

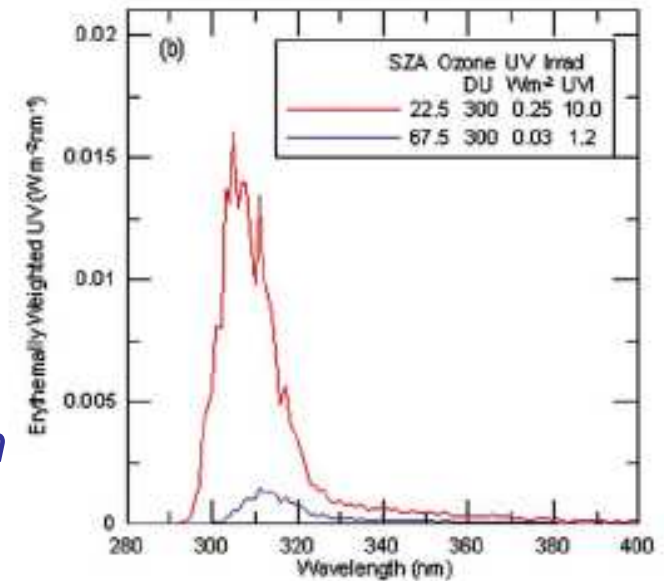
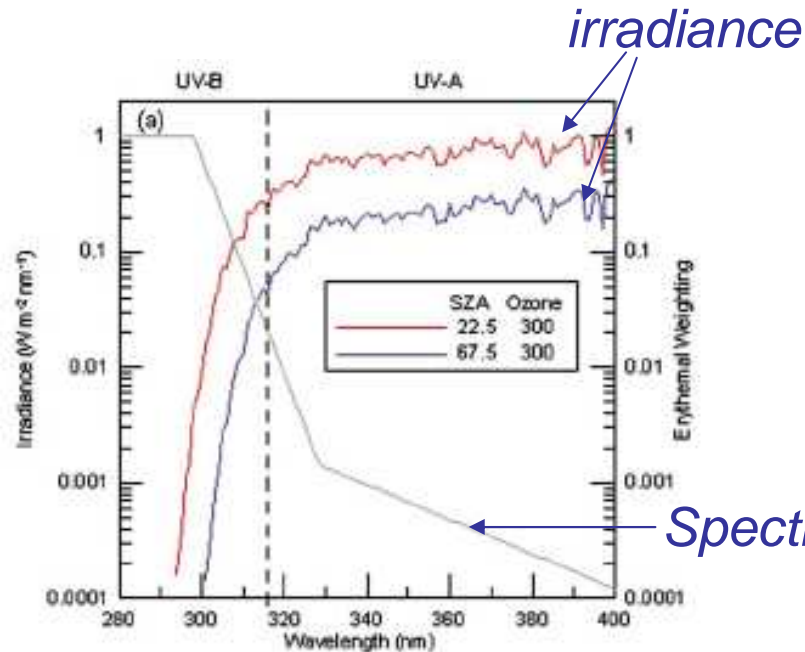
Rayonnement UV: mesures satellite, sol, dosimètres individuels et modélisation

*S. Godin-Beekmann¹, F. Jegou^{1,6}, M. Haeffelin³,
M. De Paula Correa⁷, E. Mahé², A. Pazmiño¹, C.
Brogniez⁴, V.H. Peuch⁵*

¹ LATMOS– IPSL, UPMC-CNRS, ² Faculté de Médecine PIFO – UVSQ,
³ SIRTA – IPSL, CNRS-UVSQ, ⁴ LOA , CNRS – USTL, Lille, ⁵ CNRM –
GAME, CNRS, MétéoFrance, Toulouse, ⁶ LPC2E, CNRS – U. Orléans, U.
Itajuba, Brazil



Rayonnement UV : doses biologiques



Irradiance solaire et spectre d'action érythème

UV-A : 320 – 400 nm

UV-B : 280 – 320 nm

Irradiance érythémateuse

$$S_{ery} = \int I(\lambda)w(\lambda)d\lambda$$

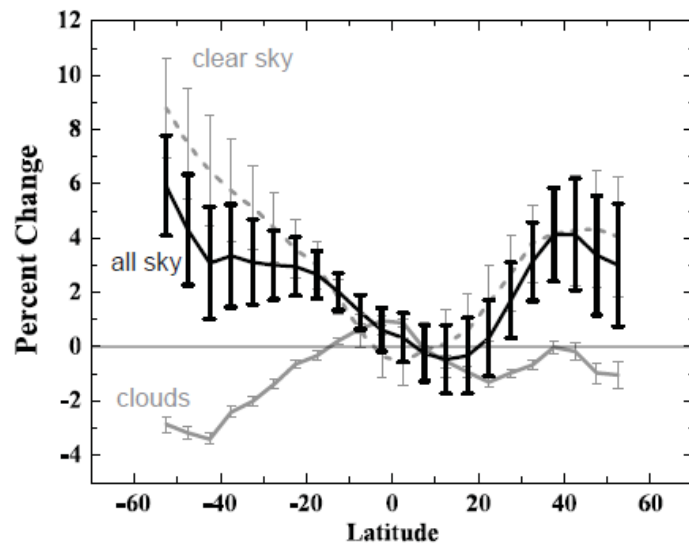
Indice UV: $I_{UV} = 40 S_{ery}$

Dose cumulée: $D_c = \int_{\text{temps}} S_{ery} dt$

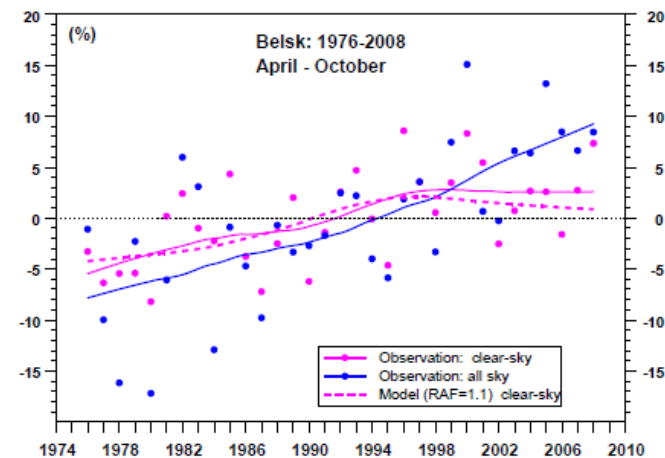
Rayonnement UV global

Ozone Assessment 2010 - WMO/UNEP

- Arrêt de la diminution d'ozone stratosphérique à l'échelle globale depuis ~2000
- Niveaux d'ozone : ~ - 3% par rapport aux niveaux observés sur la période 1964-1980 dans le domaine 60°S-60°N
- Evolution du rayonnement UV de surface: cohérente avec l'évolution de l'ozone, des aérosols et de la couverture nuageuse



Changement irradiance érythémateuse entre 1979 et 2008 (Herman, 2010)



Changement de la dose érythémateuse par rapport à la période 1976-2008 à Belsk (Krzyścin et al. 2009)

Etude RISC-UV

- Objectif: Evaluation de la capacité des observations satellite et des résultats de modèle (MOCAGE) à fournir une évaluation correcte du rayonnement UV pour la prévention solaire
- Campagnes de mesures RISC-UV1 (2008) et RISC-UV2 (2009) et installation d'instruments de mesure du rayonnement UV au SIRTA (Palaiseau) en 2008
- 3 types de mesure: instruments satellite, instruments sol et dosimètres personnels
- Un instrument de référence: le spectro-radiomètre du LOA (Villeneuve d'Asq) utilisé pour l'étude des tendances à long terme de l'UV (PI: C. Brogniez)

