

Rayonnement UV et santé: Les projets RISC-UV / EREBUS

S. Godin-Beekmann, P. Saiag, E. Mahé



Projets RISC-UV et EREBUS

Collaboration de géophysiciens et médecins dermatologues pour évaluer la part relative des paramètres comportementaux et environnementaux sur l'augmentation des cancers cutanés.

Principales actions

- ✓ **Animation:** 3 colloques RISC-UV (2010, 2012, 2013)
- ✓ **Caractérisation du rayonnement UV:**
 - Cohérence entre les différentes mesures de l'indice UV (radiomètres individuels, instruments sol ou satellite).
 - Influence des paramètres atmosphériques: ozone, aérosols, nuages
- ✓ **Quantification de l'exposition aux UV** dans différents environnements géographiques et lien avec les études médicales.
- ✓ **Doses érythémateuses et vitamine D:** caractérisation en Ile de France, simulation de leur évolution au 21ème siècle avec les modèles de climat

Les principaux acteurs

Physiciens

S. Godin-Beekmann (LATMOS)

M. Haeffelin (SIRTA-IPSL)

M. De Paula Correa (U. Itajuba, Brésil)

A. Pazmiño (LATMOS)

F. Jégou (postdoc LATMOS)

J. Bardosa (SIRTA-IPSL)

C. Brognez (LOA)

V.-H. Peuch (Météo-France)

Médecins

E. Mahé (CH Argenteuil)

P. Saiag (UFR S. Santé, UVSQ)

M.F. de Maleyssie (UVSQ)

Epidémiologie

A. Beauchet (UVSQ)

P. Aegerter (UVSQ)

Plan

- Introduction sur les cancers de la peau
P. Saiag
- Quelques résultats des projets RISC-UV et EREBUS
S. Godin-Beekmann
- Le point de vue du clinicien
E. Mahé

Cancers de la peau: une épidémie?



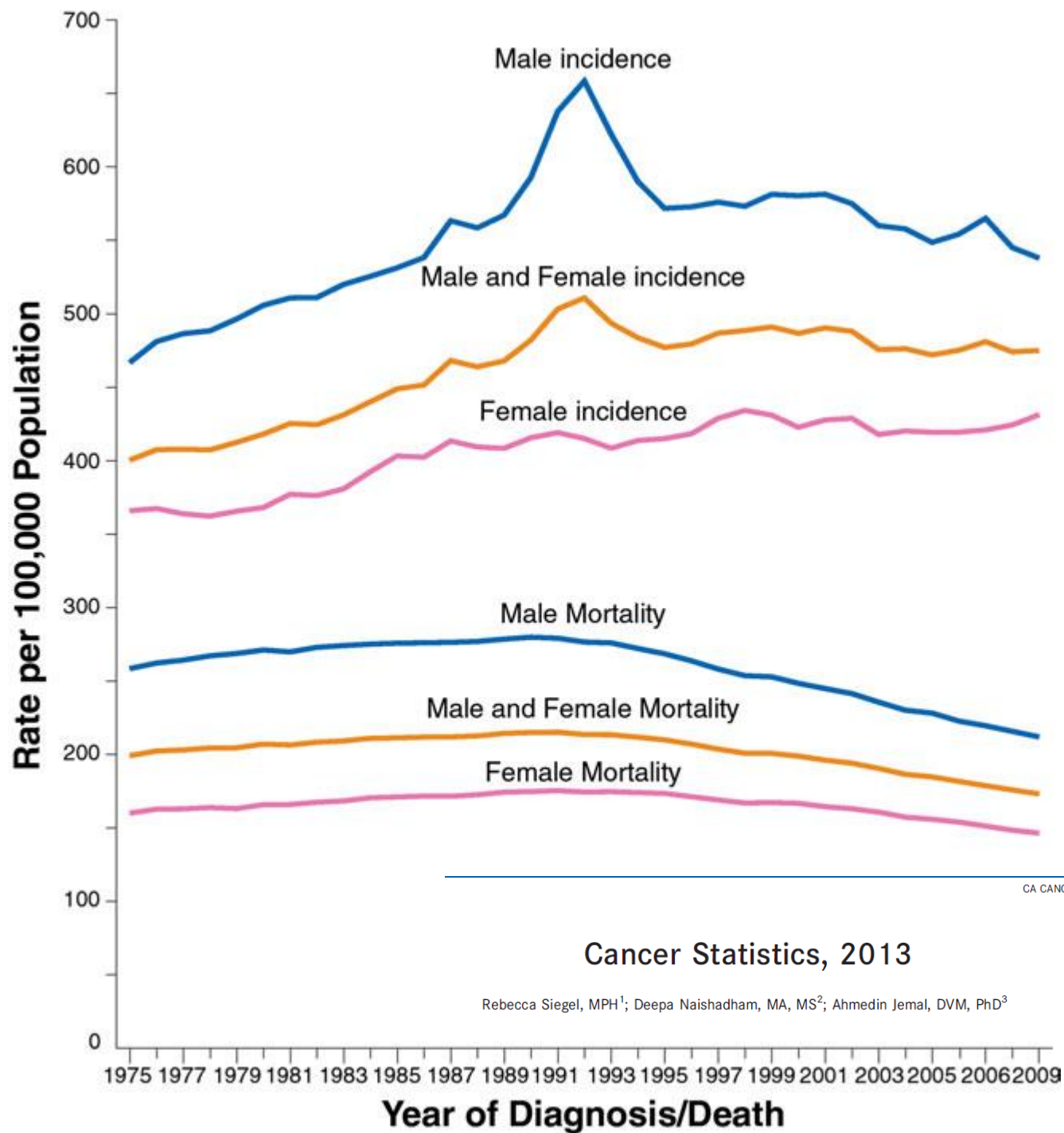
Pr. Philippe Saiag

UVSQ

Service de Dermatologie

Hôpital Ambroise Paré

92104 Boulogne/seine, France

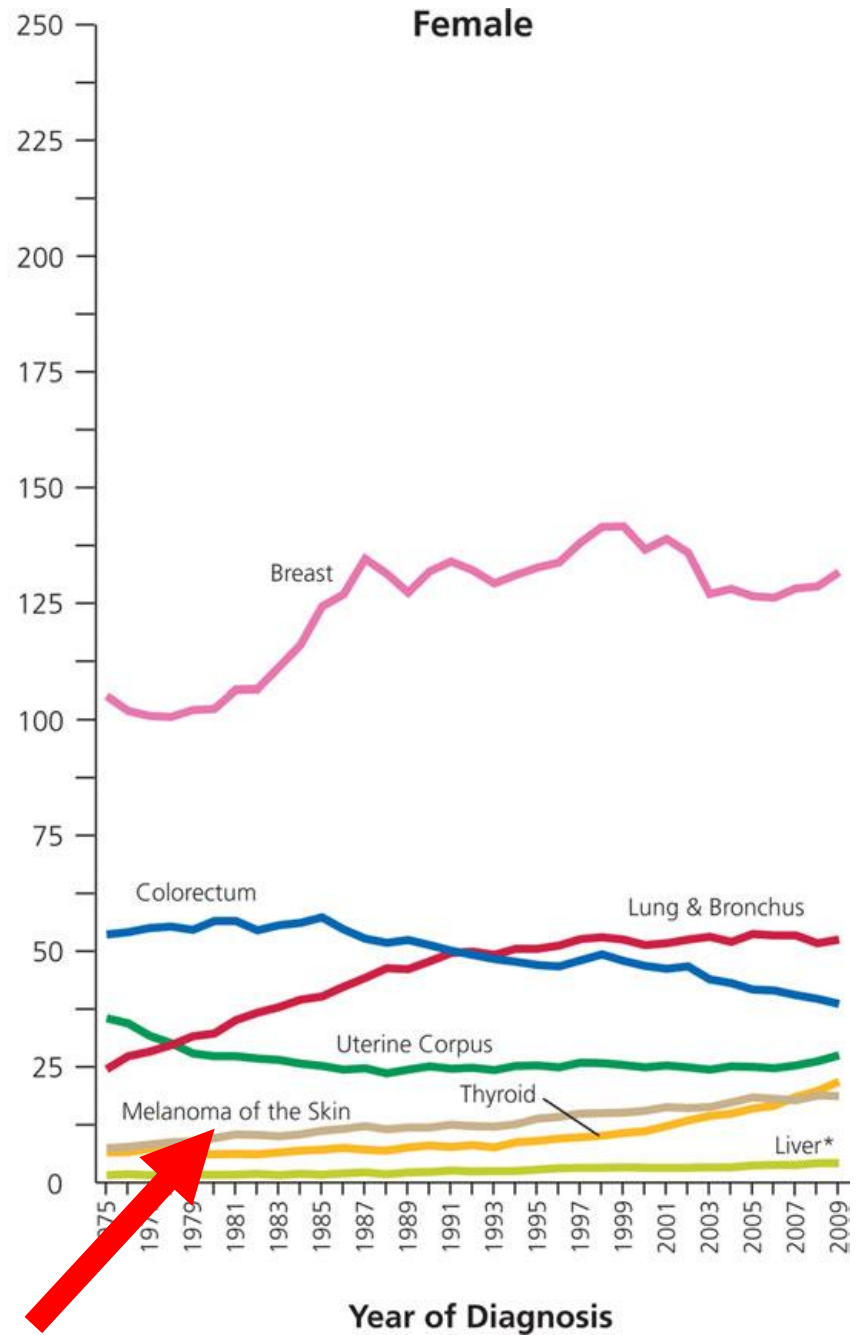
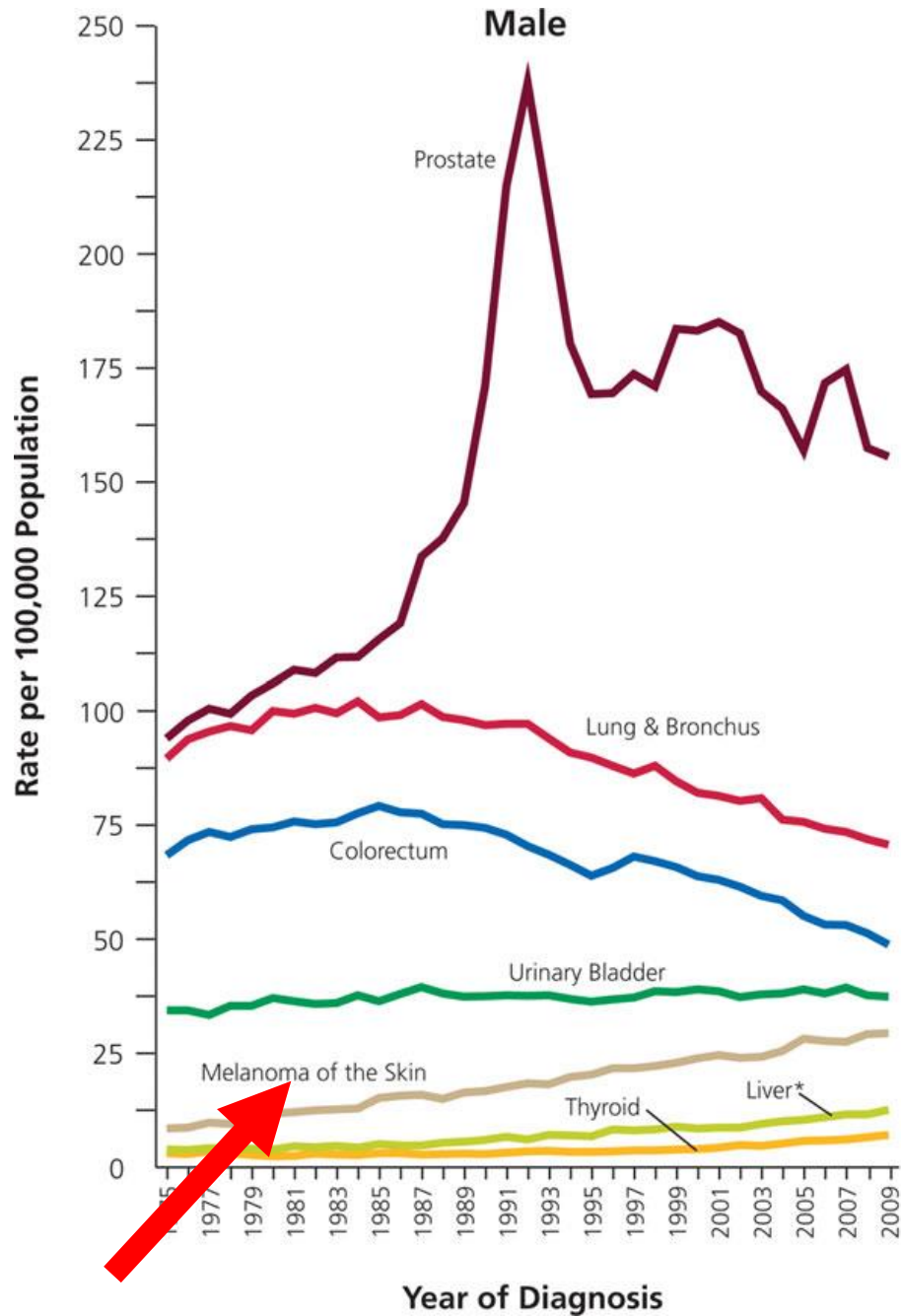


CA CANCER J CLIN 2013;63:11-30

Cancer Statistics, 2013

Rebecca Siegel, MPH¹; Deepa Naishadham, MA, MS²; Ahmedin Jemal, DVM, PhD³

Trends in Incidence Rates for Selected Cancers by Sex, United States, 1975 to 2009.



