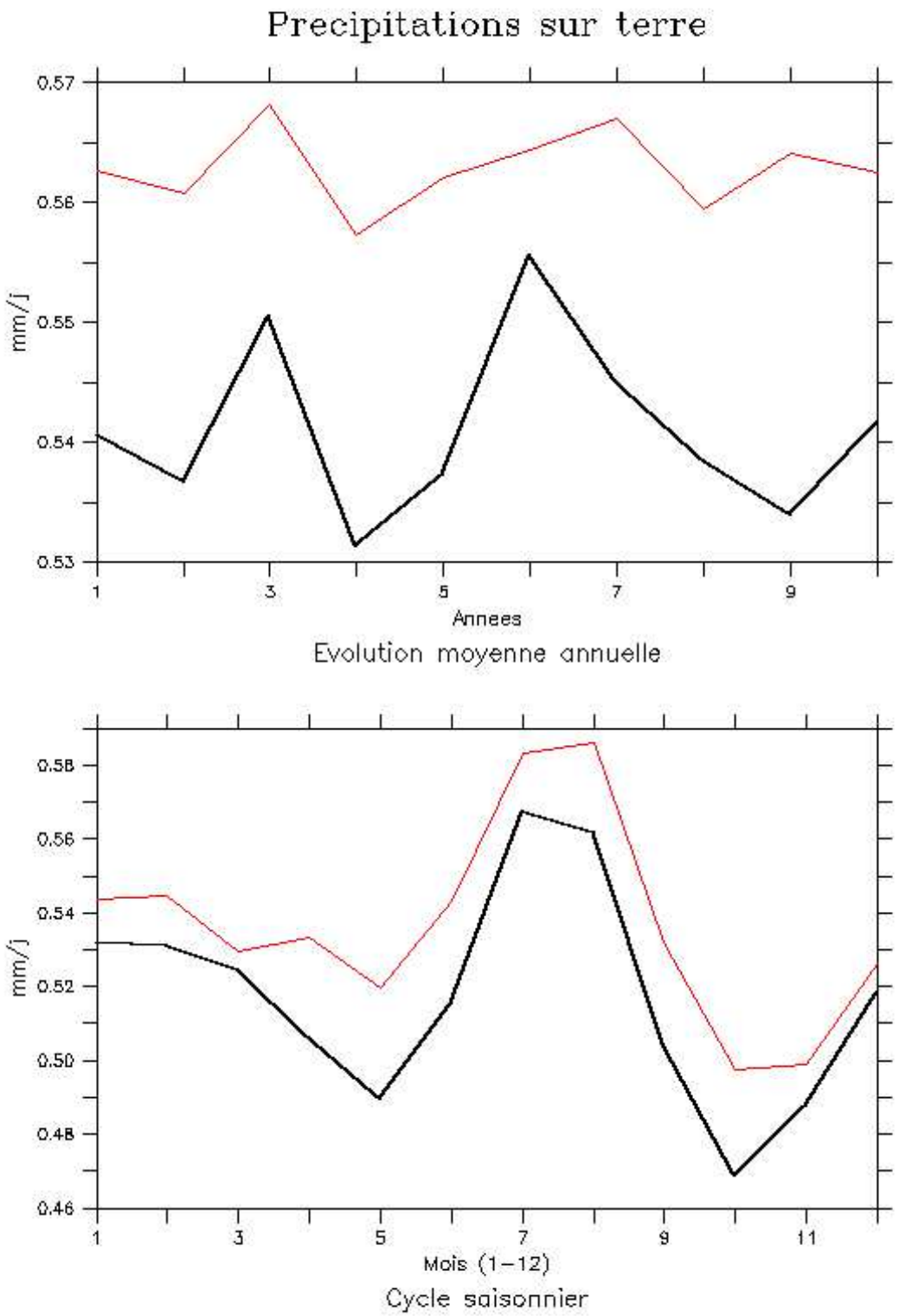


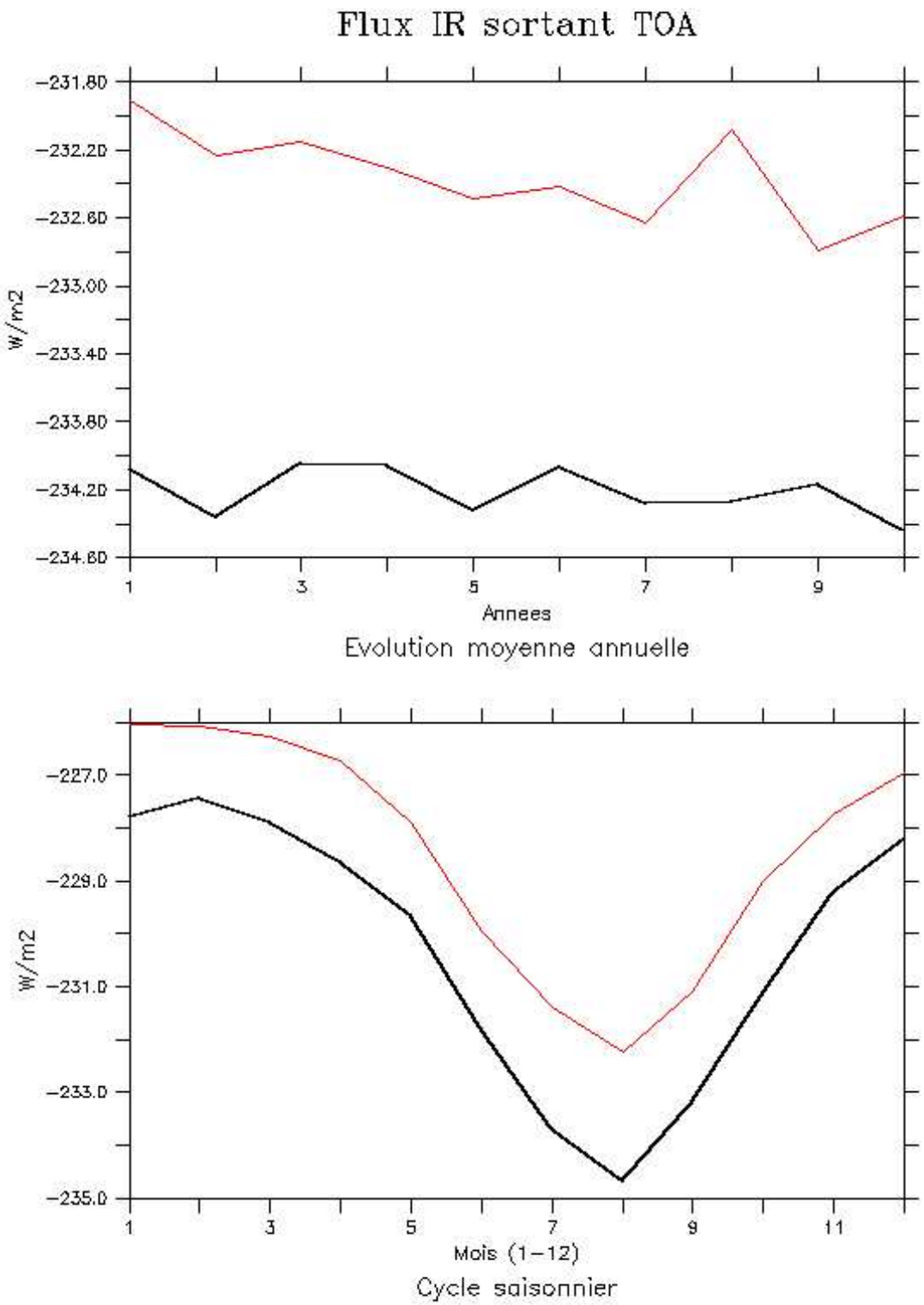
Evolution moyenne annuelle

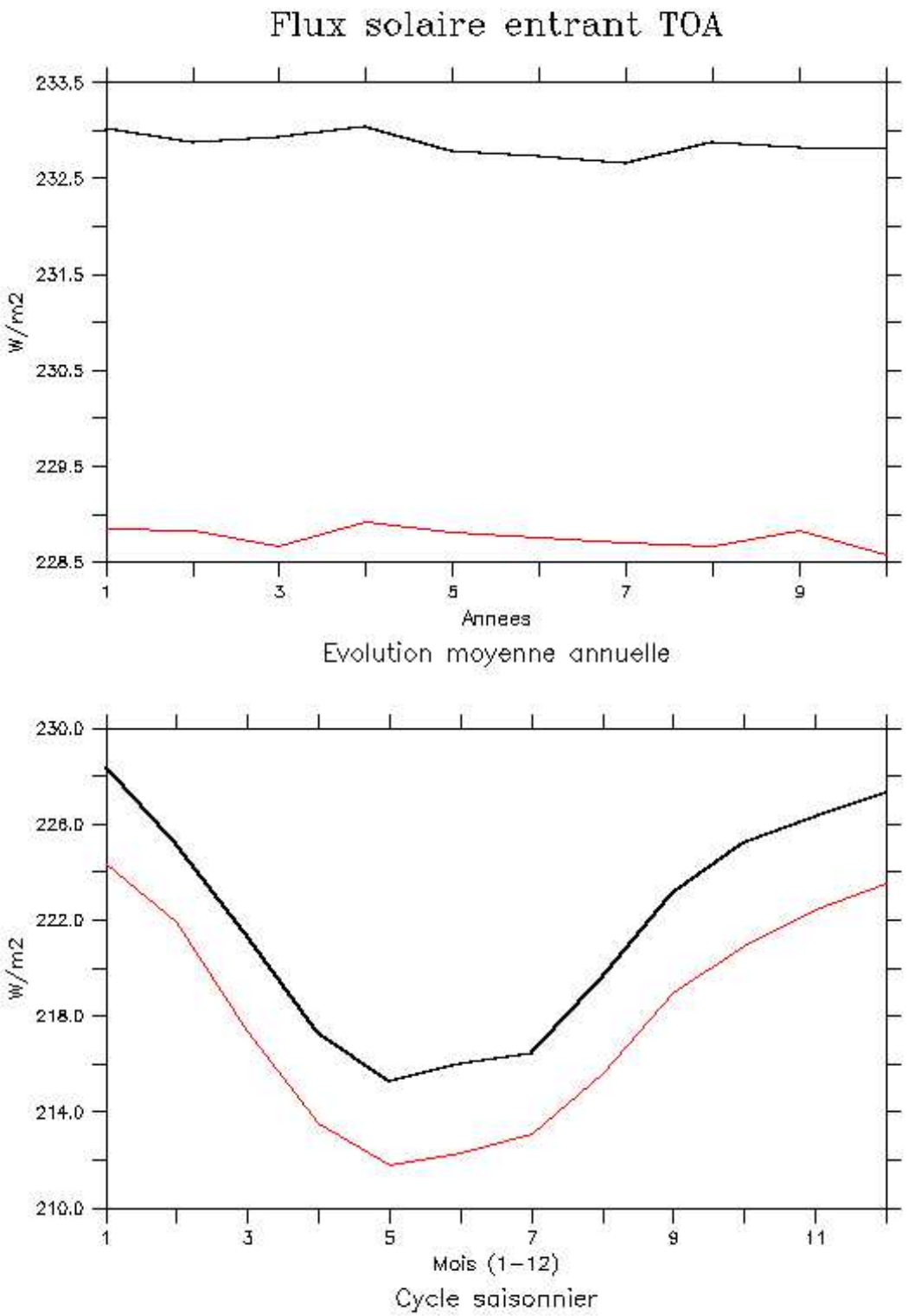