Evolution du rayonnement UV-B

Facteurs influençant le rayonnement UV au sol

- Angle zénithal solaire: dépend de l'heure, de la latitude et de la saison
- Altitude
- Quantité totale d'ozone
- Couverture nuageuse
- Turbidité (présence d'aérosols)
- Réflectivité de surface
- Présence de polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote)

Mesures RISC-UV

1. Mesures sol – instruments installés au SIRTA à Palaiseau

- **Mesures spectrales: Spectro-radiomètre UV (290-450nm – Bentham) – Instrument Référence**
- Mesures bande large: pyranomètre UV-A et UV-Erythema (280-400nm – Kipp&Zonen), pyranomètre UV-B (280-315nm – YES), Biomètre UVB 501 (280-320nm – Solarlight)

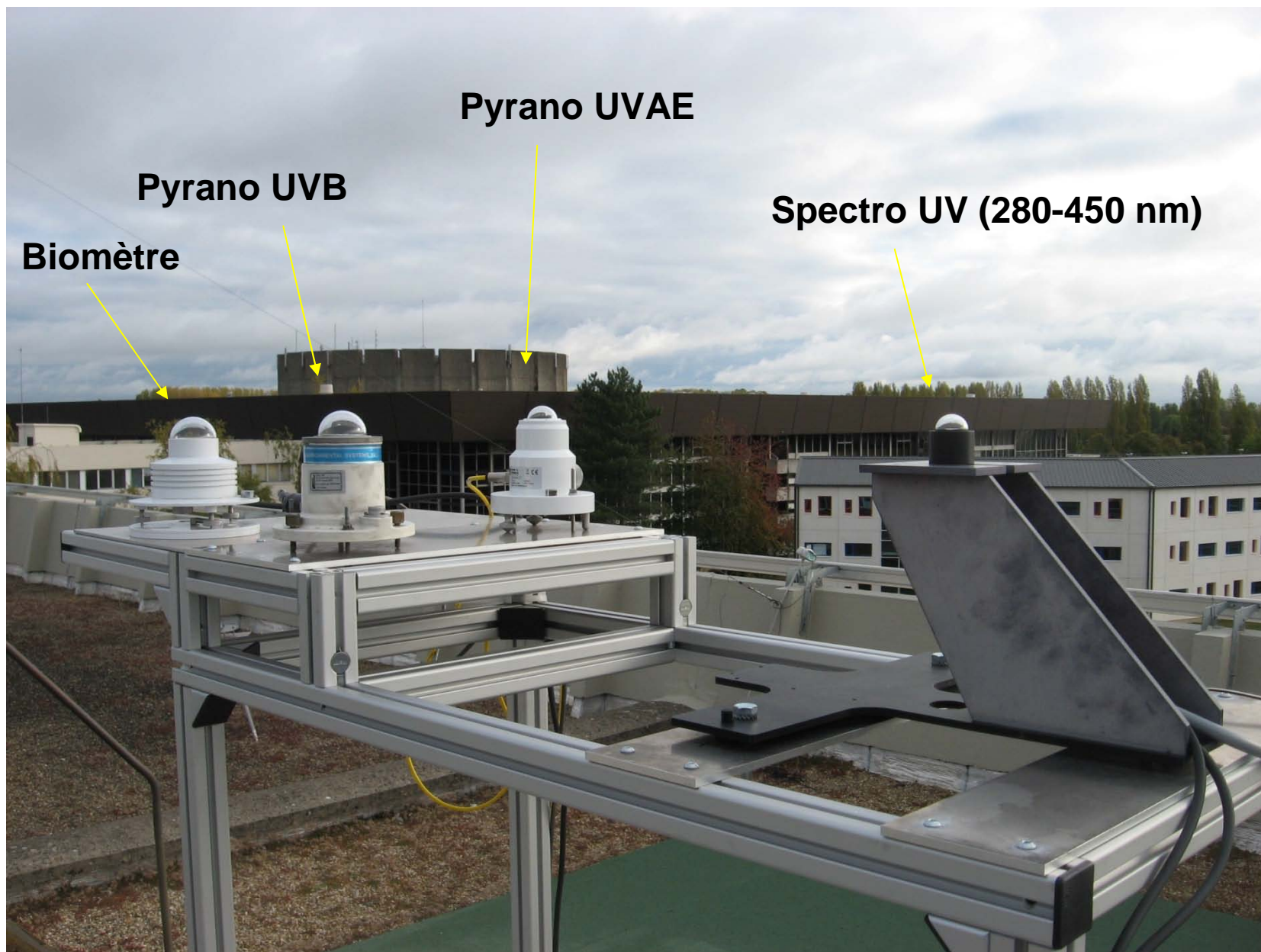
2. Dosimètre portable: Solarmeter UVI modèle 6.5

3. Mesures satellites

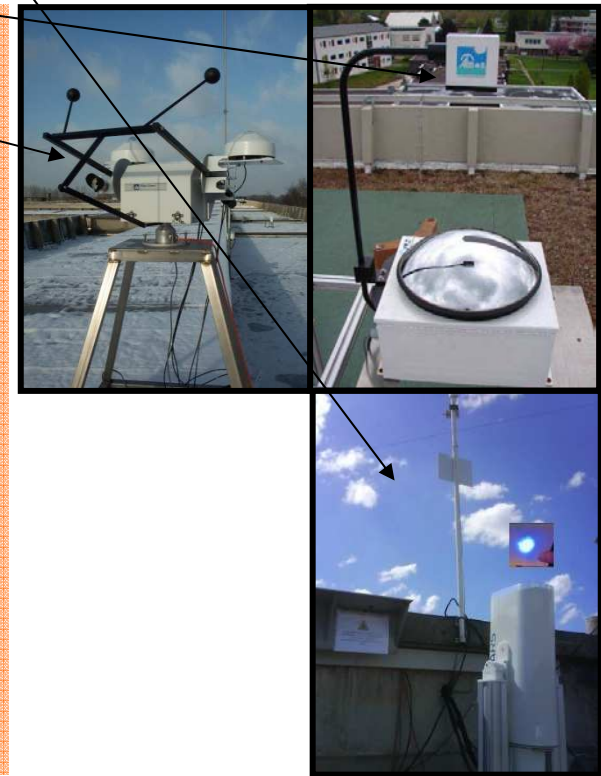
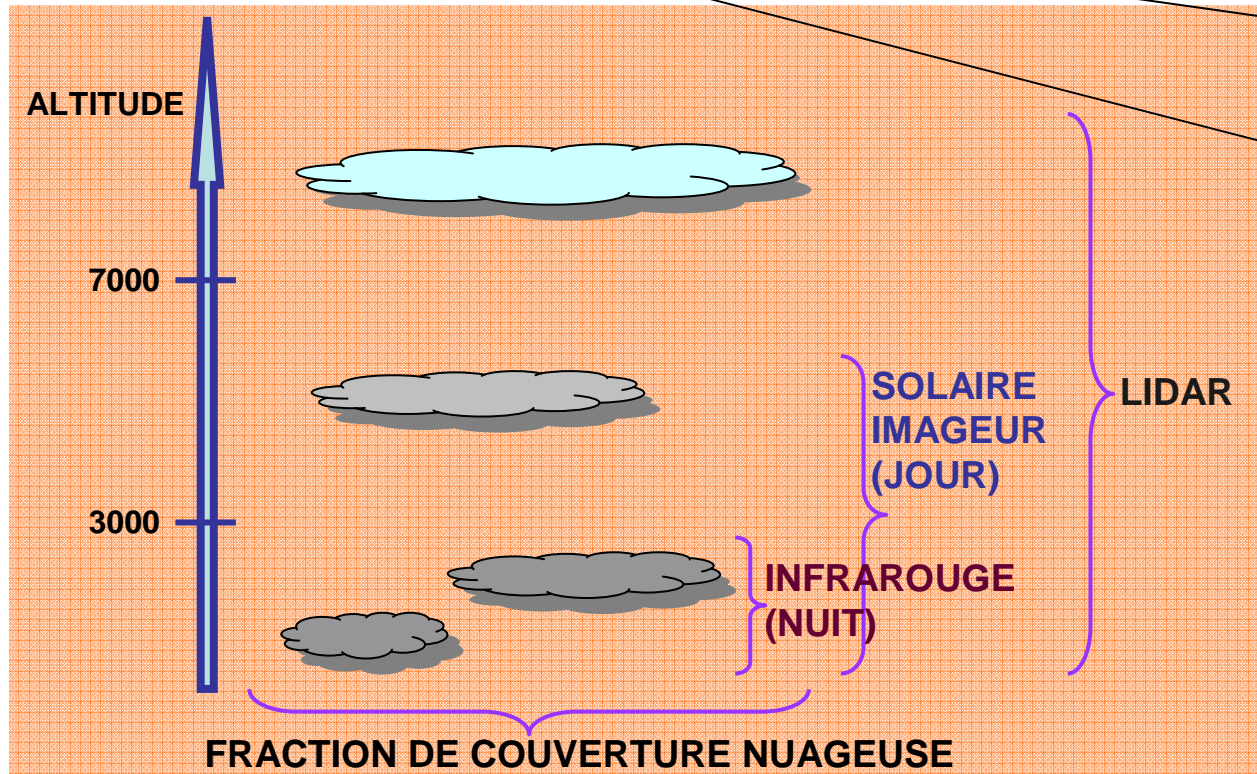
- OMI (Aura)
- SCIAMACHY (ENVISAT)
- GOME2 (MetOp)

