

Lois de la physique et valeurs des radiosondes

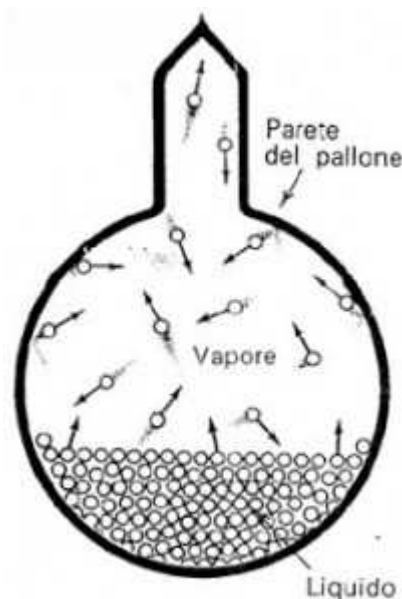
<http://www.acseipica.fr/lois-physique-valeurs-radiosondes/>

Un article de Corrado Penna , professeur de physique, universitaire italien

article original

<http://scienzamarcia.blogspot.fr/2012/01/laviazione-francese-stravolge-le-leggi.html>

« Météorologistes de l'aviation française et italienne se contredisent et contredisent les lois de la physique et les valeurs des radiosondes »



Comme quiconque peut le vérifier sur n'importe quel livre de physique ou sur un site universitaire, la pression de vapeur saturante (souvent aussi appelée la tension de vapeur saturante) correspond à la pression maximale qui peut être exercée par la vapeur d'une substance lorsque le liquide de la substance même coexiste avec sa vapeur; c'est une valeur théorique, car il y a aussi des conditions dans lesquelles peuvent persister des vapeurs sursaturées qui se condensent quand quelque chose casse ce genre d'équilibre instable en fournissant les noyaux de condensation nécessaires (ce qui trouve application dans les détecteurs de particules telle que la chambre de Wilson).

L'humidité relative est le rapport entre la pression de vapeur d'eau dans un certain environnement et la valeur maximale de cette pression (la pression de vapeur saturante ci-dessus).



Ce rapport est généralement exprimé en pourcentage. Si par exemple on a une pression de vapeur d'eau de 0,7 atmosphères à une température de 100 degrés centigrades, en sachant que, à cette température la pression de vapeur saturée est exactement une atmosphère, la relation entre la pression de vapeur et la pression de vapeur saturante est $0,7 / 1 = 0,7$; si cette fraction est exprimée en pourcentage est obtenue une valeur d'humidité relative de 70%.

D'une manière similaire à ce qu'on vient de voir , il est possible de définir la pression de vapeur non pas par rapport au liquide, mais par rapport au solide. Même la neige , c'est reconnu, «s'évapore» (le terme scientifique correct est sublimation) et il est donc utile pour de nombreuses applications de considérer la pression de vapeur par rapport à la glace.

Dans une réponse de l'aviation civile française à une lettre d'une association de citoyens préoccupés par le phénomène des traînées dans le ciel (cf [reponse DGAC 23sept11](#)), nous voyons comment une telle institution assure que ce que nous voyons dans le ciel serait totalement du à la condensation.

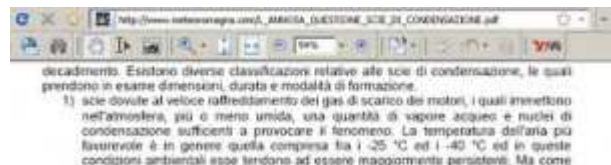
Les paramètres fournis dans cette réponse officielle sont cependant légèrement différents de [ceux qui sont réaffirmés par les météorologues italiens](#). Comme vous pouvez le voir, ce document ([reponse DGAC 23sept11](#)) se réfère aux conditions suivantes pour la formation de traînées de condensation: -30 Degrés de température et une humidité allant de 100% à 130% de sursaturation.

Notre colonel Costante De Simone, lui, dans son article «Les traînées de vapeur produites par les jet », (publié le 02.05.2007 sur le Journal de Météorologie Aéronautique) affirme:



« Pour qu'une traînée soit visible depuis le sol et dure dans le temps de manière à apparaître comme un nuage de forme allongée, l'avion qui la génère doit voler dans une bande de l'atmosphère dans laquelle la température de l'air est inférieure à 36 degrés centigrades au-dessous de zéro et avec une quantité appropriée d'humidité dans l'air. »

Alors que sur le site [meteoromagna.com](#), dans le document « la vieille question des traînées de condensation » signés par Pierluigi Randi, nous lisons au sujet de la formation des traînées ... « *La température de l'air est généralement plus favorable si comprise entre -25 ° C et -40 ° C et dans ces conditions environnementales, elles ont tendance à être plus persistantes.* »



Ici, chaque météorologiste invente du nouveau!

Traînées persistantes entre -25 et -40 degrés centigrades est une affirmation pour le moins audacieuse comme nous le verrons grâce aux calculs suivants, pour ne pas mentionner le fait que le texte de météorologie de Jérôme Sansosti et Alfio Giuffrida affirme que des températures inférieures à -40 degrés sont nécessaires pour la formation d'une traînée ! Notez que ce livre a été publié en 2006, presque contemporain aux affirmations des autres météorologistes.

