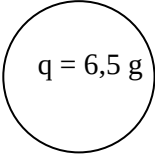
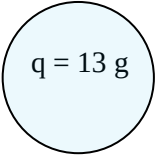
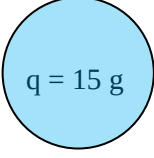
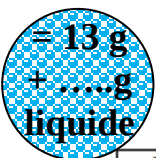


1. Qu'est-ce qu'un nuage ?

C'est un ensemble visible de minuscules particules d'eau liquide et/ou de cristaux de glace en suspension dans l'atmosphère.

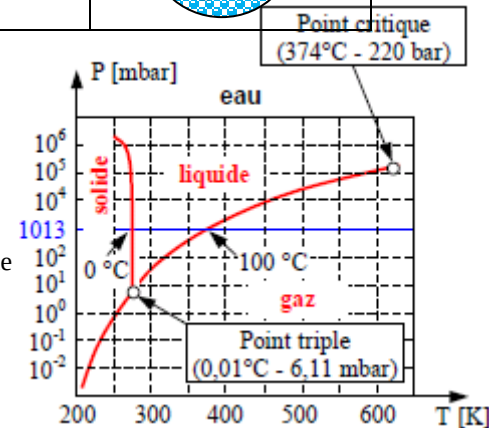
A une température et une pression données, l'air ne peut pas contenir plus d'une certaine quantité de vapeur.

Exemple :	Limpide	saturé	sursaturé	nuageux
A 18°C sous 1000 hPa :	 q = 6,5 g	 q = 13 g	 q = 15 g	 = 13 g +g liquide

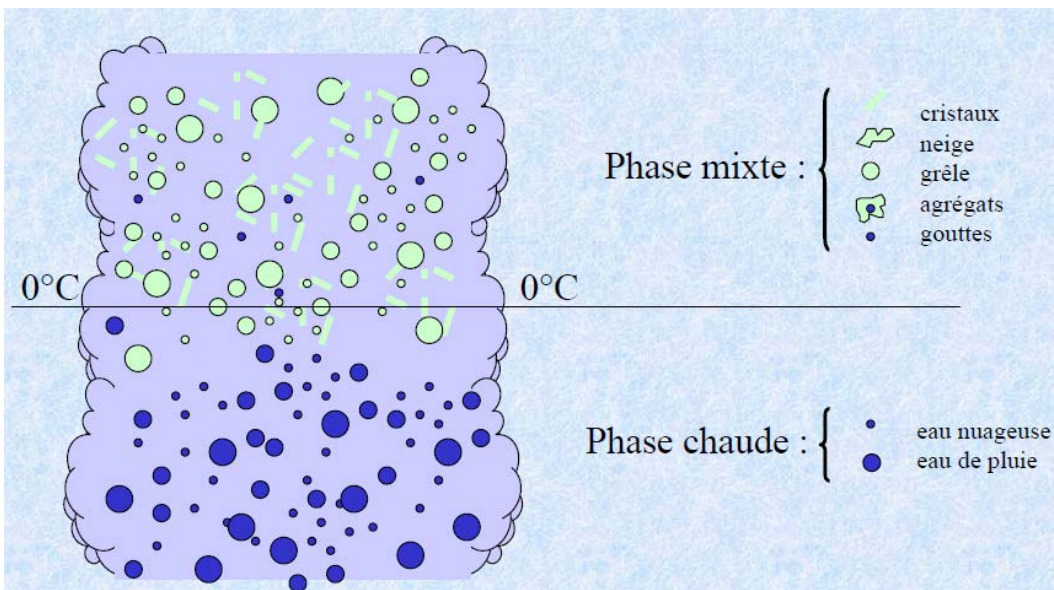
Les 2 phases liquide et gazeuse peuvent coexister en équilibre car elles ne sont pas forcément soumises à la même pression.

En effet : un gaz n'est soumis qu'à la pression d'un gaz identique (il ne "voit" pas les autres gaz) alors que le liquide est soumis à la somme des pressions de tous les gaz = somme des pressions partielles des gaz purs qui le compose.