Cycle saisonnier

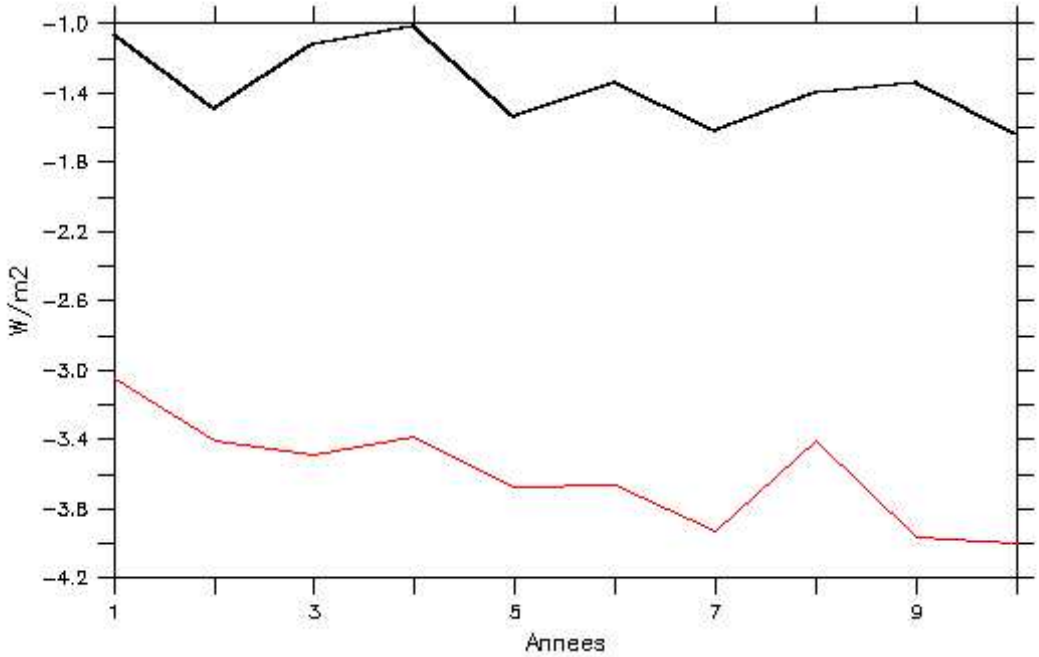

Precipitations sur mer
2.53
2.52
2.51
2.50
2.49
2.48
mm/j
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
2.46
2.42
2.38
2.34
2.30
2.26
mm/j
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier


Precipitations sur terre
0.57
0.56
0.55
0.54
0.53
mm/j
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
0.58
0.56
0.54
0.52
0.50
0.48
0.46
mm/j
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier

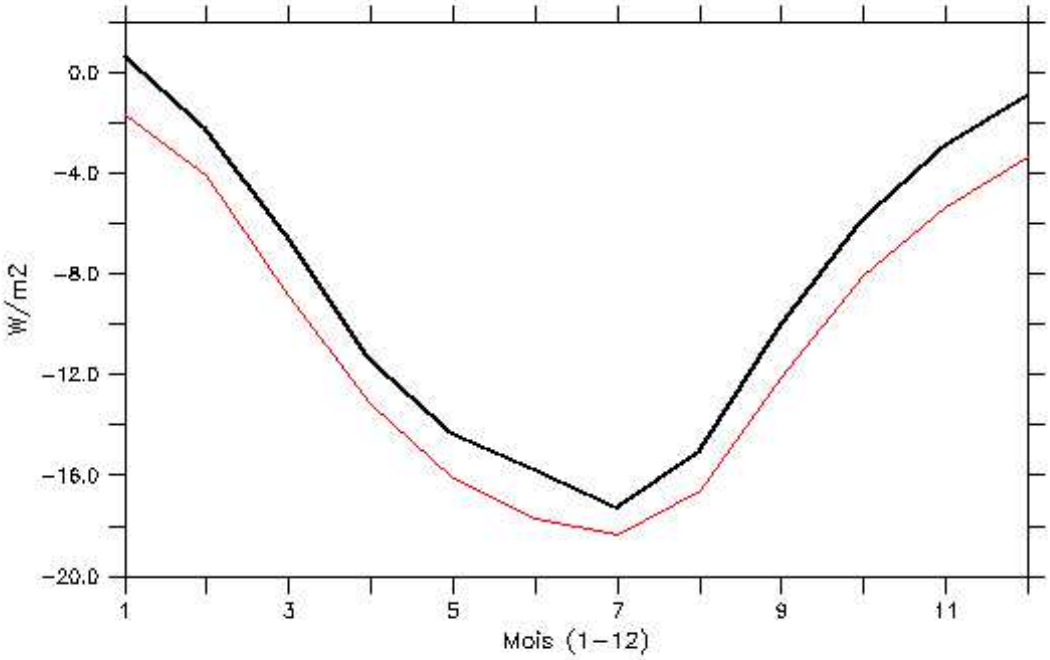

Flux IR sortant TOA
-231.80
-232.20
-232.60
-233.00
-233.40
-233.80
-234.20
-234.60
W/m2
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
-227.0
-229.0
-231.0
-233.0
-235.0
W/m2
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier


Flux solaire entrant TOA
233.5
232.5
231.5
230.5
229.5
228.5
W/m2
1
3
5
7
9
Annees
Evolution moyenne annuelle
230.0
226.0
222.0
218.0
214.0
210.0
W/m2
1
3
5
7
9
11
Mois (1-12)
Cycle saisonnier

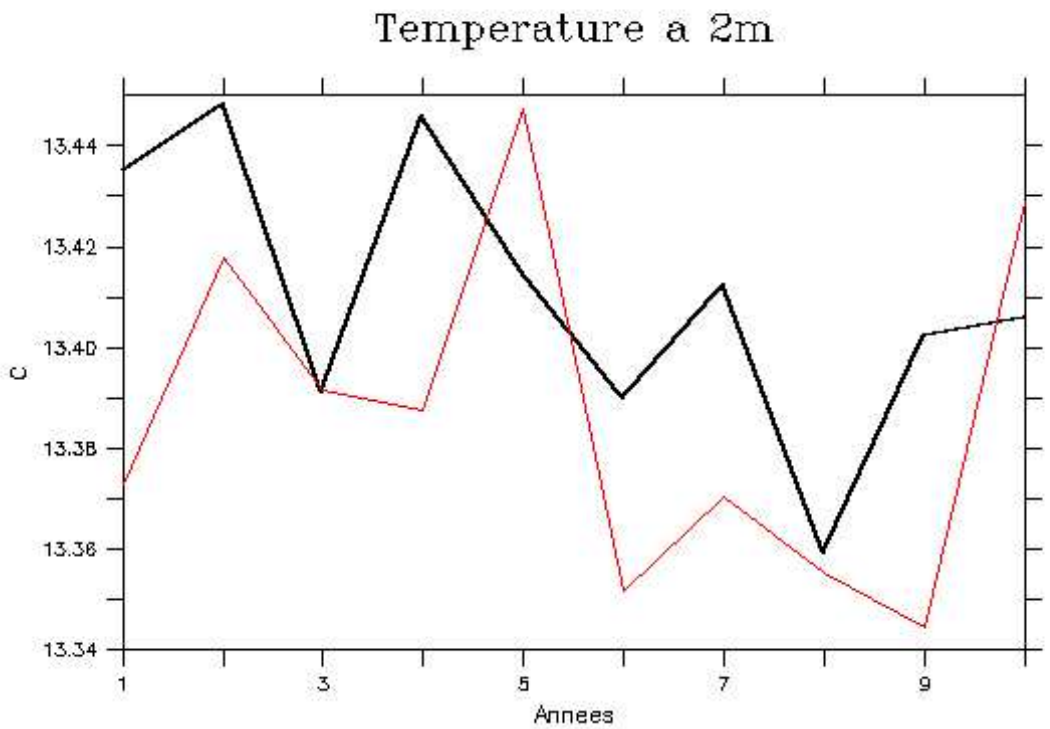
Flux entrant – Flux sortant au sommet de l atmosphere



