

Annexe 8 - Régulation locale et Systèmes convectifs Régulation globale et Albédo

Les Annexes relatifs aux IR Thermiques et aux Océans ont montré :

- le rôle de la vapeur d'eau qui (en valeurs moyennes) rayonne environ 200 W/m^2 sur les 220 W/m^2 rayonnés par la surface et la troposphère, et assure à $0,25 \text{ W/m}^2$ (figure 3-3) près sur l'année l'égalité entre le flux infrarouge thermique rayonné vers le cosmos et le flux solaire absorbé,
- l'absence de rôle du dioxyde de carbone, qui est une conséquence des températures,
- la qualité du caloduc qui apporte aux couches qui rayonnent vers le cosmos sur toute la surface du globe en haut de la vapeur d'eau, la chaleur solaire reçue par la surface surtout dans les zones proches des tropiques.

1. Transferts de chaleur

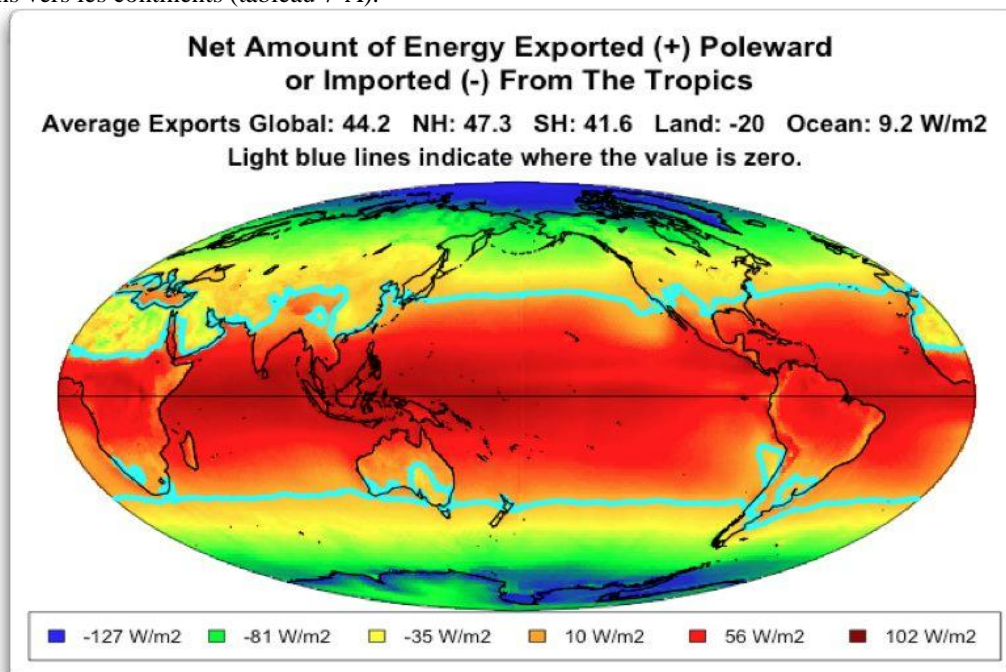
La figure 1 montre que c'est le mouvement des océans et de l'atmosphère qui apporte aux zones déficitaires la chaleur à rayonner vers le cosmos, en la retirant des zones excédentaires à différentes échelles de temps de la journée à des dizaines d'années, avec, entre autres, le mécanisme El Niño.

Figure 1 Importation et exportation de chaleur qui servent à uniformiser le rayonnement vers le cosmos : moyennes annuelles de la chaleur entrante et sortante en haut de l'atmosphère pour chaque cellule de $1^\circ \times 1^\circ$:

(solaire incident) moins (solaire rétrodiffusé et IR thermique) selon W. Eschenbach et données CERES ¹

Le transport à travers les lignes bleu clair estimé à 6 PetaWatt (PW) vers le nord et 6 PW vers le sud ; mais la moyenne annuelle cache des variations saisonnières très fortes.

Noter que la chaleur va de l'océan ($9,2 \text{ W/m}^2$ sur ce relevé) vers les continents (-20 W/m^2) comme la vapeur d'eau qui transporte de l'eau des océans vers les continents (tableau 7-A).



