

## **GLOBAL CLIMATE – P. W. Thorne, Ed.**

**Translated by – Yves Tourre & Philippe Dandin**

### **1. RESUME – P.W. Thorne**

L'année 2008 a été fraîche, uniquement comparée aux années récentes, qui étaient très chaudes. Elle se classe néanmoins dans les dix années les plus chaudes enregistrées. La cause principale en est un événement La Niña très fort. En 1999, dernière année ayant connu un fort événement La Niña, la température était 0,1C plus froide. Le refroidissement en surface était à cheval sur l'équateur en 2007/8. Etant donné que la réponse de la troposphère suit celle de surface avec un décalage, l'année 2008 n'appartient pas aux dix années les plus chaudes dans la troposphère, quel que soit le jeu de données utilisé. Cette différence de classement n'est pas une question essentielle concernant l'homogénéité des données de surface.

Cette année, le chapitre sur le climat global comprend beaucoup plus de variables que d'habitude. Chaque fois que possible, les anomalies des paramètres étudiés sont présentées dans le tableau 2.1 et les diagrammes dans chaque section individuelle ont été représentés dans un format similaire, facilitant les comparaisons. Davantage de jeux de données indépendants ont été utilisés. La dispersion donne une idée sur la précision avec laquelle il est possible de caractériser l'évolution du système climatique global. Des questions importantes demeurent, en particulier sur la compréhension des tendances à long terme pour de nombreuses variables. Cependant, il est évident que pendant les 30 dernières années, au cours desquelles nous disposons d'une surveillance globale par satellite, le monde est devenu plus chaud, plus humide et probablement plus instable.

Le tableau 2.1 montre que toutes les variables climatiques de 2008 ont été dominées par le phénomène La Niña. Le contenu en eau de la colonne atmosphérique, la couverture nuageuse et les précipitations donnent une idée cohérente des zones plus sèches ou plus humides associées à La Niña. La signature en pression au niveau de la mer de La Niña est également évidente, ainsi que celle des températures de surface et troposphériques. La couverture nuageuse de l'hémisphère nord était très en-dessous de la normale, malgré des maxima relatifs en janvier. Le rayonnement au sommet de l'atmosphère indique un bilan de rayonnement positif en 2008 pour le système climatique, résultat préliminaire qui demande de plus amples analyses. La concentration des gaz à effet de serre continue à augmenter, celle du CO<sub>2</sub> augmentant plus que prévu quand on compare à la tendance de 1979 à 2007. La concentration en ozone continue à diminuer et la concentration totale d'ozone dans la colonne atmosphérique est bien en dessous des valeurs d'avant 1980 et le trou d'ozone dans l'Antarctique continue à être présent et bien marqué. Les données préliminaires et partielles sur les glaciers indiquent cependant que leur masse continue à diminuer, tandis que les données de 2007 montrent que cette année était la 17<sup>e</sup> année consécutive de perte de masse. Les nouveaux produits sur l'utilisation des sols et les couvertures végétales montrent comment nous sommes directement et indirectement en train

d'altérer les caractéristiques de la surface terrestre. Les données utilisées dans ce chapitre sont disponibles et référencées dans le tableau 2.5 à la fin de ce chapitre.

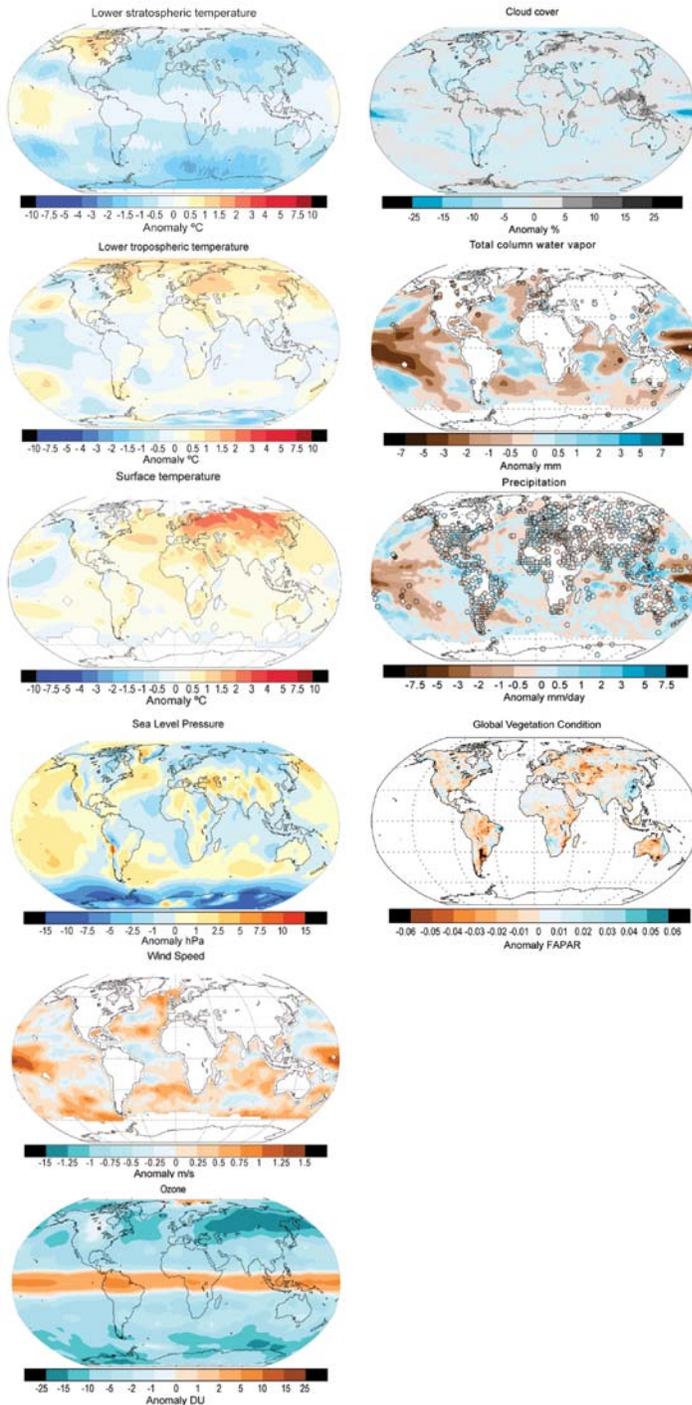


Tableau 2.1 Cartes d'anomalies annuelles pour les variables pour lesquelles il a été possible d'établir une estimation significative. Les périodes des différentes climatologies sont différentes mais la cohérence des distributions spatiales l'emporte sur le choix des périodes de calcul des différentes climatologies. Les jeux de données et climatologies sont fournies sous la forme : nom du jeu de données / origine / période, pour chaque variable. Voir les textes et figures pour

davantage de détails. Les températures de la basse stratosphère (RSS / MSU / 1981-1990) ; températures de la basse troposphère (UAH / MSU / 1981-1990) ; température de surface (NCDC / 1961-1990) ; couverture nuageuse (PATMOS-X 1982-2008) ; Contenu en vapeur d'eau de la colonne atmosphérique (SSM/I / GPS / 1997-2008) ; Précipitations (RSS / GHCN / 1989-2008) ; Pression moyenne au niveau de la mer (HadSLP2r / 1961-1990) ; Vitesse du vent (SSM/I / 1988-2007) ; Contenu en ozone de la colonne atmosphérique (SCIAMACHY. Les anomalies annuelles moyennes sont calculées sur une grille mensuelle de  $1^{\circ} \times 1.25^{\circ}$  en enlevant la moyenne saisonnière calculée avec GOME (1996-2003) and SCIAMACHY (2003-2007)) ; Couvert végétal (anomalies FAPAR annuelles de Janvier 1998 à Décembre 2008 à partir des produits FAPAR sur une grille de  $0.5 \times 0.5$  degrés (obtenu à partir de SeaWiFS (NASA) et MERIS (ESA)).

## 2. TEMPERATURES

### 2.1 TEMPERATURES GLOBALES DE SURFACE EN 2008 – M.J. Menne and J. J. Kennedy

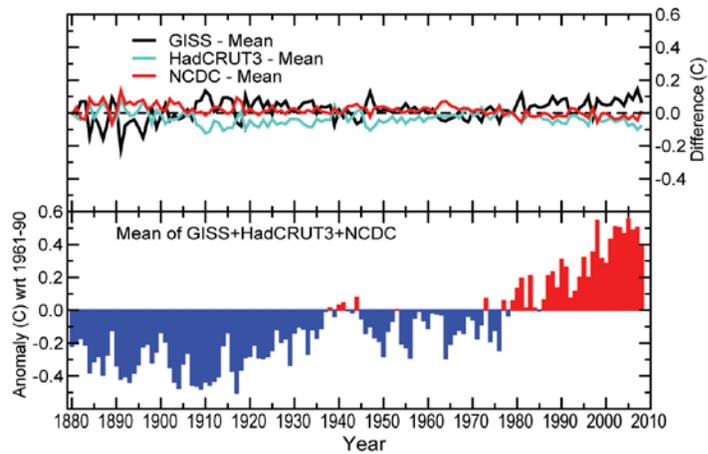


Figure 2.1 Anomalies de température globale de surface par rapport à la moyenne 1961-1990. En bas : moyenne de GISS, HadCRUT3 et NCDC ; en haut : différence entre GISS, HadCRUT3, NCDC et la moyenne.

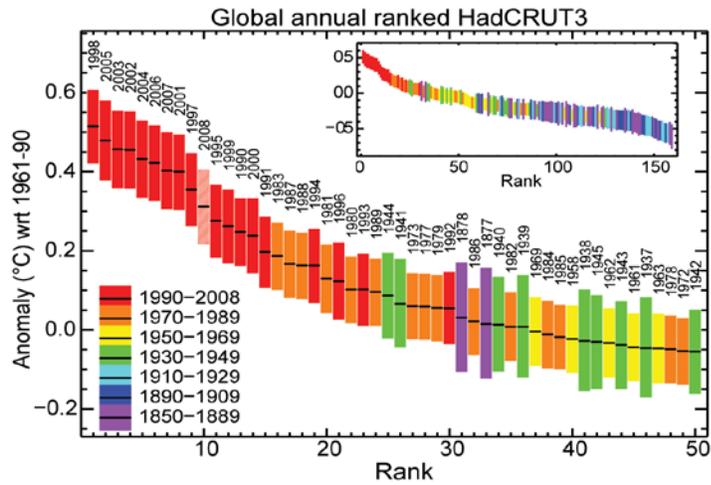


Figure 2.2 Classement année par année des températures avec les intervalles de confiance à 95% pour l'analyse de température HadCRUT3. La figure principale montre les 50 années les plus chaudes et l'encart montre la période complète de 159 ans.

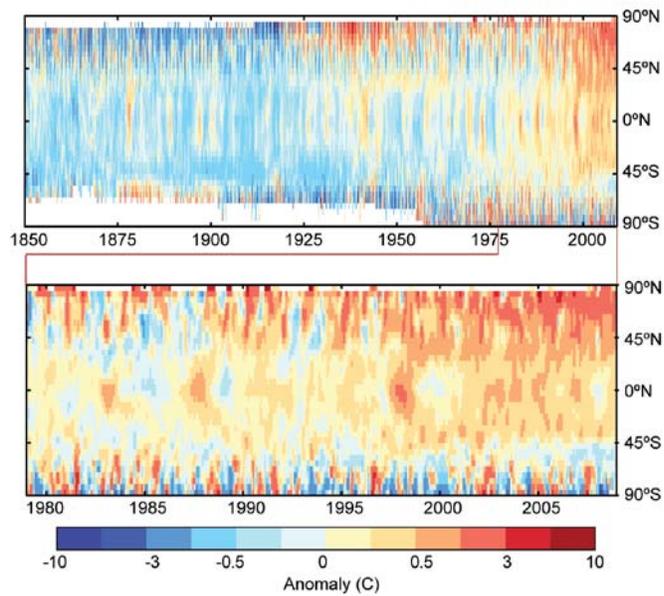


Figure 2.3 Diagramme de Hovmüller pour l'anomalie mensuelle de température HadCRUT3 sur la période 1850 à 2008. Les données ont été lissées en espace et en temps en utilisant un filtre gaussien 1-2-1. Les blancs indiquent des données manquantes.

