

MESURE DE L'ÉPAISSEUR OPTIQUE

Qu'est-ce que l'épaisseur optique ?

De manière générale, l'épaisseur optique (grandeur sans unité) décrit la quantité de lumière qui traverse un matériau. Plus l'épaisseur optique est grande, moins la lumière traverse le matériel.

Dans le cadre du photomètre, l'épaisseur optique mesurée est celle de l'atmosphère. Elle caractérise donc en quelque sorte la *transparence* de l'atmosphère. Plus notre visibilité est réduite, plus l'épaisseur optique de l'atmosphère est importante.

La transparence de l'atmosphère est altérée par plusieurs facteurs comme la présence de nuages, d'aérosols mais aussi par les molécules de l'atmosphère elles-mêmes... L'épaisseur optique d'aérosols ou AOT décrit plus spécifiquement à quel point les aérosols affectent le passage de la lumière à travers l'atmosphère, pour une longueur d'onde donnée.

Relation épaisseur optique / pourcentage de transmission

Épaisseur Optique	Pourcentage de transmission
0.10	90.5%
0.20	81.9%
0.30	74.1%
0.40	67.0%
0.50	60.7%
0.60	59.9%
0.75	47.2%
1	36.8%
1.25	28.7%
1.50	22.3%
2.00	8.2%
2.50	8.2%
3	5.0%
3.50	3%
4	1.8%
5	0.7%

Dans un ciel très clair, l'épaisseur optique peut avoir des valeurs proches de 0.05 (transmission d'environ 95%).

Pour un ciel très brumeux ou gris, elle peut avoir une valeur au-dessus de 1.0 (transmission d'environ 39%).

Il y a un rapport simple entre l'épaisseur optique et la transmission exprimée en pourcentage

$$\text{Transmission (\%)} = 100 \times e^{-(\text{épaisseur optique})}$$

Quel est le rapport entre la mesure et l'épaisseur optique d'aérosols?

Le photomètre mesure l'éclairement solaire (Watt / m²) qui arrive à la surface. L'éclairement solaire au "sommet" de l'atmosphère étant connu, la mesure de sa valeur à la surface, après traversée de l'atmosphère, permet de connaître la transmission de l'atmosphère, transmission reliée à l'épaisseur optique.

En termes plus mathématiques, l'énergie solaire qui arrive au sol, E_{surf} , est reliée à l'énergie solaire arrivant au sommet de l'atmosphère E_{som} , par l'équation suivante :

$$E_{\text{surf}} = E_{\text{som}} \times e^{(- OT / \sin A)}$$

- L'angle A est l'angle d'élévation solaire.
- OT représente l'épaisseur optique atmosphérique totale qui se décompose en deux termes OT_M et OT_A , respectivement l'épaisseur optique moléculaire et l'épaisseur optique d'aérosols qui est la quantité que l'on recherche.

$$OT = OT_M + OT_A$$

La tension de sortie V du détecteur est proportionnelle à l'éclairement incident. L'équation précédente devient alors

$$V_{\text{surf}} = V_{\text{som}} \times e^{(- OT / \sin A)}$$

La tension V_{som} représente la tension que l'on recueillerait en sortie du photomètre si on plaçait ce dernier au sommet de l'atmosphère. L'étalonnage du photomètre en altitude permet de déterminer sa valeur.

On a donc :

$$OT = OT_M + OT_A \quad (1) \quad \text{et}$$

$$V_{\text{surf}} = V_{\text{som}} \times e^{(- OT / \sin A)} \quad (2)$$

$$\text{On déduit de (2) :} \quad OT = \ln (V_{\text{som}} / V_{\text{surf}}) \times \sin A$$

$$\text{Puis (1) et (2) :} \quad OT_A = \ln V_{\text{som}} \times \sin A - \ln V_{\text{surf}} \times \sin A - OT_M$$

$$m \text{ est la masse d'air relative on a : } m = 1 / \sin A \quad (3)$$

$$\text{D'où } OT_A = \frac{(\ln V_{\text{som}} - \ln V_{\text{surf}} - OT_M \times m)}{m}$$

On peut calculer OT_M car elle dépend de la longueur d'onde et de la pression atmosphérique.

On prendra : $OT_M = a_R \times (p/p_0)$

- a_R est la contribution à l'épaisseur optique de la dispersion moléculaire de la lumière dans l'atmosphère à une longueur d'onde (0.05793 pour le rouge et 0.13813 pour le vert)
- p est la pression de la station à l'heure de la mesure. P_0 est la pression atmosphérique au niveau de la mer.

La tension mesurée à la surface correspond à la tension lue sur le photomètre, à laquelle on retranche la tension à vide (« tare » du photomètre).

On a donc : $V_{\text{surf}} = V - V_{\text{dark}}$

Comme nous l'avons précisé, V_{som} dépend de l'étalonnage du photomètre.

V_0 est la constante d'étalonnage par une longue d'ondes qui nous est fourni par globe telle que :

$$V_{\text{som}} = V_0 / R^2$$

Avec R est la distance Terre-Soleil exprimée en Unité Astronomique (UA)

Conclusion :

$$OT_A = \frac{[\ln(V_0/R^2) - \ln(V - V_{\text{dark}}) - a_R (p/p_0).m]}{m}$$