Pour avoir coexistence permanente de gaz et de liquide, il suffit que la pression du gaz soit égale à sa pression saturante ou pression de



1.1. Que trouve-t-on à l'intérieur d'un nuage ?



Et des noyaux de condensation qui sont des poussières sur lesquelles vont se condenser de fines gouttelettes ou de microcristaux.

1.2. surfusion de l'eau

Un solide porté à son point de fusion se met toujours à fondre. Mais le liquide correspondant ne va pas se solidifier si on le redescend à cette température. Il peut même subsister jusqu'à des températures assez éloignées de la température de fusion (ou de congélation). On dit qu'il est en **surfusion**.

Ce phénomène peut arriver aux trois conditions suivantes :

- le liquide ne contient pas de gaz dissous ;
- le liquide n'est au contact d'aucune impureté (ou « germe ») qui aurait pour effet de créer des noyaux de solidification ; il doit être contenu dans un récipient aux parois lisses et très propres ;
- le liquide est refroidi avec précaution : lentement et sans perturbation (vibrations, etc.).

La surfusion est un état instable : la moindre perturbation ramène le liquide aux conditions d'équilibre à la température considérée. Cette perturbation peut être apportée par une secousse ou l'ajout de la substance sous forme solide (cristaux).

Lors de la perturbation le changement d'état est rapide, il est donc adiabatique (pas de chaleur échangée avec l'extérieur).

Le phénomène est courant dans le brouillard et les nuages où l'on observe des gouttelettes d'eau surfondues jusqu'à des températures de -40°C .

Les traînées de condensation :

Elles sont créées par la condensation de la vapeur d'eau émise par les moteurs d'avion à très haute altitude.

Les gouttes d'eau en suspension deviennent des petits cristaux de glace donnant ainsi naissance à des traînées blanches derrière les avions.

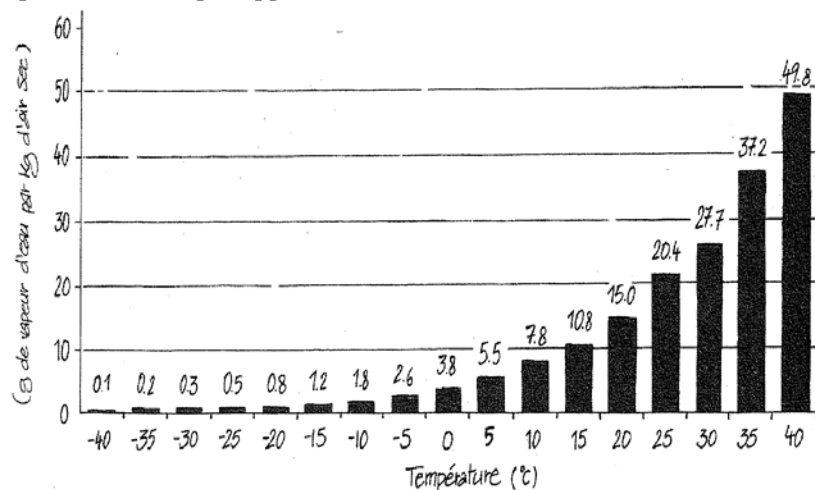


1.3. Combien pèse un nuage?

CUMULUS : 1000 À 2000 TONNES D'EAU (TOUR EIFFEL 10100 TONNES)	
CUMULONIMBUS : 50 000 À 300 000 TONNES D'EAU	
UN ORAGE CLASSIQUE : (10 KM X 50 KM X 50 KM) = 1 MILLION DE TONNES	
UN GROS ORAGE D'ÉTÉ : 25 MILLIONS DE TONNES	

2. Comment se forment les nuages ?

Les nuages se forment quand il y a condensation de la vapeur d'eau soit par apport
soit par



Comme la quantité de vapeur d'eau nécessaire pour obtenir un air saturé très fortement avec la température, on comprend alors que la cause principale de la formation d'un nuage est un refroidissement.