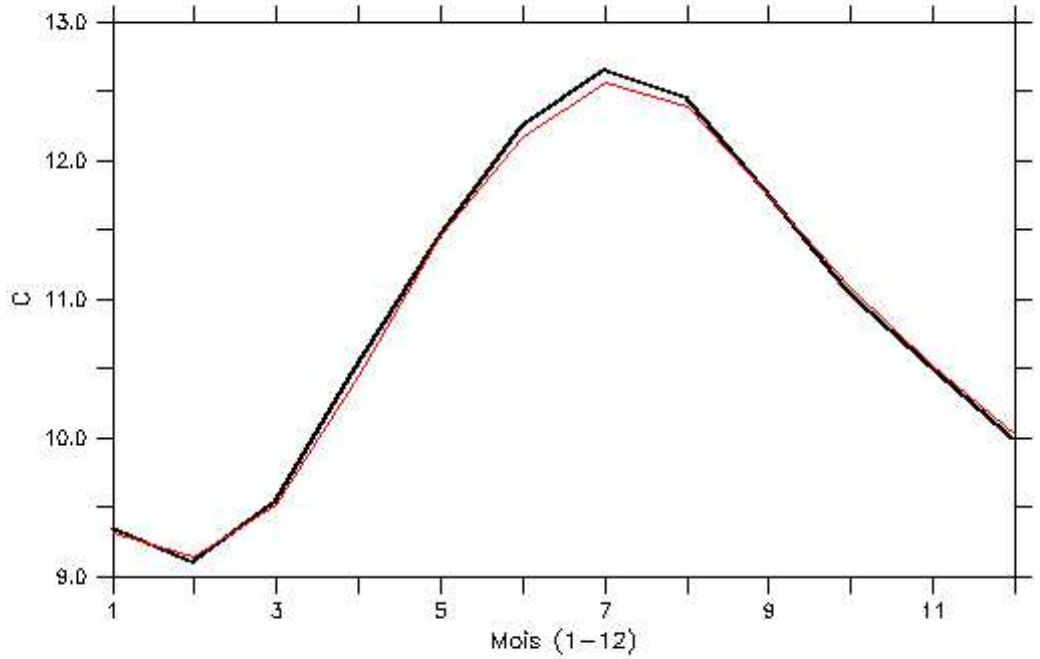
Evolution moyenne annuelle



Cycle saisonnier

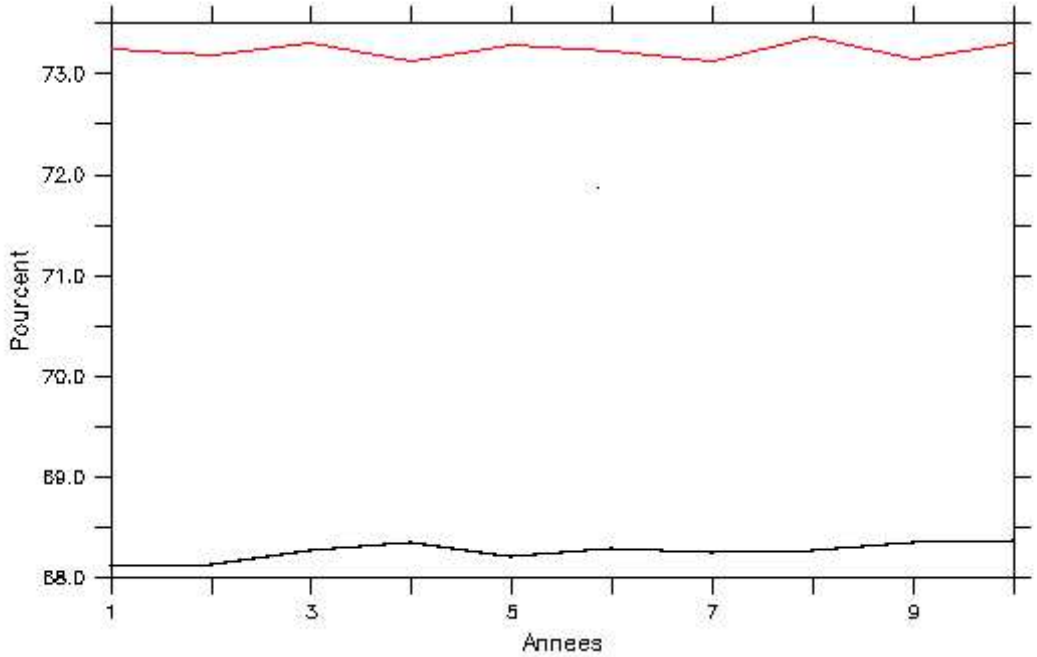


