

# Composition et structure de l'atmosphère

L'atmosphère constitue l'enveloppe de gaz et particules qui entoure notre planète sous l'action de la force de gravitation. On peut considérer que notre atmo s'étend sur 500km et que sa masse est de  $5 \cdot 10^{18}$ kg, dont la moitié est située en dessous de 5.5km et 90% en dessous de 10km (à comparer aux 6378km de rayon terrestre !). Au-delà de 500km, on rentre dans l'exosphère. La Terre n'est pas la seule planète à posséder une atmosphère, mais c'est la seule dont l'atmo possède de l'eau sous ses 3 états.

## Composition chimique de l'atmosphère

Gaz	Proportion (en volume)	Composition isotopique (%)
Diazote	N <sub>2</sub> 78,084 ± 0,004 %	<sup>14</sup> N : 99,63; <sup>15</sup> N : 0,37
Dioxygène	O <sub>2</sub> 20,946 ± 0,002 %	<sup>16</sup> O : 99,759; <sup>17</sup> O : 0,037; <sup>18</sup> O : 0,204
Argon	Ar 0,934 ± 0,001 %	<sup>36</sup> Ar : 0,337; <sup>38</sup> Ar : 0,0063; <sup>40</sup> Ar : 99,60
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub> 0,035 ± 0,001 %	<sup>12</sup> C : 98,89; <sup>13</sup> C : 1,11
Néon	Ne 18,18 ± 0,04 ppmv	<sup>20</sup> Ne : 90,92; <sup>21</sup> Ne : 0,257; <sup>22</sup> Ne : 8,82
Hélium	He 5,24 ± 0,004 ppmv	<sup>4</sup> He : 100; <sup>3</sup> He : 0,00013
Krypton	Kr 1,14 ± 0,01 %	
Xénon	Xe 0,087 ± 0,001 %	
Hydrogène	H <sub>2</sub> 0,5 ppmv	<sup>1</sup> H : 99,985; <sup>2</sup> H : 0,015
Méthane	CH <sub>4</sub> 2,0 ppmv	
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 2,0 ppmv	
Oxydes d'azote	NO <sub>2</sub> 0,5 ± 0,01 ppmv etc.	
Ozone	O <sub>3</sub> 0,04 ppmv	
Aérosols variés	0,001 à 0,01 ppmv	

Fig. 10 Composition de l'atmosphère basse de la Terre (ppmv = partie par million (10<sup>-6</sup>) en volume) (d'après Encrenaz et al.).

L'atmosphère est un mélange de gaz dont la vapeur d'eau est en quantité très variable. Si l'on fait abstraction de l'eau, l'atmosphère sèche est composée de gaz majeurs et de gaz mineurs. Les gaz majeurs sont au nombre de 3 :

- N<sub>2</sub>, diazote = 78,084%vol,
- O<sub>2</sub>, dioxygène = 20,946%vol,
- Ar, Argon = 0,934%vol.

L'argon est un gaz inerte produit dans la croûte terrestre par désintégration radioactive de <sup>40</sup>K. Les proportions des gaz majeurs sont fixes et valables jusqu'à environ 90km d'altitude. Au-delà, les molécules sont sujettes à des phénomènes de photodissociation, essentiellement en raison des UV intenses.

Dans une atmosphère « humide » (véritable atosphère), l'eau, sous forme vapeur, est en quantité extrêmement variable (c'est pour cela qu'on ne la classe pas dans les gaz majeurs).

Exemple : Tropiques, vapeur d'eau = 2,5%vol,  
Latitudes moy., = 1,5%vol,  
Hautes latitudes, = 0,5%vol.

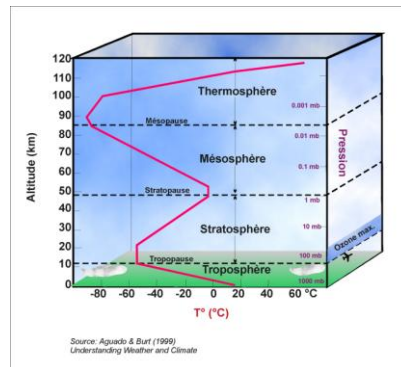
On verra dans la suite du cours que la quantité d'eau sous forme vapeur admissible dans une atmosphère dépend étroitement de sa température. Plus l'atmo est chaude, plus elle peut contenir de vapeur d'eau. A titre d'exemple, à 33°C, la proportion de vapeur peut atteindre 4-5%vol alors qu'elle ne peut pas dépasser 0,6%vol à 0°C. Evidemment, si l'on tenait compte de la vapeur dans les gaz majeurs, il faudrait modifier les proportions données précédemment pour le N<sub>2</sub>, l'O<sub>2</sub> et l'Ar.

N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et Ar représentent environ 99,9%vol. Les 0,1% restant sont formés par les gaz mineurs (voir tableau).

Le principal gaz mineur est le CO<sub>2</sub> (0,0375% en 1998-> aujourd'hui 0,0392%). Ce gaz est le principal responsable de l'effet de serre.

L'ozone (O<sub>3</sub>) est un autre gaz fondamental pour la vie sur Terre en raison de son pouvoir de filtration des UV (voir plus loin). Son abondance est maximale vers 30km d'altitude dans la « couche d'ozone ».

### Structure verticale de l'atmosphère



L'atmosphère présente une structure en couches qui est en grande partie fonction de la température et de la source d'énergie. Dans les couches hautes, l'atmosphère est chauffée par le rayonnement solaire, alors que dans les basses couches, c'est plutôt le rayonnement terrestre qui chauffe...

- de 0 à 10km (pour faire simple) : la troposphère. En réalité, l'épaisseur de la troposphère varie de 8-9km aux pôles jusqu'à 15-16 km au niveau de l'équateur (on verra plus loin). C'est dans cette troposphère qu'est concentrée 90% de la masse de l'atmosphère et la quasi-totalité de l'eau. C'est donc dans cette couche que se produisent tous les phénomènes météorologiques et les mouvements convectifs. Le gradient vertical de température est négatif, c-à-d que la température diminue verticalement d'environ 6°C/km. La limite sup. est appelée tropopause. La température atteint -60°C.

- de 10 à 50km : la stratosphère. La température y réaugmente jusqu'à 0°C à cause de l'absorption des UV par la couche d'ozone. On y observe des vents très violents appelés « jet-stream » (jusqu'à 350km/h). La limite sup est la stratopause.

- de 50 à 80km : la mésosphère. La température diminue jusqu'à -80°C, l'ozone se raréfie mais le CO<sub>2</sub> y joue un rôle important pour l'effet de serre.

Au-delà de 80km, la température réaugmente. On se situe dans la thermosphère ou ionosphère. Sous l'action des UV, les phénomènes de photodissociation sont importants (surtout : O<sub>2</sub>-> O+O) et la concentration en e- devient importante. Cette couche sert de réflecteur pour les ondes radioélectriques et permet aux ondes d'être transportées sur de très longues distances. A 200km, la température atteint 580°C mais les molécules deviennent rares.