

# Etude de la formation des nuages : 7848-6558164

Ce sujet traite de la formation des nuages sur Terre.

## I- Modèle de l'atmosphère isotherme

On considère l'atmosphère terrestre avec les hypothèses suivantes:

- l'air est assimilé à un gaz parfait
- l'air est un fluide au repos
- sa masse molaire est noté  $M = 28.8g/mol$
- sa température est supposée uniforme et est noté  $T_0$
- l'intensité du champ de pesanteur est supposée uniforme et est notée  $g = 9.81m.s^{-2}$
- On note  $R = 8.314J.K^{-1}.mol^{-1}$  la constante des gaz parfaits

1) Montrer que la pression dans le gaz vérifie l'équation différentielle suivante:

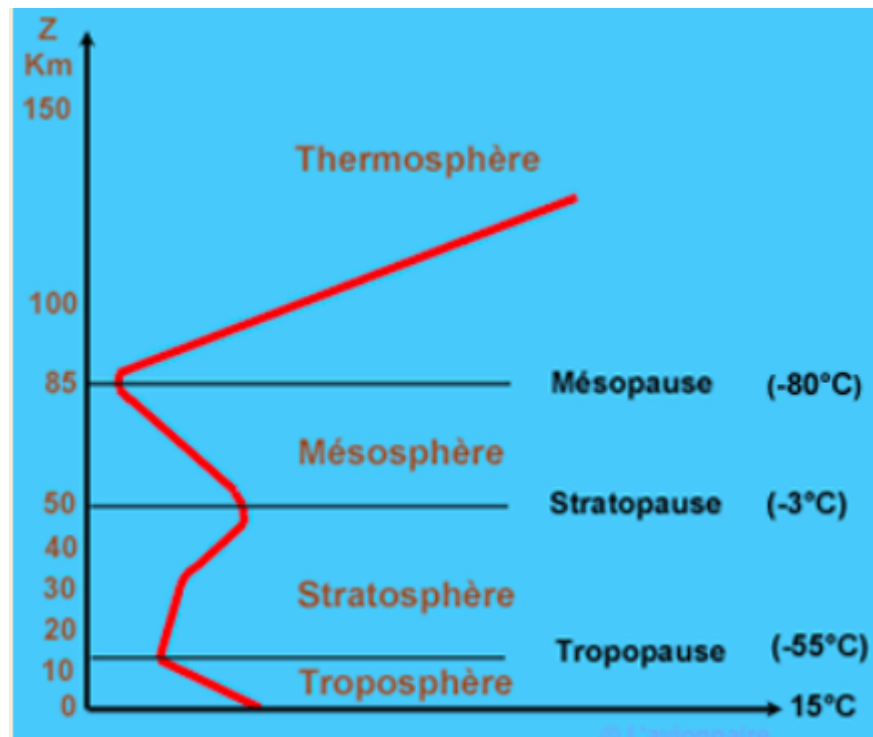
$$\frac{dP}{dz} + \frac{P}{\delta} = 0$$

On donnera l'expression de  $\delta$  en fonction des constantes du sujet

1. On note  $P_0$  la pression à la surface de la Terre. Donner l'expression de  $P(z)$  avec ce modèle.

## II- Modèle plus réaliste de la température de l'atmosphère

On donne le schéma suivant :