Mais revenons au document de l'aviation française, où il est dit que au dessus de 130 % de saturation on a la formation de nuages. Eh bien, l'observation constante et continue du ciel (si possible toutes les dix minutes pour voir comment parfois, les traînées persistent, s'élargissent, et comment leurs croisements se transforment en une sorte d'apparente «masse nuageuse ») montre que cette transformation en nuages a lieu trop souvent (presque tous les jours pendant certaines périodes de l'année), tandis que [les données d'observation des radiosondes](#) montrent que les valeurs d'humidité indiquées par l'organisme Français ne sont pas dans la réalité.

Pour être plus précis, je suppose que cet organisme français veut se référer à une quantité égale à 100% ou 130% de la pression de vapeur saturante par rapport à la glace (130% d'humidité relative à haute altitude est pure science-fiction, ce sont des valeurs qui n'existent pas dans les régions de l'atmosphère considérée). La pression de vapeur saturante par rapport à la glace correspond à peu près à une valeur de 60/70 pour cent d'humidité relative, en fonction de la température.

	A	B	C	D	E
1	grad	P di vapor sat	P di vapor sat	Hrel di saturaz	Hrel *130/100
2	Celsius	acqua	ghiaccio	isp ghiaccio	
3	-80	0,09365	0,04885	52,16	67,81
4	-77,5	0,14078	0,07407	52,62	68,40
5	-75	0,20897	0,11110	53,17	69,12
6	-72,5	0,30650	0,16490	53,80	69,94
7	-70	0,44444	0,24230	54,52	70,87
8	-67,5	0,63744	0,36267	55,31	71,90
9	-65	0,90473	0,50826	56,18	73,03
10	-62,5	1,27130	0,72612	57,12	74,25
11	-60	1,76935	1,02940	58,12	75,56
12	-57,5	2,43988	1,44436	59,20	76,96
13	-55	3,33627	2,01233	60,33	78,44
14	-52,5	4,52067	2,78186	61,54	80,00
15	-50	6,07784	3,81686	62,80	81,64
16	-47,5	8,10791	5,19913	64,12	83,36
17	-45	10,73531	7,03249	65,51	85,16
18	-42,5	14,11208	9,44815	66,96	87,04
19	-40	18,42269	12,61074	68,45	88,99
20	-37,5	23,89061	16,72572	70,01	91,01
21	-35	30,78272	22,04797	71,62	93,11
22	-32,5	39,41842	29,89199	73,30	95,28
23	-30	50,17661	39,64382	75,02	97,53
24	-27,5	63,50467	48,77483	76,81	99,85
25	-25	79,92831	62,86775	78,64	102,24
26	-22,5	100,06225	80,58518	80,54	104,70
27	-20	124,62205	102,79075	82,48	107,23
28	-17,5	154,43689	130,47338	84,48	109,83
29	-15	190,46358	164,82479	86,54	112,50
30	-12,5	233,80158	207,26282	88,65	115,24
31	-10	285,70932	269,45667	90,81	118,05

En utilisant l'équation de Clausius-Clapeyron pour le calcul des deux pressions de vapeur (tableau ci-dessus) et ensuite en calculant le rapport entre pression de vapeur saturée par rapport à la glace et pression de vapeur saturée par rapport à l'eau, on obtient la valeur d'humidité relative à laquelle correspond la saturation par rapport à la glace. Les calculs rapportés dans le tableau ci-dessus sur ont été effectués avec une feuille de calcul dont n'importe qui peut vérifier l'exactitude.

...

En réalité, on peut lire à la page 143 d'un [magazine US Air Force 1975](#) (Aviation Weather) que la traînée peut ne pas se former même dans des conditions de saturation favorables, et ne peut encore moins persister (voir l'article de l'annexe).

Toutefois, après avoir calculé le taux d'humidité relative qui correspond à la saturation (100%) on augmente les données obtenues par 130 % pour l'obtention de la dernière colonne, qui indique l'humidité relative de 90/70% à une altitude de 8/13 km là où vous rencontrez de telles températures. [L'observation systématique des données de radiosondage](#) montre que ces valeurs ne sont tout simplement pas observées dans l'atmosphère de nos latitudes.

A notez que la persistance des traînées invoquée par Pierluigi Randi pour des températures de -25 à -40 degrés Celsius ne pourrait être obtenue que lorsque l'humidité relative varie entre 68,5% et 78,6%, des valeurs que l'on retrouve dans les données de radiosondage à une cote de croisière des avions, mais si rarement que cela n'explique pas la profusion de traînées persistantes que nous voyons, au minimum, la moitié des jours de l'année.