## 2.2 TEMPERATURES DE LA BASSE TROPOSPHERE - John Christy, Dian Seidel, Carl Mears, Leo Haimberger

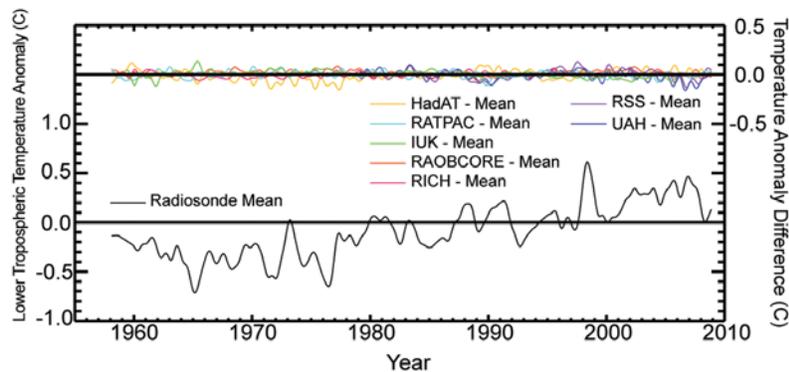


Figure 2.4 Moyennes globales de température de basse troposphère (1958-2008) à partir de plusieurs jeux de données comprenant 5 jeux de radio-sondage (HadAT, IUK, RAOBCORE, RATPAC et RICH) et 2 jeux de sondages satellite micro-ondes (Microwave Sounding Unit, MSU) (RSS, UAH). Toutes les séries chronologiques ont été échantillonnées à partir du MSU 2LT, pour une couche d'altitude 0-8 km. La courbe noire est la moyenne de tous les jeux de radio-sondages, et les courbes en couleur montrent les différences entre les données individuelles et cette moyenne. Les références pour les jeux de données de radiosondages sont : Thorne et al. 2005, Sherwood et al. 2008, Haimberger 2007, Free et al. 2005, Haimberger et al. 2008) et celles pour les données MSU sont : Mears and Wentz 2009a, Christy et al. 2003.

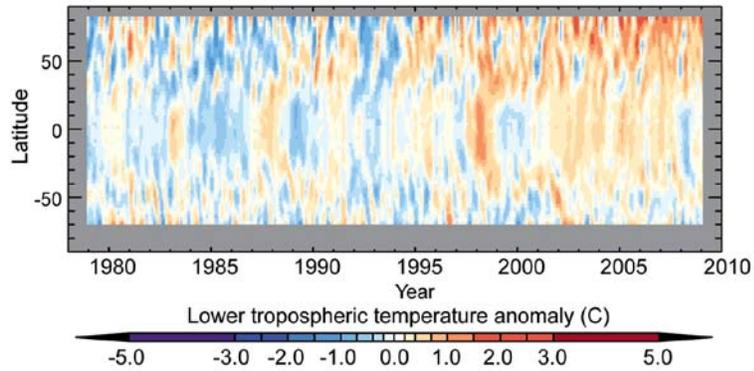


Figure 2.5 Anomalies zonales de température dans la basse troposphère de 1979-2008 par rapport à la moyenne 1979-1988. Ces anomalies sont établies à partir du canal 2LT de MSU (Microwave Sounding Unit), analysées par Remote Sensing Systems (Mears and Wentz 2009a).

## 2.3 TEMPERATURES STRATOSPHERIQUES - Dian Seidel, John Christy, Carl Mears

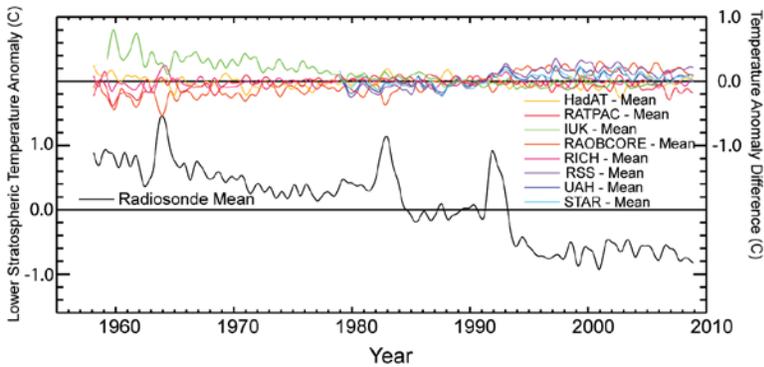


Figure 2.6 Comme pour la figure 2.4, mais toutes les séries chronologiques sont pour la couche échantillonnée par le canal 4 de MSU, 10-25 km, avec un pic vers 18 km. Un jeu supplémentaire est celui de STAR (Zou et al., 2008) et canal 4 RSS est décrit dans Mears and Wentz (2009b).

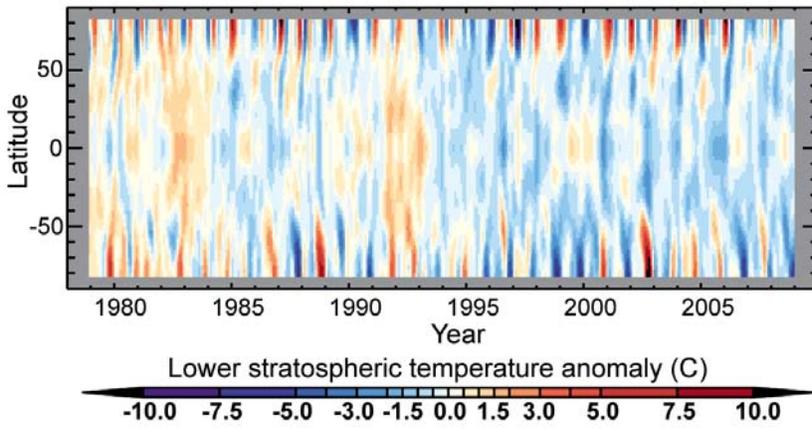


Figure 2.7 Comme pour la figure 2.5, mais pour les canaux de la basse stratosphère (Mears and Wentz, 2009b).

## LES TENDANCES DE TEMPERATURES GLOBALES DE LA DERNIERE DECENNIE CHANGENT-ELLES LES PREVISIONS CLIMATIQUES ?

Jeff Knight, John J. Kennedy, Chris Folland, Glen Harris, Gareth S. Jones, Matthew Palmer, David Parker, Adam Scaife, and Peter Stott

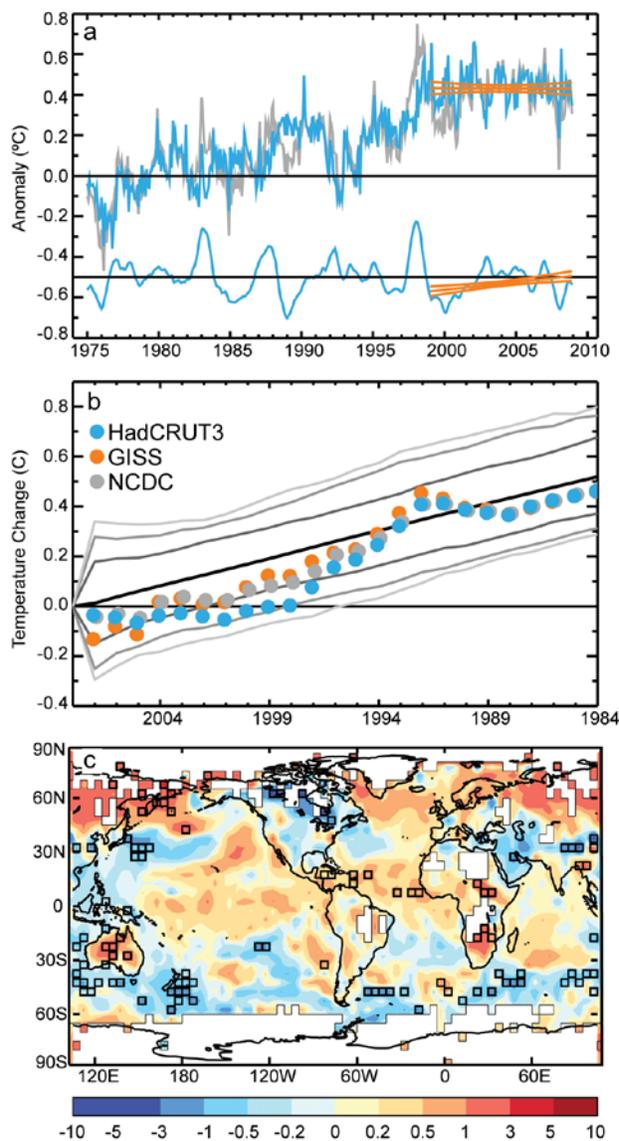


Figure 2.8 Changement de la température moyenne globale pendant les 10 dernières années.  
**a** Anomalies mensuelles de température globale (par rapport à la climatologie 1961-90) depuis

1975, obtenues à partir du jeu de données océan et atmosphère HadCRUT3 (courbe grise). La moyenne globale, après avoir enlevé l'effet de l'ENSO, est montrée dans la figure du haut ; celle de la contribution de l'ENSO lui-même se trouve dans la courbe du bas, en bleu et décalé d' $\frac{1}{2}$  degré.

Les tendances linéaires obtenues par la méthode des moindres carrés pour les composantes avec ou sans ENSO pour la période 1999-2008, ainsi que les écarts-types, sont montrés en orange.

**b** Evolution de la moyenne des températures globales corrigée de l'effet ENSO par rapport à l'année de départ (2004) pour les jeux de données HadCRUT3, Goddard Institute for Space Studies (GISS, Hansen et al. 2001) et National Climate Data Center (NCDC, Smith et al. 2008) (pastilles bleues, oranges et grises) (attention à l'échelle de temps inversée). Les changements moyens pour des périodes de même longueur simulées au 21<sup>e</sup> siècle sont montrés en noir, encadrés par les intervalles de confiance à 70%, 90% et 95% (en gris).

**c** Distribution des tendances 1999-2008 dans le jeu HadCRUT3 ( $^{\circ}\text{C}/\text{décennie}$ ). Les carrés noirs indiquent les lieux où les tendances ne sont pas en accord avec les tendances obtenues à partir de 17 simulations de 10 ans (à 2 écart-types ; voir texte).

### 3. CYCLE HYDROLOGIQUE

#### 3.1 COLONNE TOTALE DE VAPEUR D'EAU - Carl Mears, Junhong Wang, Liangying Zhang

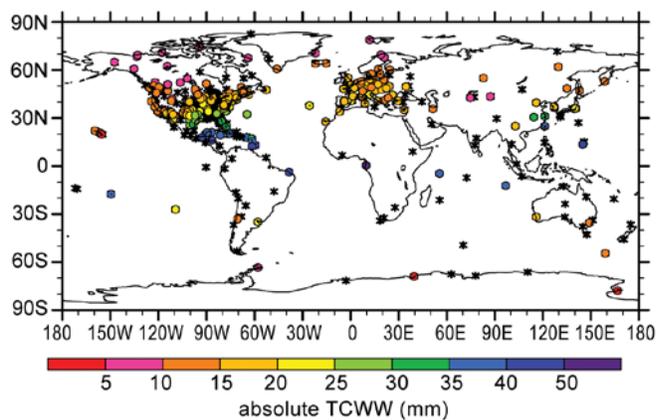


Figure 2.9 Moyenne annuelle 2008 du contenu en eau de la colonne atmosphérique (TCWV) (en mm) pour 252 stations (cercles colorés) et 308 stations (astérisques) où le nombre de données en 2008 ne permettait pas de calculer une moyenne annuelle.