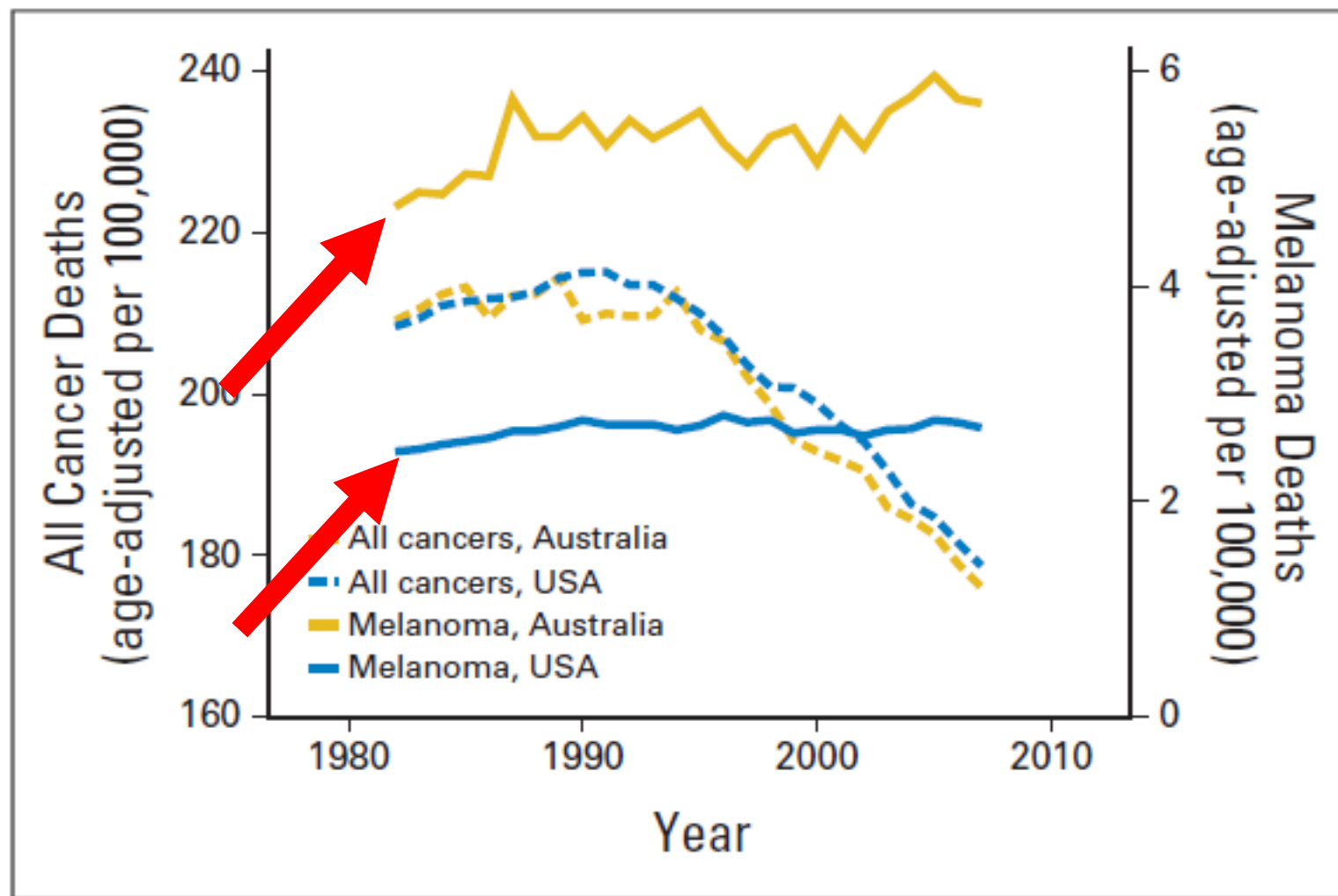
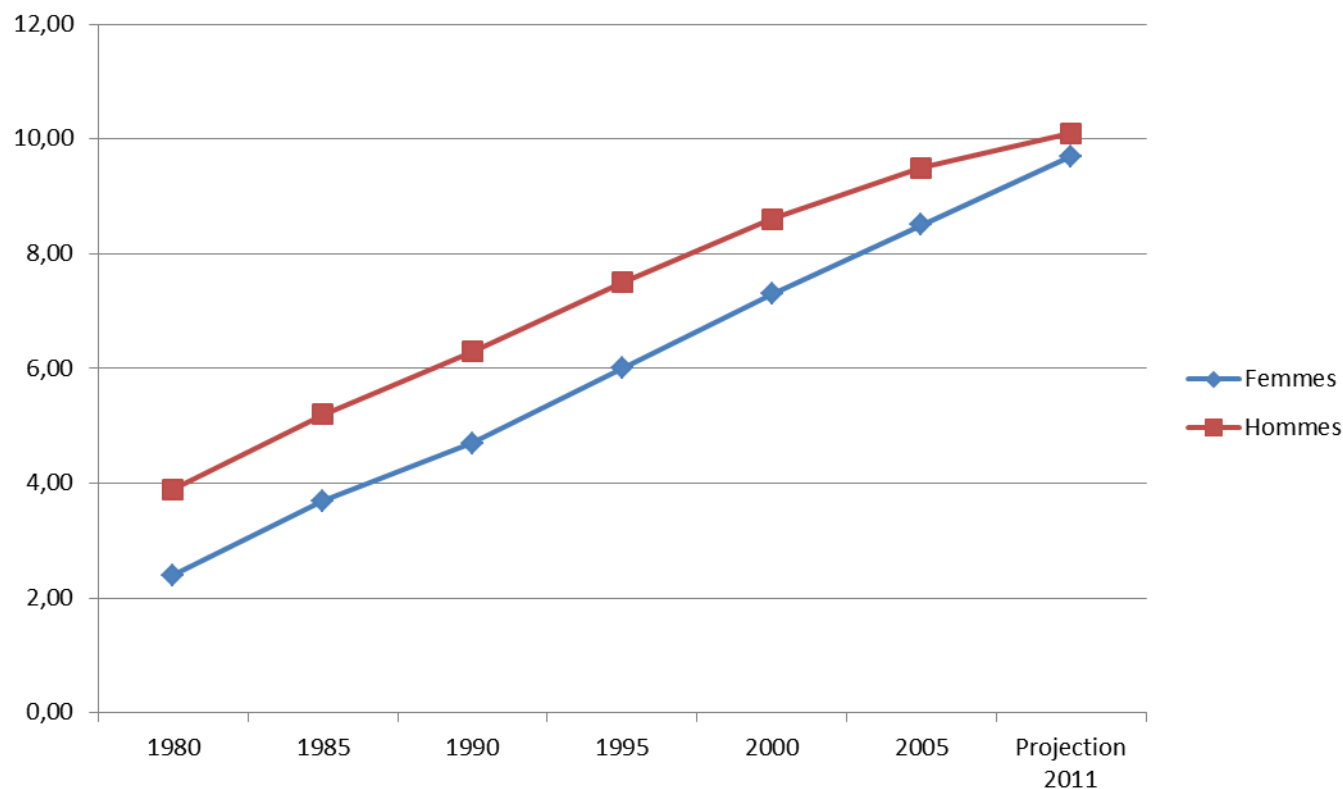


Fig 1. Age-adjusted total cancer and melanoma mortality in the United States (USA) and Australia, 1982 to 2007.^{2,2a}

Tendance temporelle de l'incidence du mélanome en France (taux standardisé monde estimé)

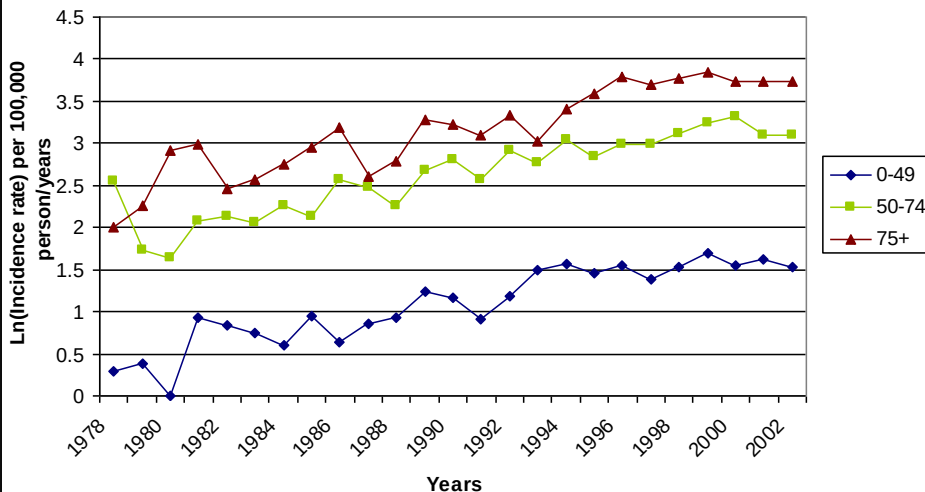


Pas d'inflexion:
tendance a une
récente diminution

Evolution de l'incidence en fonction de l'âge

Hommes

Evolution of the incidence of cutaneous melanoma among men in France over the period 1978-2002



Augmentation annuelle

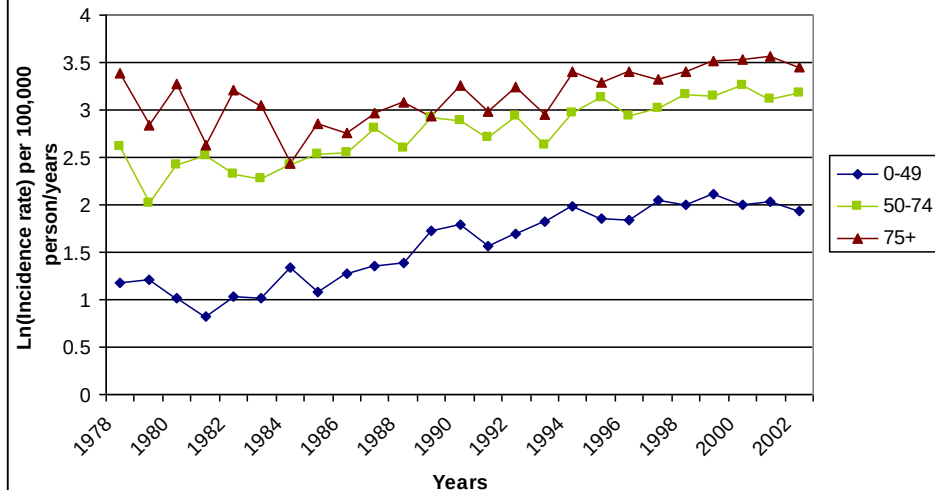
0-49: 7.1%

50-74: 4.5% !inflexion en 2000

75+: 5.9%

Femmes

Evolution of the incidence of cutaneous melanoma among women in France over the period 1978-2002



