

Chapitre 2 : Rayonnement et bilan radiatif

2. Le rayonnement d'origine solaire.

Le flux radiatif émis par le soleil peut être considéré comme constant. La constante solaire C (flux radiatif traversant une surface normale au rayonnement solaire à l'extérieur de l'atmosphère) est voisine de $2 \text{ cal/cm}^2/\text{mn}$, ce qui donne une idée de la valeur maximale observable

du rayonnement solaire. Ce rayonnement est en quasi totalité de courte longueur d'onde, c'est-à-dire entre $0,15$ et 4 microns; la moitié fait partie du rayonnement visible, le reste de l'ultra-violet et surtout du proche infra-rouge.

2.1. Les types des rayonnements

L'ultra-violet (UV) arrivant dans la haute atmosphère comprend trois fractions qui sont reçues différemment au sol :

L'ultra-violet court (UV C) inférieur à $0,29 \mu\text{m}$, est **totalem**ent absorbé par l'ozone de la haute atmosphère ; il est léthal pour toute vie organisée, (d'où les inquiétudes dues à sa réduction dans le « trou d'ozone antarctique »).

L'ultra-violet moyen (UV B) est fortement diffusé par l'atmosphère **et** ses aérosols ; au sol par ciel clair **et** air sec il représente 2% de l'énergie **et** augmente avec l'altitude.

*La quantité d'ultra-violet proche (UV A, entre $0,35$ **et** $0,39 \mu\text{m}$),* dépend du *type de temps*. Il représente 6% du rayonnement incident par ciel clair.

Le rayonnement visible (Vis) ou *photosynthétiquement actif, (PAR*)* se situe entre $0,39$ **et** $0,7 \mu\text{m}$. La photosynthèse utilise surtout le bleu ($0,4$ à $0,45 \mu\text{m}$) **et** le rouge ($0,63$ - $0,68 \mu\text{m}$).

L'infra-rouge solaire est souvent subdivisé **en IR proche**, entre $0,7$ **et** $1,36 \mu\text{m}$, *IR moyen*, entre $1,36$ **et** $1,9 \mu\text{m}$, **et IR lointain**, au-delà de $1,9 \mu\text{m}$. Ces limites correspondent aux deux *bandes principales d'absorption* de l'eau par l'atmosphère dans l'infra-rouge solaire.

Au niveau de l'atmosphère, puis de la surface terrestre et des végétaux, ce flux radiatif subit des phénomènes de diffusion, d'absorption de réflexion (figure 1).

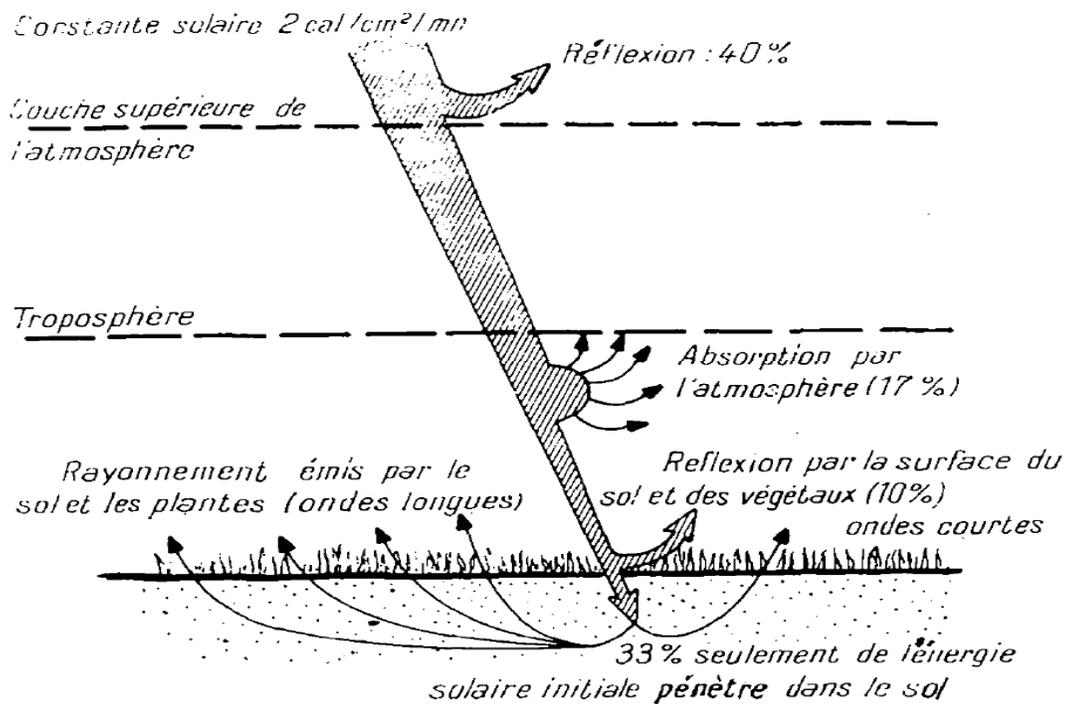


FIGURE 1. — Bilan de la radiation solaire (selon GOUROU et PAPY. Schéma repris par GAUCHIER).