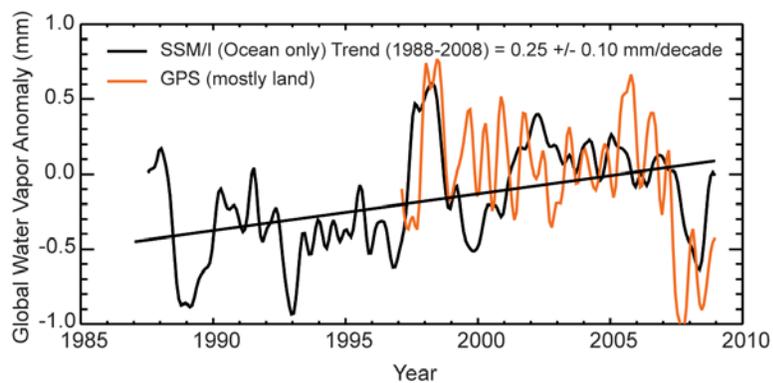


Figure 2.10 Evolution temporelle de l'anomalie de contenu total en vapeur d'eau (TCWV) à partir de SSM/I d'une moyenne de stations GPS. La série temporelle a été lissée pour diminuer la variabilité aux échelles temporelles inférieures à 6 mois. Un ajustement linéaire des données SSM/I indique une tendance à l'augmentation de la vapeur d'eau pendant la période considérée.

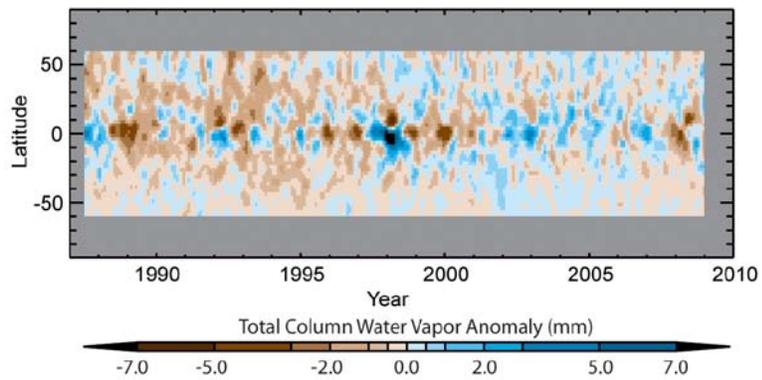


Figure 2.11 Diagramme de Hovmüller des anomalies de TCWV calculées par rapport à 1988-2007. Les données ont été lissées dans le temps pour éliminer les variations de périodes inférieure à 4 mois.

### 3.2 PRECIPITATIONS GLOBALES — D. H. Levinson, K. A. Hilburn and M. C. Kruk

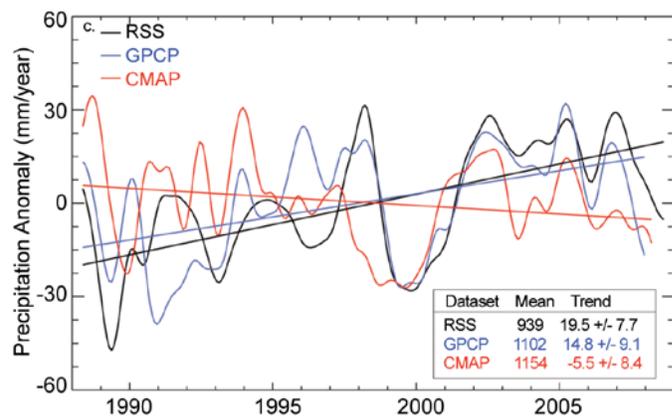
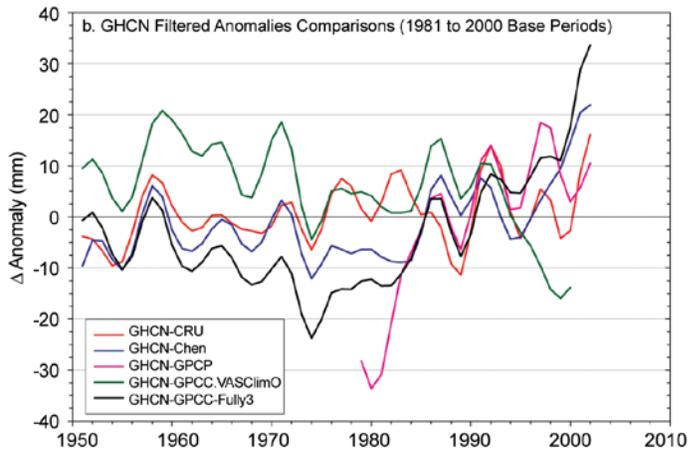
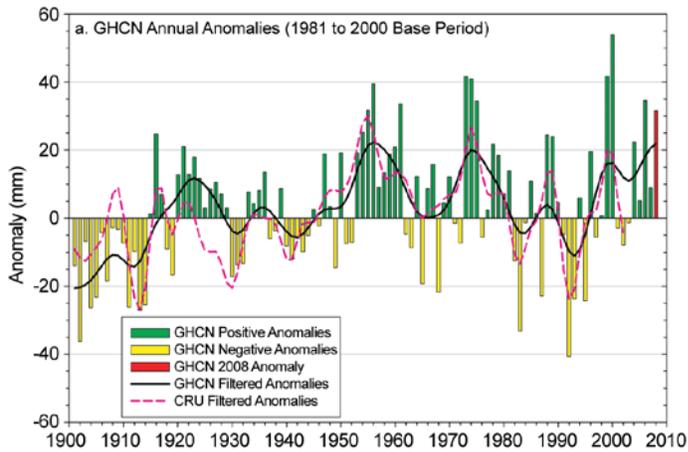


Figure 2.12

a) Anomalies annuelles des précipitations globales au-dessus des continents (mm) pour la période 1901–2008 à partir du jeu de données GHCN (Vose et al. 1992). Les anomalies sont calculées par rapport à 1981–2000 (Trenberth et al. 2007) : barres vertes (resp. jaunes) : anomalies positives (resp. négatives) ; la barre rouge indique l'anomalie de 2008. Les valeurs annuelles lissées de GHCN & CRU (v.3) ont été obtenues à partir d'un filtre binomial à 13 points.

b) Evolution temporelle des différences entre les anomalies annuelles lissées du jeu GHCN et celles sur les continents pour 5 jeux de données différents pour la période 1951-2008 : CRU v.3, Chen et al. (2002), Global Precipitation Climatology Project (GPCP), et deux jeux du Global Precipitation Climate Centre (VasClimO & Full v.3).

c) Anomalies de précipitations sur les océans par rapport à 1988-2008. Moyennes entre les latitudes 60°S et 60°N. Le cycle annuel a été ôté et les séries filtrées basse-bas à 4 mois à mi-pic par convolution avec distribution gaussienne (☺ !). Noter que les données RSS sont disponibles pour toute l'année 2008, alors que celles du GPCP ne le sont que jusqu'en avril et celles du CMAP à juillet. L'encart donne les moyennes 1988-2008 (en mm an<sup>-1</sup>) et la tendance linéaire (en mm an<sup>-1</sup> décennie<sup>-1</sup>) avec l'intervalle de confiance à 95%. Les lignes droites soulignent les tendances linéaires et l'intervalle de confiance est calculé à partir des écarts de l'ajustement linéaire, et ne prend pas en compte les erreurs spécifiques à un jeu de données.

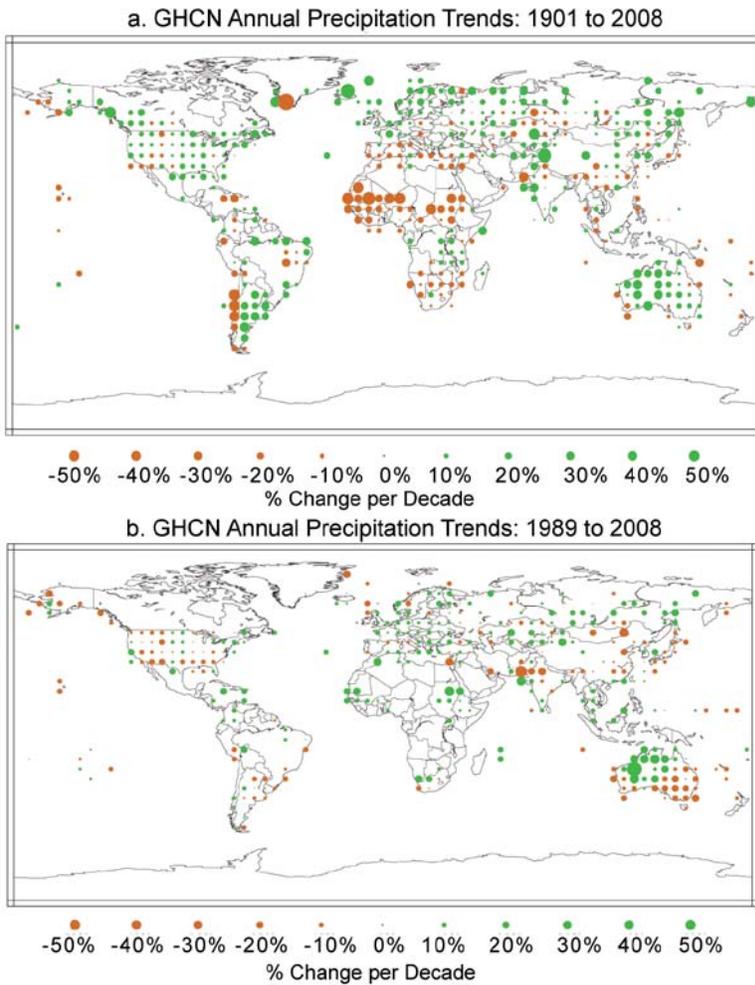


Figure 2.13. Tendence des précipitations annuelles à partir du jeu de données mensuelles du GHCN pour deux périodes : a) 1901-2008 (en % par siècle<sup>-1</sup>), & b) 1989-2008 (en % par décennie<sup>-1</sup>). Les calculs ne sont faits que dans le cas où les 2/3 des données sont disponibles dans la maille considérée sans donnée manquante pendant chacune des 2 périodes analysées.

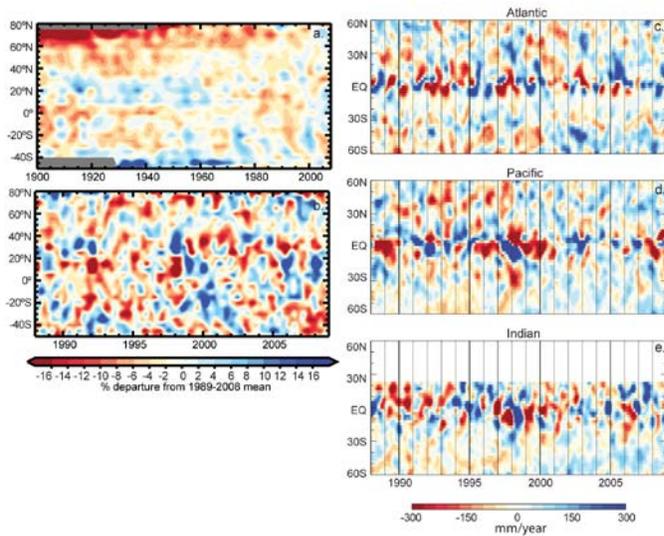


Figure 2.14.