Augmentation annuelle

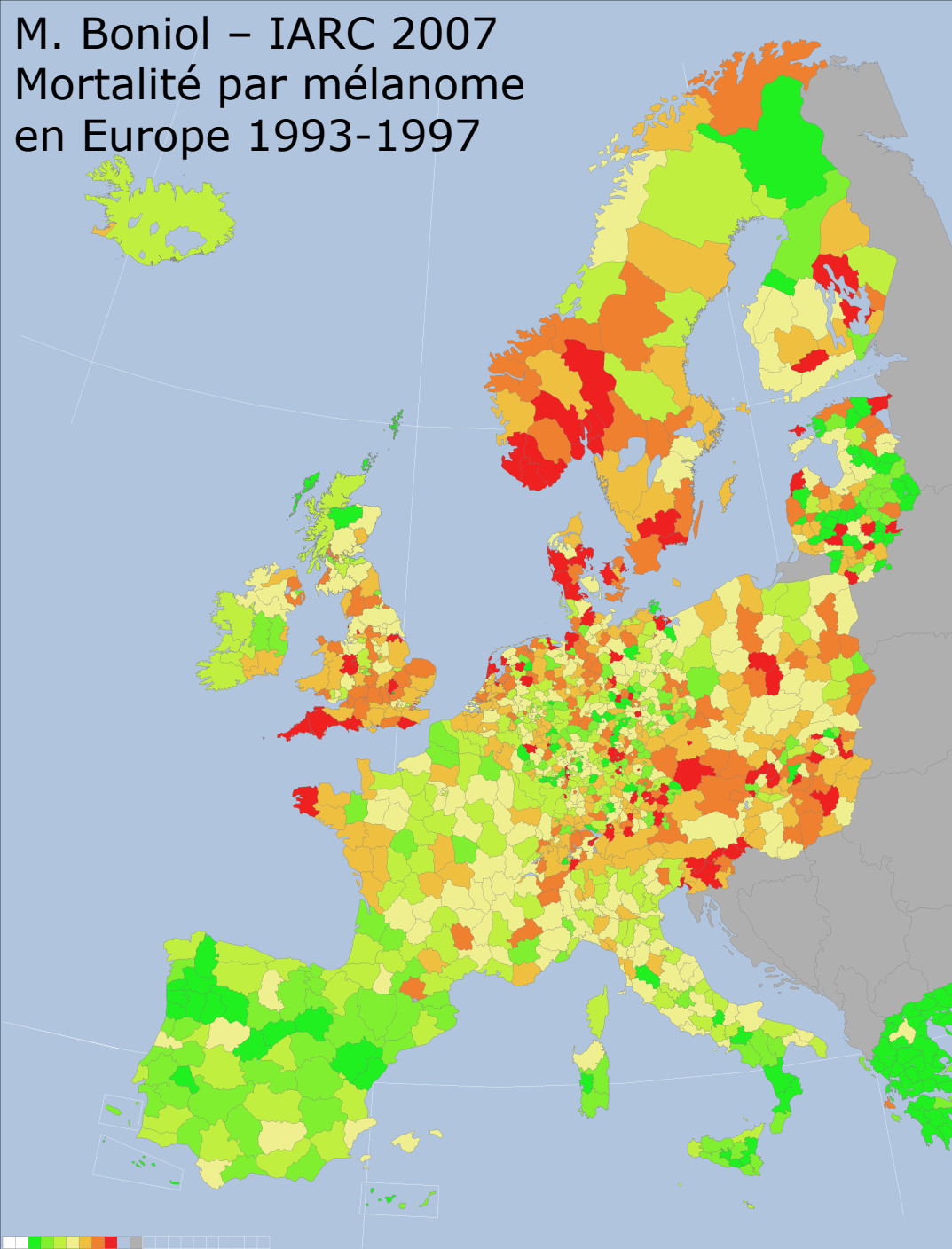
0-49: 5.1% !inflexion en 1999

50-74: 3.8%

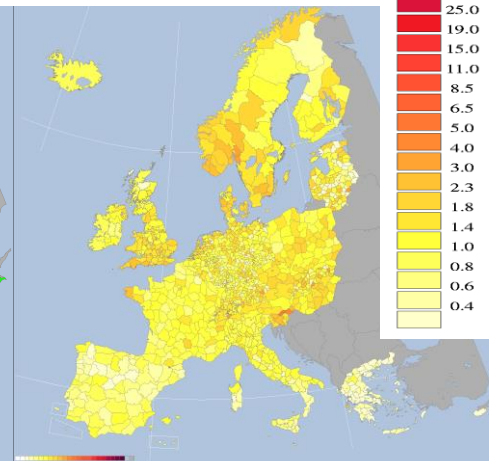
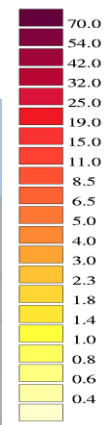
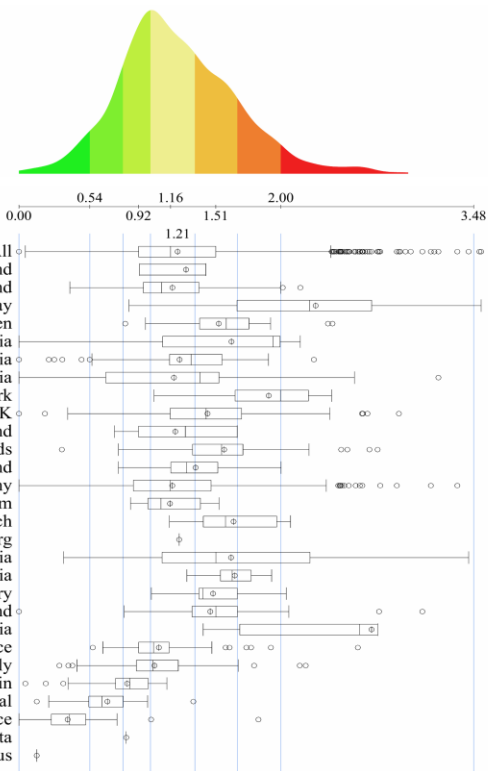
75+: 2.0%

M. Boniol – IARC 2007

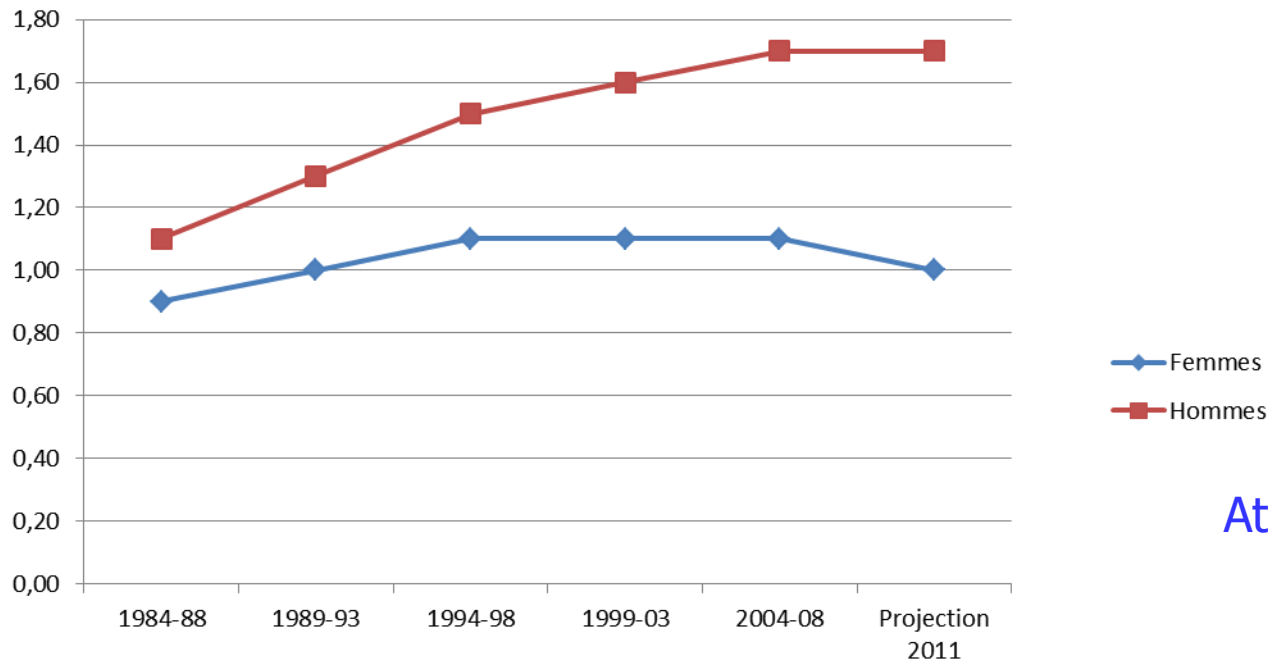
Mortalité par mélanome en Europe 1993-1997



Melanoma (ICD9 172), Females



Évolution de la mortalité observée (taux standardisé monde) par mélanome cutané selon le sexe de 1984-88 à 2004-08. Projections 2011



Attention à l'homme

Le mélanome n 'est pas le seul K des dermatologues

Carcinome baso-cellulaire (1 Français sur 4, rarement grave)

Carcinome spino-cellulaire (1 F sur 15, parfois grave)

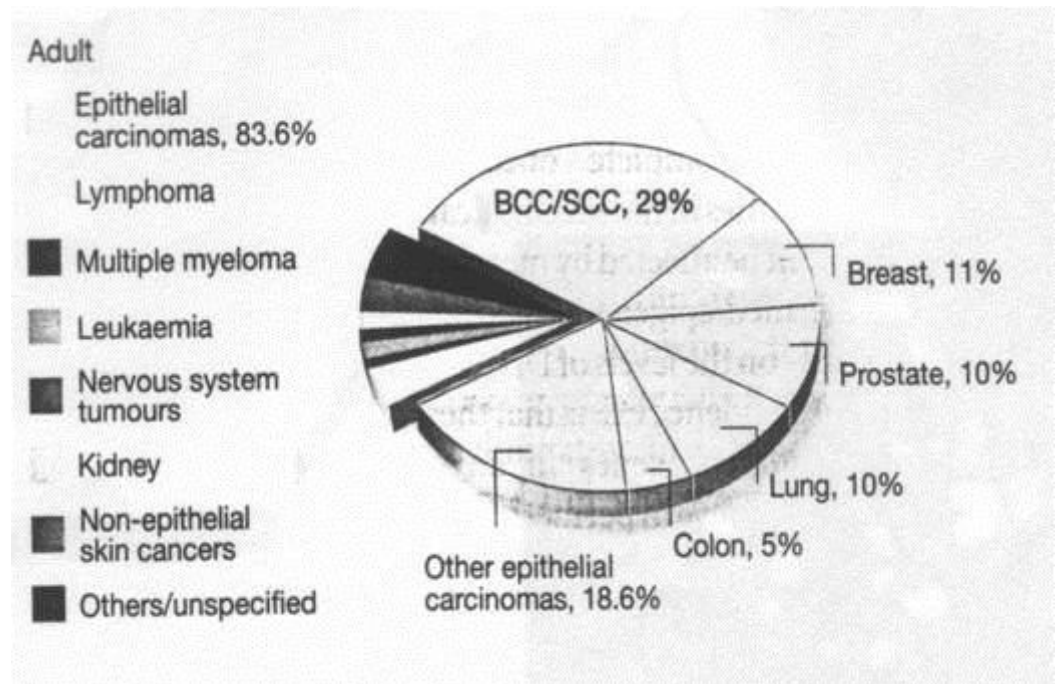
Tumeur de Merckel (Grave +++, mais rare)

