

TP#3

Énergie et transferts d'énergie

Objectifs :

- Évaluation de l'énergie associée aux changements de phase
- Utilisation des lois du corps noir pour calculer l'énergie émise par le Soleil et la Terre et la longueur d'onde correspondant au maximum d'émission d'énergie.
- Applications des lois de la radiation.

Concepts : Chaleur latente. Lois du corps noir; coefficient d'absorption sélectif; corps noir et corps gris; loi de Kirchhoff; équilibre radiatif sans et avec atmosphère. Discussion sur l'effet de l'atmosphère.

Matériel nécessaire : Les notes de cours; L'énoncé du TP (ce document); Crayons; Calculatrice

Fondements théoriques :

Cours 2.1, 2.2 et 2.3

Partie 1 – Évaluation de l'énergie associée aux changements de phase**3.1**

- a. Si, dans un ouragan, la vapeur d'eau se condense à un taux de 100 grammes par seconde, quelle quantité d'énergie est libérée dans l'atmosphère au cours de 24 heures?
- b. Si l'eau liquide ainsi formée se solidifie, de combien augmente la quantité d'énergie libérée dans l'atmosphère?
- c. Si les particules de glace précipitent dans l'air sous-saturé par rapport à la glace, quel sera le refroidissement, par unité de masse d'air sec, à cause de la sublimation, en sachant que le rapport de mélange des particules de glace est de $0,8 \text{ g}_{\text{(glace)}}/\text{kg}_{\text{(air sec)}}$.

Définition de rapport de mélange de glace : masse d'eau sous forme de glace par kilogramme d'air sec. Dans le cas qui nous concerne, dans un kilogramme d'air sec il existe 0,8 grammes de cristaux de glace.

Partie 2 – le rayonnement du soleil

- 3.2 La constante solaire, S_0 , est la puissance par unité de surface (irradiance) reçue dans une surface imaginaire, plate et perpendiculaire aux rayons solaires, au sommet de l'atmosphère. Calculez la constante solaire de Jupiter en sachant que le rayon moyen de l'orbite de Jupiter (autour du soleil) est $R_{\text{orbite}} = 7,8 \times 10^{11}$ m et le rayon du soleil est $R_{\text{Soleil}} = 7 \times 10^8$ m. Le Soleil se comporte comme un corps noir dont la température serait de 5780 K.
- 3.3 Si la température du Soleil augmentait de 1%, comment varierait la constante solaire de Jupiter (en pourcentage)?
- 3.4 En utilisant la figure 3.1, et en supposant que la constante solaire terrestre est égale à $1378,5 \text{ W/m}^2$, calculer l'irradiance au sommet de l'atmosphère dans une surface plane dont l'angle d'élévation du Soleil est : (cours 2.3, diapo 2.3-13)
- a) 0°
 - b) 30°
 - c) 45°
 - d) 60°
 - e) 90°

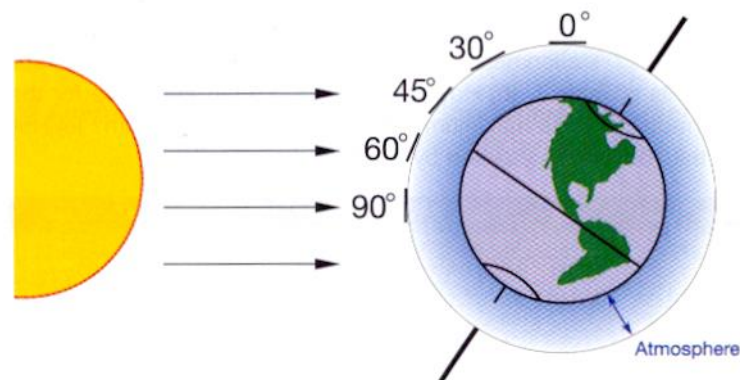


Figure 3.1 : Position relative par rapport au soleil de quelques surfaces au sommet de l'atmosphère. Les chiffres dans la figure donnent l'angle d'élévation du Soleil par rapport aux surfaces.

- 3.5 En se basant sur les résultats obtenus en 3.4, que pouvez-vous dire sur la quantité d'énergie reçue au sommet de l'atmosphère à la latitude de Montréal, à l'équinoxe du printemps?
- 3.6 En utilisant les données des tableaux 3.1 et 3.2, calculez l'albédo moyen de Hillsboro, KS, à 8h, 12h et 16h, et écrivez les valeurs calculées dans le tableau 3.3 (remplissez les cases vides).
- a. L'albédo de Hillsboro change-t-il durant l'année? Expliquez pourquoi.
 - b. À quelle période du jour le pourcentage de la perte d'énergie par réflexion est-elle la plus importante? Pourquoi?

Tableau 3.1 : Moyennes mensuelles du rayonnement solaire incident (en Wm^{-2}) observées dans une station du programme ARM proche de Hillsboro, Kansas. (corrigé)

Temps (CST)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
8	8,29	33,71	46,29	364,71	375,50	263,40	360,40	236,57	191,14	171,57	98,29	45,15
10	266,29	308,86	251,71	583,71	604,33	522,83	697,40	535,57	347,71	464,71	426,00	288,43
12	384,86	506,71	265,00	873,14	728,17	733,50	841,80	784,00	503,00	587,43	545,29	405,14
14	349,67	496,43	261,00	810,29	719,17	695,17	735,00	646,43	542,57	548,86	445,86	294,14
16	98,67	298,00	214,17	448,00	456,33	451,33	546,00	458,86	373,00	278,14	181,14	102,43

Tableau 3.2 : Moyennes mensuelles du rayonnement solaire réfléchi (en Wm^{-2}) observées dans une station du programme ARM proche de Hillsboro, Kansas.

Temps (CST)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
8	4,71	9,43	13,14	58,71	82,83	65,00	88,20	54,71	50,86	48,29	38,57	26,57
10	84,29	62,00	86,14	109,00	105,50	110,33	143,60	105,00	72,71	102,00	113,43	186,43
12	96,29	95,29	69,14	145,14	120,00	144,33	158,80	143,00	95,57	121,29	132,71	263,87
14	87,00	93,00	66,14	141,71	119,50	129,67	138,80	115,71	104,43	112,57	112,57	190,86
16	26,00	61,57	43,17	86,86	90,00	99,33	110,40	90,71	81,00	63,86	54,43	71,00

Tableau 3.3 : Albédo moyen mensuel à la station de Hillsboro, Kansas.

Temps (CST)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
8		0,28	0,28	0,22		0,25	0,24	0,23		0,28	0,39	0,59
12	0,25		0,26		0,16		0,19		0,19		0,24	
16	0,28	0,21		0,19	0,20	0,22		0,20	0,22	0,23		0,69

Partie 3 – Transfert de chaleur par radiation versus transfert par conduction moléculaire

3.7

Une surface plane est exposée perpendiculairement au rayonnement solaire. Le coefficient d'absorption de la surface est de 0,1 dans les longueurs d'onde courtes (SW), et de 0,8 dans les longues longueurs d'onde (LW). Calculez la température d'équilibre radiatif. Re : $T_e = 234 \text{ K}$

Bibliographie

Crawford et al., 2006 : Explorations in Meteorology : A Lab Manual.

Monteiro, Eva, 2018 : Cours SCA2626 : presentations ppt

Wallace J. M. and P. V. Hobbs, 1977 : Atmospheric Science : an introduction survey.