- a) Diagramme de Hovmüller des précipitations continentales annuelles du jeu de données du GHCN en écart relatif par rapport à 1989-2000, avec des moyennes zonales calculées par bandes de 5° de latitude pour la période 1901-2008. Les zones grisées aux hautes latitudes au début du 20<sup>e</sup> siècle représentent l'absence de données au sud de 40°S et au nord de 75°N.
- b) Idem, pour les données satellite RSS sur leur période de disponibilité.
- c, d, e) Anomalies de précipitation (en mm an<sup>-1</sup>) pour l'Atlantique (c), le Pacifique (d), et l'océan Indien (e) en utilisant les données mensuelles RSS. Les anomalies sont calculées par rapport à 1988-2008 en ôtant le cycle saisonnier dépendant de la latitude.

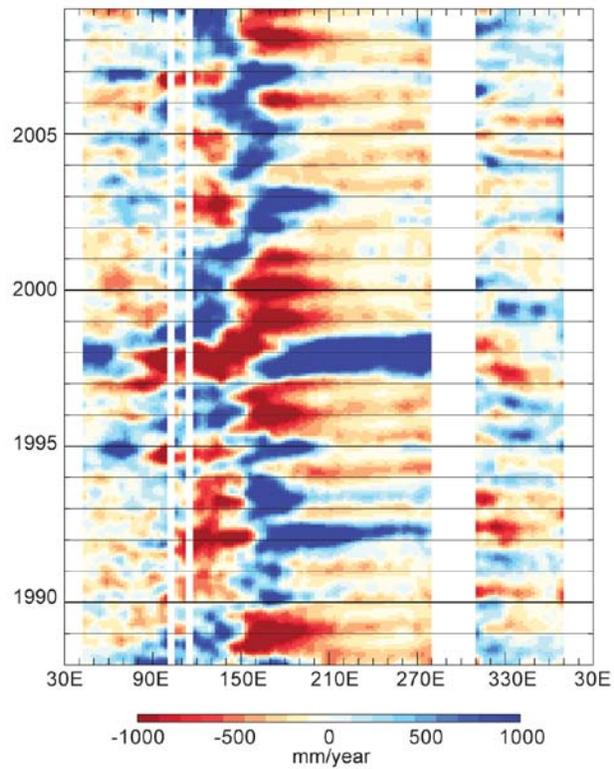


Figure 2.15. Diagramme de Hovmüller des anomalies de précipitations sur les océans tropicaux ( $5^{\circ}\text{S}$  to  $5^{\circ}\text{N}$ ) à partir du jeu mensuel RSS. Les anomalies sont calculées par rapport à 1988-2008 en ôtant le cycle saisonnier dépendant de la latitude. Les zones blanches correspondent aux terres :  $10^{\circ}$ - $40^{\circ}\text{E}$  pour l'Afrique, vers  $100^{\circ}$  et  $115^{\circ}\text{E}$  pour Sumatra et Bornéo, et de  $280^{\circ}$  à  $310^{\circ}\text{E}$  pour l'Amérique du Sud.

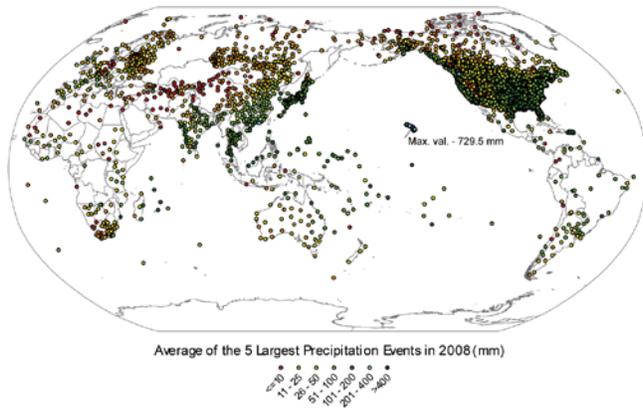


Figure 2.16. Carte des extrêmes de précipitations journalières observées en 2008 à partir du jeu de données GHCN. Les valeurs correspondent aux moyennes de précipitation des 5 jours les plus pluvieux (en mm) à chaque station.

### 3.3 COUVERTURE CONTINENTALE NEIGEUSE DANS L'HEMISPHERE NORD - David A. Robinson

Table 2.1. Valeurs climatologiques annuelles et mensuelles de couverture neigeuse dans l'hémisphère nord entre novembre 1966 & décembre 2008. Le nombre d'années exploitées pour les calculs, les moyennes, écart-types, valeurs 2008 et classement sont indiqués. Les surfaces sont en millions de kilomètres carrés. 1968, 1969, & 1971 ont respectivement 1, 5, & 3 mois manquants, et ne sont donc pas incluses pour les calculs annuels (Ann). L'Amérique du Nord (N. Am.) inclut le Groenland. Le classement va du plus (1) au moins neigeux (de 39 à 43 en fonction du mois).

	Année	Moyenne	Ecart-type.	2008	Rang 2008 Hém. N	Rang Eurasie	Rang Amér. du N.
Jan	42	47.0	1.6	50.1	1	1	13
Fév	42	45.9	1.8	47.4	11	13	10
Mar	42	40.9	1.9	37.9	39	42	7
Avr	42	31.3	1.7	29.4	36	42	9
Mai	42	20.3	1.9	17.7	38	38	34
Juin	41	10.8	2.2	6.6	41	41	41
Juil	39	4.7	1.5	2.4	39	39	39
Août	40	3.4	1.0	2.4	35	38	34
Sept	40	5.6	1.0	5.1	26	30	17
Oct	41	18.3	2.6	16.8	33	31	26
Nov	43	34.1	2.0	32.8	32	32	25
Déc	43	43.5	1.8	43.9	22	32	7
Ann	39	25.5	1.0	24.4	36	36	25

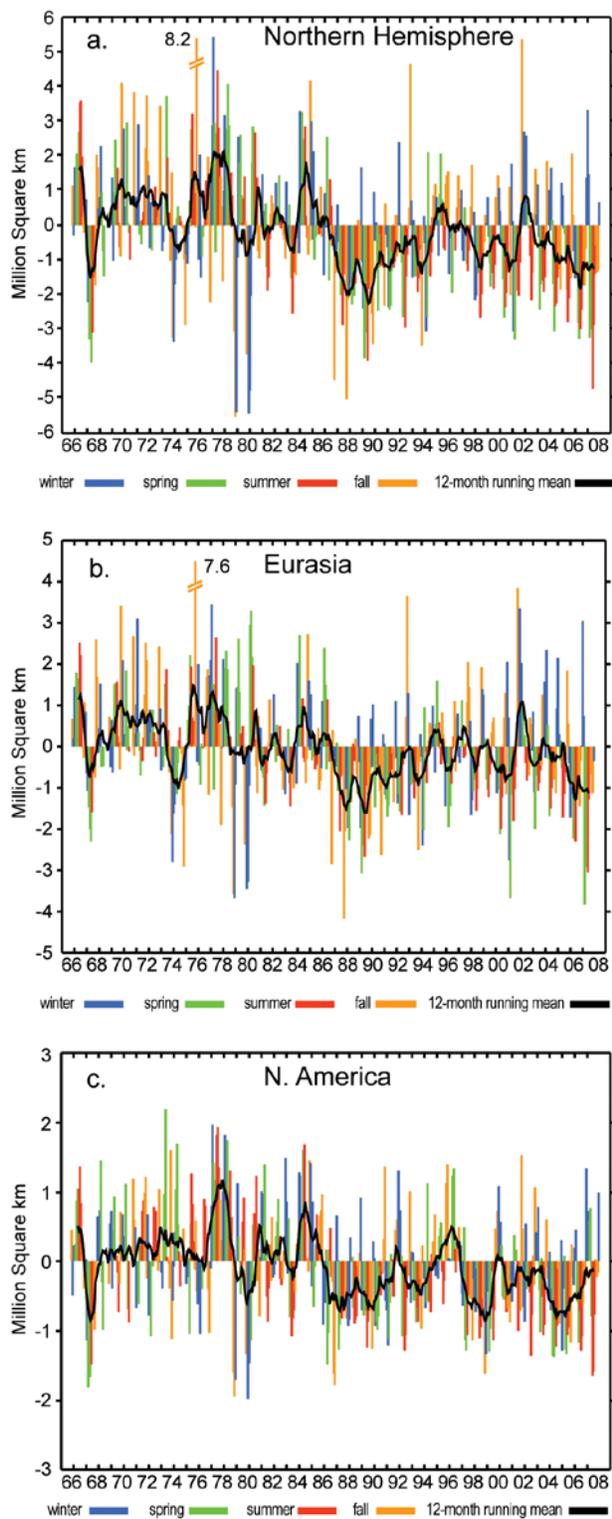


Figure 2.17. Anomalies mensuelles de couverture neigeuse dans l'hémisphère nord (Groenland inclus) de novembre 1966 à décembre 2008. Les anomalies sont calculées à partir des cartes de la NOAA. La couverture moyenne de l'hémisphère nord pour l'ensemble de la période est de 25,5 millions de km<sup>2</sup>. Les moyennes mensuelles pour la période comprennent 9 mois manquants

entre 1968 & 1971 de façon à disposer d'une série continue pour les moyennes glissantes. Les mois manquant sont entre juin et octobre ; aucun mois d'hiver ne manque.

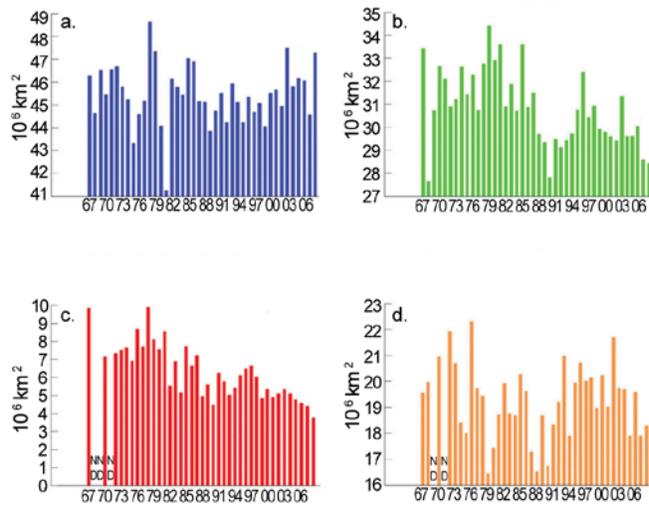


Figure 2.18. Etendue de la couverture neigeuse saisonnière dans l'hémisphère nord (Groenland inclus), de l'hiver (déc - fév) 1966-67 à l'automne (sep - nov) 2008. Calcul à partir des cartes de la NOAA.

### 3.4 NEBULOSITE GLOBALE - M. J. Foster, S. A. Ackerman, R. Bennartz, A. K. Heidinger, B. C. Maddux, W. B. Rossow

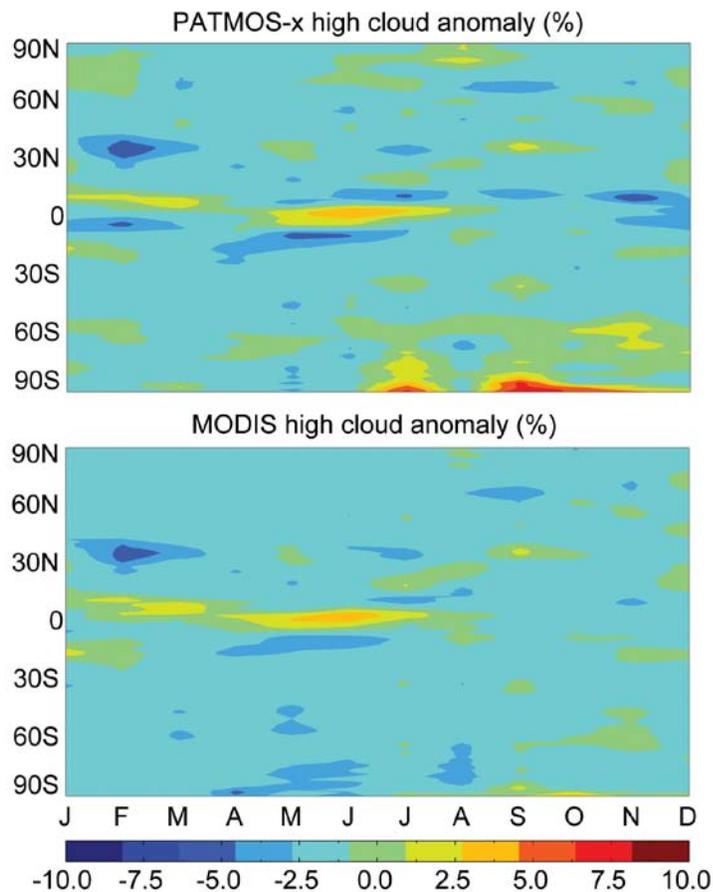


Figure 2.19. a) Anomalies zonales mensuelles des couvertures de nuages hauts (pression au sommet du nuage < 440 hPa) en 2008 à partir de PATMOS-x, par rapport à la climatologie 2003-8 obtenue des satellites NOAA-16 & NOAA-18. La période de référence 2003-8 a été choisie pour faciliter la comparaison avec MODIS (en bas). b) Idem a) mais pour MODIS (pression au sommet du nuage < 440 hPa) ; données obtenues à partir des satellites Aqua & Terra.