Dermatofibrosarcome

Sarcome de Kaposi

Carcinomes à HPV oncogène

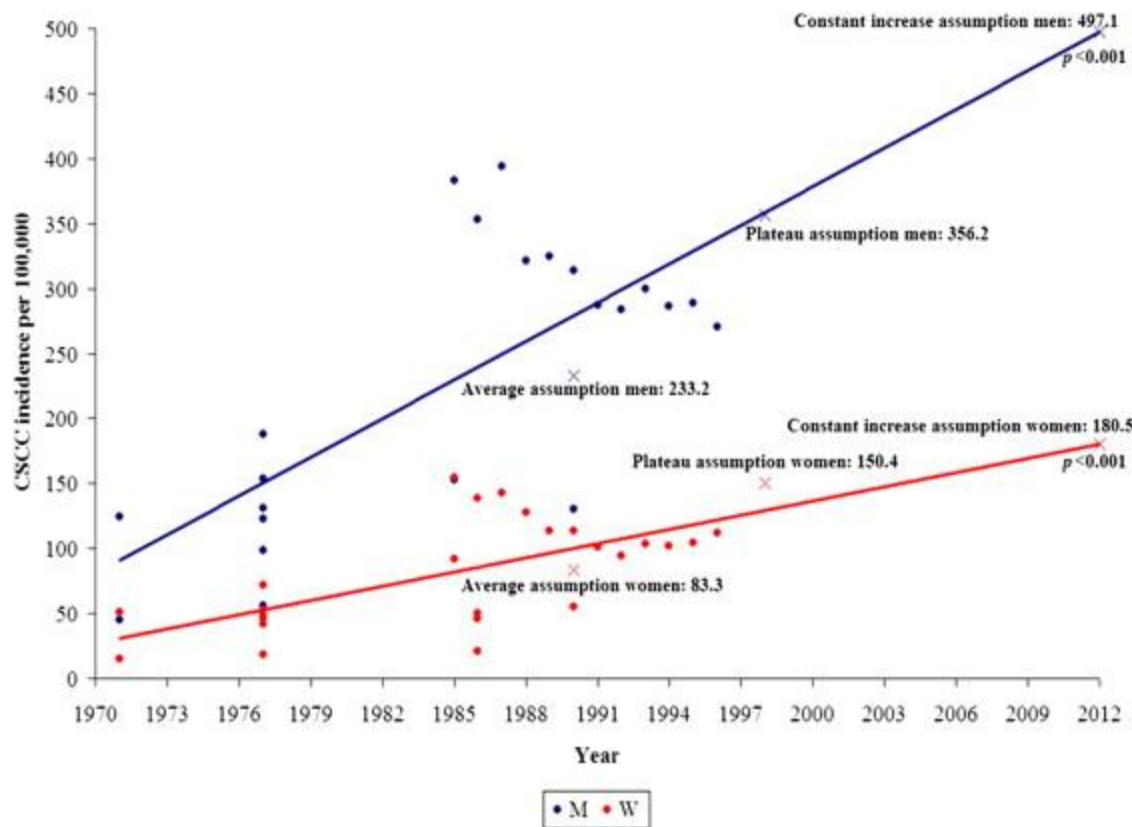
...



Pourcentage des cancers de l'adulte, y compris les spino et basocellulaires

Depinho RA. The age of cancer. Nature, 2000;408:248-54

USA: Increase in age-adjusted incidence of cutaneous squamous cell carcinoma in sun zone 2 by gender with average, plateau, and constant increase assumption incidence estimates



It is estimated that 186,157-419,543 whites were given a diagnosis of CSCC, 5604-12,572 developed nodal metastasis, and 3932-8791 died from CSCC in the United States in 2012.

Deaths from CSCC may be as common as deaths from melanoma.

J Am Acad Dermatol, 2013.

Radiations UV et cancers de la peau

L'exposition aux UV est clairement associée à

1. Mélanome (CMM)
2. Carcinome spino-cellulaire (SCC)
3. Carcinome baso-cellulaire (BCC)
4. Cataracte corticale
5. Vieillissement cutané

Les kératoses actiniques sont également liées à UV
Sont des carcinomes in situ qui évoluent rarement
vers l'invasion. Prévalence

- 15% des hommes, 6% des femmes UK, 11-26% aux USA
- 55% des hommes et 37% des femmes en

Facteurs influençant ces problèmes



Quantité d'UV produite

Transmittance dans l'atmosphère (ozone, nuage, aerosols)
Latitude et altitude, saison, horaire, surface type

UV index

Comportement des populations

- Vacances au soleil
- Loisirs à l'extérieur
- Travail à l'extérieur
- Type et temps d'exposition solaire
- Habitudes vestimentaires
- Degré de photoprotection (crèmes, vêtements)

Doses annuelles UV

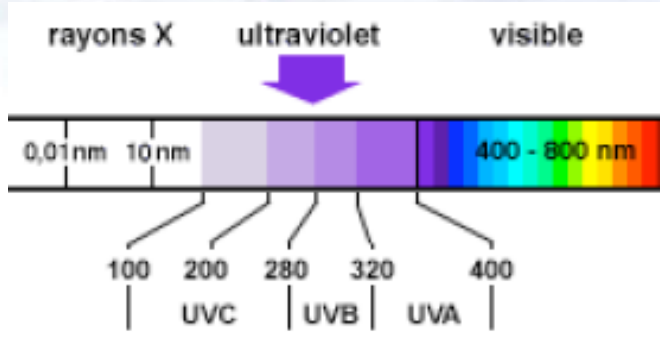
Espérance de vie

Doses cumulées d'UV

Détection améliorée, reporting plus fidèle

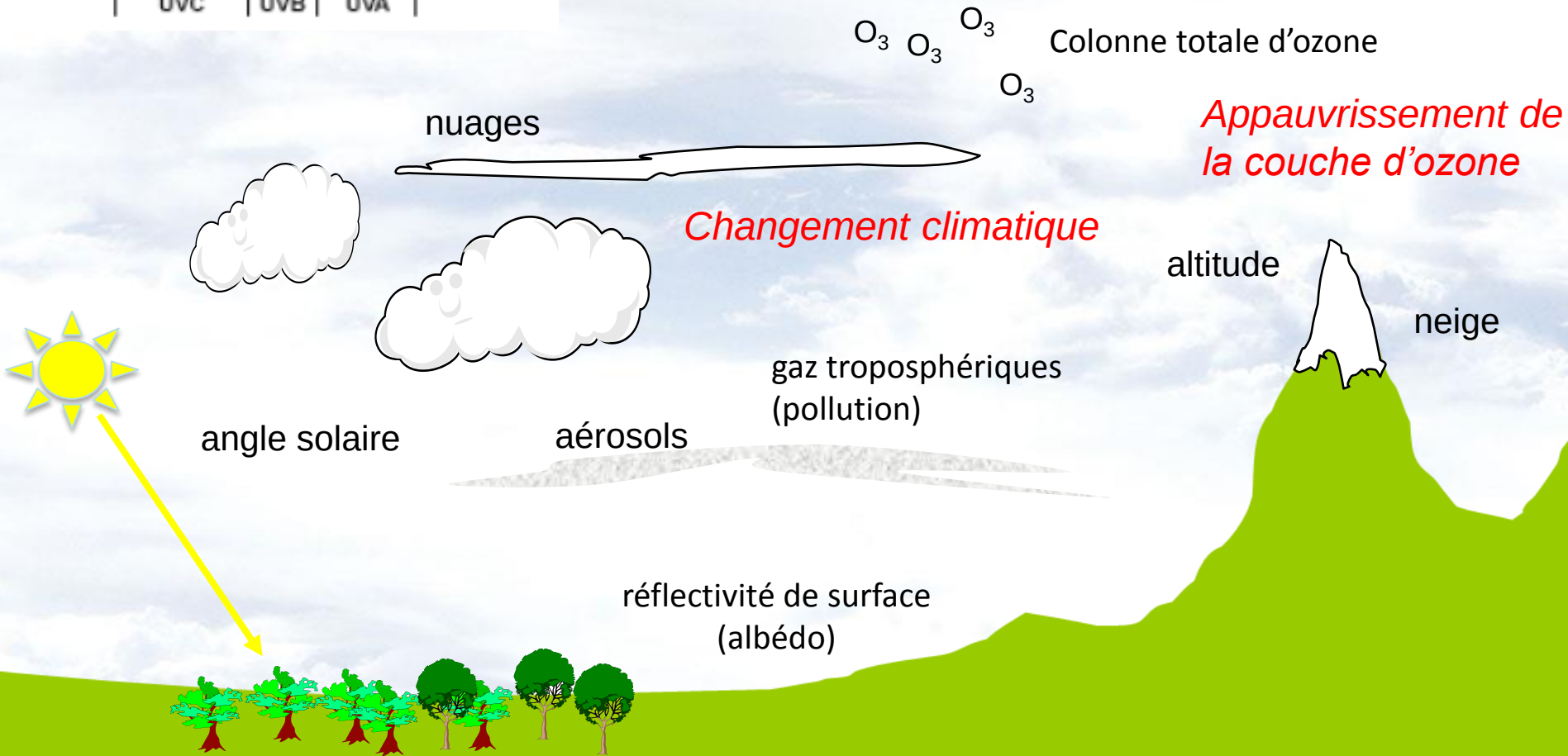
Incidence croissante des pathologies liées aux UV

Le rayonnement ultraviolet



Rayonnement UV de surface:
UVA: 98%, UVB 2%

Modulation du rayonnement UV

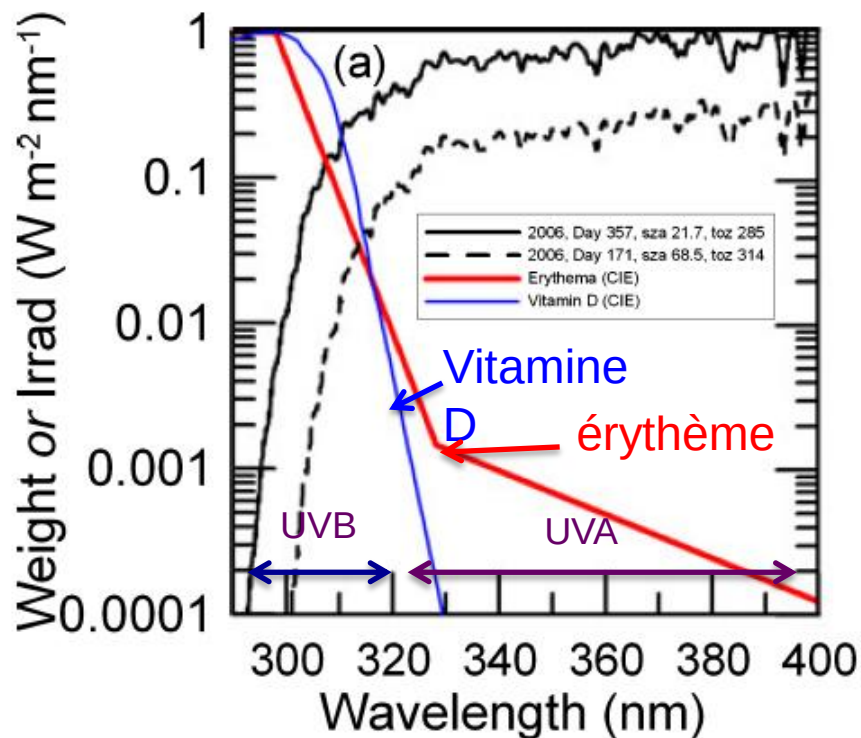


Rayonnement UV : doses biologiques

Spectres d'actions érythème et vitamine D

UV-A : 320 – 400 nm

UV-B : 280 – 320 nm



Irradiance pondérée :

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

$$S_{vitD} = \int I(\lambda) w_{vitD}(\lambda) d\lambda$$

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

Doses cumulées :

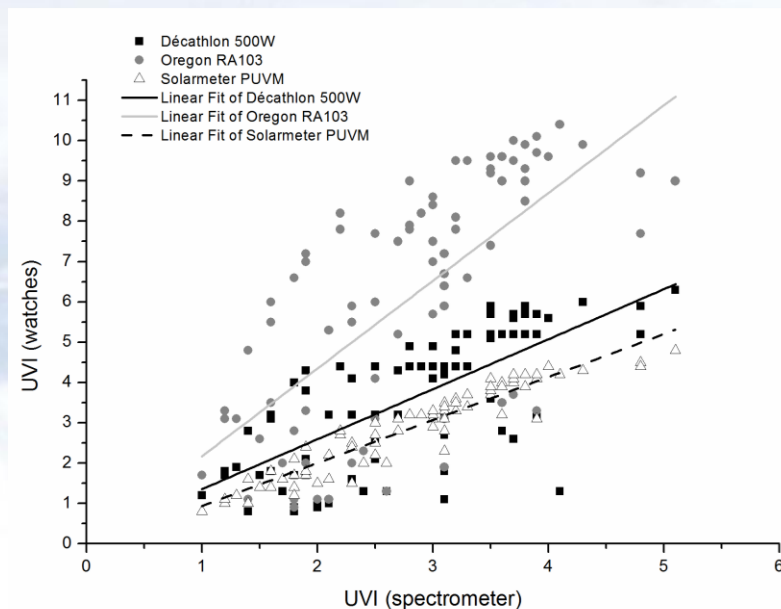
$$D_c = \int_{\text{temps}} S_x dt$$

$$x = ery, vitD$$

Campagnes RISC-UV

- Campagnes de mesures RISC-UV1 (automne 2008) et RISC-UV2 (printemps 2009)
- Installation d'instruments de mesure du rayonnement UV au SIRTa (Palaiseau) en 2008 -> mesures longue durée
- 3 types de mesure: instruments satellite, instruments sol et dosimètres personnels
- Un instrument de référence: le spectrophotomètre du LOA utilisé pour l'étude des tendances à long terme de l'UV (PI: C. Brogniez)
- Mesures des paramètres annexes influençant le rayonnement UV au sol: contenu intégré d'ozone (spectromètre SAOZ), aérosols, couverture nuageuse