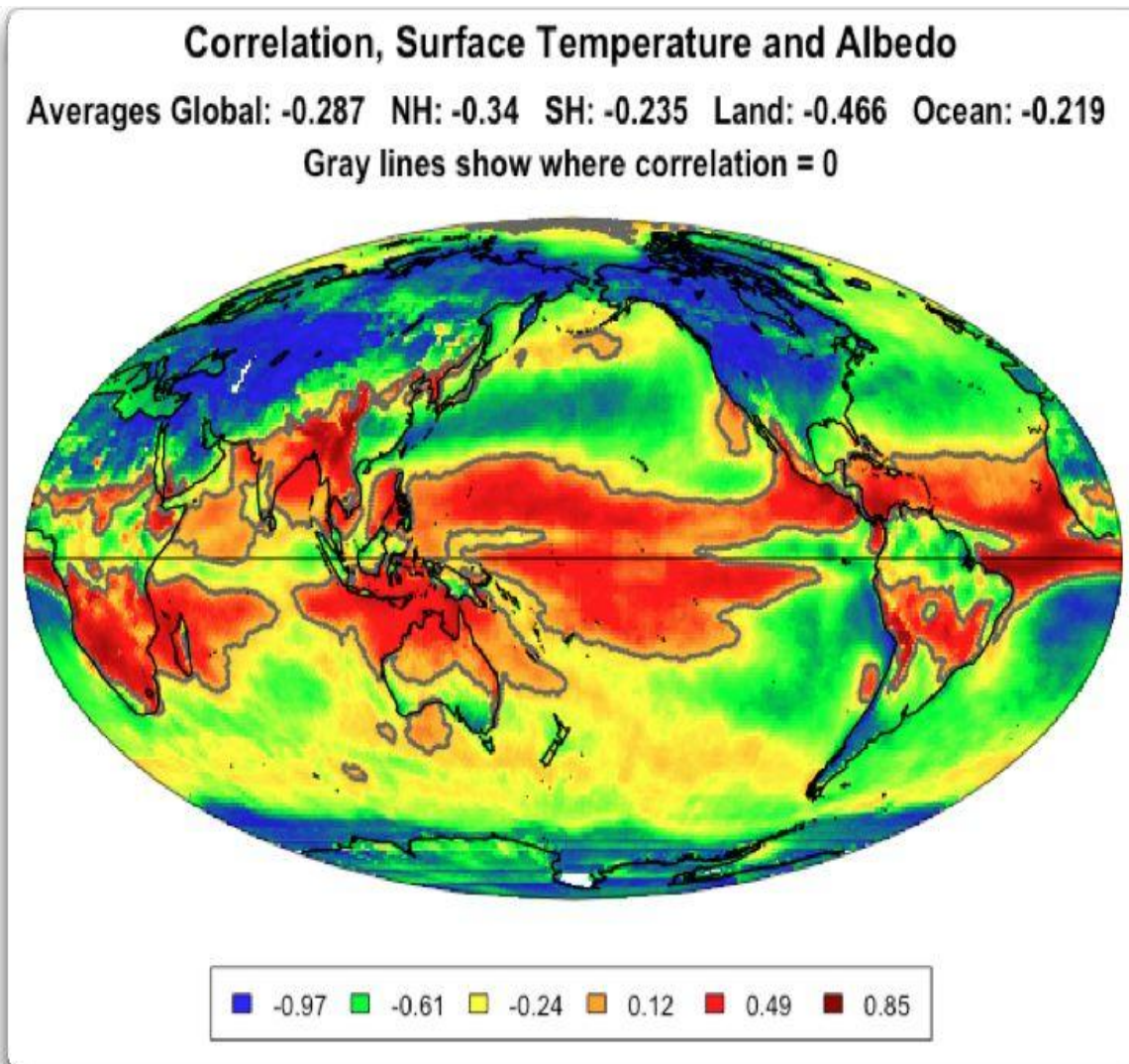
¹ Voir [The Magnificent Climate Heat Engine](http://www.pielkeclimatesci.wordpress.com/2012/02/14/on-self-regulation-of-the-climate-system-an-excellent-new-analysis-by-willis-eschenbach/) Posted on December 21, 2013 by Willis Eschenbach <https://pielkeclimatesci.wordpress.com/2012/02/14/on-self-regulation-of-the-climate-system-an-excellent-new-analysis-by-willis-eschenbach/> aussi <http://www-c4.ucsd.edu/cepex/Chapter2.html>