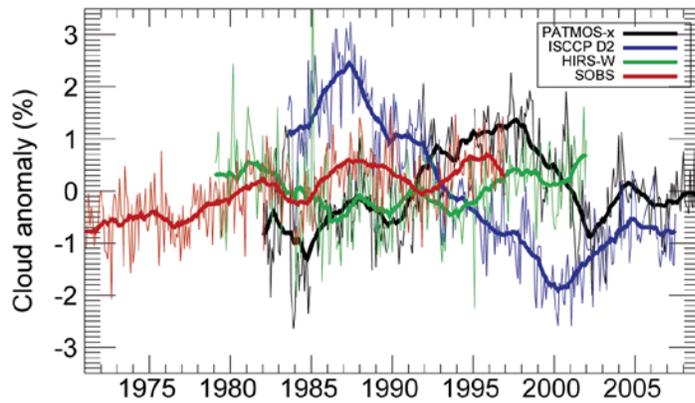


Figure 2.20. Anomalies mensuelles de nébulosité de janvier 1971 à décembre 2008 obtenues à partir de 4 jeux de données. La courbe noire épaisse est obtenue par lissage avec un filtre glissant sur une fenêtre de 2 ans. 6 mois manquent pour la série PATMOS-x time entre janvier 1985 et février 1991, ainsi que de janvier 1994 et février 1995.

**3.5 DEBITS DES FLEUVES** Alison M. Macdonald, Balázs M. Fekete, Laura C. Bowling, Richard B. Lammers, Richard Lawford

Table 2.2 : Estimations sur le long terme des débits moyens des fleuves ( $\text{km}^3 \text{an}^{-1}$ ) dans les principaux bassins océaniques. Le % variation est une mesure de la variation entre différentes estimations et représente une normalisation (écart-type divisé par la moyenne et multiplié par 100). Les lignes 1-3,5 & 7 sont tirées de Dai and Trenberth (2002), dont la table 4 stipule que les valeurs ne prennent pas en compte les débits de l'Antarctique vers l'océan Austral, qui, d'après Jacobs et al. (1992) peuvent être estimés à  $\sim 2614 \text{ km}^3 \text{an}^{-1}$ . Les lignes 4, 6 et 8 proviennent du GRDC (2004). Prendre en compte uniquement les estimations faites pendant la dernière décennie diminue les % estimés de 16%, 6%, 8%, 42%, 10% & 4% dans les colonnes 1 to 6.

	Arctique	Atlantique	Indien	Med. & mer Noire	Pacifique	TOTAL
Baumgartner and Reichel (1975)	2,600	19,300	5,600	0	12,000	37,713
Korzun et al. (1977)	5,220	20,760	6,150	0	14,800	46,930
Oki (1999)	4,500	21,500	4,000	0	10,000	40,000
Shiklomanov (1999)	4,281	19,799	4,858	0	12,211	41,149
Fekete et al. (2000)	2,947	18,357	4,802	1,169	11,127	38,402
Fekete et al (2002)	3,268	18,506	4,858	475	10,476	37,583
Dai and Trenberth (2002)	3,658	19,168	4,532	838	9,092	37,288 ±662
GRDC (2004)	3,863	20,373	5,051	0	11,245	40,533
Moyenne, écart-type & % Variation des valeurs indiquées	3,792 ±863 23%	19,720 ±1,102 6%	4,981 ±653 13%	827 ±347 42%	11,369 ±1724 15%	3,9950 ±3176 8%

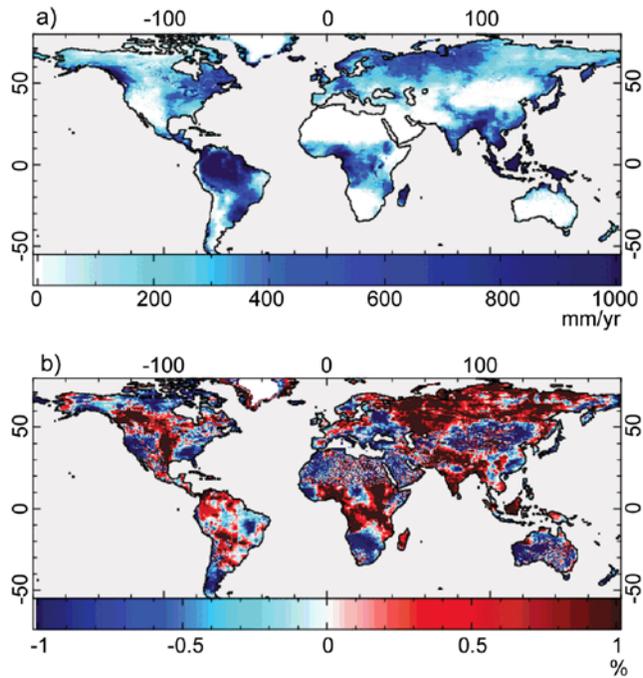


Figure 2.21 Estimations de 2007 pour a) les débits & b) leurs anomalies obtenues à partir d'un modèle hydro-météorologique utilisant les données de précipitation du Global Precipitation Climate Project (GPCP).

## 4. CIRCULATION ATMOSPHERIQUE

### 4.1 PRESSION MOYENNE AU NIVEAU DE LA MER (MSLP) – Rob Allan

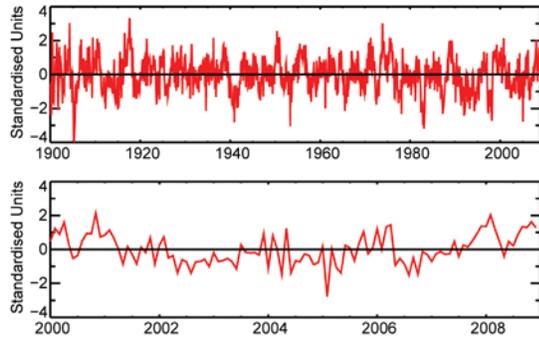


Figure 2.22 L'Indice d'Oscillation Australe (SOI) pour (a) 1900 à aujourd'hui & (b) 2000-2008 par rapport à la moyenne 1876-2008.

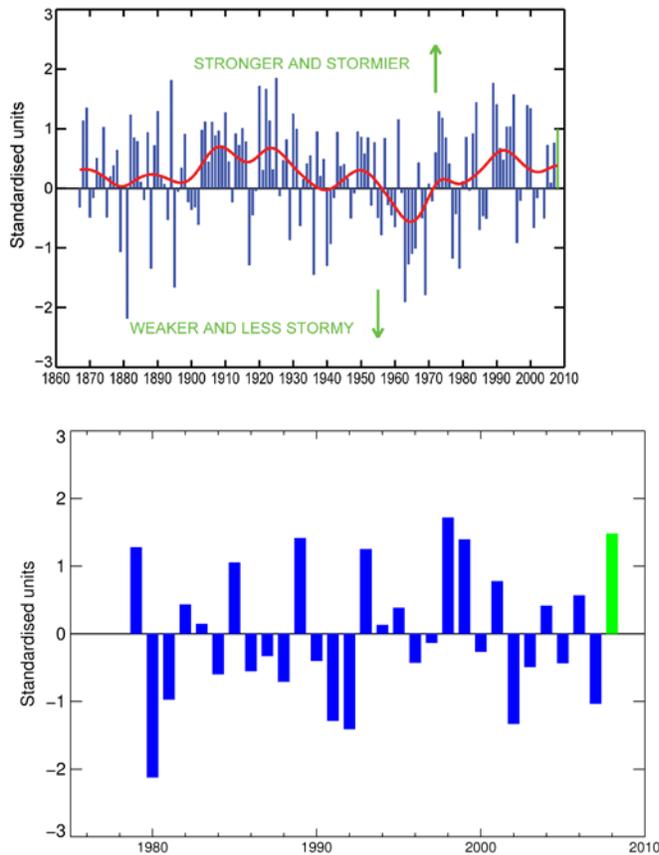


Figure 2.23 a. La série normalisée de l’Oscillation Atlantique Nord (NAO) (Ponta Delgada, Açores, moins Stykkisholmur, Islande) de 1865 à aujourd’hui (bleu), un filtre binomial à 21 points est appliqué 3 fois sur cette série (rouge). La barre verte montre la moyenne de l’hiver boréal 2007/08. b. Moyenne normalisée sur 3 mois de l’indice du Mode Annulaire Austral (SAM) ou Oscillation Antarctique (AAO) à partir de 1979. Les poids du SAM/AAO sont définis à partir du premier mode d’analyse en EOF des moyennes mensuelles à 700 hPa sur la période 1979-2000. L’indice mensuel SAM/AAO est obtenu en projetant les anomalies de géopotential à 700 hPa sur ce premier mode d’EOF. Source :

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily\\_ao\\_index/ao/ao.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao/ao.shtml)

## 4.2 VITESSE DU VENT DE SURFACE – Carl Mears

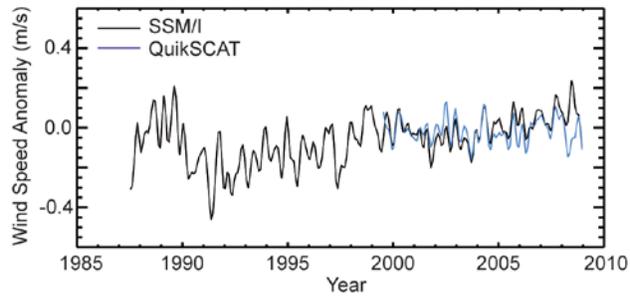


Figure 2.24 Anomalies de vitesse du vent de surface moyennées au-dessus des océans libres. La série temporelle a été lissée pour éliminer les variations inférieures à 4 mois. La période de référence pour les données SSM/I est 1988-2007 ; celle pour QuikSCAT est 2000-2007. Les moyennes sont ajustées de manière à ce que les anomalies concordent sur la période 2000-2007.

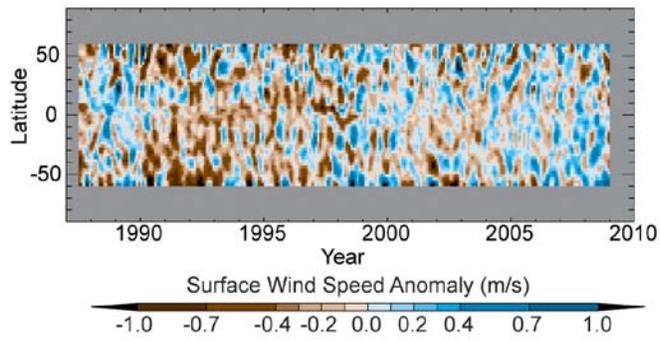


Figure 2.25 Anomalies de vitesse de vent en surface en fonction de la latitude (période de référence : 1988-2007) sur l’océan libre. Les données ont été lissées dans le temps pour éliminer les variations inférieures à 4 mois.