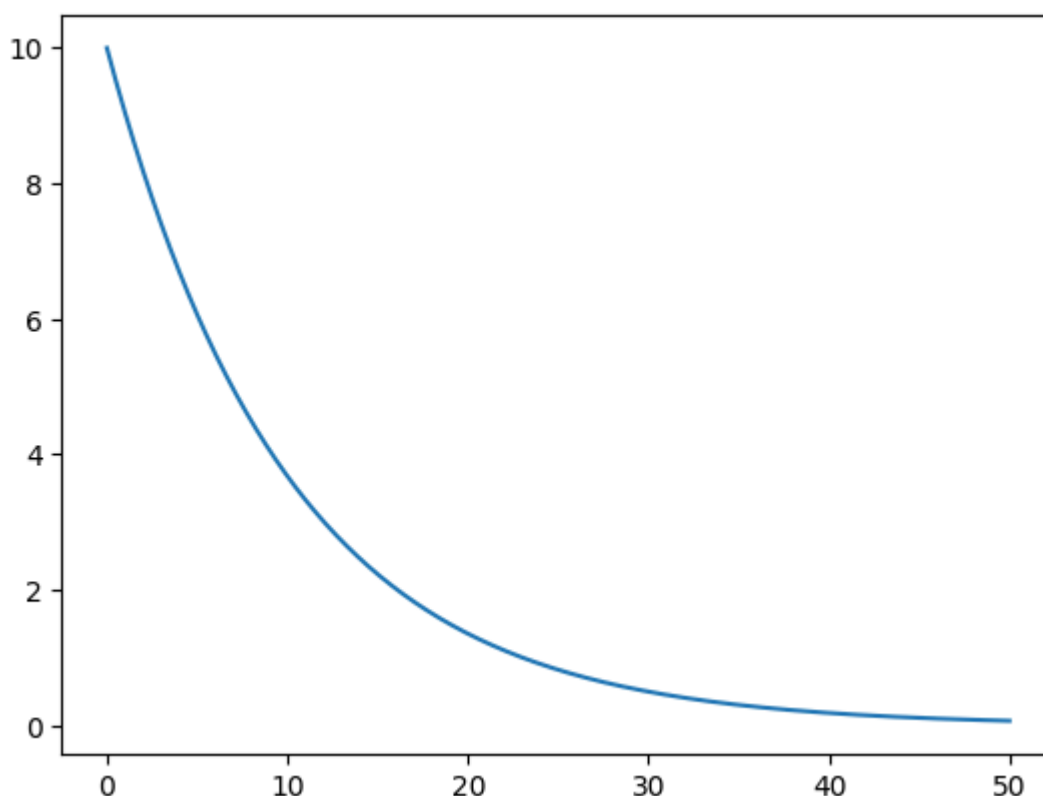
Dans la suite on travaillera dans **la troposphère**

1) Donner l'expression de l'équation  $T(z)$  dans la troposphère.

1. Montrer alors que :  $\frac{dP}{dz} + \frac{MPg}{RT(z)} = 0$

On rappelle quelques éléments sur la librairie odeint afin de résoudre une équation différentielle

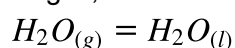
```
In [6]: 1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3 from scipy.integrate import odeint
4
5 #exemple pour résoudre : Y'=-aY
6 # On précise notre constante
7 a=0.1
8 # On crée la liste des temps : 1000 points entre t=0 et t=50.
9 # Plus on met de points plus la résolution sera précise
10 temps = np.linspace(0, 50,1000)
11 #état initial
12 Y0=[10]
13 # L'équation différentielle sous forme de fonction :
14 def equation(Y,temps):
15     return -a*Y
16
17 #On résout notre équation différentielle et on récupère la liste des
18 Y=odeint(equation, Y0, temps)#
19
20 #On affiche le résultat des Y en fonction du temps
21 plt.plot(temps,Y)
22 # On montre le résultat
23 plt.show()
```



3) En s'inspirant du code précédent, résoudre l'équation différentielle de la question 2 et obtenir l'évolution de la pression en fonction de l'altitude dans la troposphère.

### III- Relation de Clapeyron

Si on souhaite étudier la formation des nuages, on étudie la réaction :



On note  $\mu_l^*$  le potentiel chimique de l'eau liquide pure dans sa phase et  $\mu_g^*$  le potentiel chimique de la vapeur d'eau pure dans sa phase.

1) Que dire des potentiels chimique à l'équilibre ?

On considère le passage d'une situation d'équilibre à la température  $T$  et à la pression  $P_s$  à une autre situation d'équilibre à la température  $T + dT$  et à la pression  $P_s + dP_s$ . Dans ces conditions, les potentiels chimiques évoluent également de  $d\mu_l^*$  et  $d\mu_g^*$ . On rappelle que dans le cas d'un corps pur  $d\mu^* = V_m dP_s - S_m dT$ .

2) Obtenir la relation de Clapeyron :

$$\frac{dP_s}{dT} = \frac{a * \Delta H_{m,liq} * P}{RT^2}$$

3) En utilisant une résolution numérique, obtenir le graphe  $P_s(z)$ . On donne  $\Delta H_{m,liq} = -40.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $P_s(0) = 0,1 \text{ bar}$

4) On suppose que la pression en eau contribue pour 1% à la pression atmosphérique. En déduire l'altitude pour laquelle les nuage peuvent se former.

In [ ]:

1