2. Albédo et température de surface

La régulation des températures en surface se fait aussi par la couverture nuageuse : la figure 2 montre deux régimes différents :

- en zone tropicale (rouge) une température de surface plus forte fait démarrer la convection plus tôt en fin de matinée ou dans l'après-midi et par là augmente l'ennuageement et l'albédo, et la température de surface sur les océans ne dépasse presque jamais 32°C (figure 3)
- sur les continents (en bleu) et aux moyennes et hautes latitudes (en vert et jaune) la couverture nuageuse fait chuter la température de surface.

Figure 2



On a déjà vu, à l'annexe relative à l'insolation § 3 et 4, l'importance des variations de l'insolation en surface.

La relative stabilité vers 32°C du maximum des températures en surface des mers entre 30°S et 40°N (57% de la surface du globe) est visible figure 3.² Les flux de chaleur latente et sensible vus aux figures 1 et 2 de

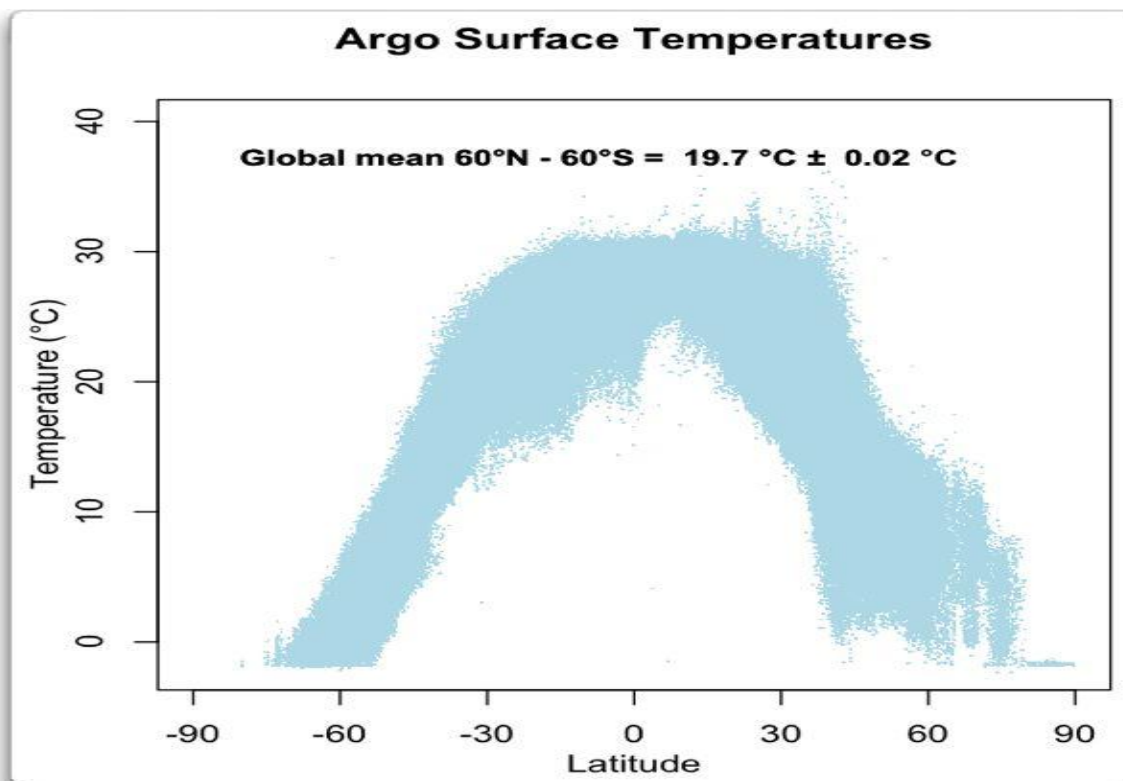
² <https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MYD28M>

<https://wattsupwiththat.com/2012/02/12/argo-and-the-ocean-temperature-maximum/> February 12, 2012

<https://motls.blogspot.com/2012/02/willis-eschenbach-and-argo-on-warmest.html>

l'Annexe "Océans", et les structures convectives qui les alimentent l'expliqueraient : l'emport d'un mm de vapeur d'eau exige $2,4 \text{ MJ/m}^2$ soit 2400 secondes à 1000 W/m^2 .