Evolution moyenne annuelle

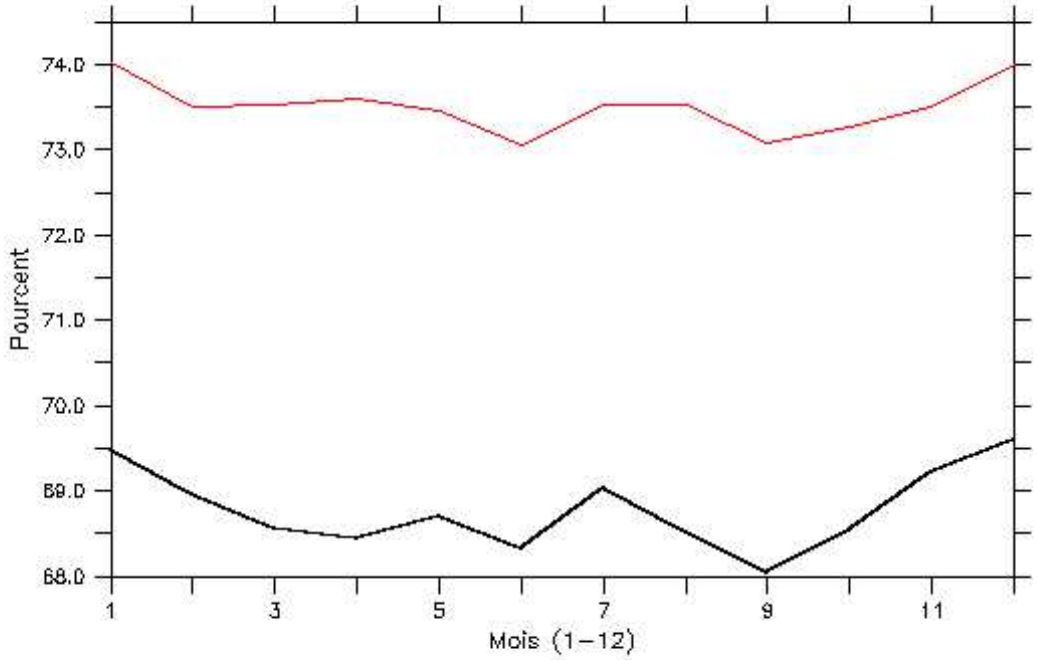


Cycle saisonnier

Nebulosite



Evolution moyenne annuelle



Cycle saisonnier