Test d'instruments commerciaux



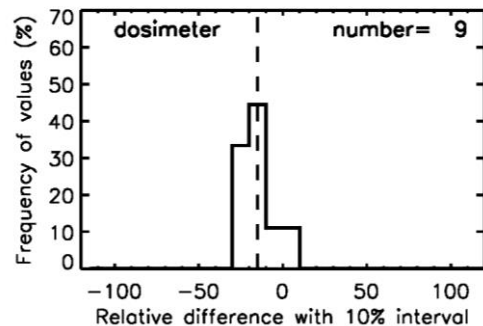
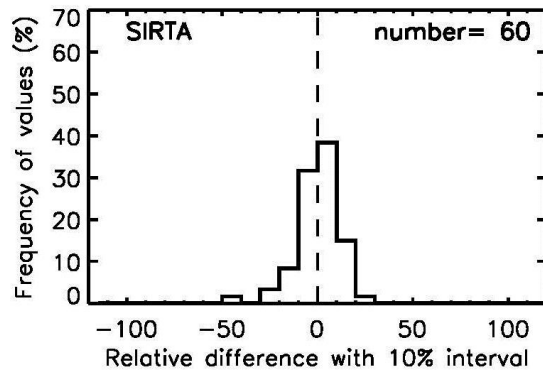
Forte surestimation de certains appareils – quelques sous-estimations:
manque de fiabilité

Correa MP et al., Photochemical & Photobiological Sciences, 2010

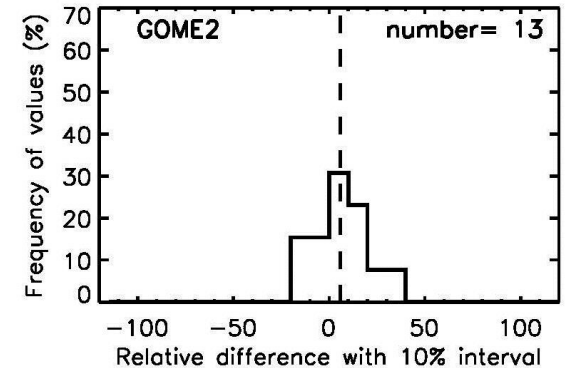
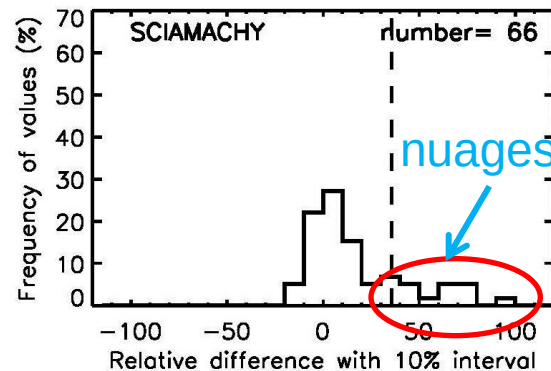
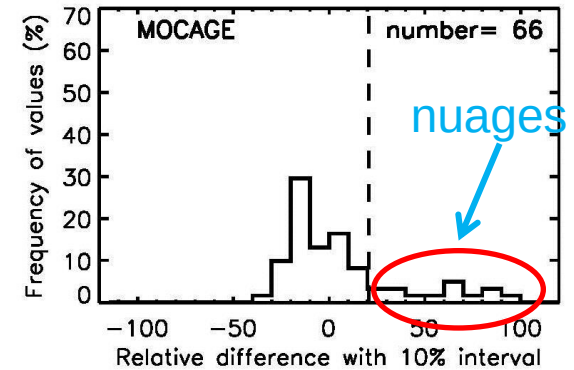
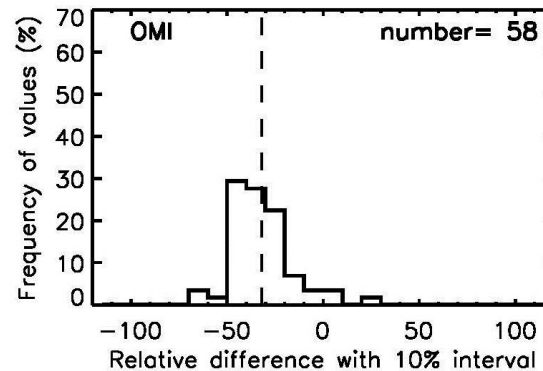
Comparaison: mesures et simulations

Histogramme des différences avec le spectrophotomètre UV du LOA (instrument de référence), campagnes RISC-UV

SIRTA



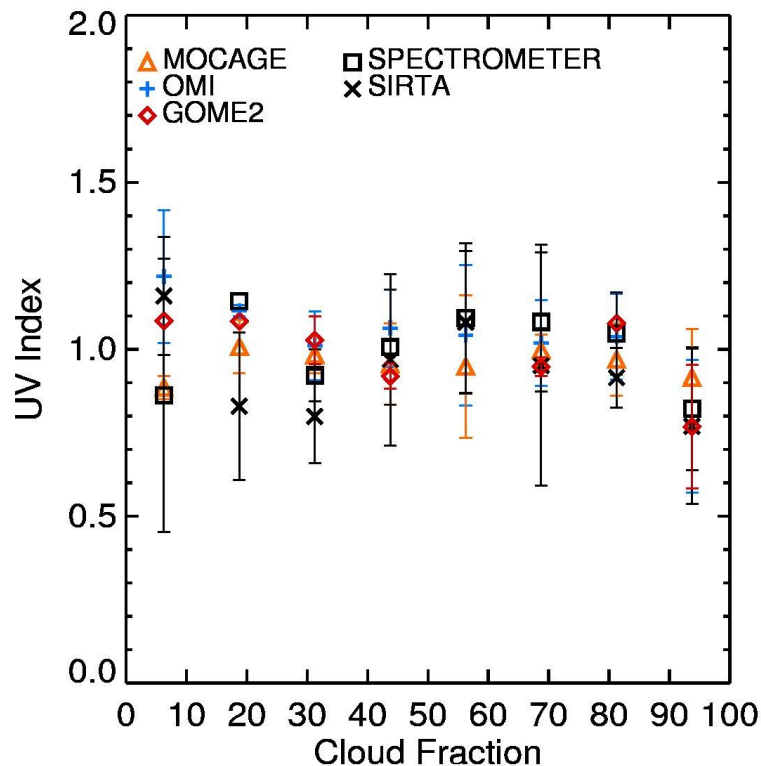
SATELLITE et MOCAGE (MF)



Effet des nuages

CMF: Cloud modulation Factor:

Rapport IUV / IUVciel clair en fonction de la nébulosité

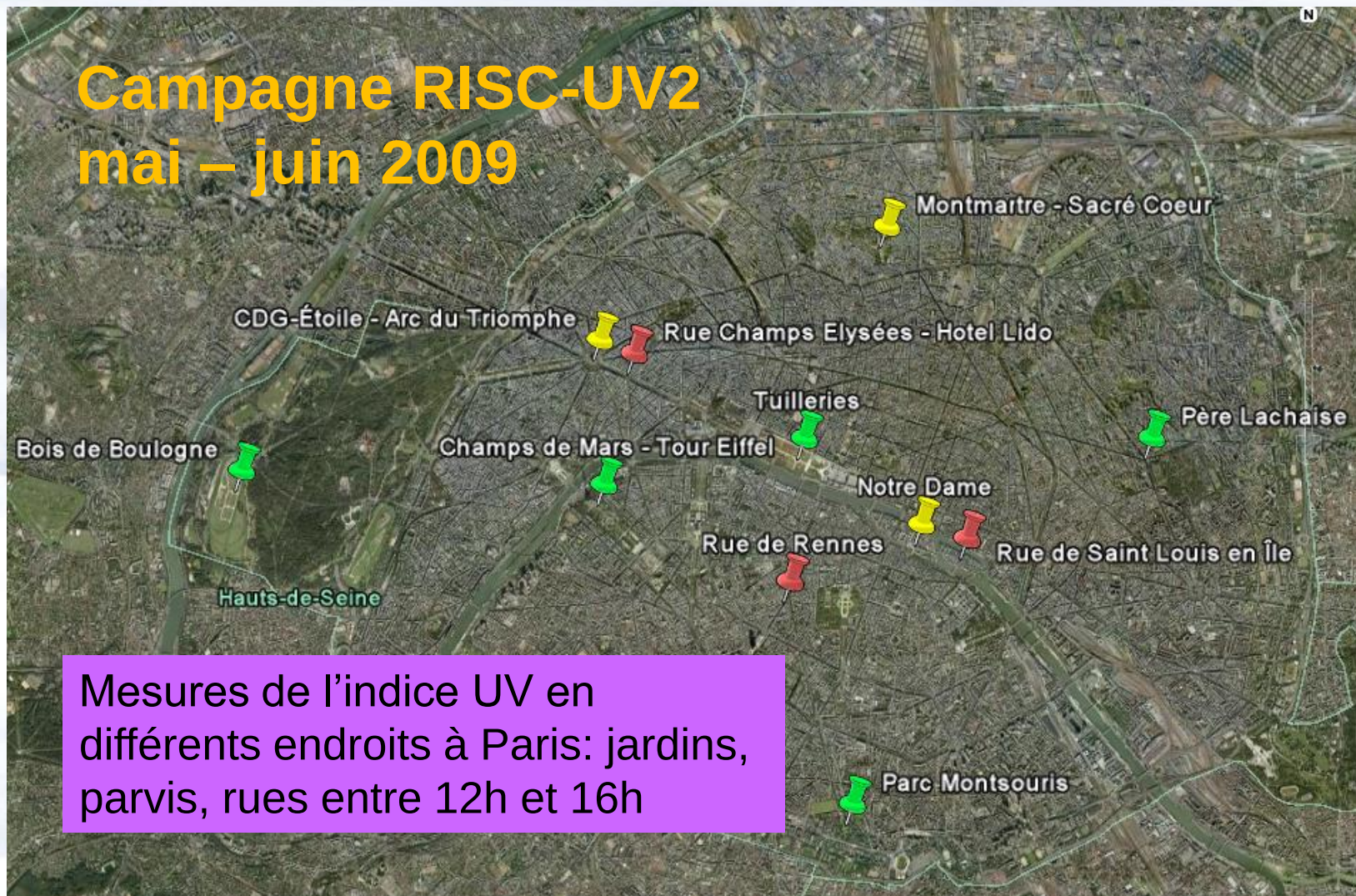


- Baisse de l'IUV à partir de 70% de fraction de couverture nuageuse
- Effet d'amplification selon certains types de nuages (nuages très fractionnés)

Jégou et al., *Validity of satellite measurements used for the monitoring of UV radiation risk on health*, *Atm. Chem. Phys.*, 2012