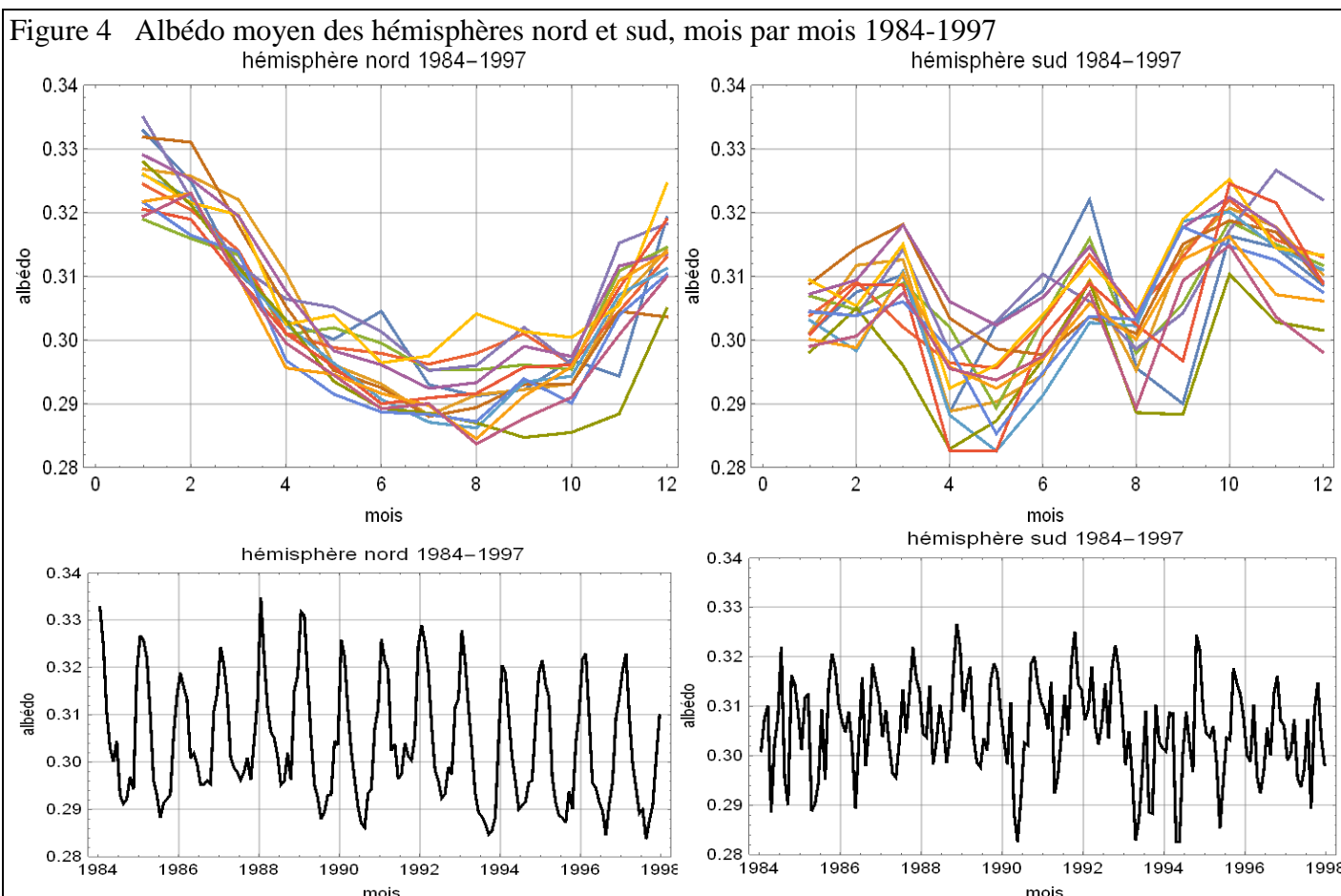
Figure 3 Températures de surface des mers observées par les bouées flottantes et dérivantes Argo



3. Albédo des hémisphères nord et sud de janvier 1984 à décembre 1997³ ; régulation des températures en cycle annuel

Des données de Hatzianastassiou et al. tracées à la figure 4 suggèrent que le maximum d'albédo de l'hémisphère nord vient de la couverture nuageuse et accessoirement de la couverture neigeuse en hiver des moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère nord.