**5. BUDGET DE RAYONNEMENT DE LA TERRE AU SOMMET DE L'ATMOSPHERE** - Takmeng Wong, Paul W. Stackhouse, Jr., David P. Kratz and Anne C. Wilber

Table 2.3 : Moyenne annuelle globale au sommet de l'atmosphère (TOA) des variations de flux radiatifs entre 2007 et 2008, les anomalies en 2008 par rapport à la climatologie 2001-2008, et les valeurs à 2 écarts-types de 2001-2008 (unités en  $Wm^{-2}$ ).

	Variation sur 1 an (2008 moins 2007)	Anomalie 2008 (par rapport à la climatologie)	Variabilité internauuelle (2001 à 2008)
Ondes longues	-0.75	-0.54	±0.56
Ray. solaire	-0.14	-0.26	±0.41
Net	+0.89	+0.80	±0.82

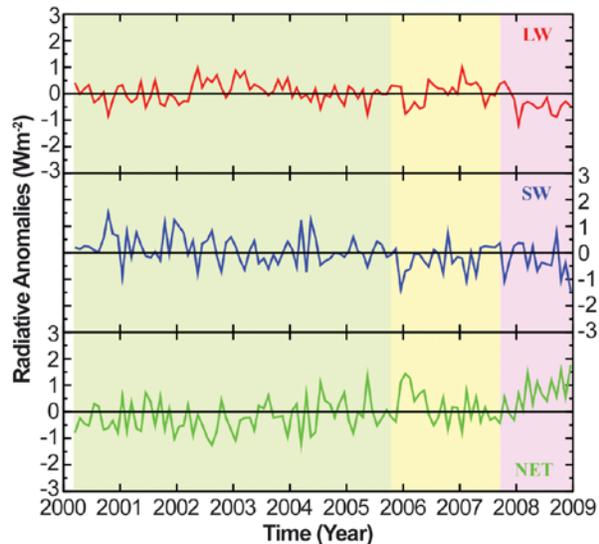


Figure 2.26 Séries temporelles des anomalies de budget radiatif au sommet de l'atmosphère (TOA), désaisonnalisées, pour les ondes longues (rouge), solaire (bleu) et bilan net (vert) de mars 2000 à décembre 2008. L'anomalie est calculée par rapport aux valeurs mensuelles de mars 2000 à décembre 2008. Les zones colorées en vert/jaune/rose indiquent les périodes où la série est construite à partir des jeux de données CERES EBAF (3/2000 au 10/2005)/CERES ERBE-like (11/2005 à 8/2007)/FLASHFlux (9/2007 à 12/2008). Toutes les données sont obtenues directement à partir des mesures CERES. Les données EBAF ont été normalisées de manière à ce que le rayonnement net au sommet de l'atmosphère soit en accord avec les quantités de chaleur stockées dans l'océan pendant la période 2000-2005 (Willis et al., 2004 ; Hansen et al., 2005 ; Wong et al., 2006). Les zones colorées en vert (EBAF) et jaune (ERBE-like) indiquent des données climatiques de grande qualité (analyses de stabilité des instruments en orbite). La zone colorée en rose (FLASHFlux) correspond à des mesures préliminaires avec possibilité d'artéfacts de mesure instrumentaux.

## 6. COMPOSITION ATMOSPHERIQUE

### 6.1 COMPOSITION CHIMIQUE ATMOSPHERIQUE – R. C. Schnell

#### GAZ CARBONIQUE, METHANE & MONOXYDE DE CARBONE – E. J. Dlugokencky

(i) Dioxyde

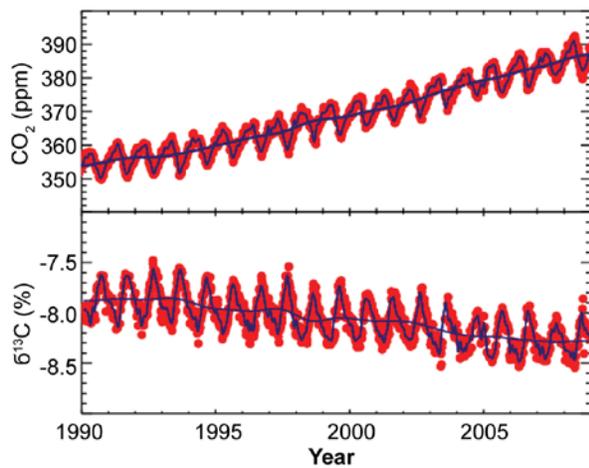


Figure 2.27 Fraction de CO<sub>2</sub> par mole en air sec (haut : NOAA ESRL) et δ<sup>13</sup>C en CO<sub>2</sub> (bas : Université du Colorado, INSTAAR, James White) à partir d'échantillonnages hebdomadaires au Cap Kumukahi, Hawaii.

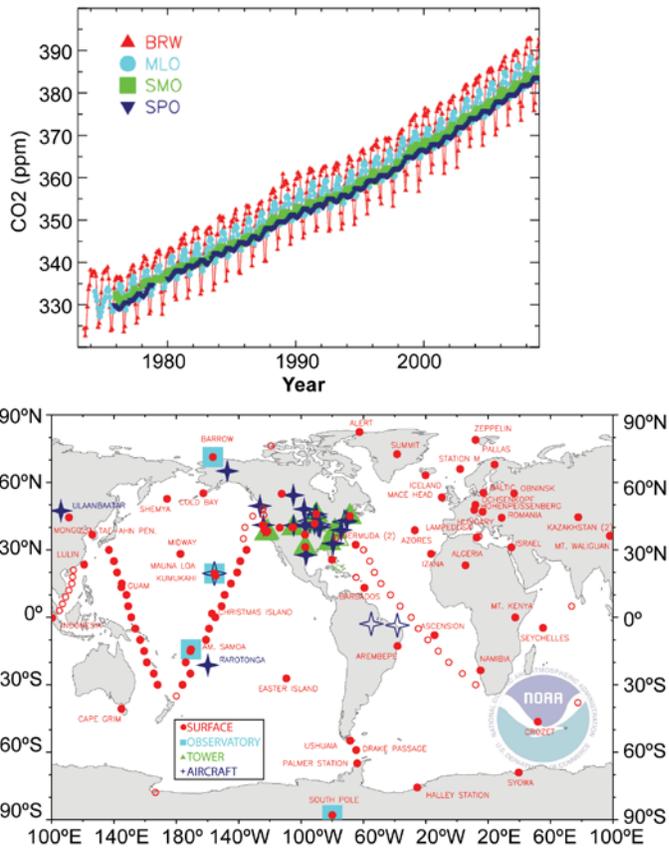


Figure 2.28 Haut : Fraction mensuelle de CO<sub>2</sub> par mole à partir des mesures de NOAA ESRL Observatoires de Barrow, Alaska ; Mauna Loa, Hawaii ; American Samoa ; & Pôle Sud, faisant partie du réseau global de surveillance du cycle du carbone (carte du bas). Les résultats de 2008 sont préliminaires. Les données ont été fournies par Kirk Thoning, NOAA ESRL. Les tendances actuelles de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa sont disponibles à : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. Des éléments supplémentaires sont disponibles : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/iadv/> & [http://www.esrl.noaa.gov/gmd/Photo\\_Gallery/GMD\\_Figures/ccgg\\_figures/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/Photo_Gallery/GMD_Figures/ccgg_figures/).

(ii) Méthane ( $\text{CH}_4$ )

(iii) Monoxyde de carbone

## GAZ DESTRUCTEURS D'OZONE ET LEUR REMPLACEMENT – S. A. Montzka.

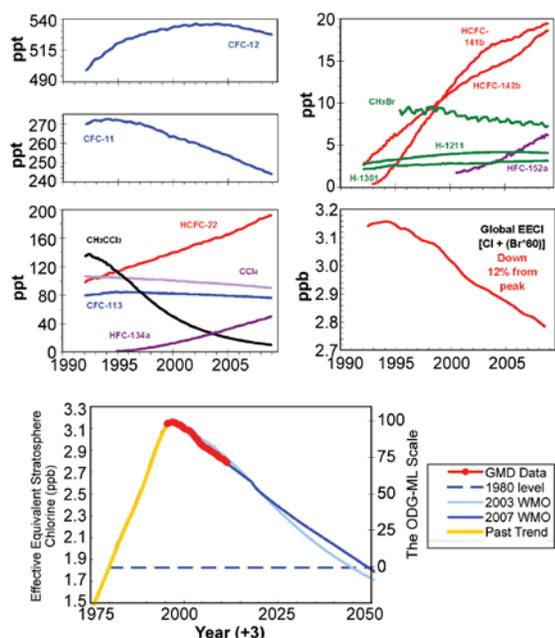


Figure 2.29 Changements des rapports de mélange en moyenne globale dans la troposphère (en ppt, ou  $\text{pmol mol}^{-1}$ ) des gaz les plus abondants CFCs, HCFCs, HFCs, solvants chlorés, gaz dérivés du brome. Le graphique au milieu à droite montre les changements séculaires de l'équivalent chloré dans l'atmosphère (EECl ; en ppb ou  $\text{nmol mol}^{-1}$ ), qui est une manière d'estimer la puissance de destruction de l'ozone par ces halocarbones atmosphériques. L'EECl est obtenu à partir des rapports de mélange observés des gaz destructeurs d'ozone qui apparaissent dans les 4 autres graphiques. Il est calculé à partir de la somme  $[\text{Cl} + (\text{Br} \times 60)]$  contenu dans ces gaz. Le graphique du bas montre les évolutions récentes de l'Equivalent Effectif en Chlore Stratosphérique (Effective Equivalent Stratospheric Chlorine, EESC) observé à partir du réseau global de surveillance de la NOAA/GMD. Il inclut les observations de 1980 quand le trou d'ozone a été observé pour la première fois, ainsi que des projections dans le futur. L'indice de gaz destructeur d'ozone pour les latitudes moyennes (à droite) est calculé à partir de l'EESC. L'EESC est obtenu à partir de EECl en ajoutant simplement 3 années sur l'axe des temps, ceci afin de représenter le délai associé au mélange de l'air entre la troposphère et le milieu de la stratosphère où la couche d'ozone est présente [d'après Montzka et al. (1996, 1999.)]

**LES INFLUENCES COMBINÉES DES GAZ TRACE A LONGUE DURÉE DE VIE SUR L'EQUILIBRE RADIATIF DE L'ATMOSPHERE – S. A. Montzka.**

Table 2.4 Efficacité radiative et durée de vie des espèces chimiques considérées dans l'AGGI et l'OGDI.