4. Mesures annexes de paramètres atmosphériques

- Aérosols: photomètre solaire UV-VIS, lidar rétrodiffusion
- Couverture nuageuse: pyranomètre et pyréliomètre, lidar rétrodiffusion, radiomètre infrarouge
- Ozone: spectromètre UV-Visible SAOZ



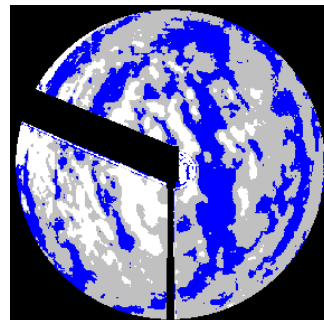
Estimation de la couverture nuageuse par radiomètres, imageurs et LIDAR



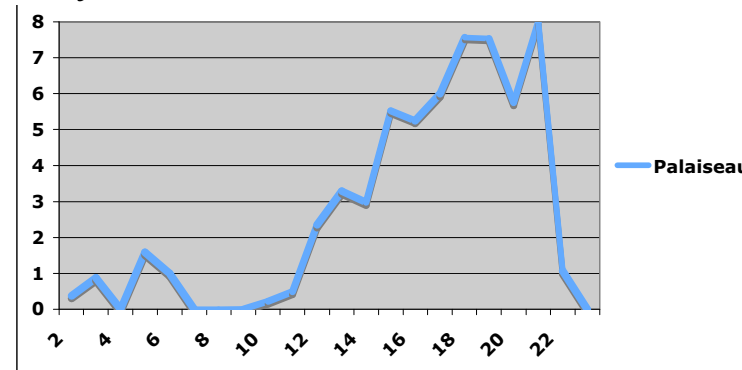
Image



Analyse

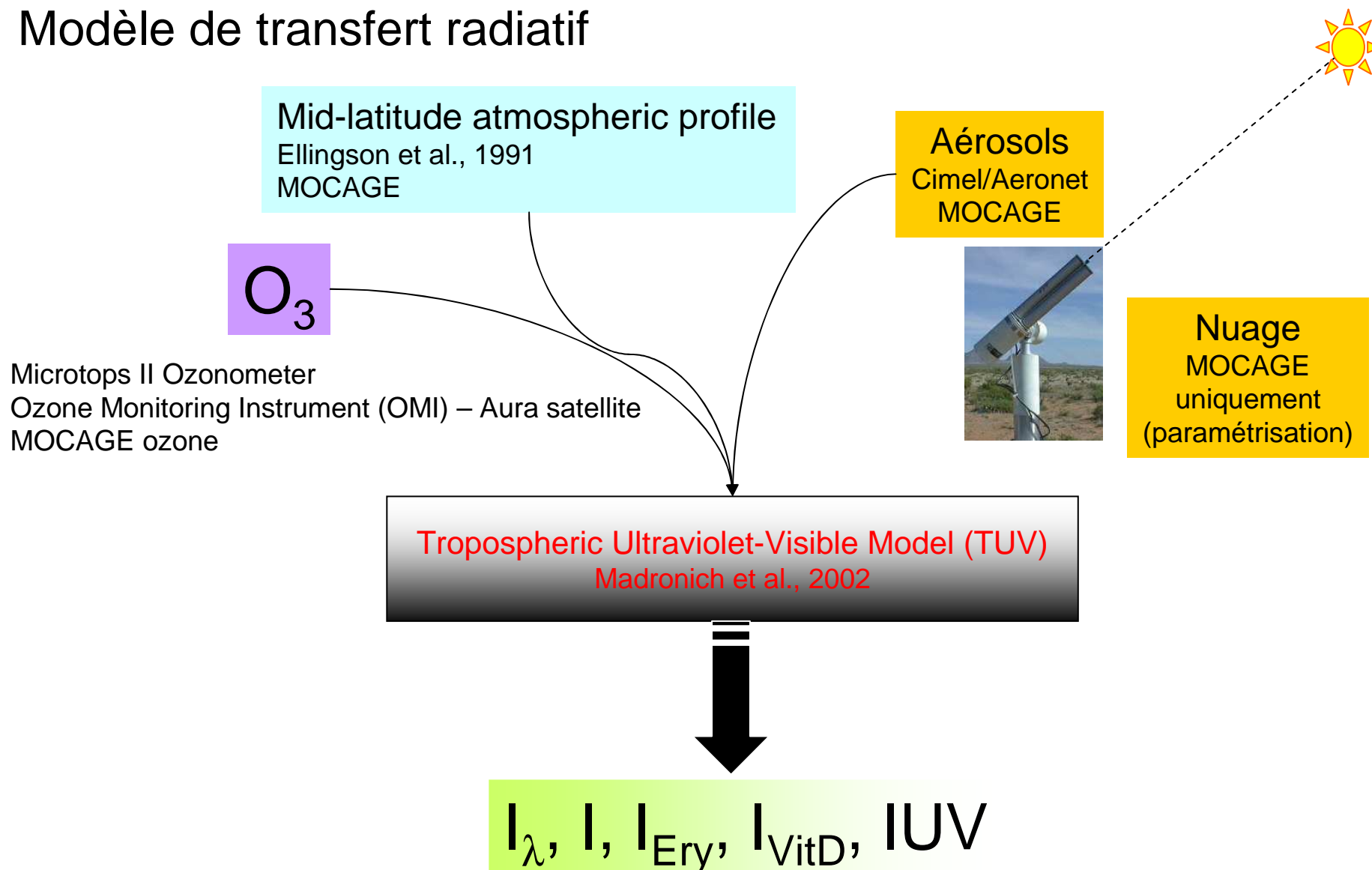


Cycle diurne



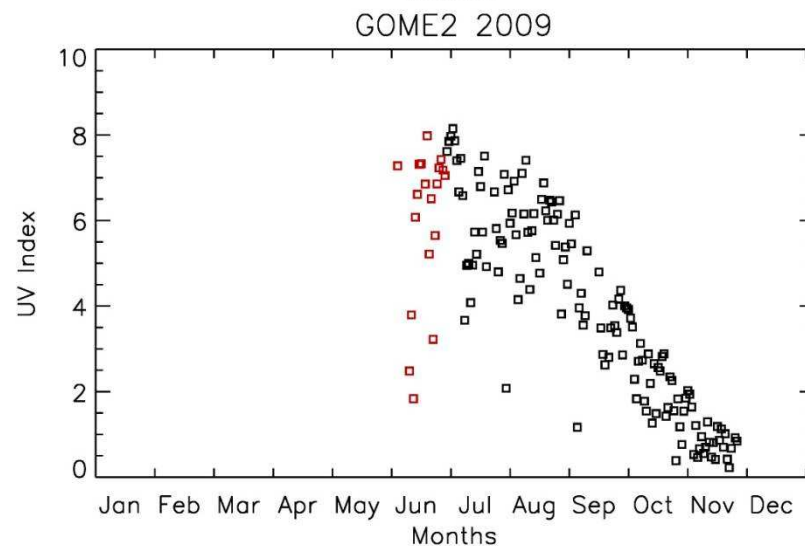
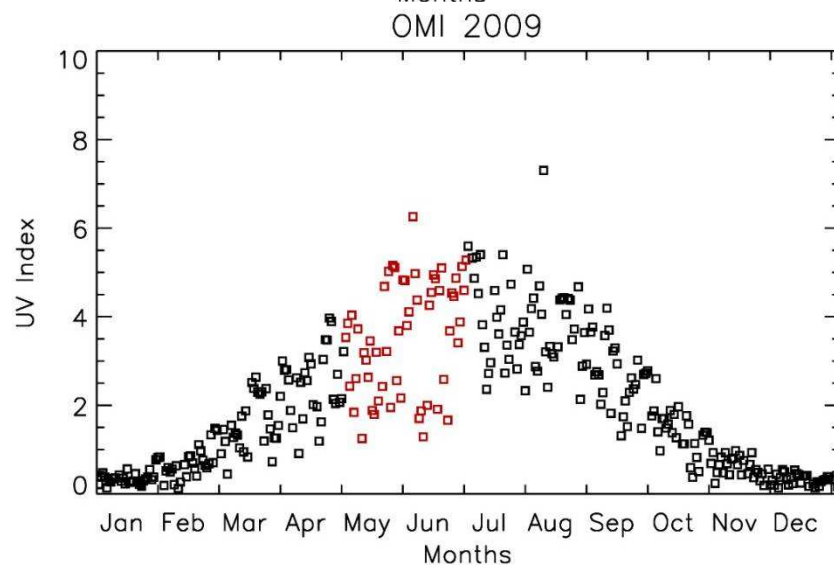
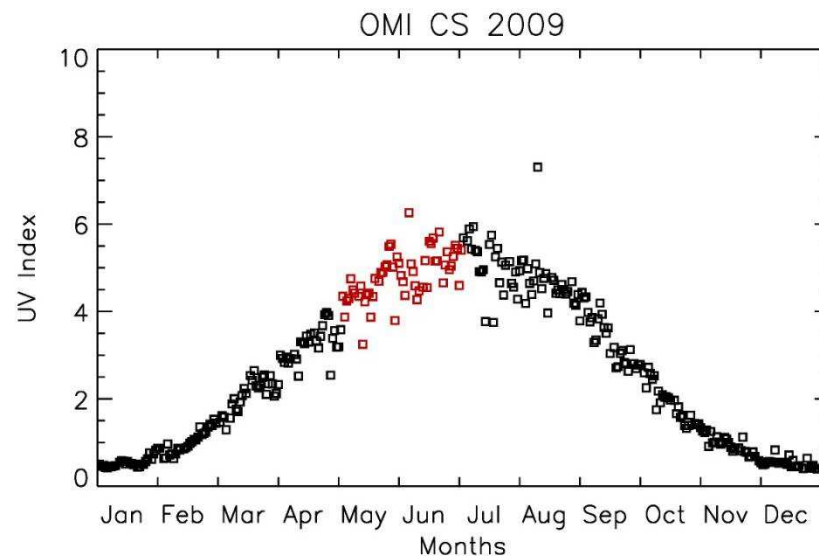
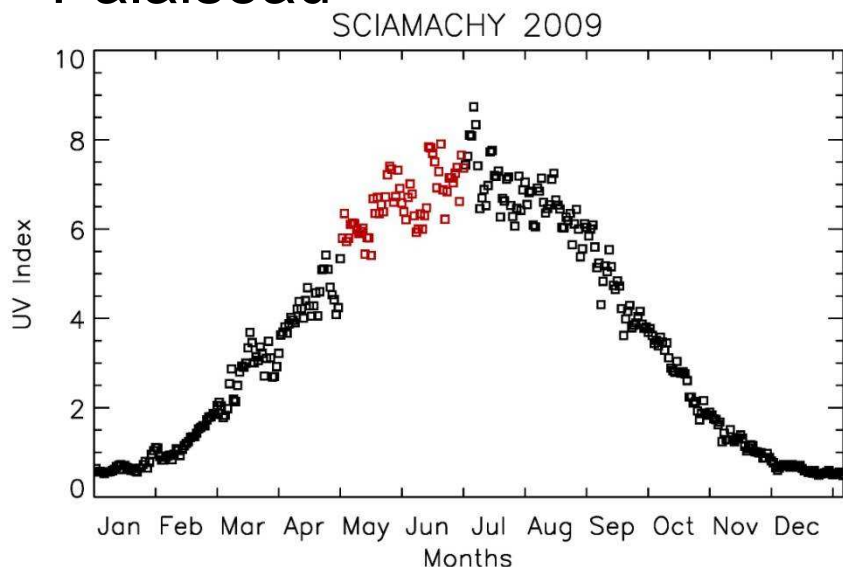
Modélisation: TUV et MOCAGE