Quantification exposition UV

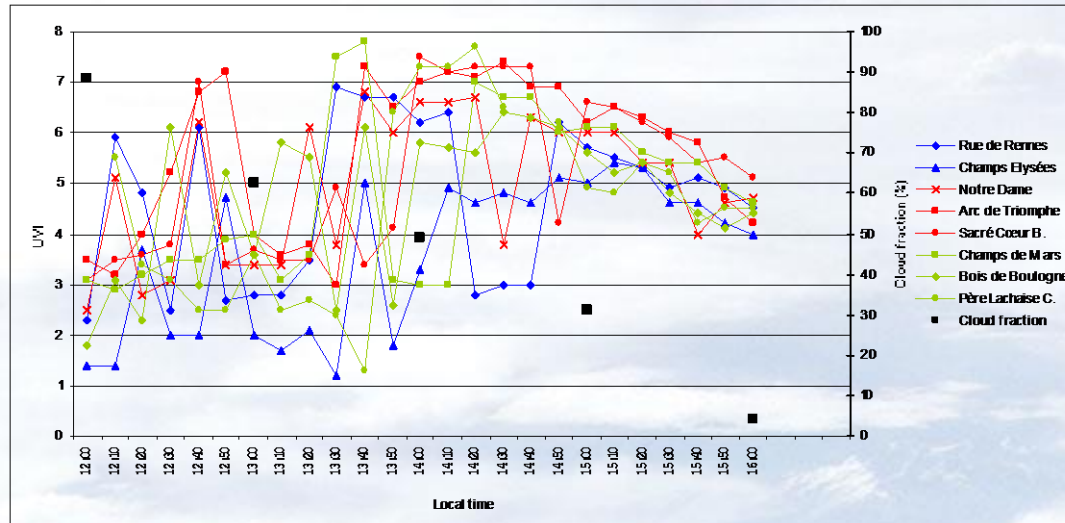
**Campagne RISC-UV2
mai – juin 2009**



Mesures de l'indice UV en
différents endroits à Paris: jardins,
parvis, rues entre 12h et 16h

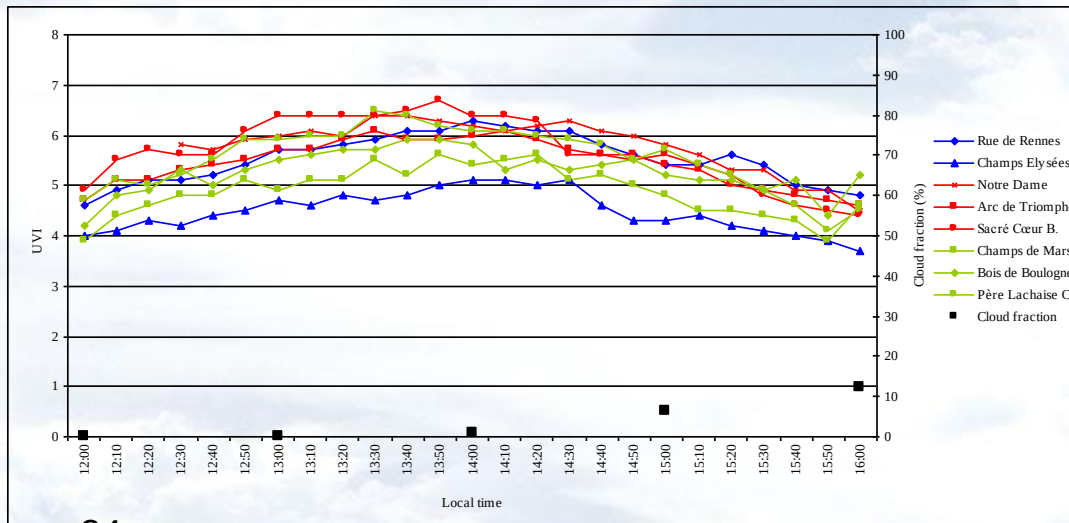
Indices UV

- 4 jours de mesure avec volontaires : Indices UV



UVI 1-2 : faible
3-5: moyen
6-7: fort
8-10: très fort
>11: extrême

29 mai 2009

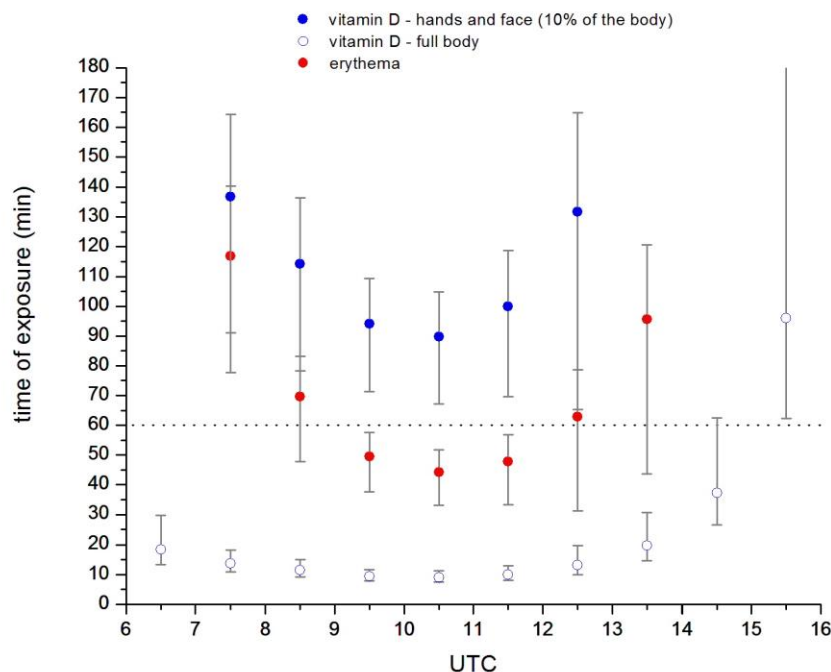


2 juin 2009

Erythème et vitamine D

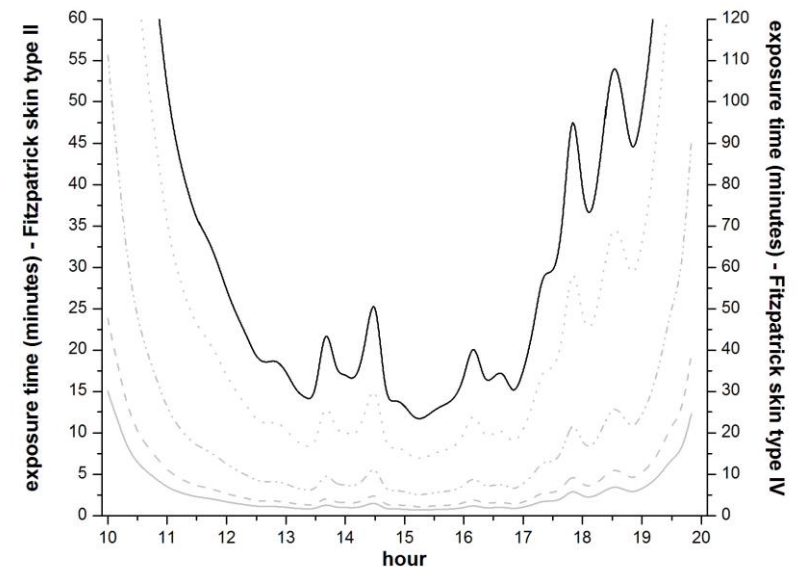
Temps nécessaire pour synthétiser 1000 UI de vitamine D et pour développer un érythème

Paris: Sept. – Oct. 2008



Campagne RISC-UV1

Brésil: Journée d'hiver à Sao Paulo



erythème —

vitamine D (partie du corps exposée):

visage et mains ---

visage, mains et bras -.-

visage, mains, bras et jambes — —

integral —

Correa and Ceballos, 2010

Simulations Doses UV au 21^{ème} siècle

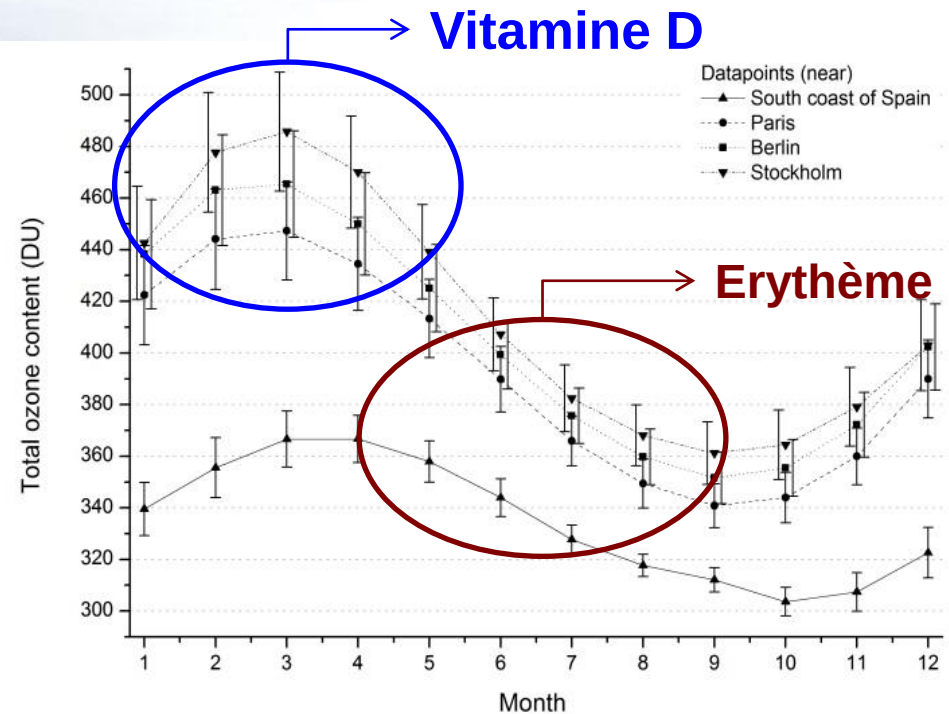
Climatologies doses UV **érythémateuses** et pour la **synthèse de vitamine D**: 1980 – 2100 à partir des différents scenarios de l'IPCC.

- Modèle radiatif utilisant les simulations du modèle IPSL-CM5 ESM
- Données d'entrées:
 - **Aérosols** (*od550aer*)
 - **Nuages** (*clt*) → clear-sky calculations!
 - **Contenu d'ozone**

Périodes d'intérêt:

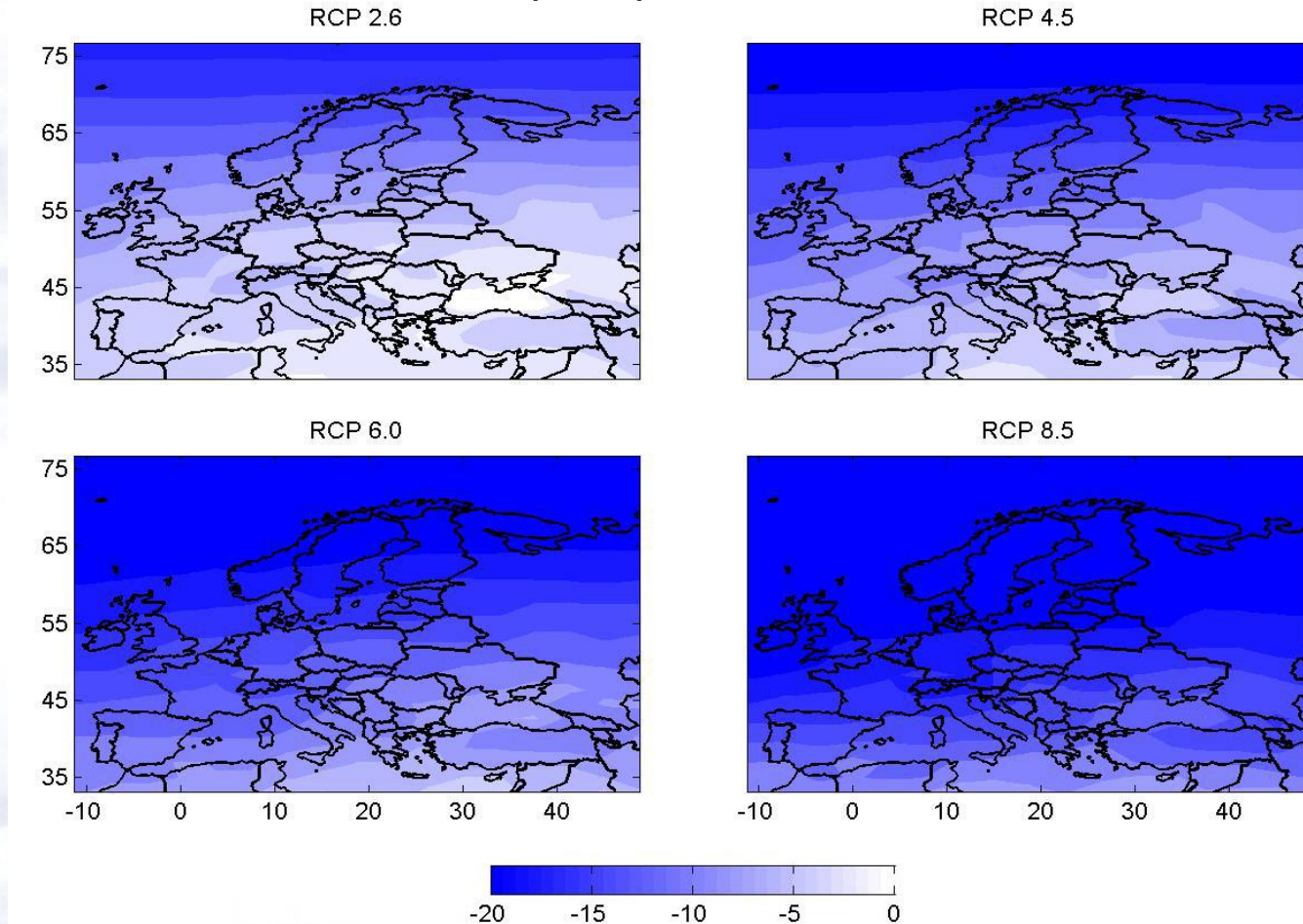
Hiver-printemps pour la vitamine D

Été pour l'érythème



Dose de Vitamine D au printemps

Doses quotidiennes d'UV pour la synthèse de vitamine D pendant le printemps: Différences relatives entre la période 2051-2100 et les données actuelles sous différentes conditions (RCP) d'aérosols.