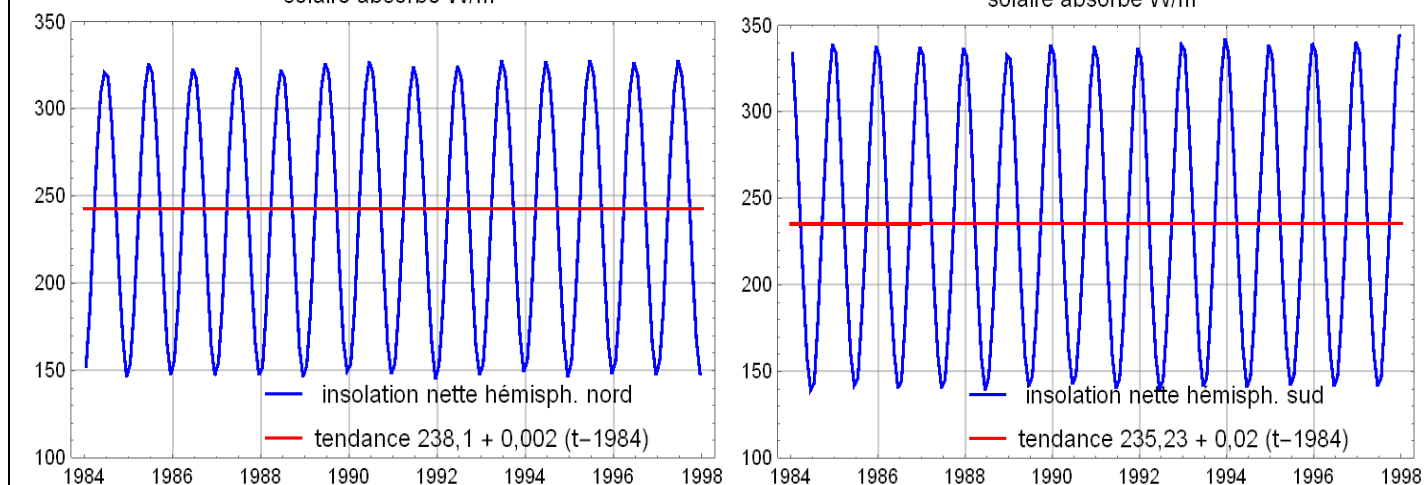
Les maxima d'ennuage de l'hémisphère sud sont en été austral (déplacement vers le sud de l'équateur météorologique vertical) et en hiver austral (ennuage et extension de la banquise antarctique).



Les fluctuations interannuelles de l'albédo d'un même mois (figure 4) sont de 0,01 environ mais ne semblent pas impliquer de tendance sur l'insolation nette ou flux solaire moyen sur 24 heures absorbé par l'atmosphère et la surface : la figure 8 dit $+0,02 \text{ W/m}^2/\text{décennie}$ dans l'hémisphère nord et $0,2 \text{ W/m}^2/\text{décennie}$ au sud.