Modèle de transfert radiatif



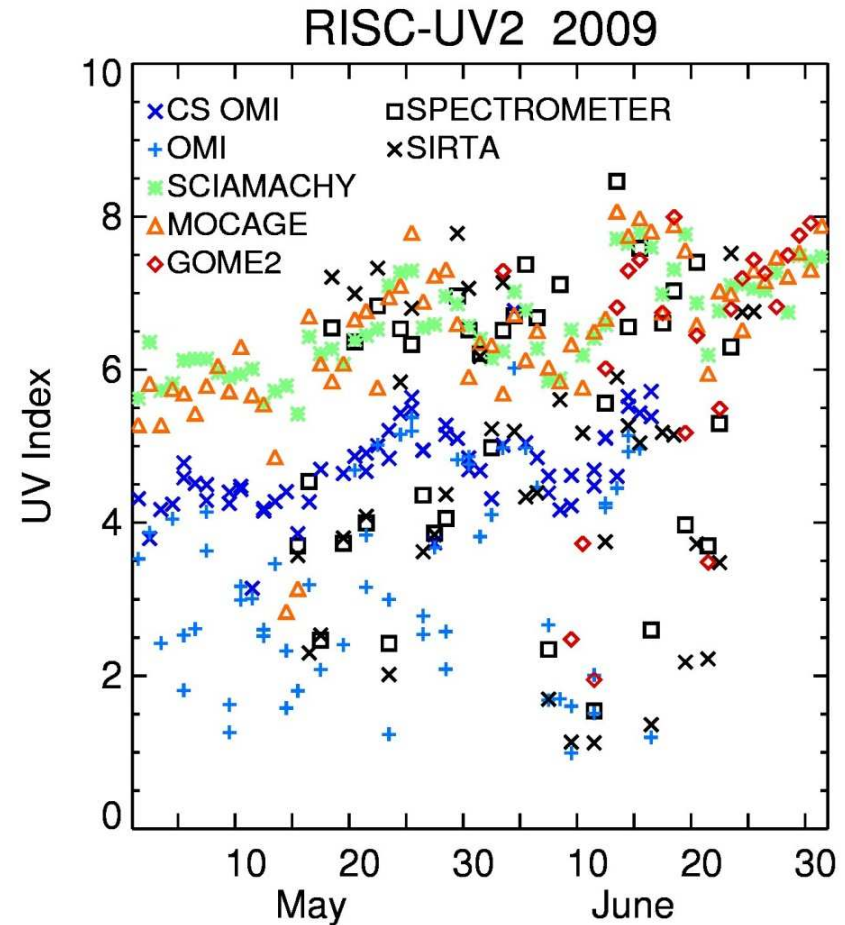
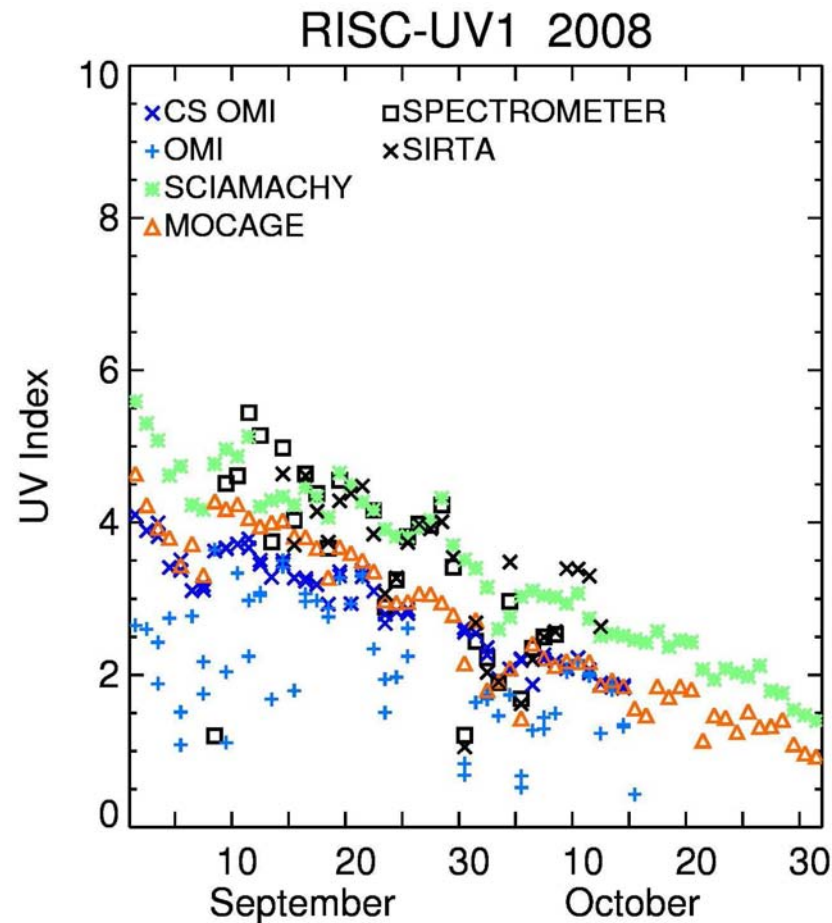
Variation saisonnière de l'indice UV

