

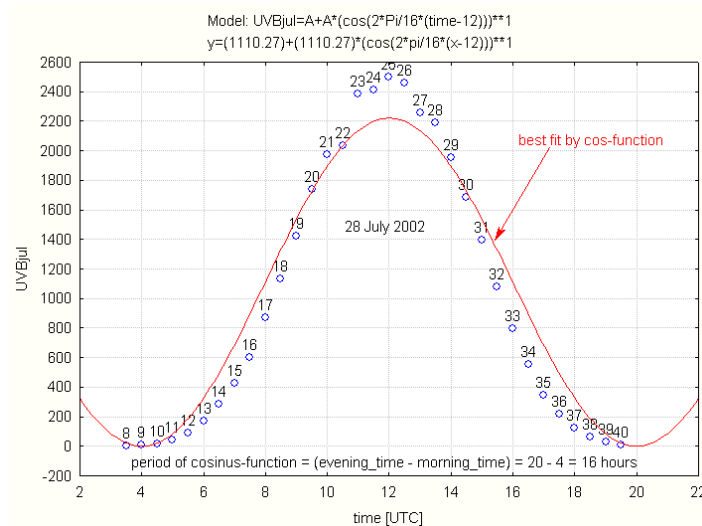
Modélisation de l'irradiance UVB efficace (effective UVB irradiance) pour une journée de l'année (ciel bleu uniquement)

Francis Massen, meteoLCD
uvbljour.doc version 1.0 09 Mar 2003

Résumé On désire trouver un modèle mathématique très simple pour représenter les variations du UVI au cours de la journée. La fonction de Gauss fournit une réponse acceptable, basée sur les seuls paramètres UVI_{max} et durée d'ensoleillement.

1. Puissance radiative reçue par une surface horizontale

On sait que la puissance radiative reçue varie suivant le cosinus de l'angle que font les rayons (supposés parallèles) du soleil avec le vecteur normal à la surface. En fait, les mesures réelles s'écartent (pour différentes raisons) de ce modèle théorique, comme le montre la figure suivante correspondant à une situation du 28 juillet 2002:



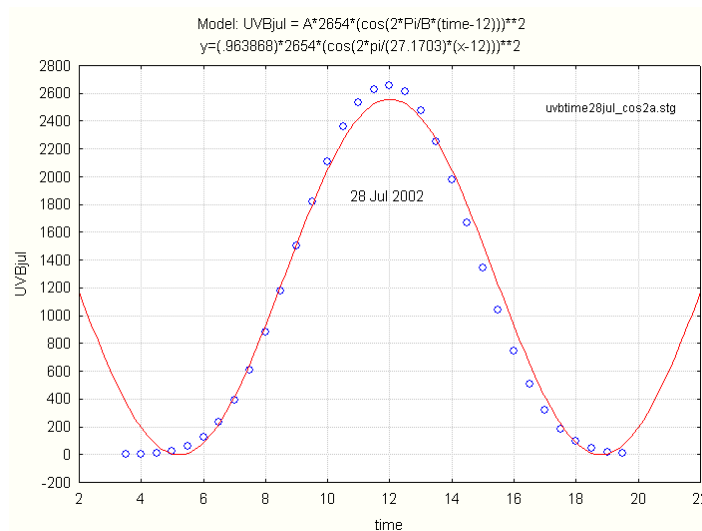
La période utilisée ici ($T = 16$) est égale à l'intervalle de temps entre les heures du soir et du matin à partir desquelles les UVB deviennent différentes de 0 (ou redeviennent 0). La formule suppose que le soleil soit au plus haut à 12:00 UTC ; ceci n'est pas complètement vrai, comme le montre l'exemple de décembre. Pour nos calculs approximatifs, nous allons négliger ce fait. (voir p.ex. http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/ask_astro/answers/970714.html)

Puisque le modèle théorique n'est donc pas "trop" applicable, on pourrait se contenter de caler les valeurs sur une fonction mathématique qui donne une meilleure concordance, en dépit de toute réalité physique sous-jacente.

La fonction \cos^2 et la fonction de Gauss sont des candidates qui s'imposent.

2. Modélisation par une fonction \cos^2

Voyons d'abord le cas de la fonction \cos^2 :



On voit que l'ajustement est déjà "meilleur", confirmé par le paramètre GOF (goodness of fit); ce qui est gênant est évidemment le fait que la fonction \cos^2 n'a pas d'asymptote horizontale: son domaine de validité doit donc être limité impérativement à l'intervalle de temps où les UVB sont différents de 0.

L'amplitude 2654 est le maximum mesuré du jour: l'ajustement optimal le réduit du facteur 0.96; la période 27.17 calculée par l'ajustement n'est pas liée à la durée du jour, mais à celle de l'ensoleillement: si on admet que le soleil brille dès que la puissance reçue dépasse 75 W/m^2 , alors cette durée est à peu près de 13.5 heures d'après les mesures faites par un pyranomètre. Donc la période à introduire dans la fonction est (environ) le double de la durée d'ensoleillement.