Annexe

30 décembre 2008 – Humidité relative très faible a toutes les altitudes

16044 LIPD Uline Observations at 12Z 30 Dec 2008

TIME	ALT	TEMP	WIND	DIR	DRIFT	REL	WIND	DIR	DRIFT	REL	WIND	DIR	DRIFT	REL
0000	000	10.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0005	005	9.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0010	010	8.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0015	015	7.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0020	020	6.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0025	025	5.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0030	030	4.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0035	035	3.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0040	040	2.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0045	045	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0050	050	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0055	055	-1.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0100	100	-2.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0105	105	-3.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0110	110	-4.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0115	115	-5.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0120	120	-6.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0125	125	-7.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0130	130	-8.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0135	135	-9.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0140	140	-10.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0145	145	-11.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0150	150	-12.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0155	155	-13.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0200	200	-14.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0205	205	-15.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0210	210	-16.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0215	215	-17.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0220	220	-18.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0225	225	-19.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0230	230	-20.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0235	235	-21.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0240	240	-22.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0245	245	-23.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0250	250	-24.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0255	255	-25.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0300	300	-26.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0305	305	-27.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0310	310	-28.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0315	315	-29.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0320	320	-30.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0325	325	-31.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0330	330	-32.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0335	335	-33.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0340	340	-34.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0345	345	-35.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0350	350	-36.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0355	355	-37.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0400	400	-38.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0405	405	-39.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
0410	410	-40.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0

radiosonde Université Wyoming 30dec2008

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
400.0	7280	-36.7	-51.7	20
368.0	7850	-41.7	-53.7	26
358.0	8036	-42.9	-58.9	16
324.0	8693	-48.4	-61.0	22
300.0	9200	-52.7	-62.7	29
295.0	9309	-53.7	-62.7	32
250.0	10360	-60.3	-73.3	17
246.0	10460	-61.1	-74.1	16
242.0	10561	-61.4	-74.7	16
221.0	11117	-63.0	-78.0	11
200.0	11730	-64.7	-81.7	8
197.0	11823	-62.3	-80.3	7
191.0	12016	-62.1	-80.8	7
186.0	12181	-62.0	-81.3	6
168.0	12815	-61.5	-83.0	4
160.0	13118	-61.2	-83.8	4
153.0	13397	-61.0	-84.6	3
150.0	13520	-60.9	-84.9	3
140.0	13951	-59.2	-85.5	2

[traduction](#)

« Les traînées de condensation de la vapeur s'échappant du moteur se forment suite à la mise en atmosphère de vapeur d'eau ajoutée à partir des moteurs de l'aéronef en une quantité suffisante pour provoquer la saturation ou la sursaturation de l'air. Du moment que l'atmosphère est également chauffée par le moteur de l'aéronef, la vapeur d'eau ajoutée doit être d'une quantité apte à saturer ou sursaturer l'atmosphère malgré la chaleur additionnelle. »

can to know the position, wind direction, and area of least probable turbulence. *Aircraft Weather Sources* (AC 00-7) explains in detail how to

CONDENSATION TRAILS

A condensation trail, popularly referred to as "contrail," is generally formed as a cloudlike structure which frequently is generated in the wake of aircraft flying in clear, cold, humid air, figure 130. Two distinct types are observed—exhaust trails and aerodynamic trails. "Exhaust" contrails from dissipation trails are produced differently from exhaust and aerodynamic trails.

EXHAUST CONTRAILS

The exhaust contrail is formed by the addition to the atmosphere of sufficient water vapor from aircraft exhaust gases in some situations or super-saturation of the air. Since heat is also added to the atmosphere in the wake of an aircraft, the addition of water vapor must be of such magnitude that it saturates or super-saturates the atmosphere in spite of the added heat. There is evidence to support the idea that the nuclei which are necessary for condensation or solidification may also be derived to the atmosphere in the exhaust gases of aircraft engines, further aiding contrail formation. These

nuclei are relatively large. Recent experiments, however, have revealed that visible exhaust contrails may be generated by adding very minute nuclei material (dust, for example) to the exhaust. Condensation and solidification on these smaller nuclei result in contrail particles too small to be visible.

AERODYNAMIC CONTRAILS

In air that is almost saturated, aerodynamic pressure reduction around airfoils, engine nacelles, and propellers cools the air in saturation, leading to condensation trails from these components. This type of trail usually is neither as dense nor as persistent as exhaust trails. However, under certain atmospheric conditions, an aerodynamic contrail may suggest the formation and spreading of a disk of vortex clouds.

Contrails cause eye problems unique to military operations in that they reveal the location of an aircraft attempting to fly undetected. A more general operational problem is a vortex layer sometimes induced by the contrail. The induced layer

143



Pour confirmer davantage voyons le « Manuel de la météorologie, Un guide pour la compréhension des conditions météorologiques et climatiques » en collaboration avec l'UAI (*Unione Astrofili Italiani*) – un livre de Jérôme Sansosti et Alfio Giuffrida (Gremese – 2006), où se lit à la page 86 :

“La libération dans l'atmosphère des gaz d'échappement des avions, riche en noyaux de condensation et de vapeur d'eau, détermine la sursaturation de la vapeur d'eau et, par conséquent, la formation de traînées de condensation. Les traînées sont formées à des hauteurs où la température de l'air est très faible (inférieure à -40 ° C), avec une humidité relative d'au moins 60%.”

Notez comment ce livre fournit une valeur différente (moindre!) de la température requise pour la formation de traînées de condensation.