Palaiseau

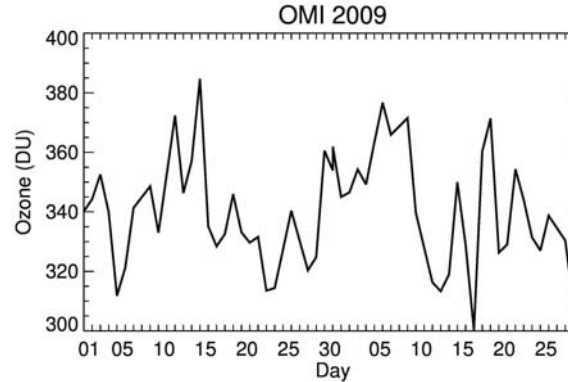
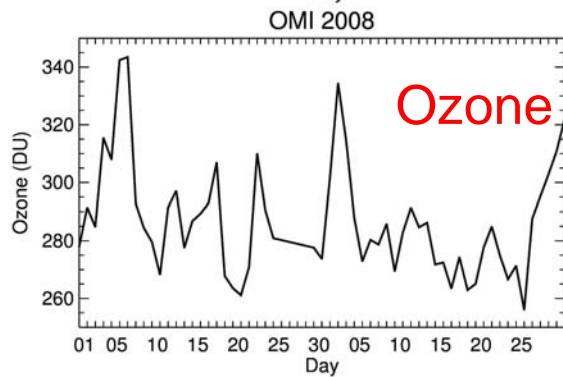
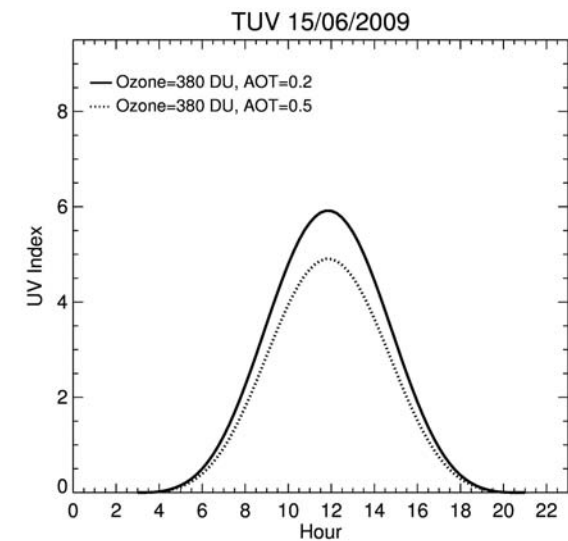
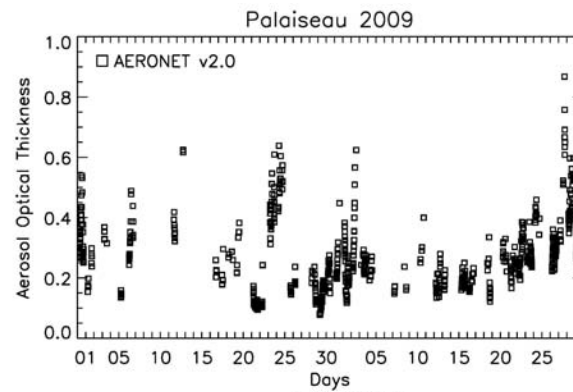
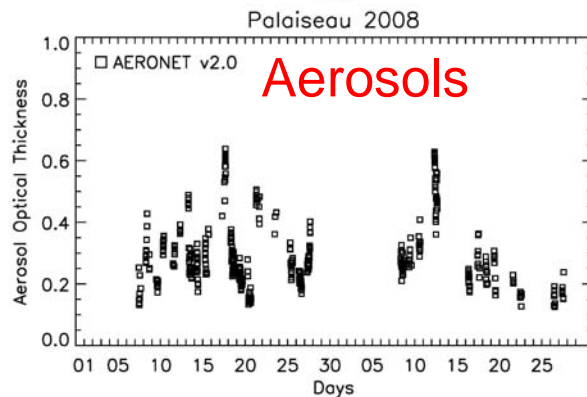
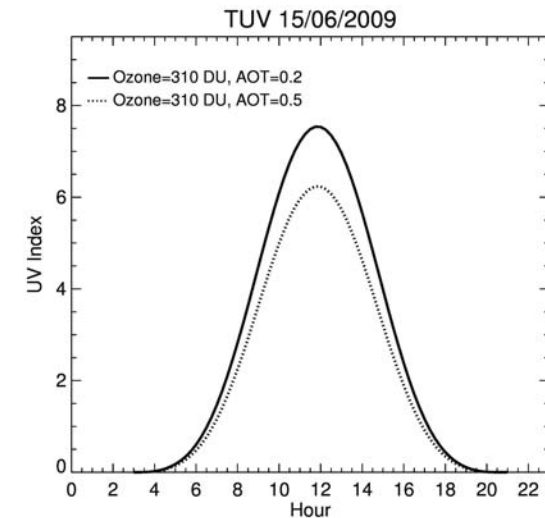
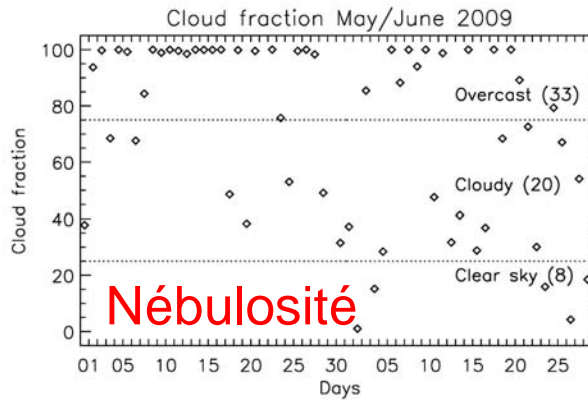
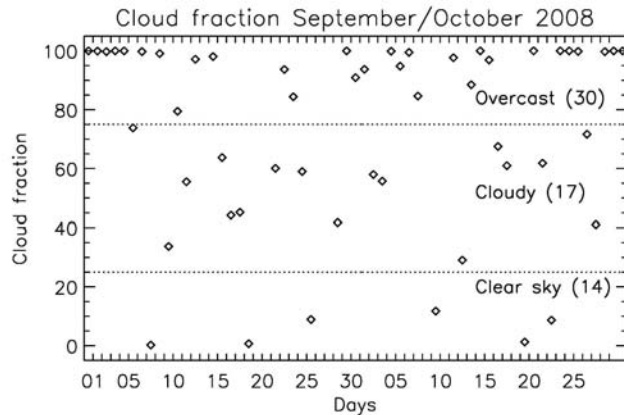


Campagnes RISC-UV1 et RISC-UV2

Evolution de l'indice UV pendant les campagnes RISC-UV1 et RISC-UV2 suivant les différents instruments