1ère conclusion:

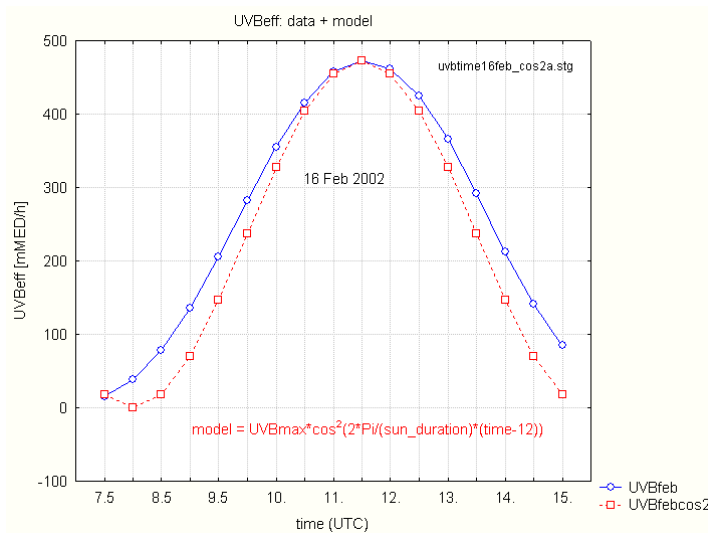
On peut ajuster l'irradiation UVB (effective) par une fonction \cos^2 de la façon suivante:

$$UVB = UVB \max * \cos^2 \left[\frac{2\pi}{2 * \text{durée}_d \text{ensoleillement}} * (\text{heure_UTC} - 12) \right]$$

Vérifions ce modèle sur la journée du 16 février 2002 (ciel bleu):

La durée d'ensoleillement est à peu près 8 heures; les maximum UVB eff. est 473 mMED/h; le modèle sera donc:

$$UVB = 473 * \cos^2 \left[\frac{2\pi}{2*8} * (heure_UTC - 12) \right]$$

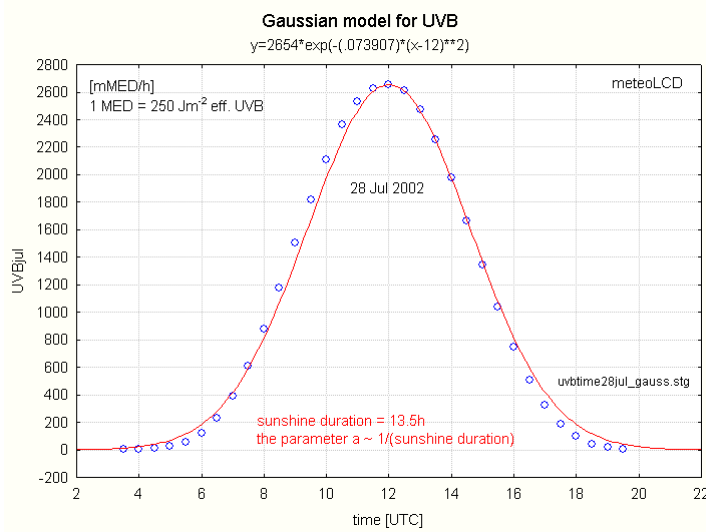


Compte tenu des faibles valeurs des UVB, les écarts absolus ne sont pas trop importants.

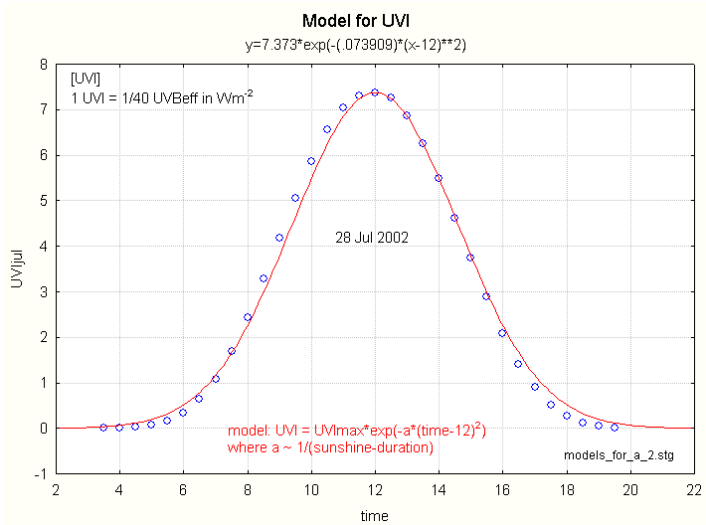
3. Modélisation par la fonction de Gauss

La figure suivante fait l'ajustement suivant:

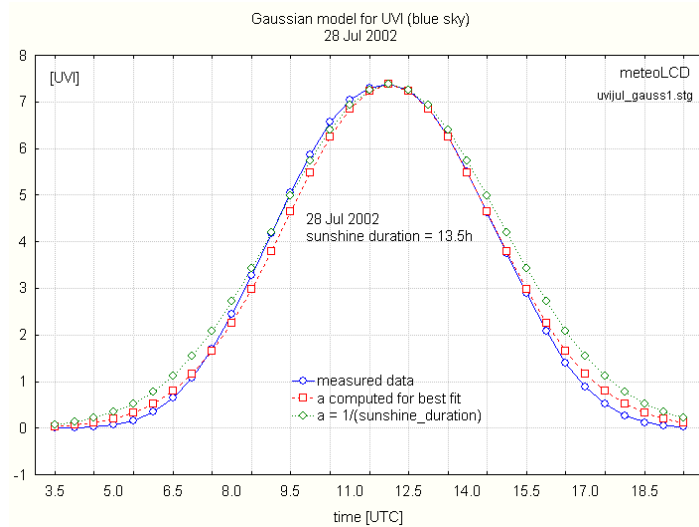
$$UVB = UVB_{\max} * e^{-a*(time-12)^2}$$



On voit que le résultat est excellent, avec le bonus de l'azymptote horizontale respectant les conditions nocturnes; si on fait l'ajustement sur les UVI (1 UVI = 0.025 Jm⁻² eff. UVB) on obtient évidemment le même résultat:

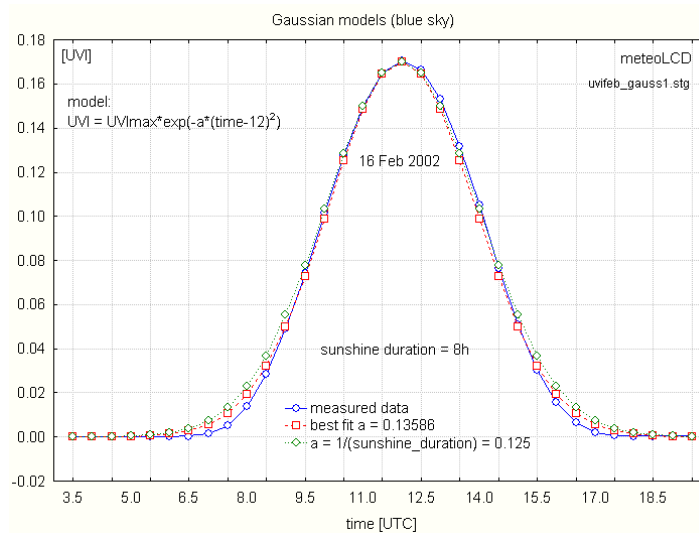


La figure suivante superpose les 2 modèles où a est calculé pour avoir le meilleur fit, et où $a = \text{inverse de la durée d'ensoleillement}$; cette durée est définie comme la durée où la puissance solaire totale sur une surface horizontale dépasse 75 Wm^{-2} ; elle est déduite (à 0.5h près) des mesures faites à meteoLCD par un pyranomètre CM21.

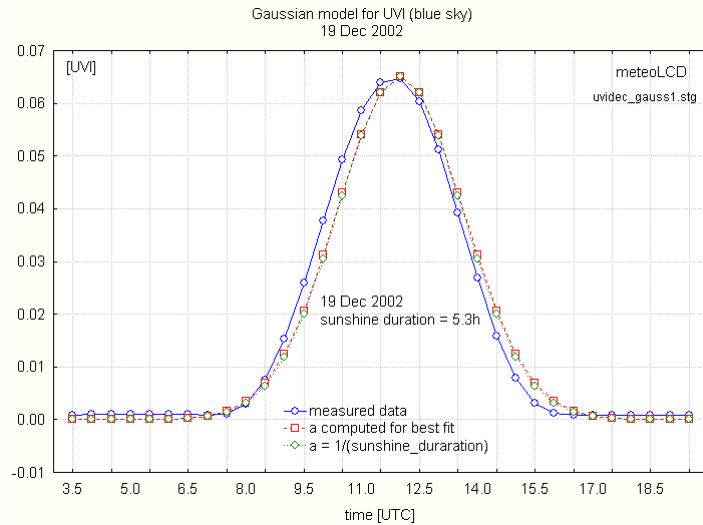


Contrôlons la validité sur 2 situations extrêmes, février et décembre:

Pour le 16 février on obtient:



et pour le 19 décembre:



Ici on voit apparaître le faible décalage entre l'heure où le soleil atteint son zénith et 12:00 locales (ramenées à UTC)

2e Conclusion:

Le modèle simple

$$UVI = UVI_{\max} * e^{-\frac{(time-12)^2}{durée_ensoleillement}}$$

permet un calcul approximatif acceptable de l'évolution de l'indice UVI en fonction de l'heure locale; pour faire le calcul pour une journée donnée, on doit donc disposer des deux données UVI_{\max} et durée d'ensoleillement, qui peuvent être trouvées facilement (voir p.ex. <http://www.bfs.de/uvi/>, <http://iwin.nws.noaa.gov/iwin/us/ultraviolet.html>)

Il faut se rappeler que tous les calculs précédents ne s'appliquent qu'à des conditions de ciel bleu!

[Francis Massen](#)

<http://meteo.lcd.lu>