Nom commun ou appellation industrielle	Formule chimique	AGGI	ODGI	Efficacité radiative (Wm <sup>-2</sup> ppbv <sup>-1</sup> ) *	Rapport de mélange [changement de 2006 à 2007] <sup>a</sup>	Durée de vie
Dioxyde de Carbone	CO <sub>2</sub>	Y	N	1.41x10 <sup>-5</sup>	382.6[1.7]	
Méthane	CH <sub>4</sub>	Y	N	3.7x10 <sup>-4</sup>	1781.4[6.0]	12.0
Oxyde Nitreux	N <sub>2</sub> O	Y	N	3.03x10 <sup>-3</sup>	321.9[0.7]	114
<b>Chlorofluorocarbones</b>						
CFC-11	CCl <sub>3</sub> F	Y	Y	0.25	247.3[-2.3]	45
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Y	Y	0.32	530.6[-1.8]	100
CFC-113	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.30	77.4[-0.8]	85
<b>Hydrochlorofluorocarbones</b>						
HCFC-22	CHClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.20	182.9[7.7]	12.0
HCFC-141b	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F	Y	Y	0.14	18.7[0.6]	9.3
HCFC-142b	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.20	17.2[1.2]	17.9
<b>Hydrofluorocarbones</b>						
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	Y	N	0.16	43.2[4.3]	14
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	N	N	0.09	5.3[0.7]	1.4
<b>Chlorocarbones</b>						
Méthyl Chloroforme	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	Y	Y	0.06	12.9[-2.5]	5.0
Carbone Tetrachloride	CCl <sub>4</sub>	Y	Y	0.13	92.1[-1.2]	26
Méthyl Chloride	CH <sub>3</sub> Cl	N	Y	0.01	548[7.3]	1.0
<b>Bromocarbones</b>						
Méthyl Bromide	CH <sub>3</sub> Br	N	Y	0.01	7.6[0.0]	0.7
Halon 1211	CBrClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.30	4.1[-0.03]	16.0
Halon 1301	CBrF <sub>3</sub>	Y	Y	0.32	3.1[0.03]	65
Halon 2402	CBrF <sub>2</sub> CBrF	N	Y		0.47[-0.01]	
	2			0.33		20

Espèce complètement fluorées	Y	N		6.16[0.26]	3,20
Hexafluoride Sulfuré SF <sub>6</sub>			0.52		0

\* Les forçages radiative et durées de vie sont obtenus de Daniel et Velders *et al.* (2007), Clerbaux et Cunnold *et al.* (2007).

<sup>a</sup> Les rapports de mélange sont des moyennes globales mesurées à la surface obtenues à partir du réseau de mesure coopératif de la NOAA (Hofmann *et al.*, 2006). Les changements entre parenthèses [] représentent les changements de 2007 à 2006 des rapports de mélange globaux annuels à la surface. Les unités sont des ppm pour le CO<sub>2</sub>, ppb pour le CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O, et ppt pour les autres espèces.

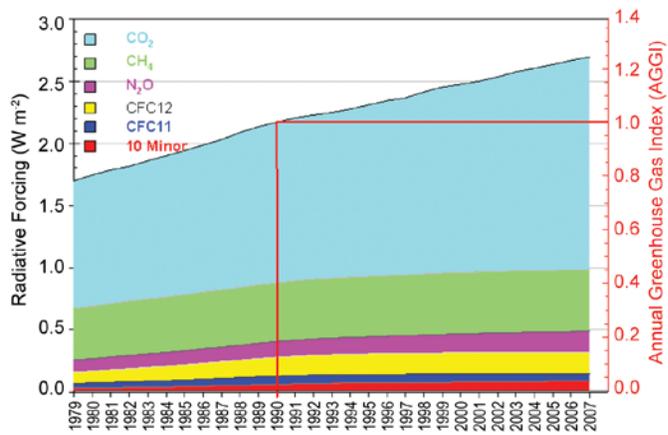


Figure 2.30 L'indice annuel de gaz à effet de serre de la NOAA (Annual Greenhouse Gas Index, AGGI) montre le forçage radiatif par rapport à 1750, pour tous les gaz à effet de serre à longue durée de vie, rapporté à la valeur 1 pour l'année 1990. Depuis 1990, le forçage radiatif de ces gaz a augmenté de 24%.

## OXYDE NITREUX ET HEXAFLUORIDES SULFURES - J. W. Elkins and G. S. Dutton

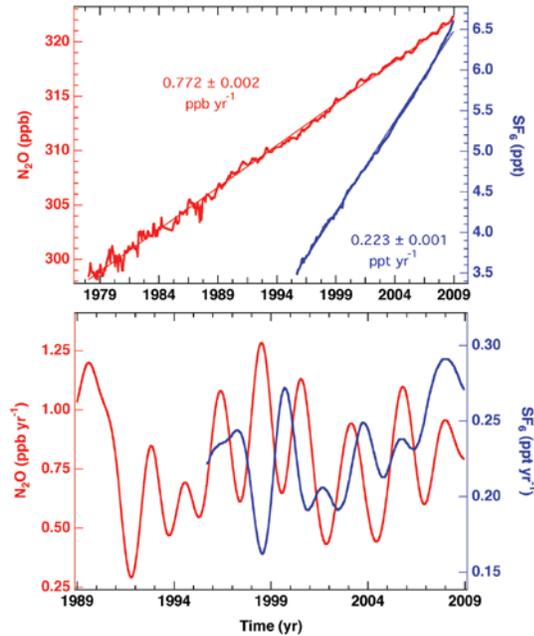


Figure 2.31 En haut : moyennes mensuelles globales ainsi que les estimations des taux de croissance linéaire des oxydes nitreux (N<sub>2</sub>O, rouge) en ppb et des hexafluorides sulfurés (SF<sub>6</sub>, bleu) en ppt à partir du réseau d'observation des halocarbones de la NOAA/ESRL. En bas : taux de croissance instantané du N<sub>2</sub>O et SF<sub>6</sub> en utilisant un lissage glissant sur 2 ans ; remarquez la croissance rapide du taux de croissance SF<sub>6</sub> à partir de 2003. Les données de N<sub>2</sub>O atmosphérique avant 1989 et du SF<sub>6</sub> avant 1999 ont été faites par analyses d'échantillons et non pas à partir de mesures continues dans les observatoires de référence de la NOAA/ESRL.

## 6.2 AEROSOLS GLOBAUX – Jim Haywood, Nicolas Bellouin, et Andy Jones

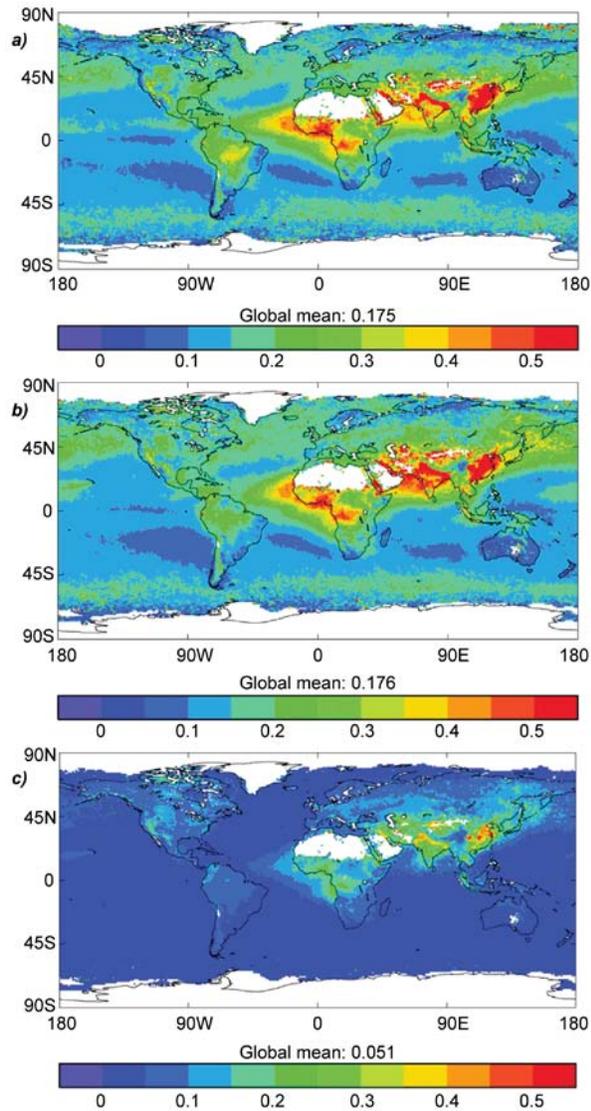


Figure 2.32. Epaisseur optique totale des aérosols en moyenne annuelle obtenue à partir du capteur MODIS AQUA pour a) 2007, b) 2008. En bas : c) montre l'épaisseur optique des aérosols anthropiques à partir de MODIS et les fractions obtenues en mode fin pour 2008, d'après Bellouin et al. (2008). Les zones de données manquantes sont en blanc.

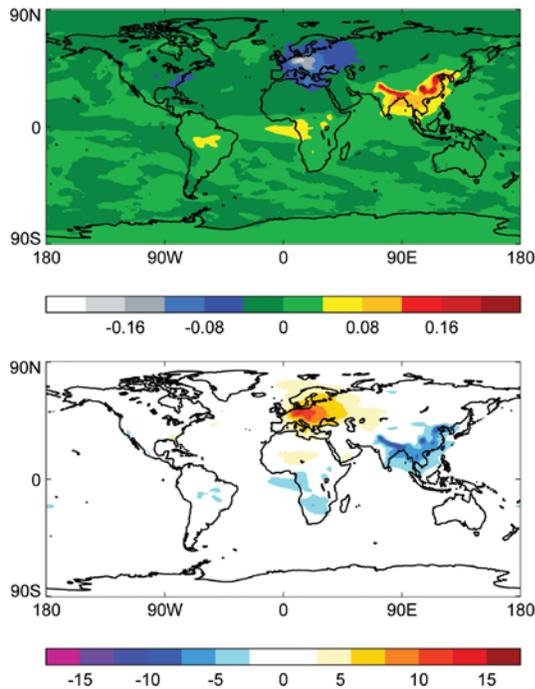


Figure 2.33 a) Changement d'épaisseur optique des aérosols, simulé par le modèle global du Met Office Hadley Centre (HadGEM1) pour la période 1980 à 2000. Les zones bleues et grises représentent une décroissance de ces valeurs sur l'Europe et l'est des USA liée à des crotôles d'émission sévères tandis que les zones rouges et jaunes représentent l'augmentation de ces émissions dans des régions industrialisées. b) Les variations simulées du rayonnement solaire à la surface (en  $Wm^{-2}$ ) pour la même période : les augmentations d'éclairage sont en jaune/rouge tandis que les diminutions sont en bleu.

### 6.3 L'OZONE STRATOSPHERIQUE – Mark Weber

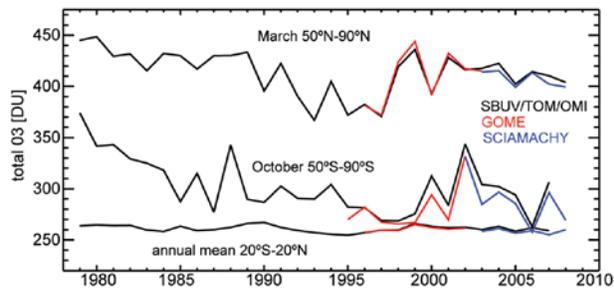


Figure 2.34 Séries temporelles de SBUV/TOMS/OMI (noir), GOME (rouge), et SCIAMACHY (bleu) pour l'ozone total dans les bandes de latitude 50°N-90°N en mars, 20°S-20°N (moyenne annuelle), et 50°S-90°S en octobre. Les anomalies sont calculées pour ces bandes à partir des moyennes zonales normalisées par bande de 5° de latitude en retirant la moyenne saisonnière calculée sur la période 1979-1989.

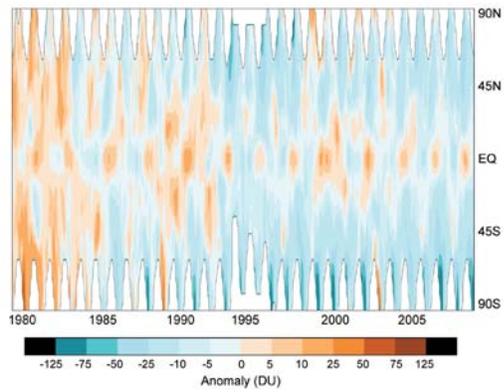


Figure 2.35 Diagramme d'Hovmueller (1979-2008) des anomalies zonales d'ozone total. Les anomalies sont issues de SBUV/TOMS/OMI jusqu'en juin 1995 (Frith et al., 2004), GOME de juillet 1995 à mai 2003, et SCIAMACHY de juin 2003 à décembre 2008 (Weber et al., 2007).