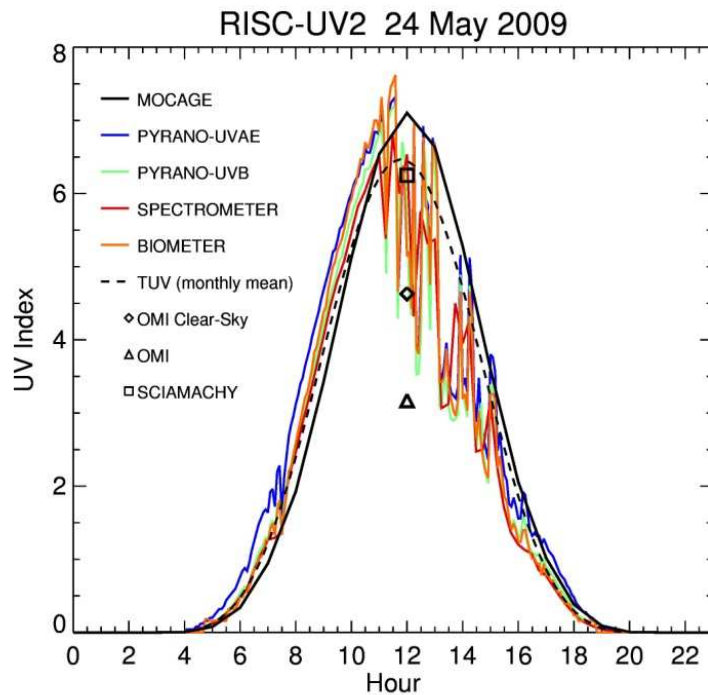


Variabilité des paramètres atmosphériques

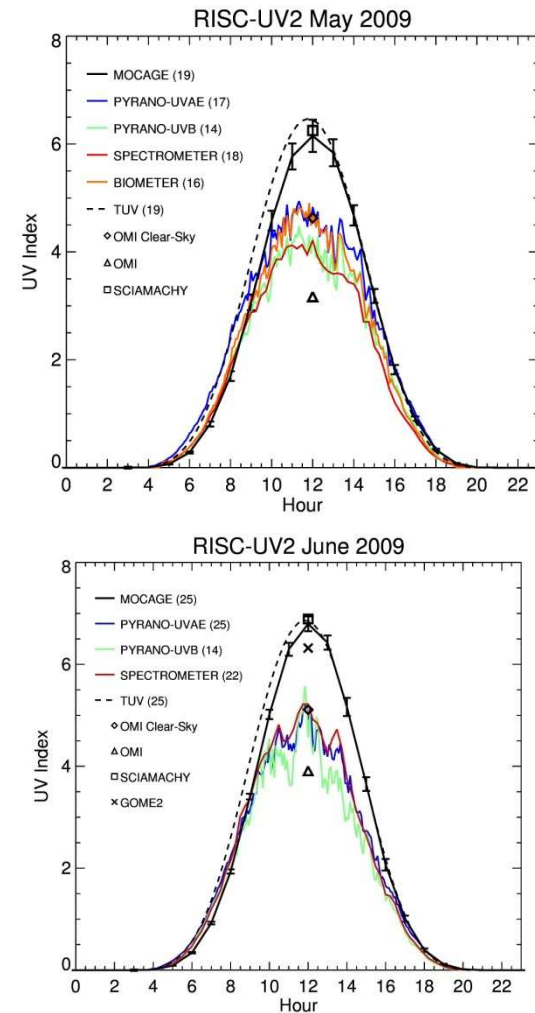


Variation diurne

Variation diurne de l'indice UV sur un jour

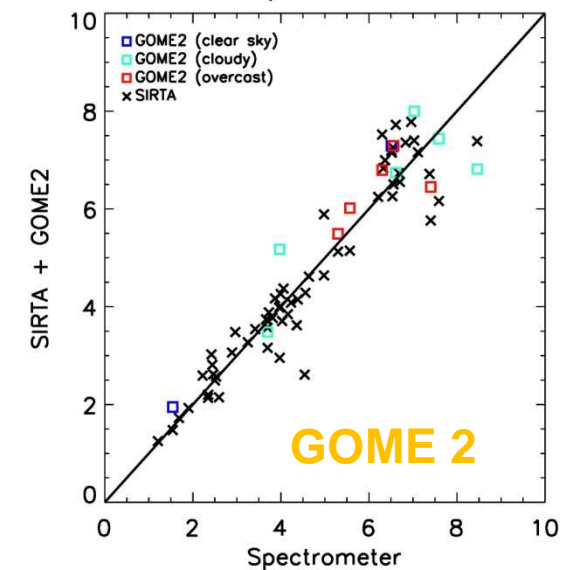
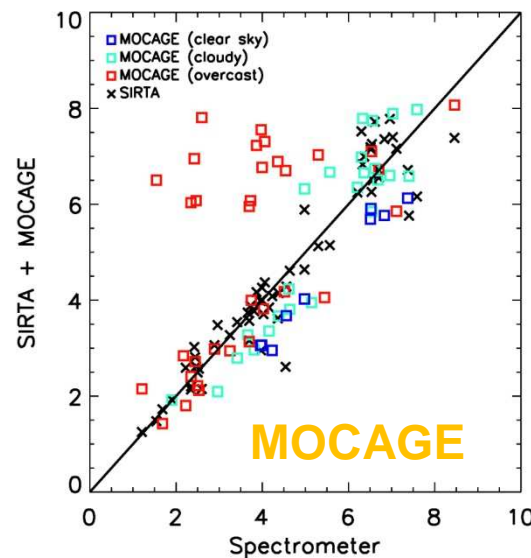
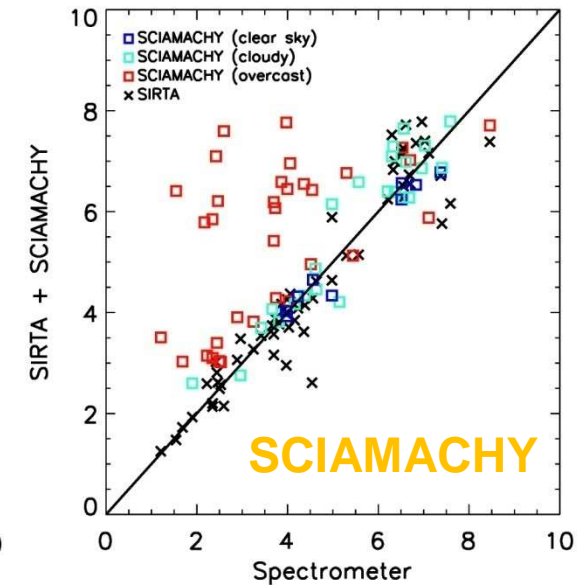
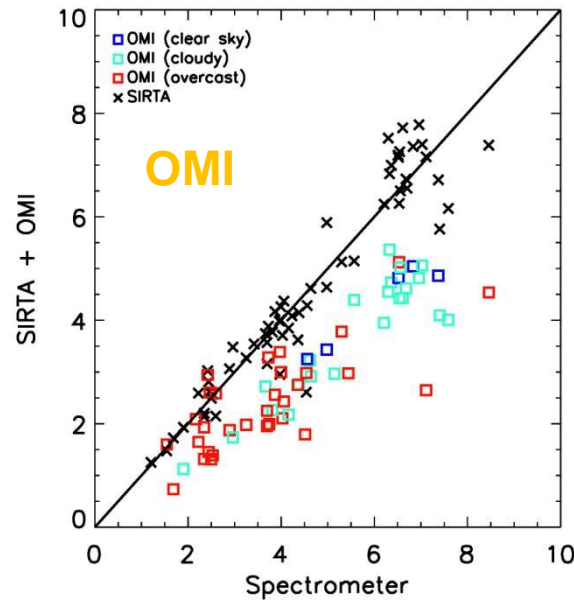
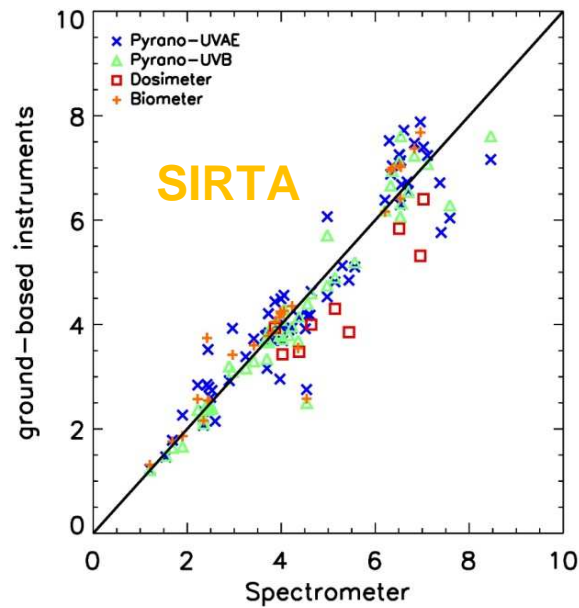


Variation diurne moyenne de l'indice UV pendant RISC-UV2



Comparaison des mesures

Classement des mesures suivant la nébulosité



Statistiques

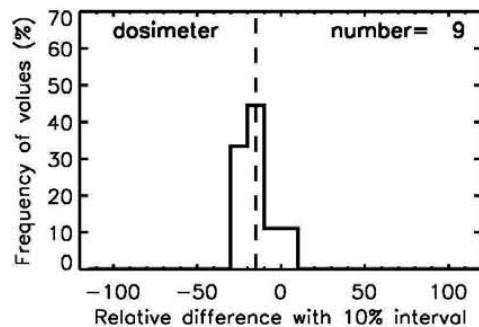
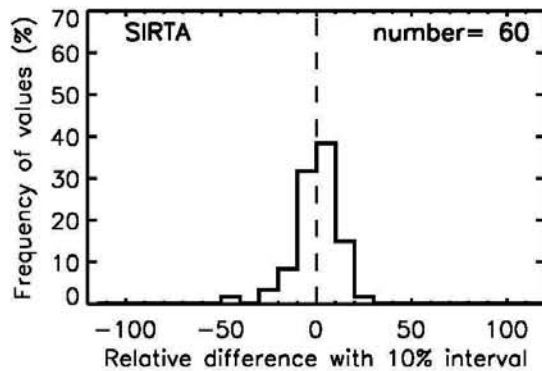
Différences moyennes et corrélation

Instruments	#	r	ρ	MEAN (UVT)	STD-DEV (UVT)	A	B	RMSD
Pyranometer UVAE	64	0.94	0.92	0.03	0.64	0.11	0.99	0.63
Pyranometer UVB	49	0.96	0.96	-0.1	0.47	-0.02	0.98	0.48
Biometer	28	0.96	0.91	0.15	0.56	-0.17	1.10	0.57
Dosimeter	09	0.91	0.80	-0.83	0.53	-0.35	0.94	0.96
SIRTA	60	0.95	0.93	-0.01	0.60	0.03	1.00	0.59
OMI Clear Sky	58	0.61	0.61	-0.40	1.43	1.21	0.56	1.47
OMI	58	0.88	0.86	-1.52	0.93	-0.22	0.71	1.78
SCIAMACHY	66	0.63	0.63	0.94	1.45	1.54	0.76	1.72
GOME2	13	0.91	0.79	0.18	0.79	0.49	0.95	0.78
MOCAGE	66	0.62	0.59	0.51	1.66	0.24	0.93	1.72