Arrivé au stade de saturation à 100% d'humidité, la condensation commence et se continue avec la baisse de la température pour donner naissance à un nuage.

2.1. COMPRESSION et DETENTE D'UNE PARTICULE de GAZ

La libération, par ouverture: d'une bouteille de plongée, d'une bouteille de gaz butane, de spray de toutes sortes, et d'une façon générale de tout gaz comprimé, est une détente accompagnée d'un refroidissement.

DETENTE =

Le cylindre d'un compresseur pneumatique, un réfrigérateur, une pompe à vélo, s'échauffent lorsqu'on les utilise.

COMPRESSION =

2.2. Stabilité d'une masse d'air

Lorsqu'une particule d'air humide s'échauffe au contact du sol, sa masse volumique diminue et elle s'élève. Elle subit alors une détente adiabatique et se refroidit.

- Si sa température devient inférieure à celle de l'air ambiant, sa masse volumique devient supérieure à celle de l'air ambiant et elle redescend. On dit alors que l'atmosphère est stable.

Les nuages stratiformes ou nuages de la famille des stratus, sont des nuages
de caractère ; et à développement

Certaines couches d'atmosphère sont favorables à la stabilité :

- les couches isothermes : température lorsque l'on monte.
- Les couches d'inversion : la température lorsque l'on monte.

- Si sa température reste supérieure à celle de l'air ambiant, sa masse volumique reste inférieure à celle de l'air ambiant et elle continue sa montée. On dit alors que l'atmosphère est instable.

Les nuages cumuliformes ou nuages de la famille des cumulus, sont des nuages de caractère et à développement

- Si une particule d'air est déplacée vers le haut ou vers le bas et qu'elle se trouve à la même température que l'air ambiant, elle va rester à sa nouvelle position. On parle d'équilibre indifférent.

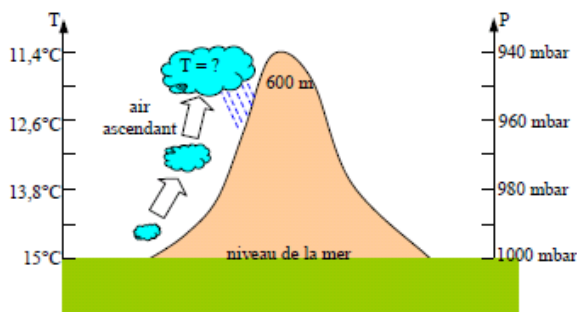
2.3. Formation des nuages cumuliformes : Terminaison cumulus.

Forme isolée, non soudée, aspect "chou-fleur" bien séparés les uns des autres, à caractère instable et à développement vertical.

Une mole d'air initialement à 15°C (température du sol) est contrainte (entraînée par le vent) à s'élever à une altitude de 600 m.

Comme l'air est mauvais conducteur de la chaleur, la particule qui se déplace n'échange pas ou peu de chaleur avec le milieu ambiant : le processus est

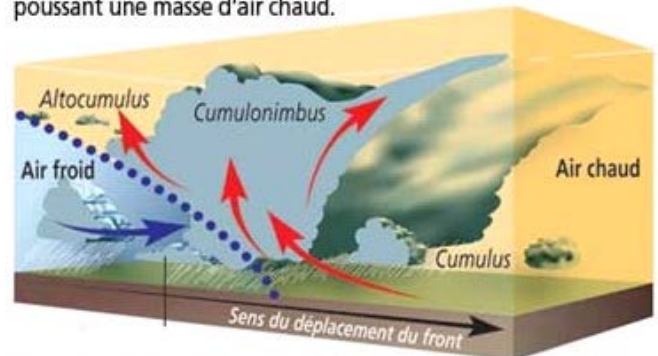
Lorsque l'on monte, une particule d'air subit une car $P_1 < P_0$
Conséquence : la température de la particule



Le niveau de condensation est l'altitude à laquelle une parcelle d'air soulevée de façon adiabatique depuis le sol atteint une humidité relative de 100%.