2. 2. Rayonnement global RG

On appelle rayonnement global' RG la somme du rayonnement direct et du rayonnement diffus.

Ce rayonnement est réfléchi par la surface du sol.

La fraction réfléchi que l'on appelle "albedo", varie suivant la nature de la surface, et également la hauteur du soleil.

L'albedo moyen a sur l'ensemble des longueurs d'onde : composant le rayonnement solaire est, pour différents types de surface :

3. Variations journalières du bilan d'énergie.

Le principe de la conservation de l'énergie appliquée au niveau du couvert végétal permet d'écrire :

$$RN = S + Q_h + Q_e$$

L'équation

L'équation du bilan d'énergie

- RN = Rayonnement net " ;
- S = Flux de chaleur dans le sol ;
- Q_h = Flux de chaleur sensible * vers l'atmosphère ;
- Q_e = Flux de chaleur
-

Le flux de chaleur sensible Q_h correspond aux échanges calorifiques entre le sol et l'atmosphère (> 0 du sol vers l'atmosphère). Il est proportionnel au gradient thermique au voisinage du sol. Il

dépend également d'un coefficient d'échange turbulent pour la chaleur, lequel varie essentiellement en fonction du vent. On peut en donner l'expression simplifiée suivante :

$$Q_h = Yf(u)(T_s - T_a); \text{ AVEC}$$

y = constante psychrométrique ;

$f(u)$ = fonction du vent déterminée empiriquement;

T_s = température de la surface ;

T_a = température de l'air.

En général T_s est supérieur à T_a pendant la journée ; Q_h est donc positif ; le flux de chaleur sensible va du sol vers l'atmosphère ; **c'est le régime suradiabatique.**

Par contre la nuit, le sol se refroidit plus vite que l'air ; T_s est alors inférieure à T_a , et Q_h est négatif ; le flux de chaleur sensible est dirigé de l'atmosphère vers le sol ; c'est **le régime d'inversion**

3. Evapotranspiration

3 - FACTEURS INFLUENÇANT L'ETP

- Facteurs dépendant du climat :

— le rayonnement solaire, qui est la principale source d'énergie reçue directement par la surface ;

- le déficit de saturation de l'air, dont le gradient détermine le flux de vapeur d'eau dans l'atmosphère ;

— le vent, qui accentue les effets du déficit de saturation, en augmentant les coefficients d'échange turbulent pour la vapeur d'eau et pour la chaleur;

— la température de l'air, qui commande en partie ce déficit de saturation.

• Facteurs dépendant de la surface :

— l'albedo ", qui dépend surtout de la nature du couvert végétal, mais qui varie également un peu en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement sur la surface ;

— la rugosité du couvert", qui a en général pour effet une augmentation de l'évapotranspiration (augmentation de la surface foliaire soumise à l'évaporation) si le déficit de saturation et le vent sont importants. Mais elle peut aussi avoir l'effet contraire dans des conditions de plus forte humidité (diminution du gradient d'humidité atmosphérique au voisinage des feuilles supérieures).

3. 1 Estimation d'ETP

- Formule empirique

- Formules basées sur la température

La formule de BLANEY - CRIDDLE dont l'expression originale est :

$$ETP = 0,254P (t + 17,78) \text{ (en mm/mois)}$$

P : pourcentage en heures d'insolation possible pour le mois envisagé rapportée à la quantité d'heures d'insolation de total de l'année, est donnée en fonction de la latitude et de la période par (voir ci-dessus).

- **Formule basées sur la température et le rayonnement global (TURC).**

$$- ETP = 0,40 \frac{T}{T+15} (Rs+50)$$

- ETP (mm/mois)

T = température moyenne de l'air, mesurée sous abri, pendant Période considérée (en ° Celsius) ;

RG = rayonnement global,caloris /j/cm2

Par basées sur la mesure de l'évaporation

— Le bac de classe A

On peut prédire l'évapotranspiration potentielle à l'aide de la formule ci-après :

$$ETP = K_b \cdot E_{\text{bac}}$$

- ETP en mm/jour;
- avec : E_{bac} évaporation sur bac ;
- K_b coefficient d'évaporation sur bac.

1. — Bac de classe A.

Bac classe A	<u>CAS A</u> { Bac environné d'une culture verte courte				<u>CAS B'</u> { Bac environné d'une jachère sèche				
	HR Moyenne %		Faible < 40	Moyenne 40-70	Forte > 70		Faible < 40	Moyenne 40-70	Forte > 70
Vent km/jour	Distance de la culture verte du côté exposé au vent m				Distance de la jachère sèche du côté exposé au vent m				
Léger > 175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85	
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8	
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75	
	1 000	0,75	0,85	0,85	1 000	0,5	0,6	0,7	
Modéré 175-425	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8	
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7	
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65	
	1 000	0,7	0,8	0,8	1 000	0,45	0,55	0,6	
Fort 425-700	0	0,45	0,5	0,60	0	0,6	0,65	0,7	
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65	
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6	
	1 000	0,65	0,7	0,75	1 000	0,4	0,45	0,55	
Très fort > 700	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65	
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55	
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5	
	1 000	0,55	0,6	0,65	1 000	0,35	0,4	0,45	

