

Calcul du flux énergétique solaire à la surface de la Terre¹

Problème initial: De quels paramètres dépend le flux énergétique en un lieu?

I Mode d'emploi complet de Vensim

<http://aces.inrp.fr/aces/ressources/CCCIC/outils/vensim/2page>

II Flux à midi un jour d'équinoxe en fonction de la latitude

1 Réglage des paramètres du modèle : Model Settings Onglet Variable bounds

Initial Time : 0 (Minuit), Final Time : 24 (Minuit), Time Step: 1hour

2 Créer une « Variable » « Constante solaire » Valeur : 1366

Type Constante, Unité : watt/m², Variant de 1363 à 1368, Pas de 1 unité

Remarque : Vensim ne permet de définir des fonctions de plusieurs variables (ni donc de résoudre des équations aux dérivées partielles). Pour faire aussi, un graphe " Flux Midi" en fonction de la latitude, il faut lier artificiellement la latitude à « Time » paramétré au paragraphe 1

3 Créer une Variable « Lambda », Type Auxiliary.

Ecrire l'équation linéaire en « Time » pour que les bornes de Lambda soient + et -90° lorsque « Time » varie de 0 à 24.

4 Créer une variable « Flux Midi » le flux énergétique à midi le jour de l'équinoxe

Créer une relation  de « Lambda » vers « Insolation »

Clic droit sur Insolation, Type « Auxiliary » Normal, Remplir le champ « Equation »

Attention les fonctions trigonométriques doivent avoir leurs arguments en radians. Lorsqu'il y a beaucoup de calculs il est intéressant d'introduire une constante de conversion $d2r=3.14/180$

5 Créer une variable « Flux Midi »

Remplir le champ équation en fonction de « Constance Solaire » et « Lambda »....

Tracer le graphe "Flux Midi" en fonction de Lambda  (légendes, axes...) puis Tracé 

Si on souhaite un modèle de complexité intermédiaire avec le paragraphe 2 on peut introduire la variable « Declinaison » variant de -23 à + 23° et remplacer lambda par Lambda + Declinaison. On verra ainsi voir en plus l'évolution du flux énergétique à midi en fonction du jour de l'année.

III Flux énergétique en fonction de l'heure solaire et du jour de l'année

1 Créer une (deuxième) Variable « Latitude »

Type Constante, Valeur 0 Units: degrés, Range: -90, -90, 10

2 Compléments et définitions

La hauteur du soleil h varie en fonction de Angle au pôle, Latitude, Déclinaison

¹ Equipe ACCES : Charles-Henri Eyraud, Florence Trouillet, Thierry Lhuillier

P Angle au Pôle: c'est l'angle que fait un astre avec le méridien céleste dans le plan équatorial

L'angle au pôle est au méridien de l'observateur ce que la longitude est au méridien de Greenwich.

Les astronomes expriment cet angle en « heures » $24h=360^\circ=6,28rd$ Angle au Pôle=Time-12

L'angle au Pôle du Soleil varie de -12h à +12h (H=0 à midi) lorsque varie de Time 0 à 24

Créer une variable représentant l'Angle au Pôle

Déclinaison du soleil : c'est l'angle entre un astre et l'équateur céleste

La déclinaison d'un astre est à l'équateur céleste ce que la latitude d'un lieu est à l'équateur

Pour le soleil, la déclinaison vaut 0° le 20 mars, $+23^\circ$ le 21 juin, 0° le 22 sept., -23° le 21 déc.

Créer une variable « Déclinaison »

Expression de la hauteur du soleil en fonction de (Latitude, Déclinaison, Angle au Pôle)

$SIN(\text{Hauteur})=SIN(\text{Latitude})*SIN(\text{Déclinaison})+COS(\text{Latitude})*COS(\text{Déclinaison})*COS(\text{Angle au Pole})$

Tous les angles doivent être exprimés en radians

3Créer une variable Insolation

Remplir le champ équation en fonction de « Constance Solaire » et « Hauteur »....

Tracer le graphe Insolation en fonction du temps  (légendes, axes...) puis Tracé 

Créer un compartiment Energie

Créer un flux  de Insolation vers Energie

Energie :Type « Level », Normal

Integer : Flux Initial Value 0

Tracer le graphe Energie en fonction du temps