De tels nuages sont alors formés assez bas car la température faible est rapidement atteinte : la pression saturante ou pression de rosée est donc très rapidement atteinte (d'autant plus bas que l'air est initialement humide : on a des cumulo-nimbus ou des nimbo-stratus : nuages noirs dont la base peut descendre à 500 m d'altitude seulement).

Un front froid sépare une masse d'air froid poussant une masse d'air chaud.



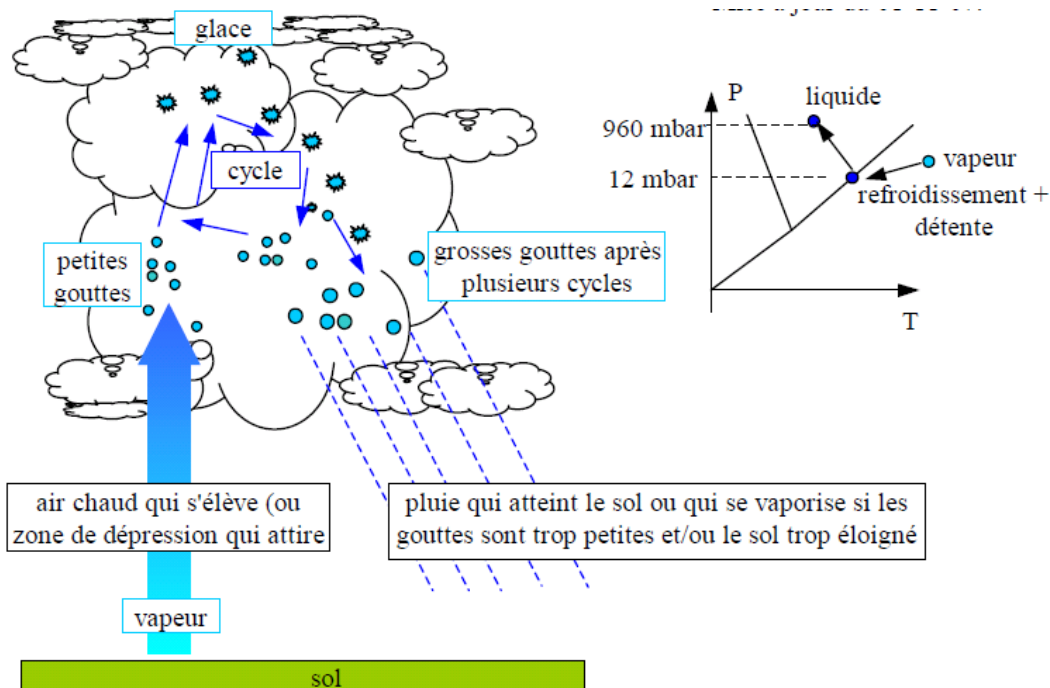
Le soulèvement peut-être du, un ou à la

Remarque : Si l'air avait été sec la pression saturante n'aurait été atteinte que pour une température $< 0^{\circ}\text{C}$, c'est-à-dire pour une altitude élevée c'est un nuage de glace (les cirrus se développent vers $h = 5\text{ km}$).

2.4. Les nuages produisant des précipitations : préfixe "Nimbo-"

Quand on sue, ça refroidit notre corps...pourquoi ?

.....
Cette vapeur, invisible dans la masse d'air, "conserve" en elle la chaleur (chaleur latente) qui a été nécessaire pour passer de l'état liquide à l'état gazeux.



Lorsque la vapeur d'eau d'une masse d'air se liquéfie pour donner un nuage formé de gouttelettes d'eau, elle libère une chaleur latente de vaporisation.

Cette chaleur a pour effet d'augmenter la température de l'air ambiant et provoque à nouveau un courant ascendant. L'air chaud (par rapport à "l'extérieur", sa température peut être cependant $< 0^{\circ}\text{C}$) prend de l'altitude en entraînant dans son ascension les gouttelettes d'eau précédemment formées. Ces gouttes d'eau (soumises à la pression atmosphérique de l'ordre de 500 à 1000 mbar) atteignent alors une température $< 0^{\circ}\text{C}$: elle se transforme en glace à la limite supérieure du nuage.