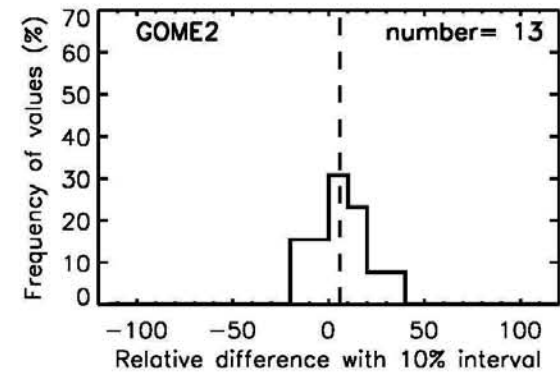
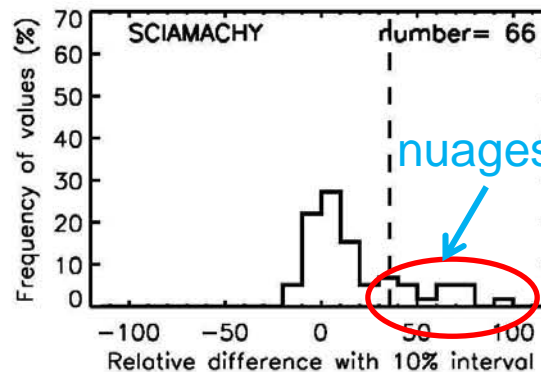
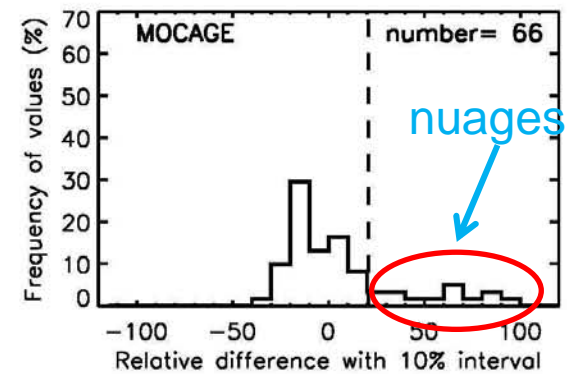
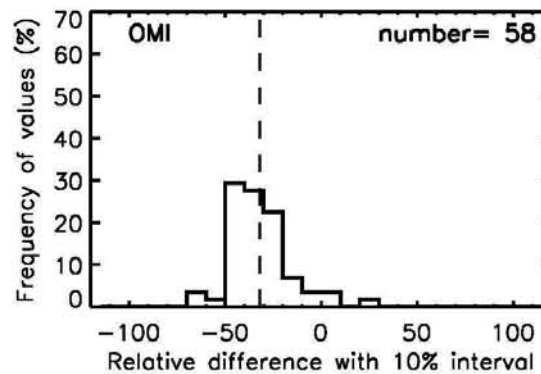
Comparaison des mesures

Histogramme des différences avec l'instrument de référence: RISC-UV1 et RISC-UV2

SIRTA

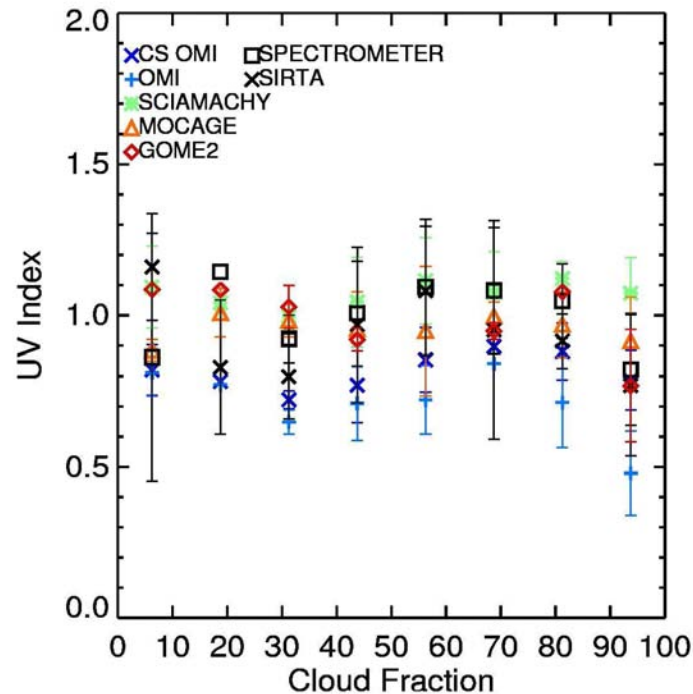


SATELLITE et MOCAGE



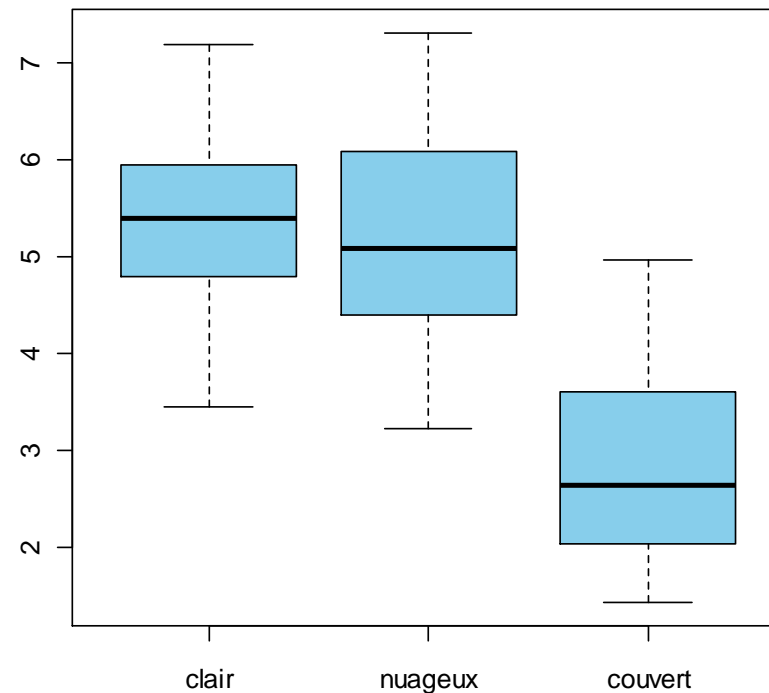
Effet des nuages

Rapport IUV / IUVciel clair en fonction de la nébulosité



Campagne RISC-UV2: analyse multivariée de l'IUV

Boxplot de l'IUV en fonction de la nébulosité (LW)



Conclusions

- En région parisienne, l'indice UV varie d'environ 1 à 8 au cours de l'année
- Bon accord des instruments sol bande large avec le spectromètre de référence, légère sous-estimation du dosimètre
- Mesures satellite:
 - OMI: sous-estimation importante ~ -1.5 IUV
 - SCIAMACHY: surestimation ~0.9 IUV, problème de prise en compte des nuages
 - GOME2: uniquement RISC-UV2, bon accord avec le spectromètre
- Modèle MOCAGE: sous-estimation en ciel clair, problème prise en compte des nuages
- Effet des nuages: Baisse effective de l'indice UV à partir d'une couverture nuageuse de ~70%