Prévisions pour la fin du siècle

Si on ne considère que **l'effet de l'ozone**:

La reconstitution de la couche d'ozone diminue le R-UV

E-UVR →



2% RCP 2.6 (4% printemps)



8% RCP 8.5 (10% printemps)

D-UVR →

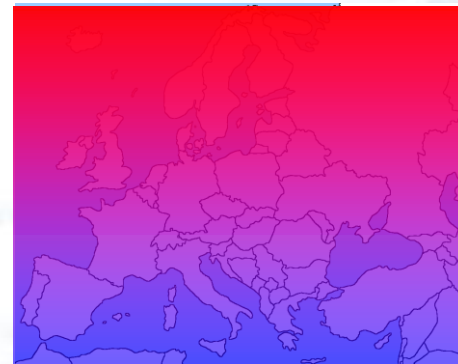


4% RCP 2.6 (10% printemps)



16% RCP 8.5 (20% printemps)

Les atténuations des doses
augmentent vers les latitudes plus
élevées



Prévisions pour la fin du siècle

Si on considère les effets **de l'ozone** et **des aérosols**

E-UVR



2 et 3% RCP 2.6 (pendant l'été et l'automne)



5 et 3% RCP 8.5 (pendant l'été et l'automne)

D-UVR



5 et 7% RCP 2.6 (pendant le printemps et l'hiver)



18 et 16% RCP 8.5 (pendant le printemps et l'hiver)

Dans les scénarios moins favorables, l'augmentation de l'ozone au printemps et pendant l'hiver peut nuire la synthèse de la vitamine D chez les êtres humains et par conséquent des périodes plus longues d'exposition peuvent être nécessaires.

Corrêa M. P., et al., Projected changes in clear-sky erythemal and vitamin D effective UV doses for Europe over the period 2006 to 2100, Photochemical & Photobiological Sciences, 12 (6), 1053-1064, 2013, doi: 10.1039/C3PP50024A

Projet GIS Climat RISC-UV/EREBUS

Changement climatique et risques du rayonnement UV

Le clinicien

Mahé Emmanuel

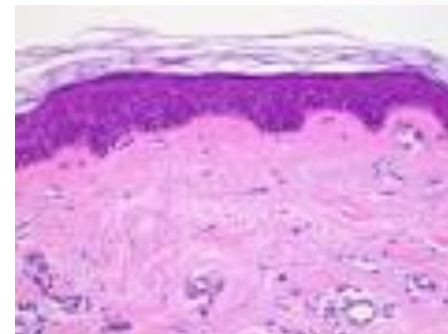
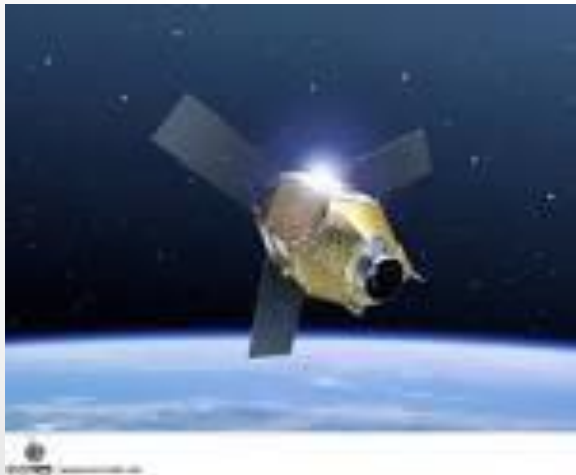
Service de Dermatologie
Hôpital Victor Dupouy, Argenteuil



« Risc-UV »

- Plusieurs projets
 - Risc-UV 1, 2, 3, 4
 - Expo-UV 1, 2, 3
 - Ecran
 - Erebus
 - Solado
 - MTOM
- Aventure humaine
- Aventure scientifique

« Un pessimiste voit la difficulté dans chaque opportunité,
un optimiste voit l'opportunité dans chaque difficulté »



L'aventure humaine

- Dermatologues

- **P Sayag**
- MF de Maleissye
- F Fay-Chatelard
- C Sin

- Santé Publique

- **A Beauchet**
- P Aegerter
- S Bruant

- « Politiques »

- I Vouldoukis

- Physiciens

- **S Godin-Beekmann**
- **M de Paula Correa**
- **M Haeffelin**
- F Jegou
- A Pazmino
- J Badosa

- 20 investigateurs Risc-UV

Risc-UV

Physiciens

- Identification de capteurs
- Impact de l'environnement sur mesures physiques humaines
- Vitamine D / DEM
- Modèles satellitaires
- Impact du changement climatique sur DEM et VitD

Expo-UV 1

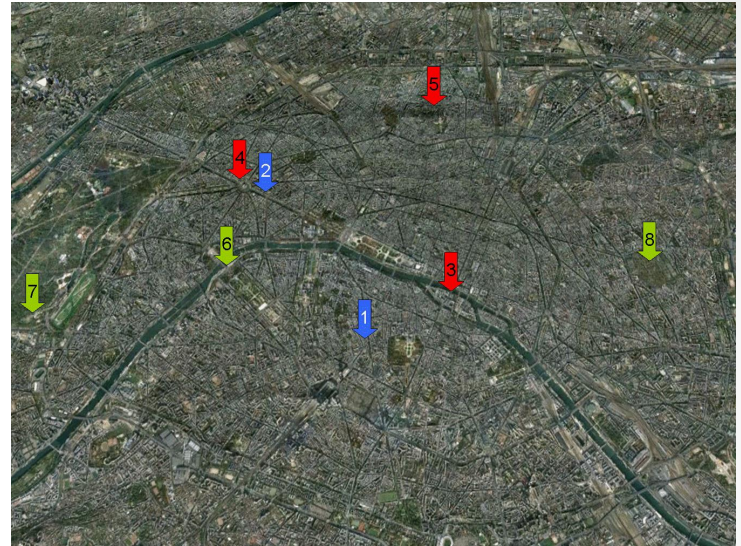
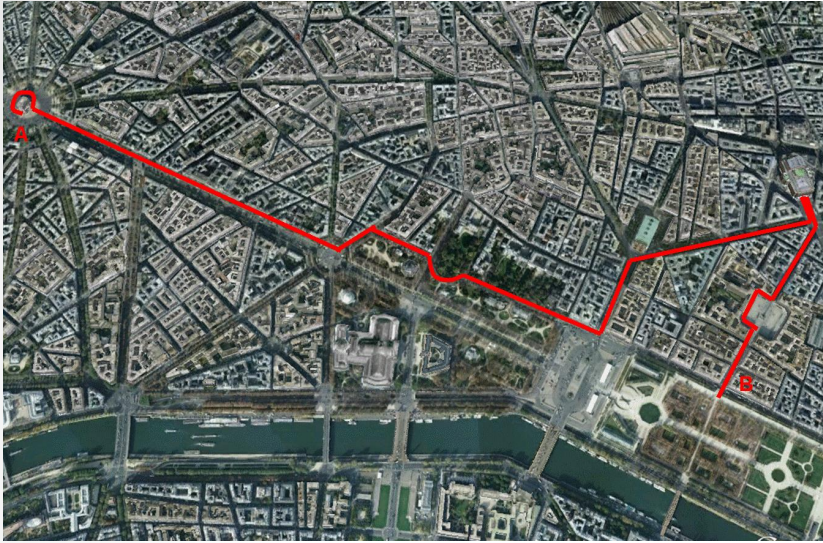
Expo-UV 2

Expo-UV 3

Dermatologues

- Risque solaire et tourisme à Paris
- Impact de l'environnement sur le risque UV
- « Indices de confort cutané »
- Sports en plein air et risque solaire
- Ecole et risque solaire

Travail et plaisir



Grand résultats Tourisme

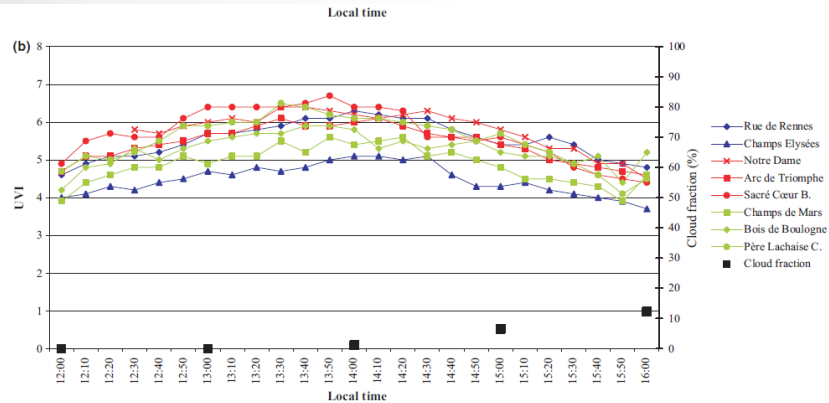


Figure 2 Ultraviolet index in sun, and cloud fraction in eight touristic locations in Paris on 29th May 2009 (a) and 2nd June 2009 (b). In blue: streets; in green: parks; in red: places. B., Basilica; C., Cemetery.

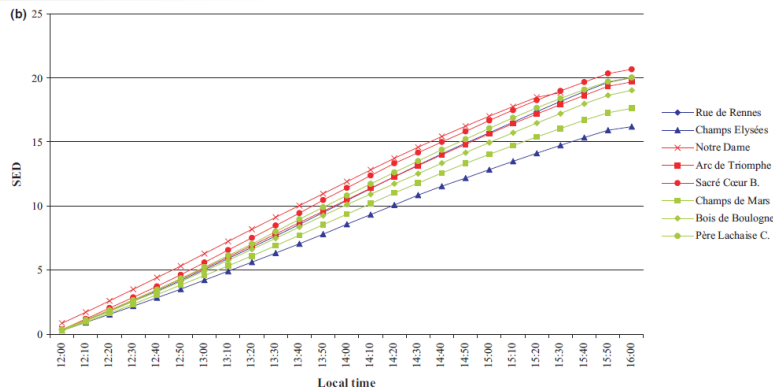


Figure 3 Cumulative standard erythemal dose ($1 \text{ SED} = 100 \text{ J/m}^2$) in eight touristic locations in Paris on 29th May 2009 (a) and 2nd June 2009 (b). In blue: streets; in green: parks; and in red: places. B., Basilica; C., Cemetery.

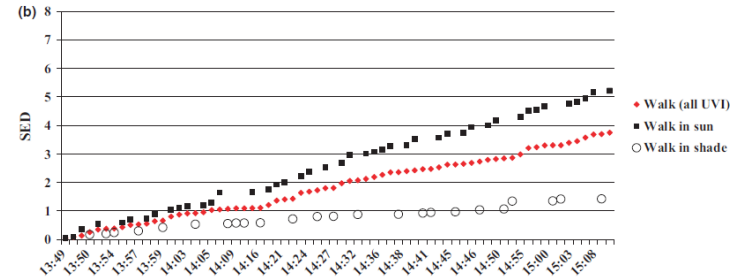
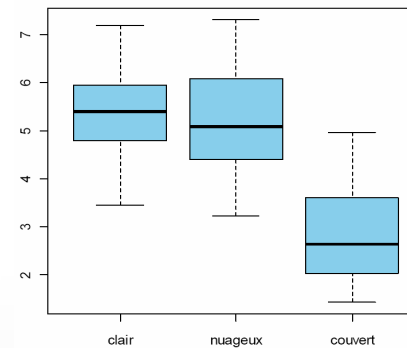


Figure 7 Cumulative standard erythemal dose ($1 \text{ SED} = 100 \text{ J/m}^2$) during walk 1 (a) and 2 (b). SED was evaluated in pragmatic considerations (walk with all ultraviolet index included, patient walk without taking into account shade and sun), and for people who stay always in sun or always in shade.