Le cristal de glace d'altitude est bombardé à son tour par de nouveaux cristaux qui se forment au fur et à mesure : il prend du poids et se met à tomber. Il atteint alors une plus faible altitude où sa température devient $> 0^{\circ}\text{C}$ (influence également des frottements de l'air) : il redevient liquide et, si sa masse est faible, se vaporise à nouveau ...et est à nouveau entraîné dans une ascension (due à l'air chaud)...on a un mouvement cyclique de va et vient (convection) qui augmente la masse de l'eau liquide.

Finalement l'eau ne se vaporise plus entièrement lors de sa descente et ne remonte pas car elle est trop lourde : elle tombe en pluie (relativement froide car issue de la fonte de cristaux de glace).

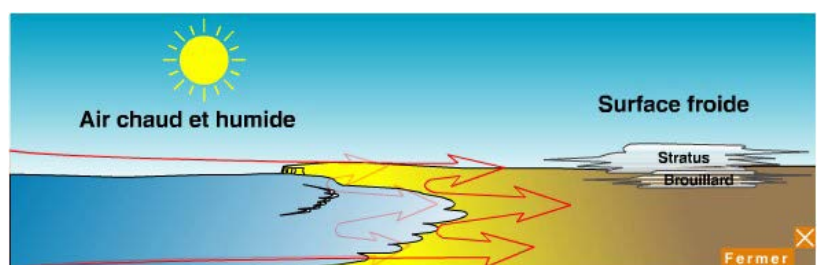
Ces cas sont typiques des ou

2.1. Formation des nuages stratiformes : terminaison stratus

Forme soudée, étalée, en couches superposées en forme de banc ou de couche, de caractère stable et à développement horizontal.

Refroidissement par la base ce mécanisme conduit à la formation de nuages bas ou brouillard.

Il est fréquent l'hiver à l'approche d'une masse d'air doux et humide venant de l'Atlantique. On l'observe l'été en mer lorsque de l'air relativement doux arrive sur des eaux froides.



3. Répartition verticale des nuages en étage.

2.2. L'étage inférieur : pas de préfixe.

Les nuages dont la base est approximativement située entre le sol ou la mer et 2000 m (6500 ft) .
Ils sont constitués d'eau liquide.

En nappes lisses	En nappes moutonnantes
	
Le	le

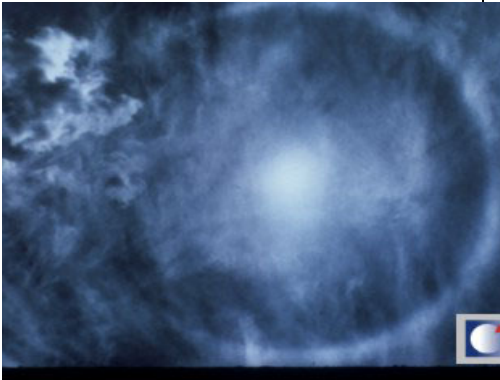
2.3. L'étage moyen : Préfixe "alto"

Les nuages dont la base est approximativement située entre 2000 m et 6000 m environ en régions tempérées,
Ils sont constitués de cristaux de glace et de gouttelettes d'eau liquide.

Plafond en nappe lisse et continue:	Plafond en nappe moutonnante, divisée en plus petits nuages:
	
.....	

2.4. L'étage supérieur : préfixe "cirro"

Les nuages dont la base est approximativement située au dessus de 6000 m .
Ils sont constitués de cristaux de glace.

Moutons diffus, nombreux et de petite taille	Nuages effilée, peu nombreux formant des traînées dans le ciel	En nappes effilées, couvrant une large part du ciel
		
.....		

2.5. Nuages d'altitude variable :

Forme typique de mouton:	Développement maximal du nuage avec orage court et violent, tonnerre:	Nappes basses, couvrant une large part du ciel, pluie continue sur plusieurs heures ou jours :
		
.....		

2.6. Cas particuliers