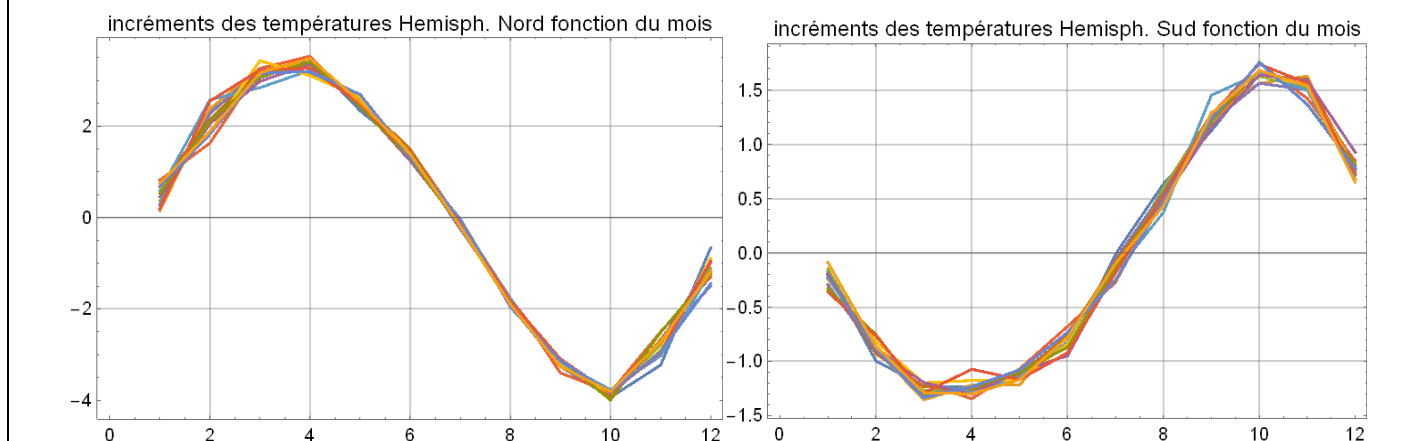
³ N. Hatzianastassiou et al. *Global distribution of Earth's surface shortwave radiation budget* Atmos. Chem. Phys. Discuss., 5, 4545-4597, 2005 www.atmos-chem-phys.org/acpd/5/4545/

Figure 5 solaire absorbé par l'atmosphère et la surface = (solaire en haut de l'air) x (1 - albédo)



W. Eschenbach a rapproché ces insolation nettes de données sur les températures de surface ⁴.

Figure 6 Incréments des températures d'un mois par rapport au mois précédent, hémisphères nord et sud. Les températures diminuent de juillet à décembre (hémisphère nord) et de janvier à juillet (hémisphère sud)



Calculer pour chacun des hémisphères,

- (1) les variations de l'insolation (en moyenne mensuelle sur l'hémisphère, pondérée par les surfaces correspondant aux 37 intervalles de latitude de la figure 3-2, corrigées de l'effet de l'albédo moyen de l'hémisphère pour ce mois,
- (2) les variations d'un mois par rapport au mois précédent des températures moyennes,

conduit aux courbes de la figure 6 qui montrent une relation stable entre **incrément**s de l'insolation effective et **incrément**s des températures de surface pour chacun des hémisphères nord (NH) et sud (SH).

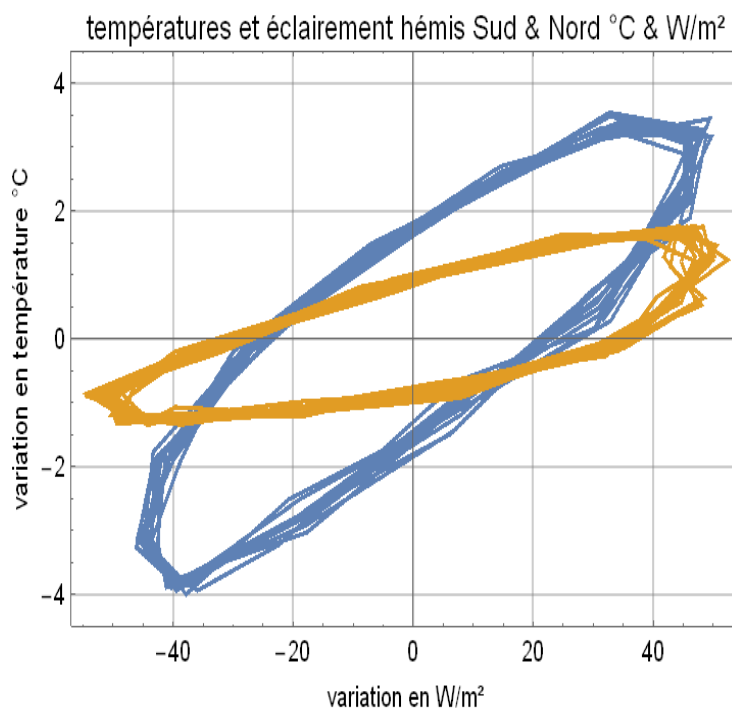
$$\text{incrtempNH}(t) = 0,00175 + 0,587 \text{ incrinsolNH}(t) + 0,04255 \text{ incrtempNH}(t-1)$$

$$\text{incrtempSH}(t) = 0,00205 + 0,655 \text{ incrinsolSH}(t) + 0,01575 \text{ incrtempSH}(t-1).$$

On a supposé un petit effet retardé de l'incrément des températures du mois précédent.