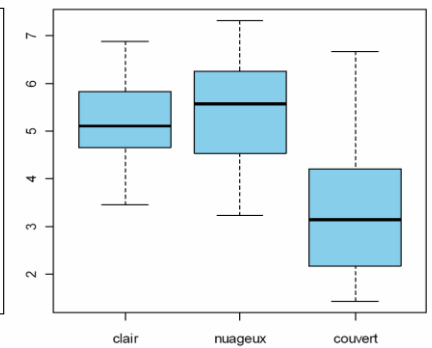
Table 1 Erythemal UV dose reduction induced by shade*

	UVI reduction, mean $\pm$ SD, %	
	29th May	2nd June
Rue de Rennes	65.3 $\pm$ 14.6	76.7 $\pm$ 4.3
Avenue des Champs Elysées	80.0 $\pm$ 10.0	87.0 $\pm$ 1.4
Place Notre Dame	58.2 $\pm$ 17.5	75.0 $\pm$ 3.0
Arc de Triomphe	52.5 $\pm$ 17.7	67.8 $\pm$ 2.3
Sacré Cœur Basilica	51.7 $\pm$ 19.1	71.1 $\pm$ 4.1
Champs de Mars	79.9 $\pm$ 9.4	73.4 $\pm$ 6.2
Bois de Boulogne	80.0 $\pm$ 13.6	86.0 $\pm$ 2.9
Père Lachaise Cemetery	97.5 $\pm$ 1.7	69.9 $\pm$ 2.8

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



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



Grand résultats Foot

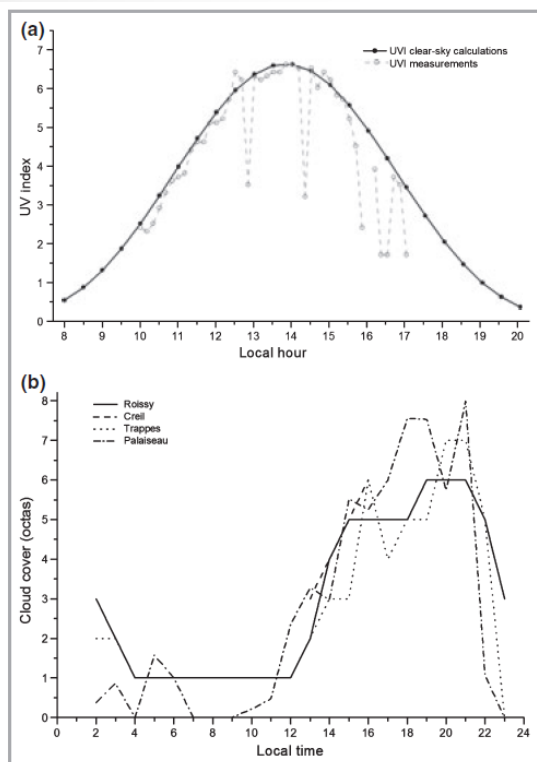
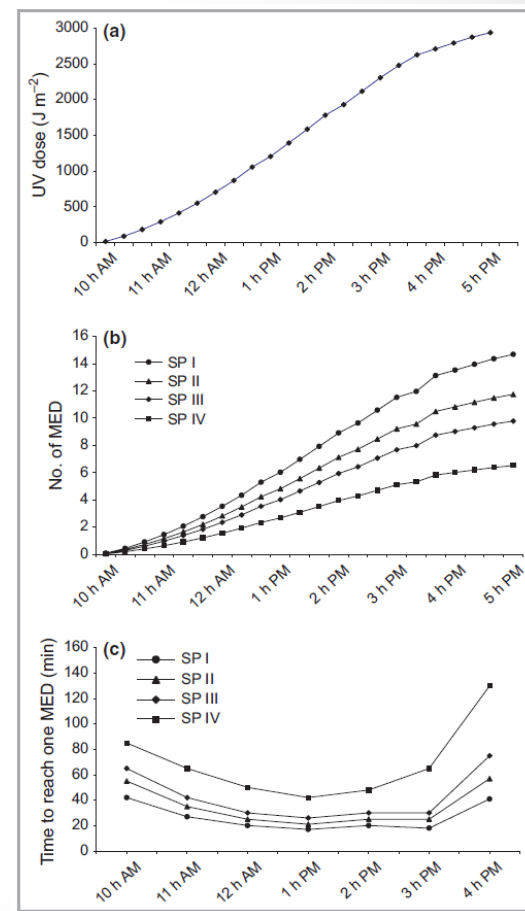


Fig 2. Weather conditions [UV index (UVI) and clouds] during the Auvers-Sur-Oise soccer tournament. (a) UVI was evaluated with the

Table 2 Sun-protective measures applied by spectators

Sun-protective measures	At 1400 h (UVI = 6.5)	
	Children	Adults
Head, No. evaluable	53	128
Hat, n (%)	0	2 (1.6)
Cap, n (%)	17 (32.1)	38 (29.7)
Trunk and arms, No. evaluable ^a	22	121
Long sleeve, n (%)	1 (4.6)	9 (7.4)
Short sleeve, n (%)	18 (81.8)	86 (71.1)
Sleeveless, n (%)	3 (13.6)	25 (20.7)
Bare-chested, n (%)	0	1 (0.8)
Legs, No. evaluable ^a	20	106
Trousers or long skirt, n (%)	6 (30.0)	41 (38.7)
Long shorts or skirt below knees, n (%)	7 (35.0)	25 (23.6)
Shorts or skirt above the knees, n (%)	3 (15.0)	35 (33.0)
Shorts/short skirt, n (%)	4 (20.0)	5 (4.7)
Sunglasses, No. evaluable	31	72
Yes, n (%)	0	25 (34.7)
People in shade, No. evaluable	57	139
Yes, n (%)	1 (1.8)	12 (8.6)

^aSoccer players were excluded from these analyses. UVI, ultra-violet radiation index.



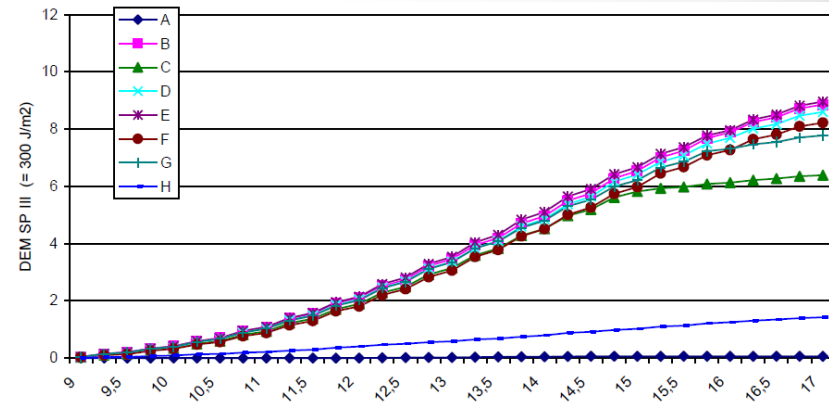
Grand résultats Ecoles



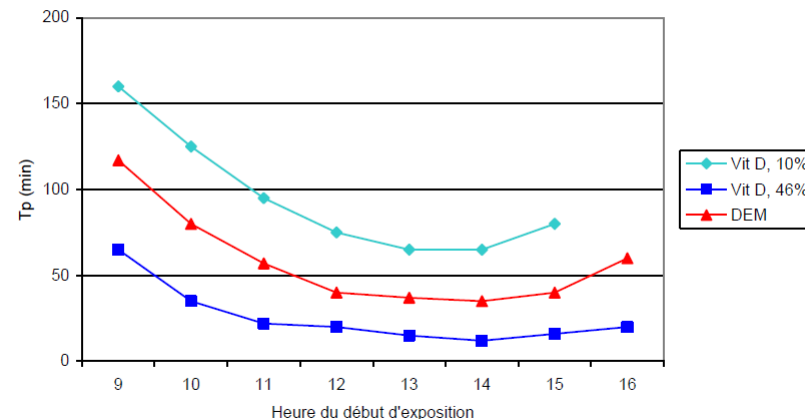
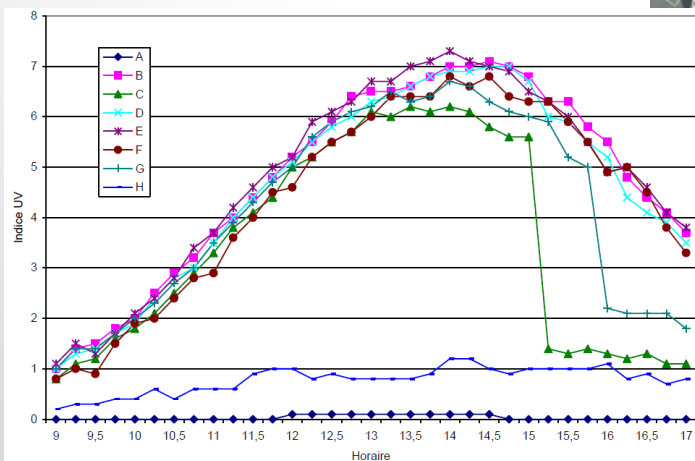
Grand résultats - Ecoles

EVALUATION DES COMPORTEMENTS

Nombre d'enfants	57
Age moy $\pm$ ET (min-max)	8.9 $\pm$ 1.6 (6-12)
Phototype, n (%)	
2	8 (14.0)
3	31 (54.4)
4	11 (19.3)
5	2 (3.5)
6	5 (8.8)
Vêtement "haut", n (%)	
Sans manche	9 (15.8)
Manches courtes	47 (82.5)
Manches longues	1 (1.8)
Vêtement "bas", n (%)	
Court (> talon)	34 (59.6)
Long (< talon)	23 (40.4)
Casquette, oui (%)	26 (45.6)
Lunettes de soleil, oui (%)	5 (8.8)
Crème solaire, oui (%)	19 (33.3)*



SP III



Valorisation

- Mahé E, Beauchet A, de Paola Corrêa M, Godin-Beekmann S, Haeffelin M, Bruant S, Fay-Chatelard F, Jégou F, Saiag P, Aegerter P. Outdoor sports and risk of UV radiation-related skin lesions in children: evaluation of risks, and prevention. *Br J Dermatol* 2011;165:360-7.
- De Maleissye MF, Beauchet A, Saiag P, Corrêa M, Godin-Beeckmann S, Haeffelin M, Mahé E. Sunscreen use and melanocytic nevi in children: a systematic review. *Pediatr Dermatol* 2013;30:51-9.
- Mahé E, Corrêa MDP, Godin-Beekmann S, Haeffelin M, Jégou F, Saiag P, Fay-Chatelard F, Beauchet A. Evaluation of tourists' UV exposure in Paris. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2013:e294-304.
- De Maleissye MF, Fay-Chatelard F, Beauchet A, Saiag P, Mahé E. Compliance with indoor tanning advertising regulations in France. *Br J Dermatol* 2011;64:880-2.
- Mahé E, Assathiany R, Fay-Chatelard F, Taylor M, Bouvresse S, Navel M, Saiag P, Chevallier B, Beauchet A. Counseling on sun protection, a survey of French pediatricians. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2013:e424-7.
- Sin C, Beauchet A, Marchal A, Sigal ML, Mahé E. Compréhension et utilisation de l'indice universel de rayonnement solaire (indice ultraviolet) par les dermatologues. *Ann Dermatol Venereol* 2013;140:15-20.

Valorisation

- Dynamique / reconnaissance en France
- Collaborations médecins / physiciens / biologistes / psychiatres comportementaux
- Reconnaissance internationale (ex : foot)
- Accueil du public !!!

Perspectives

Enfants

- Sports en plein air
Voile (*campagne 2014*)
- Sports en plein air
Foot (*campagne 2015*)
- Ecoles
(*campagnes 2015-17*)
- Collaboration France –
Brésil
-