## 7. PROPRIETES DES SURFACE CONTINENTALES

### 7.1 GLACIERS DE MONTAGNE ET CALOTTES GLACIERES - Mauri S. Pelto

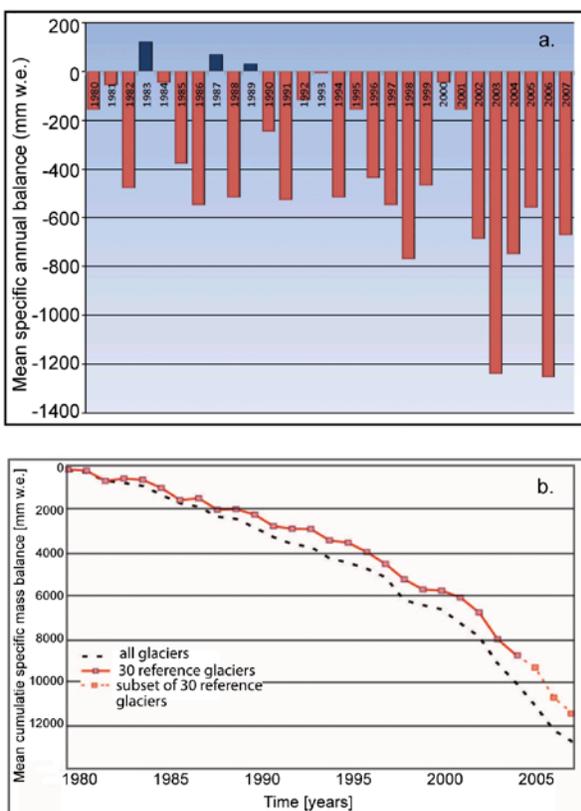


Figure 2.36 a) Equilibre de masse en moyenne annuelle (en mm d'équivalent en eau) de 30 glaciers de référence du WGMS, 1980-2007. b) L'équilibre de masse en moyenne annuelle pour les 30 glaciers de référence (ligne pointillée) et tous les glaciers surveillés (en rouge). Tous les glaciers n'ont pas de données finalisées pour les années récentes.

## 7.2 COUVERTURE TERRESTRE - A.S. Belward, E. Bartholomé, F. Achard, A.B. Brink

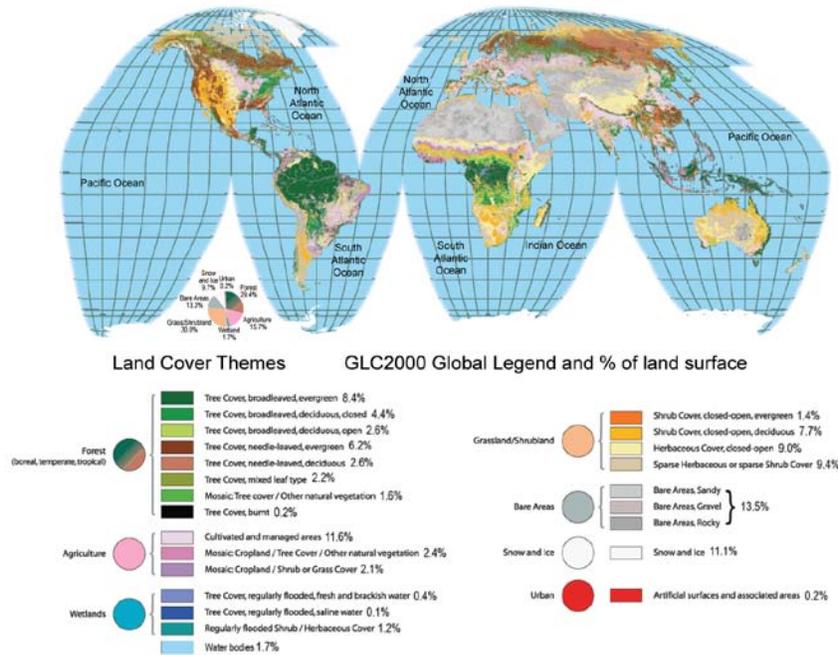


Figure 2.37 Couverture terrestre en l'an 2000 : 22 classes de couverture, légende conforme à celle du Système de Classification de la Couverture Terrestre de la FAO (Di Gregorio et Jansen 2000). Projection : *Interrupted Goode Homolosine*, Classification obtenue à partir des données journalières du satellite SPOT VGT, à une résolution de 1 x 1 km, de novembre 1999 à décembre 2000. La carte et des références indépendantes sont en accord 68,6% du temps (Mayaux et al. 2006). 22% des données en désaccord sont situées dans les classes représentant des couvertures mélangées, par ex. des zones ont été classées en « forêt mixte » alors qu'elles sont, d'après les références indépendantes, connues pour être des zones de forêt de feuillus (*broadleaved deciduous forest*).

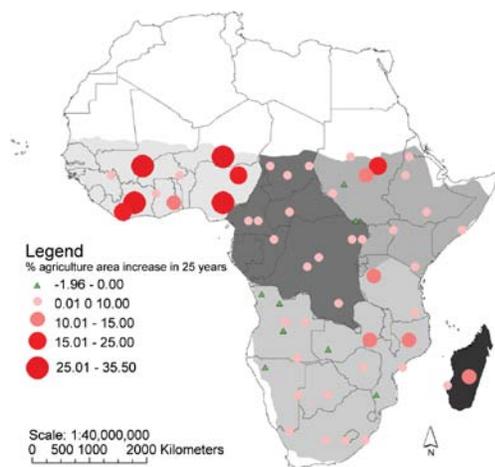


Figure 2.38 Conversion de zones de végétation naturelle à l'agriculture et inversement entre 1975 et 2000 pour l'Afrique ; les taux vont de -1.96% to 35.5%

### 7.3 CONDITIONS GLOBALES DE VEGETATION – N. Gobron et A.S. Belward

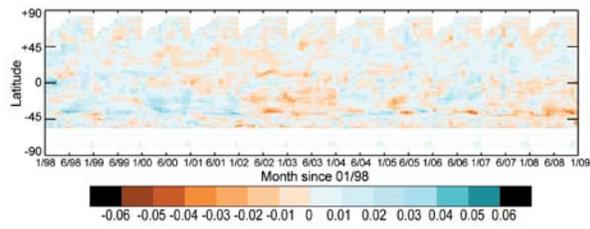


Figure 2.39 ; Anomalies en moyennes zonales FAPAR pour 1998 – 2008. Valeurs de -0.06 à 0.06.

## **Remerciements**

Les auteurs du Met Office Hadley Centre sont soutenus par le *Joint UK Department of Energy and Climate Change (DECC), Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) et Ministry of Defence (MoD) Integrated Climate Programme - DECC/Defra (GA01101), MoD (CBC/2B/0417\_Annex C5).*

Table 2.5 Sources des jeux de données exploitées dans ce chapitre qui sont libres d'accès pour des besoins de recherche.

Source	Jeux de données	Notes
<a href="http://www.hadobs.org">www.hadobs.org</a>	HadCRUT3 (températures de surface), HadAT (températures de radiosondes), HadSLP2r (Pression au niveau de la mer et indices dérivés)	Nombreux autres jeux de données accessibles
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html</a>	NCDC (températures de surface)	
<a href="http://data.giss.nasa.gov/gistemp/">http://data.giss.nasa.gov/gistemp/</a>	GISS (températures de surface)	
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ratpac/index.php">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ratpac/index.php</a>	RATPAC (températures de radiosondes)	
<a href="http://earth.geology.yale.edu/~shewood/radproj/">http://earth.geology.yale.edu/~shewood/radproj/</a>	IUK (températures de radiosondes)	Pourrait changer d'adresse
<a href="http://www.univie.ac.at/theoret-met/research/raobcore/">http://www.univie.ac.at/theoret-met/research/raobcore/</a>	RAOBCORE and RICH (températures de radiosondes)	
<a href="http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/">http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/</a>	UAH MSU record (températures satellite)	
<a href="http://www.remss.com">http://www.remss.com</a>	RSS MSU record (températures satellite), RSS SSM/I record (vents, précipitations et Contenu total en vapeur d'eau au dessus des océans), TMI et AMSR-E (précipitations)	L'archive complète SSM/I n'est disponible que sur disque dur.
<a href="http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/mscat/mscatmain.htm">http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/mscat/mscatmain.htm</a>	STAR MSU (températures satellite)	
Sur demande à <a href="mailto:junhong@ucar.edu">junhong@ucar.edu</a>	Contenu total en vapeur d'eau par mesures GPS au sol	
<a href="http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb10/sum07.html">http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb10/sum07.html</a>	Données de masse des glaciers	
<a href="http://gem.jrc.ec.europa.eu/index.php">http://gem.jrc.ec.europa.eu/index.php</a>	Couverture terrestre globale	Nombreux autres jeux de données
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php</a>	Précipitations mensuelles GHCN	D'autres variables disponibles
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/</a>	GHCN données journalières	D'autres variables

		disponibles
<a href="http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.gpcc.html">http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.gpcc.html</a>	GPCC (VasClimO et Full v.3) (précipitation)	
<a href="http://precip.gsfc.nasa.gov">http://precip.gsfc.nasa.gov</a>	GPCP (précipitation)	
<a href="http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cmap.html">http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cmap.html</a>	CMAP (précipitation)	
<a href="http://climate.rutgers.edu/snowcover">http://climate.rutgers.edu/snowcover</a>	Couverture neigeuse	
<a href="http://www.atmos.washington.edu/~ignatius/CloudMap">http://www.atmos.washington.edu/~ignatius/CloudMap</a>	Observations de surface des nuages (SOBS)	
<a href="http://www.ssec.wisc.edu/~donw/PAGE/CLIMATE.HTM">http://www.ssec.wisc.edu/~donw/PAGE/CLIMATE.HTM</a>	Nuages HIRS-W	
<a href="http://isccp.giss.nasa.gov">http://isccp.giss.nasa.gov</a>	Nuages ISCCP D2	
<a href="http://cimss.ssec.wisc.edu/patmosx">http://cimss.ssec.wisc.edu/patmosx</a>	Nuages PATMOS-x	
<a href="http://ladsweb.nascom.nasa.gov">http://ladsweb.nascom.nasa.gov</a>	Nuages MODIS	
<a href="http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis">http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis</a>	Réanalyse NCEP/NCAR	
<a href="http://www.gth-h.net">http://www.gth-h.net</a>	Données de débit <i>Runoff</i>	
<a href="http://grdc.bafg.de">http://grdc.bafg.de</a>	Données de débit global GRDC	
<a href="http://eosweb.larc.nasa.gov/">http://eosweb.larc.nasa.gov/</a>	Données CERES EBAF, CERES ERBE-like, et FLASHFlux (satellite <i>Earth Radiation Budget</i> ; Flux infra-rouge sortant, solaire réfléchi et rayonnement net)	Nombreux autres jeux de données disponibles , dont nuages et aérosols.
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/</a>	Indice de gas à effet de serre	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/</a>	Surveillance du Dioxyde de Carbone	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/towers/">www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/towers/</a>	Surveillance du Monoxyde de Carbone par ESRL	
<a href="http://www.cmdl.noaa.gov/odgi/">http://www.cmdl.noaa.gov/odgi/</a>	Indice des gaz destructeurs d'ozone	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.html">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.html</a>	Réseau halocarbones de l'ESRL	
<a href="http://www.iup.uni-bremen.de/gome/wfdoas/">http://www.iup.uni-bremen.de/gome/wfdoas/</a>	Ozone SBUV/TOMS/OMI, GOME, SCIAMACHY	
<a href="http://fapar.jrc.ec.europa.eu/">http://fapar.jrc.ec.europa.eu/</a>	FAPAR	