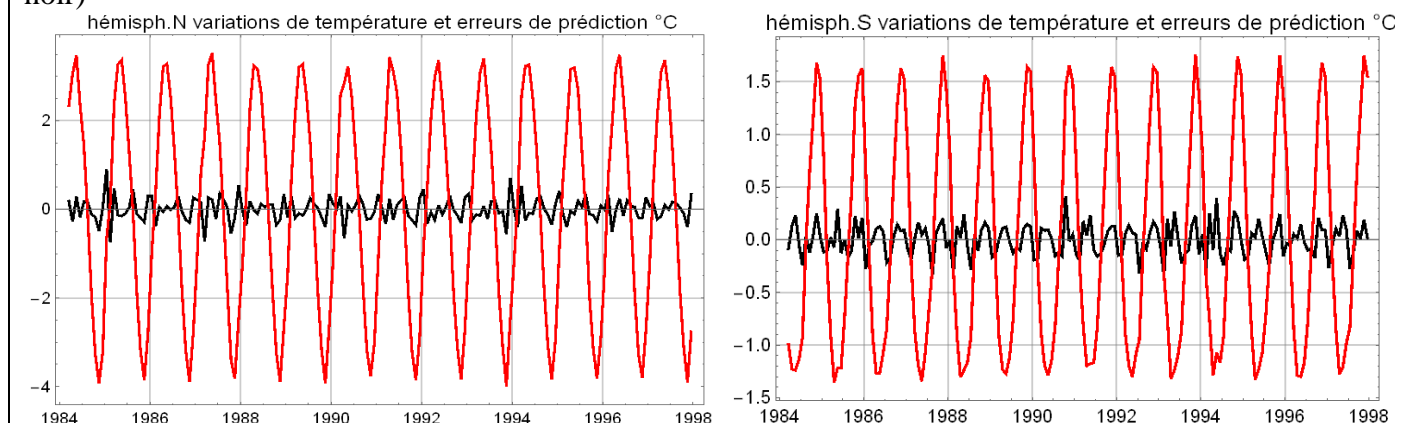
⁴ An Observational Estimate of Climate Sensitivity Willis Eschenbach / May 29, 2012
<https://wattsupwiththat.com/2012/05/29/an-observational-estimate-of-climate-sensitivity/>
<https://pielkeclimatesci.files.wordpress.com/2009/09/ppt-4.pdf> <https://klimaatek.nl/wordpress/2013/01/15/de-thermostaat-hypothese/>

Figure 7 Courbes de Lissajous entre variations des températures (en ordonnées) et variations de l'insolation effective (en abscisse). Les incréments des températures sont négatifs de juillet à décembre (hémisphère nord en bleu), avec un minimum en octobre ou de janvier à juillet (hémisphère sud en orange) avec un minimum en mars ou avril.



Les températures calculées avec les formules précédentes sont proches des températures observées, avec une erreur de l'ordre de $0,2^{\circ}\text{C}$ tracée en noir (figure 8).

Figure 8 Variations des températures des hémisphères nord et sud (en rouge) et erreur de prédiction (en noir)



La période de janvier 1984 à décembre 1997 a été animée par quatre El Niño et deux éruptions volcaniques majeures : la figure 7 suggère qu'à cette échelle (le mois et l'hémisphère) la couverture nuageuse et l'albédo stabilisent bien, mois par mois, les variations des températures sur les courbes de Lissajous.

Nous avons déjà vu (figure 4-5) que les températures peuvent s'analyser comme conséquences des El Niño qui modifient passablement la couverture nuageuse. Le cycle annuel de la figure 7 montre l'importance de la **régulation de l'insolation par la vapeur d'eau.**